


|   |  |                |
|---|--|----------------|
|  | <b>MACROPROCESODE APOYO</b>            | CODIGO:AAAr105 |
|   | <b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b> | VERSION:1      |
|   | <b>AUTORIZACION DE PUBLICACION</b>     | PAGINA: 1 de 3 |

Fusagasugà, 9 de agosto de 2016

**Señores  
Biblioteca Central  
Universidad de Cundinamarca  
Cuidad**

Los suscritos:  
Dayana Carolina Pinzón Nicolls, con C.C. No\_1069746463

En mí (nuestra) calidad de autor(es) exclusivo(s) de la obra titulada:

Verificación y ajuste de la línea de producción de PCB's.

(Por favor Señale con una "x" las opciones que apliquen para el caso).

Tesis: \_\_\_\_


Trabajo de Grado: \_\_\_\_\_

Otro: X

Cual: Pasantía \_\_\_\_\_

Presentado y aprobado en el año 2016, por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la universidad., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:


|   |  |                |
|---|--|----------------|
|  | <b>MACROPROCESODE APOYO</b>            | CODIGO:AAAr105 |
|   | <b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b> | VERSION:1      |
|   | <b>AUTORIZACION DE PUBLICACION</b>     | PAGINA: 2 de 3 |

| <b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>  | <b>SI</b> | <b>NO</b> |
|--|-----------|-----------|
| 1. La conservación de los ejemplares necesarios la Biblioteca.   | X         |           |
| 2. La consulta física o electrónica según corresponda  | X         |           |
| 3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer  | X         |           |
| 4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.   | X         |           |
| 5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones | X         |           |
| 6. La inclusión en el Repositorio Institucional.   | X         |           |

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis o Trabajos de Grado, de manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mi (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos)

el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

|   |  |                |
|---|--|----------------|
|  | <b>MACROPROCESODE APOYO</b>            | CODIGO:AAAr105 |
|   | <b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b> | VERSION:1      |
|   | <b>AUTORIZACION DE PUBLICACION</b>     | PAGINA: 3 de 3 |

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis o Trabajos de Grado):

**Información Confidencial:**


Esta Tesis o trabajo de grado, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** \_\_\_\_ **NO** \_\_\_\_.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

| NOMBRE COMPLETO                | N°. Del Documento de Identidad | FIRMA  |
|--------------------------------|--------------------------------|--|
| Dayana Carolina Pinzón Nicolls | 1069746463                     |  |

FACULTAD:  
Ingeniería \_\_\_\_\_

PROGRAMA ACADEMICO:  
Ingeniería Electrónica \_\_\_\_\_

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|  | <b>MACROPROCESODE APOYO</b>              | CODIGO: AAAr106 |
|   | <b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>   | VERSION:1       |
|   | <b>FORMATO DE DESCRIPCION DOCUMENTAL</b> | PAGINA: 1 de 3  |

**TITULO COMPLETO DEL DOCUMENTO:**

Verificación y ajuste de la línea de producción de PCB's

---



---



---

**SUBTITULO, SI LO TIENE:**

---



---



---

**AUTOR O AUTORES:**

| Apellidos Completos | Nombres Completos |
|---------------------|-------------------|
| Pinzón Nicolls      | Dayana Carolina   |
|                     |                   |
|                     |                   |
|                     |                   |

**DIRECTOR (ES) DEL TRABAJO DE GRADO O TESIS**


| Apellidos Completos | Nombres Completos |
|---------------------|-------------------|
| Roa Guerrero        | Edgar Eduardo     |
|                     |                   |
|                     |                   |
|                     |                   |

(En caso que el Documento sea Trabajo de Grado)

**TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO DE (Opcional):**

---

**FACULTAD:** Ingeniería

|   |                                   |                 |
|---|-----------------------------------|-----------------|
|  | MACROPROCESODE APOYO              | CODIGO: AAAr106 |
|   | PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO   | VERSION:1       |
|   | FORMATO DE DESCRIPCION DOCUMENTAL | PAGINA: 2 de 3  |

**PROGRAMA O PROCESO:**

Pregrado   X    
Especialización         
Maestría         
Doctorado         
Administrativo       

**NOMBRE DEL PROGRAMA O ÁREA ADMINISTRATIVA:**

Ingeniería Electrónica. \_\_\_\_\_

**NOMBRES Y APELLIDOS DEL DIRECTOR DE PROGRAMA (Opcional):**

Humberto Numpaque López \_\_\_\_\_

**NOMBRES Y APELLIDOS DEL DIRECTOR DE LA PUBLICACIÓN:**

\_\_\_\_\_

**CIUDAD:** Fusagasugá

**AÑO DE PRESENTACION DEL DOCUMENTO:**   2016  

**NUMERO DE PÁGINAS (Opcional):** \_\_\_\_\_


**DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLES: (Usar como mínimo 10 descriptores)**

**ESPAÑOL**

Plaqueta de circuito impreso  
Agujeros Pasantes  
Impresión 3D  
Galvanplastia  
CNC  
SMD  
Mascara Antisolder  
Insolación  
Coger y poner  
Digitalización

**INGLES**


Printed Circuit Board  
Through hole  
3D Printed  
Electroplating  
CNC  
SMD  
Solder Mask  
Insolation  
Pick and Place  
Digitalización

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|  | <b>MACROPROCESODE APOYO</b>              | CODIGO: AAAR106 |
|   | <b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b>   | VERSION:1       |
|   | <b>FORMATO DE DESCRIPCION DOCUMENTAL</b> | PAGINA: 3 de 3  |

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLES:** (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres):

Resumen. En el presente documento se muestran los resultados obtenidos en la pasantía realizada en la Escuela de Comunicaciones Militares ESCOM, se encuentran los procesos de verificación, puesta en funcionamiento y ajuste de las maquinas obtenidas por el centro de investigación para la fabricación de PCB's, las maquinas existentes son la Quick Plate 912, Quick Press V220 y Quick Circuit System (QC-5000) de la marca T-TECH, impresora CubexTrio de la marca 3DSystem, las máquinas insoladora AZ220 y Stencil Printed para el método de serigrafía en la fabricación de PCB's y la Pick and Place TP220 de TERMWAY. Se exponen las pruebas que se realizaron con cada máquina, la metodología que se utilizó y el esquema necesario para realizar manuales prácticos de usuario que sean entendibles y fáciles de comprender para el personal del centro de investigación y los estudiantes de la ESCOM. Se realizaron manuales prácticos de usuario de cada máquina con los requerimientos, restricciones, funcionamiento, mantenimiento, instalación y prácticas buscando dar una idea global del procedimiento y a la vez una específica del comportamiento de las maquinas existentes en el centro de investigación. Se llega a la conclusión de que las maquinas tienen grandes alcances en el proceso de fabricación de PCB's así como van a ser de gran ayuda para la elaboración de proyectos que necesiten estructuras en tres dimensiones y circuitos electrónicos de calidad para proyectos de investigación.

Abstract. In this document the results of the internship conducted at the School of Military Communications ESCOM shown, are verification processes, commissioning and adjustment of the machines obtained by the research center for the manufacture of PCB's, the machines existing are the Quick Plate 912, Quick Press V220 and Quick Circuit System (QC-5000) brand T-TECH, CubexTrio printer 3DSystem brand, the AZ220 and Stencil Printed insoladora machines for screen printing method in the manufacture of PCB's and Pick and Place TP220 of TERMWAY. The tests were performed with each machine, the methodology used and the need for practical user manuals that are understandable and easy to understand for the research center staff and students are exposed ESCOM scheme. Practical user manuals for each machine to requirements, restrictions, operation, maintenance, installation and practices seeking to give an overview of the process and to see a specific behavior of existing machines in the research center were performed. It concludes that the machines have great achievements in the manufacturing process of PCB's and will be helpful for the development of projects that require three-dimensional structures and electronic circuits quality research projects.

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|  | <b>MACROPROCESODE APOYO</b>            | CODIGO: AAAr107 |
|   | <b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b> | VERSION:1       |
|   | <b>LICENCIA DE PUBLICACIÓN</b>         | PAGINA: 1 de 3  |

Fusagasugá, 9 Agosto de 2016

Los suscritos:


Dayana Carolina Pinzón Nicolls, con C.C. No\_1069746463.

En mí (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) de la obra titulada:

Verificación y ajuste de la línea de producción de PCB's.

Como titular (es) del derecho de autor, confiero (erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. ( Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo (garantizamos) que el documento en cuestión, es producto de mí (nuestra) plena autoría, de mí (nuestro) esfuerzo personal

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|  | <b>MACROPROCESODE APOYO</b>            | CODIGO: AAAr107 |
|   | <b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b> | VERSION:1       |
|   | <b>LICENCIA DE PUBLICACIÓN</b>         | PAGINA: 2 de 3  |

intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.


g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las “Condiciones de uso de estricto cumplimiento” de los recursos publicados en Repositorio Institucional, cuyo texto completo se puede consultar en [biblioteca.unicundi.edu.co](http://biblioteca.unicundi.edu.co)

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons : Atribución- No comercial- Compartir Igual.





|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|  | <b>MACROPROCESODE APOYO</b>            | CODIGO: AAAr107 |
|   | <b>PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO</b> | VERSION:1       |
|   | <b>LICENCIA DE PUBLICACIÓN</b>         | PAGINA: 3 de 3  |

j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el (los) siguiente(s) archivo(s).

| <b>Nombre completo del Archivo<br/>Incluida su Extensión<br/><br/>(Ej. Ensayo.pdf)</b> | <b>Tipo de documento (ej. Texto,<br/>imagen, video, etc)</b> |
|--|--|
| 1. Verificación y ajuste de la línea de producción de PCB's.pdf                        | Texto  |

En constancia de lo anterior, firmo (amos) el presente documento:

| <b>NOMBRES Y<br/>APELLIDOS<br/>COMPLETOS</b> | <b>No. del documento<br/>de identidad</b> | <b>FIRMA</b>   |
|--|---|--|
| Dayana Carolina Pinzón<br>Nicolls            | 1069746463                                |  |

**ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LAS PASANTÍAS EN EL  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE COMUNICACIONES  
MILITARES.**

**“VERIFICACION Y AJUSTE DE LA LINEA DE PRODUCCION DE PCB’s”**

**Dayana Carolina Pinzón Nicolls**

**Universidad de Cundinamarca**  
Ingeniería electrónica  
Facultad de ingeniería  
Fusagasugá, Colombia  
2016

**ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LAS PASANTÍAS EN EL  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE COMUNICACIONES  
MILITARES.**

**“VERIFICACION Y AJUSTE DE LA LINEA DE PRODUCCION DE PCB’s”**

Informe presentado como trabajo de grado modalidad  
pasantía para optar al título de Ingeniero Electrónico

**Dayana Carolina Pinzón Nicolls**

Estudiante de ingeniería electrónica.  
Cód. 16221143.

**JOHN MONZAIDE ALVAREZ CELY**

Ingeniero electrónico  
Director externo escuela de comunicaciones militares

**EDGAR EDUARDO ROA GUERRERO**

Ingeniero electrónico  
Director interno universidad de Cundinamarca

**Universidad de Cundinamarca**

Ingeniería electrónica  
Facultad de ingeniería  
Fusagasugá, Colombia

2016



# Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| Introducción.....   | 10        |
| <b>1. Capítulo 1: Justificación.</b> .....  | <b>11</b> |
| <b>2. Capítulo 2. Actividades.</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>2.1. Actividad General</b> .....   | <b>12</b> |
| <b>2.2. Actividades Específicas</b> .....   | <b>12</b> |
| - Verificar los manuales de cada una de las máquinas que hay existentes en el centro de investigación. ....   | 12        |
| - Búsqueda de los manuales técnicos de cada una de las máquinas.....  | 12        |
| - Verificar el funcionamiento de cada máquina con sus respectivos manuales técnicos.....  | 12        |
| - Instalación del software IsoPro, Cubex, CubifyInvent y Tp220.....   | 12        |
| - Realizar pruebas de la impresora 3D configurando el software Cubex y diseñando en el software CubifyInvent. ....                                    | 12        |
| - Identificar el software Proteus o Eagle para diseñar un circuito electrónico y generar archivos Gerber. ....  | 12        |
| - Identificar las funciones y herramientas que maneja la CQ5000.....  | 12        |
| - Implementar los archivos Gerber en el software IsoPro para el funcionamiento de la maquina CQ5000. ....   | 12        |
| - Definir el proceso de multicapa que se puede obtener con la Quick Press.....  | 12        |
| - Describir el método de serigrafía para obtener un circuito impreso y la capa protectora de una PCB, con las maquinas insoladora y stencilprint..... | 12        |
| - Explicar el funcionamiento del software TP220 para la ubicación de los componentes en la PCB. ....  | 12        |
| - Generar un manual de uso para cada una de las máquinas.....   | 12        |
| - Capacitar a los estudiantes y comprobar el entendimiento del manual por medio de una encuesta.....  | 12        |
| <b>3. Capítulo 3. Descriptores palabras claves.</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>4. Capítulo 4. Marco Referencial</b> .....   | <b>14</b> |
| 4.1. Antecedentes .....   | 14        |
| <b>4.1.1. Banco de Serigrafía para circuitos eléctricos y electrónicos</b> .....  | <b>14</b> |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.1.2. | La producción electrónica: una notable ausencia en la Universidad  | 14 |
| 4.1.3. | Diseño y construcción de una impresora 3D .....  | 14 |
| 4.1.4. | Construcción de PCB's mediante tecnología CNC y ajuste automático a la superficie .....                          | 15 |
| 4.1.5  | Prototipo de maquina fresadora CNC para circuitos impresos.....  | 16 |
| 4.1.6  | Circuitos Impresos. Aplicaciones y algunas experiencias .....  | 17 |
| 4.1.7  | Técnicas de diseño, desarrollo y montaje de circuitos impresos...  | 17 |
| 4.1.8  | Fabricación y montaje de circuitos impresos multicapa con componentes SMD de paso fino y BGA.....                | 17 |
| 4.1.9  | Prototipo de maquinado para fabricación de circuitos impresos con fresadora .....                                | 18 |
| 4.1.10 | Study of micro-BGA solder joint reliability .....  | 19 |
| 4.1.11 | Diseño y fabricación de prototipos de moldes de inyección de plásticos .....                                     | 19 |
| 4.1.12 | Conductive Ink for Through Hole Application .....  | 20 |
| 4.1.13 | Construcción de modelos tridimensionales a partir de modelos virtuales   | 21 |
| 4.1.14 | Control manual para CNC .....  | 21 |
| 4.1.15 | Simple and Efficient Full-Wave modeling of electromagnetic coupling in realistic RF multilayer PCB layouts ..... | 21 |
| 4.1.16 | Soldadura SMT por convección forzada. ....   | 22 |
| 4.1.17 | Realidad virtual. Su aplicación en cirugía reconstructiva oncológica esquelética .....                           | 22 |
| 4.1.18 | Multilayer RF PCB for Space Applications: technological and interconnections trade-off .....                     | 22 |
| 4.1.19 | Fabricación de circuitos impresos .....  | 23 |
| 4.1.20 | Microfluidic Printed Circuit Boards .....  | 23 |
| 4.1.21 | CNC PCB Drilling Machine using Novel Natural approach to Euclidean TSP .....                                     | 23 |
| 4.1.22 | Experiences in automated construction of PC boards using an open source cnc machine.....                         | 24 |
| 4.1.23 | Through hole interconnect substrate fabrication process .....  | 24 |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 4.1.24    | <b>Components with conductive solder mask layers</b> .....                                     | 24        |
| 4.1.25    | <b>Soldadura, inspección y verificación, en laboratorio de un prototipo con chip BGA</b> ..... | 25        |
| 4.1.26    | <b>Method of fabricating a printed circuit board and the PCB produced</b><br>25                |           |
| 4.1.27    | <b>Printed circuit board (PCB) including channeled capacitive plane structure</b> 25           |           |
| 4.2.      | Marco teórico conceptual .....   | 26        |
| 4.2.1.    | <b>CNC (Control Numérico Computarizado)</b> .....  | 26        |
| 4.2.2.    | <b>Impresora 3D</b> .....  | 27        |
| 4.2.3.    | <b>Método de serigrafía</b> .....  | 28        |
| 4.2.4.    | <b>Tecnología Multicapa</b> .....  | 31        |
| 4.2.5.    | <b>La tecnología de montaje superficial (SMT)</b> .....  | 32        |
| 4.2.6.    | <b>Técnicas de soldadura para componentes SMD</b> .....  | 35        |
| 4.2.7     | <b>Tecnología Through Hole (Agujero pasante)</b> .....   | 36        |
| <b>5.</b> | <b>Capítulo 5. Actividades Realizadas</b> .....  | <b>38</b> |
| 5.1.      | Verificar el funcionamiento de las máquinas .....  | 38        |
| 5.2.      | Realizar pruebas de cada una de las máquinas .....   | 39        |
| 5.3.      | Ajuste y limitaciones de las máquinas.....   | 39        |
| 5.4.      | Generar manuales prácticos de usuario.....   | 40        |
| 5.5.      | Capacitación de las máquinas .....   | 40        |
| <b>6.</b> | <b>Capítulo 6. Resultados obtenidos.</b> .....   | <b>41</b> |
| 6.1.      | Verificación y ajuste de la impresora 3D .....   | 42        |
| 6.2.      | Verificación y ajuste de la Quick Press. ....  | 56        |
| 6.3.      | Verificación y ajuste Quick Plate. ....  | 60        |
| 6.4.      | Verificación y ajuste de la Pick and Place.....  | 66        |
| 6.5.      | Verificación y ajuste de la QC 5000. ....  | 71        |
| 6.6.      | Verificación y ajuste del método de serigrafía.....  | 83        |
| <b>7.</b> | <b>Capítulo 7. Conclusiones.</b> .....   | <b>89</b> |
|           | Bibliografía .....   | 91        |

# Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Izquierda, diseño CAD del sistema; derecha, construcción de la impresora.<br>..... | 15 |
| Figura 2. Construcción de la maquina CNC. ....   | 16 |
| Figura 3. Pick and Place modelo LPKF-ProtoPlace. ....  | 18 |
| Figura 4. Interfaz gráfica del software de la impresora 3D. ....                             | 19 |
| Figura 5. Proceso de impresión terminado.....  | 20 |
| Figura 6. Maquina CNC.....   | 27 |
| Figura 7. Impresora 3D profesional. ....   | 28 |
| Figura 8. Sensibilización de la tela del bastidor.....                                       | 29 |
| Figura 9. Exposición a la luz.....   | 30 |
| Figura 10. Revelado de la imagen en la tela. ....  | 30 |
| Figura 11. Obtención del circuito en la PCB. ....  | 31 |
| Figura 12. Máquina para montaje superficial.....   | 32 |
| Figura 13. Cinta “Tape&Reel”.....  | 33 |
| Figura 14. Varillas que contienen a los SMD .....  | 34 |
| Figura 15. Varillas que contienen a los SMD.....   | 34 |
| Figura 16. Soldadura por cautín. ....  | 35 |
| Figura 17. Proceso de Galvanoplastia. ....   | 36 |
| Figura 18. Proceso para realizar los remaches. ....  | 37 |
| Figura 19. Diagrama de flujo de las actividades realizadas .....                             | 38 |
| Figura 20. Línea de producción de PCB’s. ....  | 41 |
| Figura 21. Manual de impresora 3D facilitado por OSP. ....                                   | 42 |
| Figura 22. Cartuchos no encontrados. ....  | 43 |
| Figura 23. Pantalla táctil de la impresora 3D solicitando el código de activación. ....      | 43 |
| Figura 24. Adquisición del código de activación de la impresora 3D.....                      | 44 |
| Figura 25. Prueba de reconocimiento de los cartuchos instalados. ....                        | 45 |
| Figura 26. Primera prueba con la impresora 3D “rana verde”. ....                             | 45 |
| Figura 27. Muñeco de dimensiones pequeñas.....   | 46 |
| Figura 28. Diseño de la torre Eiffel y busto de cabeza. ....                                 | 47 |
| Figura 29. Menú principal con opciones Z-GAP, OFFSET y UPDATE.....                           | 48 |
| Figura 30. Posición de los cabezales con la plataforma de impresión. ....                    | 48 |
| Figura 31. Menú de posicionamiento de impresora 3D. ....                                     | 49 |
| Figura 32. Prueba con la hoja de papel.....  | 49 |
| Figura 33. Pieza de una mano a escala real. ....   | 50 |
| Figura 34. Jarrón diseñado en Cubify Invent.....   | 51 |
| Figura 35. Rin de una llanta diseñado en Cubify Invent. ....                                 | 51 |
| Figura 36. Impresión del rin de una llanta diseñado en Cubify Invent.....                    | 52 |



|   |    |
|---|----|
| Figura 37. Impresión del rin de una llanta diseñado en Cubify Invent. ....                            | 53 |
| Figura 38. Diseño de estructura para un proyecto en Cubify Invent.....                                | 53 |
| Figura 39. Diseño de estructura para un proyecto en Cubify Invent.....                                | 54 |
| Figura 40. Oficial estudiante de Ingeniería al que se le realizo la capacitación. ....                | 54 |
| Figura 41. Primera parte del mini sumo. ....  | 55 |
| Figura 42. Producto final de la capacitación.....   | 55 |
| Figura 43. Manual técnico de la máquina Quick Press. ....   | 56 |
| Figura 44. Máquina Quick Press. ....  | 56 |
| Figura 45. Primera prueba de la máquina Quick Press.....  | 57 |
| Figura 46. Contacto de la empresa T-Tech.....   | 57 |
| Figura 47. Prueba para la creación de una PCB doble capa. ....  | 58 |
| Figura 48. Capacitación de la máquina Quick Press.....  | 59 |
| Figura 49. Manual de la impresora 3D. ....  | 60 |
| Figura 50. Recipiente Plástico con Sulfato de Cobre. ....   | 61 |
| Figura 51. Sensor magnético descompuesto. ....  | 61 |
| Figura 52. Desarmando el tanque de la quick plate. ....   | 62 |
| Figura 53. Tanque limpio y sin residuos.....  | 62 |
| Figura 54. Puente realizado con un cable. ....  | 63 |
| Figura 55. Cátodo.....  | 64 |
| Figura 56. Quick Plate funcionando. ....  | 64 |
| Figura 57. Proceso terminado. ....  | 65 |
| Figura 58. Oficial Estudiante de Ingeniería electrónica en capacitación. ....                         | 66 |
| Figura 59. Manual de la Pick and Place TP220 facilitado por OSP.....                                  | 66 |
| Figura 60. Interfaz gráfica de la Pick and Place TP220.....   | 67 |
| Figura 61. Video conferencia con asesora de soporte técnico de la empresa<br>TERMWAY.....             | 68 |
| Figura 62. Simulación y tabla para la Pick and Place TP220. ....                                      | 69 |
| Figura 63. Puesta de los componentes en los brazos de soporte de la pick and Place<br>TP220.....      | 69 |
| Figura 64. Final del proceso de la pick and place. ....   | 70 |
| Figura 65. Importando archivos GERBER de ejemplo. ....  | 71 |
| Figura 66. Menú preferencias (Preferences). ....  | 72 |
| Figura 67. Columna de la izquierda en la ventana configuración de máquina (Machine<br>Settings). .... | 73 |
| Figura 68. Columna de la derecha en la ventana configuración de máquina (Machine<br>Settings). ....   | 74 |
| Figura 69. PCB de ejemplo simulado en proteus. ....   | 74 |
| Figura 70. Archivos GERBER del circuito de ejemplo.....   | 75 |
| Figura 71. Archivos GERBER del circuito en el software ISOPRO. ....                                   | 75 |
| Figura 72. Realizando isolate (aislamiento) en ISOPRO.....  | 76 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 73.Realizando isolate (aislamiento) en ISOPRO.....                           | 76 |
| Figura 74. Resultado de la PCB en el Quick Circuit System. ....                     | 77 |
| Figura 75.Resultado de la PCB en el Quick Circuit System. ....                      | 77 |
| Figura 76. Interfaz de usuario Jog.....   | 78 |
| Figura 77.Pantalla principal del software de ISOPRO.....                            | 79 |
| Figura 78. Menús para ubicar el punto inicio en el software. ....                   | 79 |
| Figura 79.Pistas del diseño doble capa en ARES proteus. ....                        | 80 |
| Figura 80.Pistas del circuito. ....   | 80 |
| Figura 81. Capas de la PCB doble capa. ....   | 81 |
| Figura 82. PCB de colaboración con personal del ejército. ....                      | 81 |
| Figura 83. Suboficial Estudiante de la tecnología en capacitación.....              | 82 |
| Figura 84.Socialización del docente sobre el método serigrafía. ....                | 83 |
| Figura 85.Primer prueba de serigrafía.....  | 83 |
| Figura 86.Insoladora creada con recursos del centro de investigación.....           | 84 |
| Figura 87. Baño como cuarto oscuro .....  | 84 |
| Figura 88. Prueba seguidor de línea. ....   | 85 |
| Figura 89. Insoladora con bombillos más potentes. ....                              | 85 |
| Figura 90. Prueba final del seguidor de línea. ....                                 | 86 |
| Figura 91. Resultado final del seguidor de línea. ....                              | 86 |
| Figura 92. Capacitación a estudiantes de ingeniería electrónica jornada nocturna. . | 87 |
| Figura 93. Resultado final de la capacitación.....                                  | 87 |
| Figura 94. Capacitación sobre el método de serigrafía al soldado profesional .....  | 88 |

# Introducción

Actualmente, el diseño y construcción de placas de circuito impreso (PCB) ha cobrado gran importancia, en especial a nivel industrial e investigativo por su gran precisión y exactitud en sus diseños (Unidad de inteligencia de negocios ProMexico, 2013), los cuales hoy en día de forma manual o a través de los métodos convencionales son muy difíciles de construir. Por esta razón se han desarrollado diferentes sistemas que permiten automatizar los procesos de ensamble (Colcircuitos, 2016), haciendo posible los sistemas de montaje de circuitos en masa para garantizar la fiabilidad y la economía. Una ventaja de este método ante los tradicionales como el manual, es que se disminuyen drásticamente los errores al momento de soldar componentes electrónicos, hacer las pistas y colocarlos sobre la placa. Diversas organizaciones han hecho normas tratando de regular el diseño, ensamble y control de calidad de los circuitos impresos, entre estas entidades esta la IPA (Association Connecting Electronics Industries, 2016), la ANSI (American National Standards Institute, 2016), IEC (International Electrotechnical Commission, 2016), entre otras, estas organizaciones han hecho que el desarrollo de PCB sea más seguro, duradero y garantizan el buen funcionamiento de los circuitos.

Hoy en día, el ejército nacional como una entidad del estado debe ser un punto de referencia en investigación, por este motivo la Escuela de Comunicaciones Militares de Colombia (ESCOM) tiene el objetivo de incentivar y desarrollar tecnología con altos índices de calidad, en el caso particular de la implementación de circuitos impresos PCB el ejército nacional de Colombia cuenta con equipos para el diseño y desarrollo de los mismos. Para el diseño e implementación de circuitos impresos en la ESCOM, de desarrollarán manuales prácticos de usuario de los siguientes equipos para su correcto funcionamiento. Sistemas de torno CNC CQ5000 marca T-TECH, la insoladora AZ-220 marca T-TECH, sistemas pick and place para colocar los componentes superficiales TP-220 marca TERMWAY, sistema de through hole para circuitos de dos o más capas QP-912 marca T-TECH, calentamiento infrarrojo T-962A marca T-TECH y sistema de prensado multicapa QP-220V marca T-TECH.

Finalmente, el proceso de la pasantía en la Escuela de Comunicaciones Militares ESCOM ha permitido el desarrollo de manuales prácticos y didácticos, que le facilitan a los usuarios tanto estudiantes, investigadores, docentes y personal del Centro de Investigación CEINV, al conocimiento y manejo con eficiencia, de cada una de las máquinas, a través de prácticas paso a paso donde se explican los procesos para la fabricación de PCB.

# 1. Capítulo 1: Justificación.

---

El avance tecnológico en el desarrollo de circuitos impresos PCB evoluciona rápidamente, generando proyectos a pequeña escala y con un gran impacto en la sociedad, por esta razón aparecen en diferentes métodos para la fabricación de circuitos impresos, con los cuales se pretende implementar procesos automatizados con máquinas especializadas que cumplan las normas establecidas para su elaboración.

Actualmente, en la escuela de comunicaciones militares existen maquinas con gran potencial para la fabricación de circuitos impresos PCB, digitalización de objetos y producción de estructuras en diferentes materiales, pero no tiene la documentación para la capacitación del personal y por ende son muy poco utilizadas para el desarrollo de nuevas tecnologías. Por esta razón, se desarrolló la documentación necesaria para el manejo adecuado de las máquinas de la línea de producción de PCB.

El funcionamiento de la línea de producción de PCB en la escuela de comunicaciones genera beneficios tecnológicos y académicos, como el desarrollo de PCB con alta precisión y exactitud para equipos sofisticados de difícil acceso, así como, conocimiento de los métodos actuales para la fabricación de circuitos, la motivación a los estudiantes al seguimiento de investigación y da la posibilidad de establecer convenios con otras entidades para implementar modelos de avance tecnológico.

## 2. Capítulo 2. Actividades.

---

### 2.1. Actividad General

Elaboración del manual práctico de usuario para cada una de las máquinas que componen la línea de producción de PCB del CEINV (Centro de Investigación) en la ESCOM (Escuela de Comunicaciones Militares).

### 2.2. Actividades Específicas

- Verificar los manuales de cada una de las máquinas que hay existentes en el centro de investigación.
- Búsqueda de los manuales técnicos de cada una de las máquinas.
- Verificar el funcionamiento de cada máquina con sus respectivos manuales técnicos.
- Instalación del software IsoPro, Cubex, CubifyInvent y Tp220.
- Realizar pruebas de la impresora 3D configurando el software Cubex y diseñando en el software CubifyInvent.
- Identificar el software Proteus o Eagle para diseñar un circuito electrónico y generar archivos Gerber.
- Identificar las funciones y herramientas que maneja la CQ5000.
- Implementar los archivos Gerber en el software IsoPro para el funcionamiento de la maquina CQ5000.
- Definir el proceso de multicapa que se puede obtener con la Quick Press.
- Determinar el funcionamiento de la máquina Quick Plate.
- Describir el método de serigrafía para obtener un circuito impreso y la capa protectora de una PCB, con las maquinas insoladora y stencilprint.
- Explicar el funcionamiento del software TP220 para la ubicación de los componentes en la PCB.
- Generar un manual de uso para cada una de las máquinas.
- Capacitar a los estudiantes y comprobar el entendimiento del manual por medio de una encuesta.

### 3. Capítulo 3. Descriptores palabras claves.

---

**Plaqueta de circuito impreso PCB (Printed Circuit Board):** es una superficie construida por caminos laminados de cobre que conectan componentes electrónicos, y son sostenidos mecánicamente por medio de huecos que se encuentran en la base de la lámina.

**Through hole (Agujeros Pasantes):** es una vía de perforación metalizada que permite la conducción eléctrica entre las diferentes capas de una PCB.

**Digitalización:** es el proceso de convertir información física en formato digital.

**Mascara Antisolder:** es una mezcla de barniz dieléctrico que se utiliza para cubrir los circuitos impresos PCB, protegiendo las pistas de cobre, contra el óxido y posibles cortos circuitos.

**Galvanoplastia:** es un proceso en el cual se recubre una superficie aislante con iones metálicos que pasan desde el ánodo hasta el cátodo mediante baños químicos.

**CNC (Control numérico computarizado):** es un sistema de automatización por coordenadas, usado mediante comandos programados en un medio de almacenamiento.

**Insolación:** es un proceso por el cual un objeto es expuesto a la luz solar o artificial durante un periodo prolongado de tiempo.

**Impresión 3D:** es una tecnología que fabrica objetos tridimensionales, pasando de la digitalización a lo físico.

**SMD (Surface Mount Technology):** es una tecnología que se basa en la ubicación superficial de componentes electrónicos. Los componentes SMD son generalmente más pequeños y utilizan contactos planos para su soldadura.

**Pick and Place:** es un proceso por el cual se carga y se descarga componentes SMD con un brazo robótico automatizado en una plaqueta de circuito impreso.

## **4. Capítulo 4. Marco Referencial.**

---

### **4.1. Antecedentes**

#### **4.1.1. Banco de Serigrafía para circuitos eléctricos y electrónicos**

Uno de los principales objetivos fijados por el grupo de trabajo en la escuela de suboficiales de la fuerza aérea colombiana, fue desarrollar una investigación que permitiera la construcción de nuevos conocimientos involucrando las capacidades tecnológicas en electrónica aeronáutica. El objetivo general fue la construcción de un banco para diseñar circuitos impresos básicos, mediante un método fácil y económico como lo es la serigrafía, con el fin de permitir que los estudiantes interactuaran la teoría y la práctica. (DS. Castillo Salinas, DS. Baracaldo Herrera, & DS. Torres Vargas, 2011).

#### **4.1.2. La producción electrónica: una notable ausencia en la Universidad**

Este artículo muestra la gran importancia de conocer los procesos para la fabricación de PCB por los estudiantes de la Universidad. Se describen las diferentes experiencias realizadas, se enumeran los conocimientos sobre el proceso de fabricación que debe tener un ingeniero dedicado a la electrónica, se relacionan los conocimientos de fabricación con los de diseño y por último se describe la estructura de una nueva asignatura que recoge todos los métodos. La electrónica no debe acabar en conocimientos netamente científicos, sino también deben concentrarse en el diseño completo de un circuito electrónico, de todas sus etapas, procesos y ensamblado, preparando al estudiante con una enseñanza para el ejercicio profesional en todos los ámbitos. (Aranguren, Etxaniz, & Pedro M<sup>a</sup>, 2012).

#### **4.1.3. Diseño y construcción de una impresora 3D**

Este artículo muestra un sistema mecatrónico para crear una máquina automatizada que responde a las necesidades técnicas y requerimientos de una impresora 3D que aplica la técnica de prototipado rápido por deposición fundida (FDM) un material de plástico resistente, la cual es capaz de fabricar una pieza a escala real diseñada por

un software. El diseño y la implementación del sistema de posicionamiento corresponden a un mecanismo de tres grados de libertad como se muestra en la figura 1, con una precisión de respuesta ajustada a los criterios de diseño.

El sistema incluye el software licenciado y software libre, permitiendo la comunicación directa con la máquina partiendo de un diseño CAD hasta la asignación directa de coordenadas para los motores de cada eje. (Torres, Leon, & Torres).

Figura 1. Izquierda, diseño CAD del sistema; derecha, construcción de la impresora.



(Torres, Leon, & Torres)

#### **4.1.4. Construcción de PCB's mediante tecnología CNC y ajuste automático a la superficie**

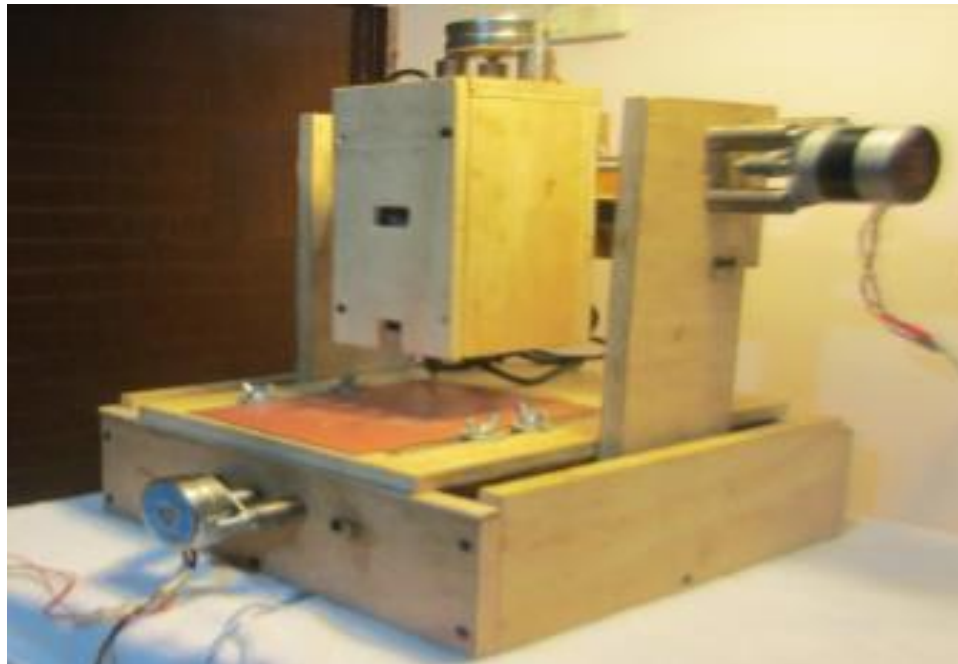
Uno de los mayores problemas que tienen los alumnos de la carrera de electrónica es la producción de circuitos impresos (PCB). Actualmente ellos utilizan la técnica de ataque químico y transferencia de tóner para realizar sus prototipos, este método es largo y tedioso además de ser nocivo para la salud y la naturaleza. A través de este documento se creó un sistema que permite el uso de una maquina CNC para producir circuitos impresos. (Ocampo & Deras, 2014).



#### 4.1.5 Prototipo de maquina fresadora CNC para circuitos impresos

Este artículo presenta la investigación, diseño y construcción de un prototipo de maquina fresadora CNC para fabricar circuitos impresos (PCB's) de una cara y con un trazo de ancho mínimo de 0.1 mm. La estructura mecánica está conformada por una base y soporte, tres ejes ortogonales movidos por un sistema tuerca-tornillo sin fin, con el propósito de brindar uniformidad y precisión en el desplazamiento, cada uno accionado por un motor paso a paso, como se muestra en la figura 2. El software utilizado es RT-Linux CNC, el cual procesa el formato de coordenadas en códigos gerber. (Alonso S., Gil D., & Martinez S., 2015).

Figura 2. Construcción de la maquina CNC.



(Alonso S., Gil D., & Martinez S., 2015).

#### **4.1.6 Circuitos Impresos. Aplicaciones y algunas experiencias**

En este artículo se muestra al lector el diseño y fabricación de circuitos impresos. Los tipos de circuitos impresos se dividen en tres grandes grupos: rígidos, flexibles y nuevas tecnologías; así mismo, de acuerdo con su número de capas conductoras se clasifican en capa sencilla, doble capa y multicapa. Los diferentes procedimientos que existen: método manual puede ser utilizado en circuitos de poca complejidad, ya que su exactitud y calidad depende del trazado de diseño, método de serigrafía se utiliza una malla tratada especialmente para que deje pasar por ella una tinta o pintura en algunas partes de su tramado, método fotográfico o fotoresist es un elemento fotopolimerizante, se refiere a que se endurece al contacto con luz en cierta cantidad de tiempo, métodos directos consiste en la impresión de tintas conductoras directamente sobre la base aislante (fibra de vidrio, baquelita, resina fenólica, papel endurecido, etc.). Se realiza una comparación de los diferentes métodos, sus ventajas y desventajas frente a un buen resultado de producción y calidad. (Roldan Novoa & Moreno Infante, 2002).

#### **4.1.7 Técnicas de diseño, desarrollo y montaje de circuitos impresos**

En este artículo los autores clasifican las técnicas para la elaboración de PCBs, en función de las técnicas para eliminar el excedente de cobre, estas técnicas son la elaboración por ataque químico y por maquinas fresadoras o sin químicos. Los resultados que se obtuvieron en la calidad del circuito impreso por el método de papel transfer, dependerá de la temperatura, presión y calidad del papel, por otra parte, el exceso de calor causa que el tóner se funda y pierda su uniformidad. La técnica de serigrafía es recomendada para utilizarla en la ubicación de los distintos componentes en la placa del circuito impreso, ya que su pintura no es conductora. (Salas, Perez, & Ramirez).

#### **4.1.8 Fabricación y montaje de circuitos impresos multicapa con componentes SMD de paso fino y BGA**

En este informe se presentan una serie de conclusiones sobre la experiencia adquirida en la fabricación de circuitos impresos, en el laboratorio de fabricación de prototipos y sistemas electrónicos del IUMA. Se realiza una descripción de los equipos disponibles

y la problemática de la fabricación y montaje de circuitos complejos multicapa que incorporan componentes SMD de paso fino y BGA. Para el montaje de componentes SMD se realiza con una Pick and Place semiautomática modelo LPKF-ProtoPlace ver figura 3. En este caso la probabilidad de realizar un montaje incorrecto del componente es elevada, incluso en las empresas especializadas. Tener una estación de montaje adecuada permite realizar la alineación adecuada de los componentes con cierta garantía. (Vega, y otros).

Figura 3. Pick and Place modelo LPKF-ProtoPlace.



(Vega, y otros)

#### **4.1.9 Prototipo de maquinado para fabricación de circuitos impresos con fresadora**

En este documento se presenta el diseño de una máquina de control numérico computarizado (CNC) para el fresado de circuitos impresos o PCB (Printed Circuit Board). El sistema se basa en el control de posición de un motor de corriente alterna, por medio de una estructura de tres ejes accionados con motores paso a paso y un software capaz de leer archivos GERBER, realizar la lectura de las instrucciones, e interpretar cada una de las características de PCB todo esto se desarrolló con una aplicación en Visual Basic 6.0. El resultado que se obtuvo es que se mejora la calidad de los circuitos impresos ya que el cobre de la baquelita no se ve afectado por el cloruro férrico, dando óptimas líneas de interconexión entre los dispositivos. (Rangel Cubiedes & Sevilla Heredia).

#### 4.1.10 Study of micro-BGA solder joint reliability

Este artículo muestra el estudio y la rentabilidad de la soldadura BGA para componentes electrónicos superficiales SMD, el rango de temperatura que soporta la soldadura por el índice de tiempo. También se habla de la cantidad de soldadura que se usa en los pads de un circuito electrónico dependiendo de su diámetro. (Tu A., Chan A., Hung A., & Lai B., 2000).

#### 4.1.11 Diseño y fabricación de prototipos de moldes de inyección de plásticos

Este artículo pretende mostrar el estudio, desarrollo y fabricación de un modelo 3D por el método de termo inyección realizado en la Universidad de Pamplona, el diseño de las piezas son realizadas en el software SolidWoks, ya que el resultado esperado en el escaneo 3D no fue el esperado. El diseño final se imprimió en una impresora 3D marca Dimensión Elite con material ABS (acrinilo butadieno estireno).

El archivo diseñado se guardó como .STL, para trabajarlo en el software de la impresora. En la figura 4 se muestra la interfaz de la impresora 3D junto con la pieza diseñada.

Figura 4. Interfaz gráfica del software de la impresora 3D.



(Suarez Castrillon, Tafur Preciado, & Calderon Nieves, 2015).

Al terminar el proceso se evaluó el comportamiento de la máquina y de los procesos de diseño e impresión de las piezas, se encontraron falencias en el proceso de escaneo y se realizó el diseño CAD con solidworks, se mejoró el diseño. En cuanto a la impresión el material no cumplió con los requerimientos del estudio por lo tanto fue necesario realizar adaptaciones con metal resistente al calor y a la presión. En la figura 5 se muestra el proceso terminado. (Suarez Castrillon, Tafur Preciado, & Calderon Nieves, 2015).

Figura 5. Proceso de impresión terminado.



(Suarez Castrillon, Tafur Preciado, & Calderon Nieves, 2015)

#### **4.1.12 Conductive Ink for Through Hole Application**

Huecos pasantes con material plata (Silver Through Hole STH) esta tecnología describe el método de una conexión entre las capas TOP y BOTTOM de un circuito impreso. El proceso es descrito en este artículo, la estabilidad eléctrica con el material conductor y un resultado que se obtuvo con el experimento que demuestra la resistencia del sustrato FR2 variando la corriente por un tiempo aproximado de 30 minutos. Los resultados que se obtuvieron es que la resistencia eléctrica en el sustrato FR4 es estable mientras que en el sustrato FR2 esta varía e incrementa después de cada baño de soldadura. (Xiao, Tong, & Savoca, 2000).

#### **4.1.13 Construcción de modelos tridimensionales a partir de modelos virtuales**

La impresión tridimensional permite a través de un modelo generado por un software, crear un objeto físico que permita ser visualizado por los estudiantes para que aprecie las similitudes y diferencias entre una imagen creada por un computador y esta misma en el espacio físico. Se realiza una práctica para que los alumnos de primaria observen el comportamiento de un modelo tridimensional en el espacio virtual y físico, la construcción se realiza a través de un software y hardware libre y sirve como herramienta metodológica dentro de la práctica que realiza el docente. (Valverde Ponce, Roque Lopez, Oliva Monpean, & Lopez Vidal).

#### **4.1.14 Control manual para CNC**

Este documento tiene como objetivo diseñar un control manual para controlar una CNC (Control numérico por computadora) de forma no automática. Se estudia la tarjeta HY-TB4DV-M obteniendo sus esquemas para diseñar el control manual. Se realiza el diseño y la fabricación del prototipo para la comprobación de su funcionamiento. Se procede a programar el prototipo mediante la plataforma arduino. Como resultado se obtuvieron complicaciones con la parte de visualización en la pantalla LCD cada vez que se escribía en ella cuando se estaba controlando algún motor. (Montes Valle & Matin Llorente, 2013).

#### **4.1.15 Simple and Efficient Full-Wave modeling of electromagnetic coupling in realistic RF multilayer PCB layouts**

Un método simple para la fabricación de circuitos impresos donde aprovecha todas las características únicas que se encuentran en un PCB es el acoplamiento de varias capas, se modela como una cascada de placas paralelas con regiones en medio de la PCB. Este informe se muestra una formulación de un modelo electromagnético para las vías de una PCB y su densa metalización. (Abdul- Gaffoor, Smith, Kishk, & Glisson, 2002).

#### **4.1.16 Soldadura SMT por convección forzada.**

Este trabajo muestra la fabricación de un horno de refusión por convección forzada de aire, utilizando un sistema de control de lazo cerrado mediante un micro controlador ATMEL. Para esto se debe tener en cuenta los tiempos y las temperaturas que se deben cumplir dependiendo de la pasta de soldadura que se va a utilizar. El resultado que se obtuvo es un tiempo de precalentamiento muy largo, esto fue producto de las constantes de tiempo de los calefactores, sin embargo se demostró que este tiempo es suficiente para la activación del flux contenido en la pasta para soldar. Finalmente la construcción del horno resulta de utilidad para el desarrollo de ensamblajes a una escala pequeña y mediana, generando una alternativa menos costosa y de menor disponibilidad física para su establecimiento. (Verrone, 2006).

#### **4.1.17 Realidad virtual. Su aplicación en cirugía reconstructiva oncológica esquelética**

En este informe se muestra como la impresión 3D apoya en la medicina a un niño de 11 años que lo diagnosticaron con osteosarcoma localizado en la metáfisis proximal a la tibia izquierda. Los principales objetivos del trabajo son: crear un modelo tridimensional en un escenario virtual a partir de imágenes de tomografía y resonancia magnética que sea capaz de simular la morfología de la estructura ósea, el tumor y los márgenes oncológicos, imprimir un prototipo 3D en escala en el que se contemple el tejido óseo sano, el tejido tumoral y los márgenes oncológicos, y por ultimo utilizar dicho prototipo para ensayar bajo guía navegada basada en imágenes. (Ritacco, y otros).

#### **4.1.18 Multilayer RF PCB for Space Applications: technological and interconnections trade-off**

En este documento se muestra la tecnología de interconexión entre las multicapas, cual es la estructura, los materiales que se deben usar y las técnicas basadas en aperturas RF mecanizadas en el borde de las plaquetas de circuitos impresos. La conclusión que se obtuvo después de varias pruebas realizadas con diferentes capas, es que el método RF frente al de láminas impregnadas de resina es que hay menos pérdida o degradaciones en las señales de RF. El método de láminas impregnadas de resina es su menor costo y su fabricación más fácil de implementar. (Paillard, y otros).

#### **4.1.19 Fabricación de circuitos impresos**

Este documento sirve para ilustrar al lector una forma fácil y económica de hacer circuitos impresos. También se facilitan unos consejos los cuales apoyaran al diseñador para no tener errores. Este método se llama fotograbado y es muy necesaria la maquina insoladora ya que con esta el fotolito o impresión se refleja en la baquelita y con un proceso de atacado químico se visualizará. (Garcia).

#### **4.1.20 Microfluidic Printed Circuit Boards**

Este informe muestra un enfoque alternativo para la fabricación de dispositivos de microfluidos altamente integrados. Se presenta el desarrollo de nuevos materiales (polímeros de poliuretano) y las técnicas para la integración en PCB multicapa. En este documento, se presenta la imagen óptica como una respuesta a la demostración de la idoneidad de los materiales para aplicaciones bioquímicas y electroquímicas. Las tarjetas de circuitos impresos fueron diseñadas utilizando el software EagleCard y fabricados en resina FR-4 a través del servicio de fundición estándar. La fabricación consiste en procesos de múltiples capas mediante un prensado caliente. Los pasos incluyen el montaje de componentes electrónicos superficiales, la encapsulación y el sellado. (Li Wu, Babikian, Pyng, & Bachman, 2011).

#### **4.1.21 CNC PCB Drilling Machine using Novel Natural approach to Euclidean TSP**

Hoy en día muchas industrias usan el control numérico computarizado (CNC) para la fabricación de circuitos impresos. Este documento muestra un enfoque de sistemas de optimización para ser puesto en la máquina de perforación. El TSP (problema del agente viajero) es un método para la optimización que da una rápida solución para el movimiento de la máquina, puede ser aplicada a varias máquinas CNC en la industria manufacturera pequeña y mediana escala. Como resultado la máquina CNC es equipada con tres movimientos para una precisión exacta. El método TSP es integrada en la tarjeta Atmel mediante una programación con datos de salidas y entradas. Este diseño da una rápida solución en el recorrido del tiempo de viaje y la distancia total, el promedio de error es de menos de un 10% en comparación con otras soluciones conocidas. (Tahir, Azman Abu, Sahid, & Suryana Herman, 2010).



#### **4.1.22 Experiences in automated construction of PC boards using an open source cnc machine**

Este artículo muestra las experiencias adquiridas con el proceso automatizado para la fabricación de PCB usando una máquina CNC, sus ventajas y desventajas con respecto al uso de productos químicos corrosivos, al impacto sobre el medio ambiente y las experiencias de la implementación en la academia. Inicialmente se selecciona una máquina Shapeoko versión 2, se analiza el sistema mecánico y el área de trabajo para crear PCB's de hasta 25cm x 25cm. El resultado obtenido durante el proceso es un límite mecánico que impide la fabricación de circuitos impresos de 12 mills (0.30mm) o de menor diámetro. Se recomienda verificar la calibración de la máquina con un diseño previo para evitar desperdicios, otro aspecto es la elección de la fresa de menor grado deben utilizarse a bajas velocidades de diseño del orden de 50mm X segundo. En cuanto a los desechos, se genera un polvo tóxico compuesto por cobre y material fenólico, una aspiradora con filtro especial debe ser la solución para capturar las partículas en el momento que se realiza el corte. (Guadron Gutierrez & Guevara Vázquez , 2015).

#### **4.1.23 Through hole interconnect substrate fabrication process**

Este documento es una patente sobre el proceso de interconexión eléctrica entre huecos de las diferentes capas de una PCB, las características de la densidad y el radio que se debe tener en cuenta del sustrato. Cada capa es formada por muchos huecos pasantes metalizados con un material conductor que tiene un coeficiente de expansión térmica equivalente al de las capas dieléctricas y con el circuito integrado que se conectará. (Patente nº 5,454,161, 1995).

#### **4.1.24 Components with conductive solder mask layers**

Esta patente habla sobre la máscara de soldadura o antisolder, es una capa dieléctrica formada por un elemento o lámina dieléctrica mediante un líquido curable en la superficie que solo deja el espacio para los pads o huecos de los componentes esta máscara evita que la soldadura entre los elementos electrónicos genere un cortocircuito, también actúa como un plano de tierra. (Patente nº 6,329,605, 2001).

#### **4.1.25 Soldadura, inspección y verificación, en laboratorio de un prototipo con chip BGA**

Este trabajo presenta el procedimiento utilizado para soldar un chip encapsulado con soldadura BGA (Ball Grid Array), para lograr esto se hace con un equipo de soldadura por infrarrojos. Utilizar BGA implica la dificultad de lograr un perfil de temperatura correcto, cuando se utilizan equipos de bajo costo y componente de terminales sin plomo, ya que poseen un punto fusión alto por esta razón las márgenes de temperatura son más ajustados que con la soldadura tradicional con plomo. Se comienza por un diseño del PCB en el software Kitkad, pasando por la soldadura y el registrador de temperaturas con termocupla, se inspecciona con un microscopio digital la verificación de que las bolitas de soldadura se hayan fundido correctamente. (Brenji, Tropea, Parra Visentin, & Huy).

#### **4.1.26 Method of fabricating a printed circuit board and the PCB produced**

Una placa de circuito se fabrica a partir de láminas de material compuesto, cada sustrato de material dieléctrico y al menos un conductor adherido al sustrato. El sustrato de la segunda hoja está se forma con un agujero adyacente al conductor. La segunda lámina se adhiere a la primera, con el agujero conductor de la primera hoja proporcionado una conexión eléctrica entre las pistas de las dos hojas. Este documento describe las composiciones de cada lámina, y su respectiva fabricación definiendo el Through Hole. (Patente nº 4,935,584, 1990).

#### **4.1.27 Printed circuit board (PCB) including channeled capacitive plane structure**

Este documento es una patente que habla sobre las PCB. La estructura de una PCB es utilizada para sistemas de circuitos integrados, dispositivos electrónicos conectados mediante un sustrato conductor. Las capas de un circuito electrónico son aisladas en su interior, y típicamente en la superficies están conectados los dispositivos o componentes electrónicos integrados por trazos metalizados llamados vías. Un problema que se presenta con múltiples capas es la operación de los circuitos integrados, la fluctuación en la diferencia de potencial entre el plano de alimentación y de tierra, este problema se resuelve con el uso de condensadores de derivación

conectados entre el plano de alimentación y el plano de apoyo montados en la región general de cada circuito integrado. (Patente nº 5,912,809, 1999).

## **4.2. Marco teórico conceptual**

### **4.2.1. CNC (Control Numérico Computarizado)**

El control numérico computarizado, nace de la necesidad de ahorrar procesos y tiempo. Esta tecnología se produjo gracias al problema generado por las empresas que trabajan manualmente procesos repetitivos, costosos y dispendiosos en donde se pueden obtener errores humanos, por esta razón se genera la propuesta CNC en el año 1957 de alto desempeño y acreditándose en el mercado (Bolívar Marín, 2012).

El control numérico computarizado es un sistema que permite controlar la posición de un elemento mecánico en los diferentes planos por medio de una serie de órdenes predeterminadas o configuradas en el software de un ordenador.

- La máquina CNC.

Incorporada a una línea de manufactura, tiene como objetivo llevar a cabo un proceso de transformación física, ejecutado previamente por un programa el cual permite el movimiento de herramientas y el control total de la máquina. Se puede encontrar en tornos, fresadoras, rectificadoras, dobladoras, soldadoras, punteadoras, entre otras (Instituto Tecnológico de Querétaro., 2014).

Estas máquinas se pueden desplazar en los tres ejes sin necesidad de que el operador la esté manejando, se ejecutan trayectorias que se requieran para el desarrollo del diseño. Algunas de las ventajas que ofrece esta maquinaria son: seguridad ya que no se manipularían herramientas peligrosas, precisión por el software que se utiliza, disminución de tiempo para la producción de piezas, reducción de costos y aumento de la productividad (UPIICSA, 2015).

Figura 6. Maquina CNC.



(Geeky Gadgets, 2016)

#### 4.2.2. Impresora 3D

El inicio de la impresora 3D comienza en 1984, cuando Charles Hull inventa el método de la estereolitografía, proceso de impresión para la prueba de prototipos. En 1993 un grupo de estudiantes del MIT desarrolla la primera impresora por inyección. En el año 2002 científicos diseñan un riñón en 3D con la capacidad de filtrar sangre y producir orina diluida. Durante los últimos años las impresora 3D han cogido gran importancia para la fabricación de prótesis y estructuras como aviones no tripulados y carros ecológicos (Escobar, 2016).

Una impresora 3D produce un modelo físico a partir de un diseño virtual creado por un software. Esta máquina trabaja construyendo capa por capa hasta conseguir el objeto deseado.

Los materiales que se utilizan son: PLA (ácido poliláctico) es un material que se obtiene a partir de materiales naturales como el almidón de maíz o la caña de azúcar, es biodegradable y no emite gases tóxicos, ABS (Acrilonitrilo Butadien Estireno) material duro y rígido, aguanta altas temperaturas, fácil de pintar sobre él, no es biodegradable y se recomienda que la impresión de este material sea sobre una base caliente para conseguir una estabilidad, otras trabajan con metal, resina líquida, yeso, laywoo

material formado por polímero y un 40% de polvo de madera, filaflex es un filamento elástico y se utiliza para imprimir zapatillas, prótesis, carcasas para celulares, etc. (Tecnología, 2016).

Figura 7. Impresora 3D profesional.



(4 Mejores, 2015)

#### 4.2.3. Método de serigrafía

La serigrafía es un sistema de impresión muy antiguo que se remonta a la antigua china, en la que según una leyenda utilizaban los cabellos entrelazados de una mujer a los que les pegaban papeles, formando dibujos que luego se le aplicaban laca para que quedaron impermeables. Las primeras serigrafías sobre papel fueron en Estados Unidos en 1916 (Webmium, 2015).

La serigrafía es una técnica de impresión que permite transferir imágenes sobre cualquier material, consiste en traspasar una tinta por medio de una malla tensada en un marco de madera. La seda se trata previamente con una emulsión que bloquea el paso de tinta en las áreas donde no habrá imagen (Fabricacion de circuitos impresos, 2016).

Los pasos para la serigrafía son:

- Sensibilización: preparar la tela o malla con la emulsión fotosensible esta se utiliza para transferir la imagen a la seda como se muestra en la figura 8. Esta emulsión tiene una composición química de finos cristales sensibles a luz, cuando esta tinta es expuesta a la luz se seca y pierde sus propiedades (AINOS, 2016).

Figura 8. Sensibilización de la tela del bastidor.

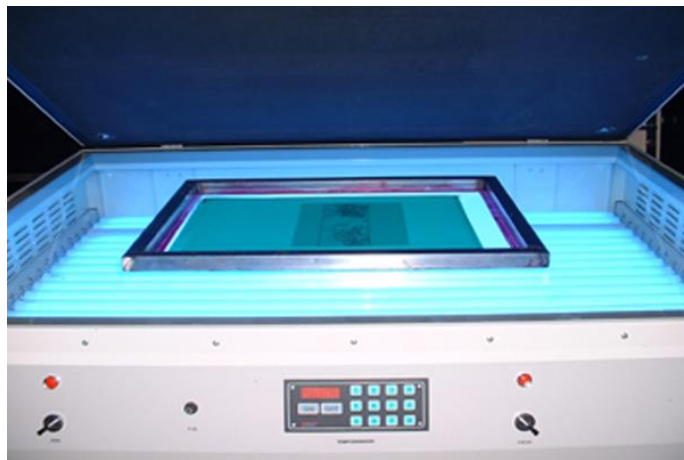


(Fabricacion de circuitos impresos, 2016)

- Exposición a la luz: este proceso se realiza para transferir la imagen en la tela del bastidor. Se realiza colocando la tela previamente sensibilizada con la emulsión a contra luz sobre la imagen que se desea transferir, por un tiempo determinado.

Esta exposición se realiza con una maquina llamada insoladora, la cual consiste en un cristal plano sobre el que se coloca la imagen en contacto directo a la luz (tubos de alta potencia), mediante un temporizador automático.

Figura 9. Exposición a la luz.



(ScreenSerigrafia, 2016)

- Revelado: cuando la malla se retira de la luz, inmediatamente se le aplica agua a presión e inmediatamente se observara en la tela la imagen plasmada.

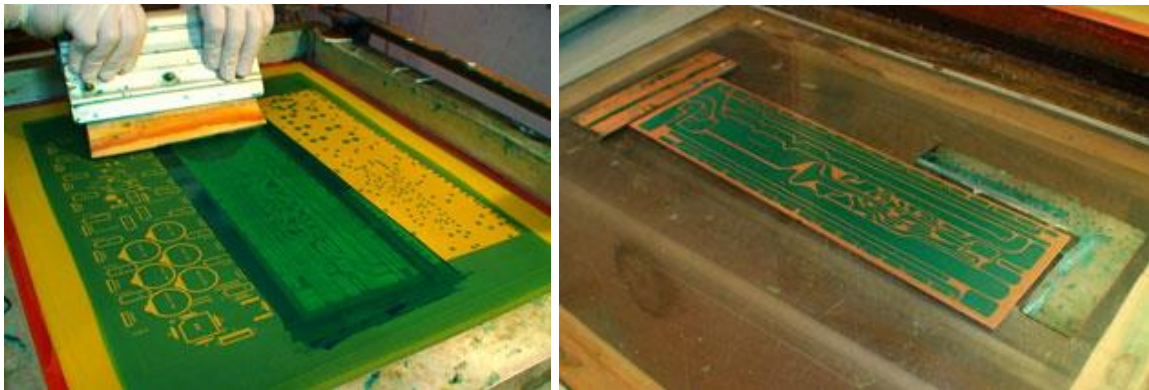
Figura 10. Revelado de la imagen en la tela.



(Fabricacion de circuitos impresos, 2016)

- Obtención del circuito: para obtener el circuito en la PCB se utiliza la tinta UV, esta se utiliza por la forma de curado ya que al ser expuesta a la luz ultravioleta se congelan proporcionando varias ventajas frente a tintas de base solvente como la reducción al impacto ambiental, mayor saturación de color, curado más rápido y reducción en mantenimiento (PubliMarket, 2015).

Figura 11. Obtención del circuito en la PCB.



(Fabricacion de circuitos impresos, 2016)

#### 4.2.4. Tecnología Multicapa

Los circuitos impresos multicapa se encuentran actualmente en casi todos los dispositivos electrónicos de consumo industria, medicina, fuerzas armadas e industria aeroespacial. Una placa multicapa puede tener de 4 a 48 capas, dependiendo de las funciones requeridas para el dispositivo (ATOTECH, 2016).

La tecnología multicapa es similar a la construcción de un sándwich, en la que se alternan “cores” con “prepegs”. Mientras que los cores son sólidos y similares a una PCB bicapa tradicional con cobre por ambas caras, los prepegs son capas pre impregnadas con resina para pegar las capas (Rodríguez Alemparte, 2013).



#### 4.2.5. La tecnología de montaje superficial (SMT)

Es el sistema o conjunto de procesos usados para soldar y colocar los componentes de montaje superficial SMD. Estos componentes en los años 80, se usaban solamente en circuitos híbridos de bajo volumen de producción, esto se principalmente se debió a la carencia de equipos automatizados para el montaje de placas grandes de circuito impreso (Merchan, 2016). En la actualidad los avances tecnológicos han hecho diversos equipos de producción automatizados para el montaje de componentes superficiales en masa y a bajo costo.

Figura 12. Máquina para montaje superficial.



(I.E.S Miguel de Cervantes, 2016)

Las ventajas de los componentes SMD se basan en: el reducido tamaño (resistencias de 2mm de largo x 1mm de ancho y menos) ahorrando espacio y longitud en las pistas de cobre, elimina el paso del hilo a través de un agujero, la eliminación de las patas de los componentes mejora la inductancia y la resistencia parasita, el comportamiento en altas frecuencias mejora por que no existen patas en los componentes que hagan de antenas y como ventaja adicional, estos componentes SMD están preparados para las últimas tecnologías, por ende soportan muchos tipos de ácido, disolventes y limpiadores (PCPAudio, 2016).

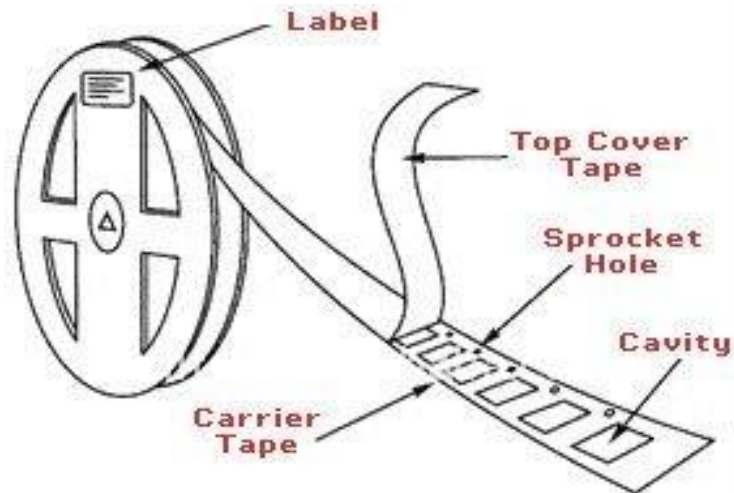
Algunas de las desventajas son aspectos térmicos, el reducido tamaño implica que la superficie de disipación sea menor, por esta razón las pistas de cobre deberán disipar el calor.

- Formas de suministro de los componentes SMD.

Los tipos de encapsulados para el suministro de componentes SMD más comunes actualmente son:

Las cintas “tape&reel” o rollo “blíster” vienen con cavidades donde se colocan los componentes, son de material plástico o de papel, como se muestra en la figura 13.

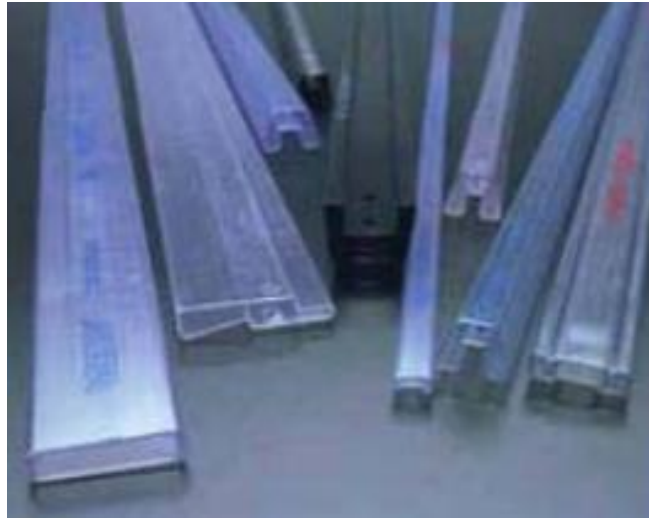
Figura 13. Cinta “Tape&Reel”.



(Practical Componentes, 2016)

Las varillas suelen tener el perfil del componente de manera que estos no se corran ni giren en su interior, como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Varillas que contienen a los SMD



(Delgado , 2015)

Las planchas o trays son de material antiestático y se alojan en forma matricial para contener los componentes, ver figura 15.

Figura 15. Varillas que contienen a los SMD.



(Delgado , 2015).

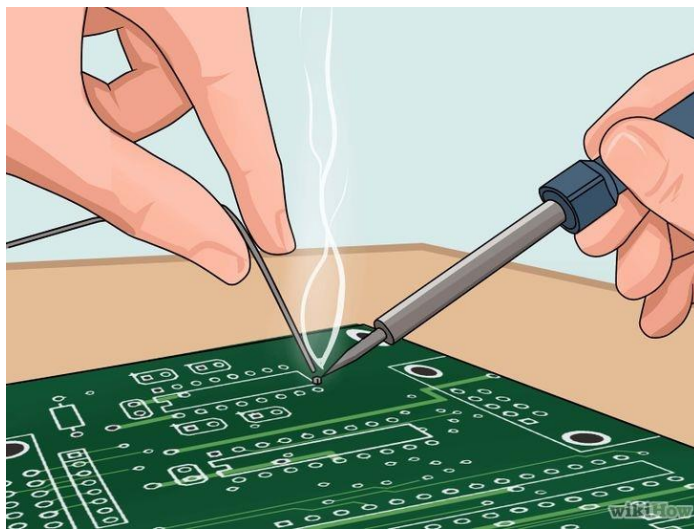
#### 4.2.6. Técnicas de soldadura para componentes SMD

Antes de empezar algún tipo de soldadura se deberá verificar el estado de los pads en donde se deben posicionar los componentes electrónicos, una vez se hayan limpiado de residuos se procede a realizar cualquiera de los siguientes métodos de soldadura:

- La soldadura mediante un cautín.

Utilizando un flux líquido el cual es una sustancia química (resina) que facilita el proceso de soldadura blanda, esta se aplica en línea recta sobre las patas del componente y seguidamente con un cautín de punta fina se desliza con soldadura sobre el flux, gracias a este producto el componente quedara soldado (Departamento de electronica, 2015).

Figura 16. Soldadura por cautín.



(WikiHow, 2016)

- La soldadura mediante hornos.

Se usa una pasta de soldadura y un horno eléctrico. Se aplica esta soldadura en línea recta a los pads en donde se ubican los componentes electrónicos, luego se colocan los componentes, para finalizar el proceso se introduce la PBC en el horno eléctrico para que se solidifique la soldadura (Departamento de electronica, 2015).

#### 4.2.7 Tecnología Through Hole (Agujero pasante)

La tecnología de agujeros pasantes más conocida por siglas THT, utiliza puentes eléctricos entre una de las caras de la placa de montaje a la otra, mediante un agujero metalizado. Existen dos métodos que se pueden realizar para esta tecnología, a continuación se describen cada uno de estos procesos:

- Galvanoplastia

Es un proceso por el que se deposita un metal sobre una superficie conductora haciendo pasar una corriente directa a través de una solución. Estas partículas que se descargan a través de él se denominan iones y los terminales que se utilizan para el paso de corriente se llaman electrodos.

Figura 17. Proceso de Galvanoplastia.

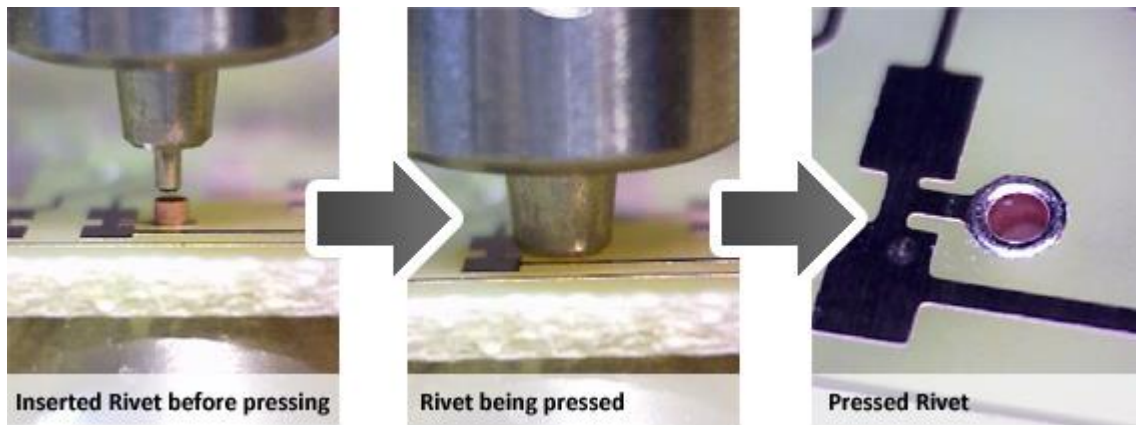


(Niquelacao e Cromacao, 2016)

- Remaches

Es un proceso mecánico que se realiza con remaches metálicos para unir las caras de la PCB, estos deben tener el mismo diámetro que los huecos.

Figura 18. Proceso para realizar los remaches.



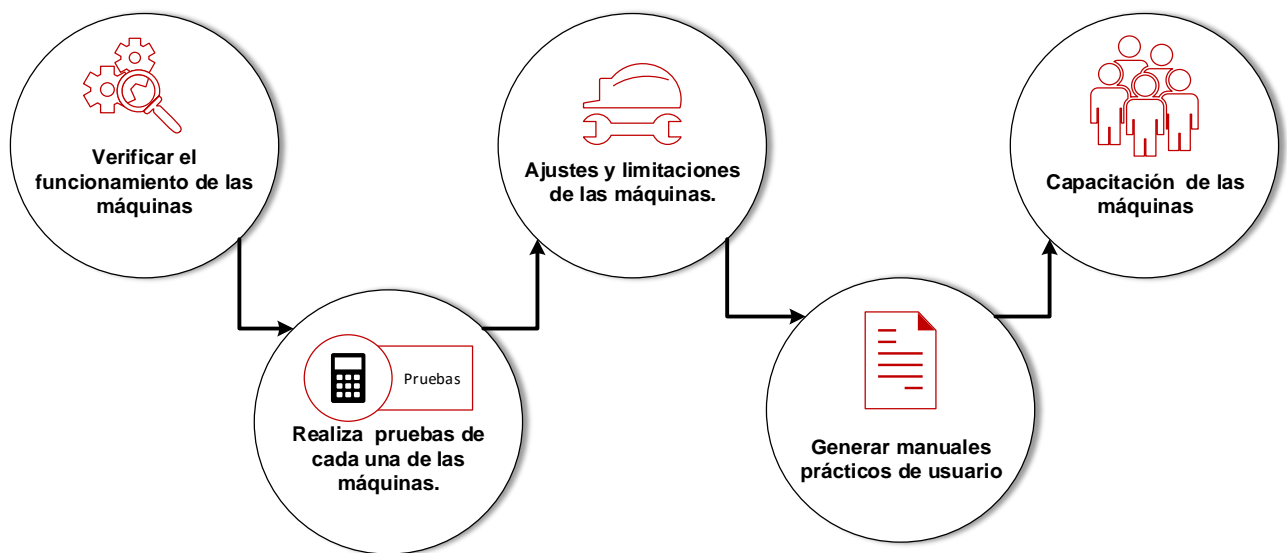
(Mega Electronics, 2016)

## 5. Capítulo 5. Actividades Realizadas

---

Las actividades realizadas en el centro de investigación para lograr un manual práctico de usuario para las maquinas impresora 3D, insoladora, stencilprint, cq5000, quick press, quick plate y pick and place, se hicieron siguiendo una secuencia de pasos como se muestra en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 19. Diagrama de flujo de las actividades realizadas



### 5.1. Verificar el funcionamiento de las máquinas

- Para verificar el funcionamiento de las máquinas, se tienen en cuenta los manuales del escáner 3D, la impresora 3D y la pick and place distribuidos por la empresa OSP, la quick plate 912 y la quick press suministrados por la empresa Syse Electronica.
- La búsqueda de manuales técnicos se realiza directamente con las empresas productoras de las máquinas como lo son T-Tech, Termway, Cubex. Esto se hace con el fin de comprobar la operatividad de cada una de ellas, teniendo en cuenta las recomendaciones establecidas por las compañías, y así obtener un correcto funcionamiento.

- La instalación del software de la impresora 3D, la pick and place y la QC5000, se hacen de acuerdo a las indicaciones del proveedor de las máquinas, para verificar el funcionamiento.

## **5.2. Realizar pruebas de cada una de las máquinas**

Se realizan pruebas de funcionamiento para: verificar que la máquina funcione correctamente según las instrucciones del fabricante, determinar hasta donde llega el proceso y cuáles son sus limitaciones, comprobar la calidad, fiabilidad y ventajas del resultado final.

Se verifica que las herramientas apropiadas para cada proceso de las máquinas se encuentran en el centro de investigación como los son: brocas y placas de PCB para la QC5000, tintas y químicos para el método de serigrafía, láminas necesarias para el desarrollo de tarjetas multicapa con la máquina quick press, componentes electrónicos de montaje superficial para las PCB's y la soldadura especial para la colocación de dichos componentes, cartuchos vigentes para la impresora 3D y químicos en perfecto estado para el proceso de through hole.

## **5.3. Ajuste y limitaciones de las máquinas**

Luego de las pruebas realizadas a cada una de las máquinas el proceso se ajusta para que el resultado final sea lo esperado, tanto en calidad como en fiabilidad, gracias a un ajuste determinado se observan las limitaciones de las máquinas: la calidad de impresión 3D, el diámetro de las pistas que realiza la QC5000, el tiempo de la reacción de los químicos en el proceso de serigrafía, el tiempo de insolación que debe tener el sensibilizador de la tela para la transferencia de circuitos electrónicos por medio del método de serigrafía, las temperaturas que puede resistir la soldadura y los componentes electrónicos superficiales, la cantidad de capas para la fabricación de PCB's que realiza la quick press, los límites de coordenadas que maneja la pick and place para la colocación de componentes electrónicos superficiales y las corrientes manejadas por la quick plate para el proceso de metalizado de huecos en PCB's de dos capas.



#### **5.4. Generar manuales prácticos de usuario**

Para las máquinas QC5000, impresora 3D, quick press, pick and place, quick plate y el método de serigrafía, se realizan manuales prácticos cuya finalidad es que el usuario logre adquirir conocimientos acerca de los procesos que realiza cada máquina, teniendo en cuenta sus requerimientos técnicos y restricciones de seguridad, también un entendimiento básico del software que se utiliza para la finalidad del desarrollo.

#### **5.5. Capacitación de las máquinas**

Se realizan capacitaciones a los estudiantes de la tecnología supervisión y mantenimiento e ingeniería electrónica con dos finalidades: la primera es que ellos adquieran un conocimiento adicional a su carrera aprovechando las máquinas para un desarrollo investigativo y/o académico, la segunda es la verificación del entendimiento de cada uno de los manuales prácticos de usuario realizados.

## 6. Capítulo 6. Resultados obtenidos.

---

Cuando se llega al Centro de Investigación de la Escuela de Comunicaciones militares en Diciembre de 2015 se encuentran nueve máquinas adquiridas en el año 2013 que son QC 5000, Quick Press, Quick Plate, Horno infrarrojo, Stencil Print, Insoladora, Pick and Place, Impresora 3D y Escaner 3D ver figura 20. Estas máquinas son capaces de realizar todo el proceso de producción ensamble y terminado de PCB's pero se encuentra el problema que no hay personal autorizado para manejarlas, no hay manuales de uso y tampoco capacitaciones ya que estas se hicieron en el mismo año y el personal que había asistido ya no se encontraba trabajando allí. Además dos de las nueve maquinas necesitan un dispositivo llamado token el cual es una memoria USB con datos encriptados que dan permiso al ordenador para el funcionamiento de la máquina, estos dispositivos un año antes se habían perdido por esta razón estas máquinas no podían empezar a trabajar, nuevamente el centro de investigación adquirió los token, pero seguía existiendo el mismo problema la falta de conocimiento.

Figura 20. Línea de producción de PCB's.

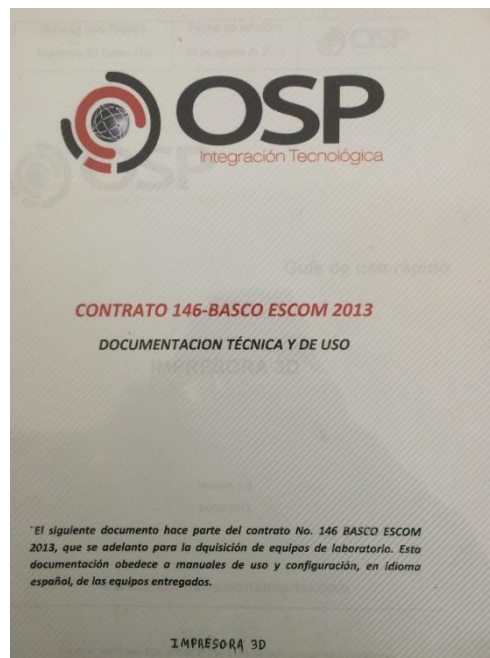


Los resultados que se obtuvieron fueron de actividades mencionadas anteriormente. A continuación se describen los resultados de las máquinas Impresora 3D, Quick Press, Quick Plate, Pick and Place, QC 5000 y método de serigrafía el cual se compone de las máquinas Insoladora y Stencil Print.

## 6.1. Verificación y ajuste de la impresora 3D

- Se encontró el manual de la impresora 3D facilitado por la empresa OSP.

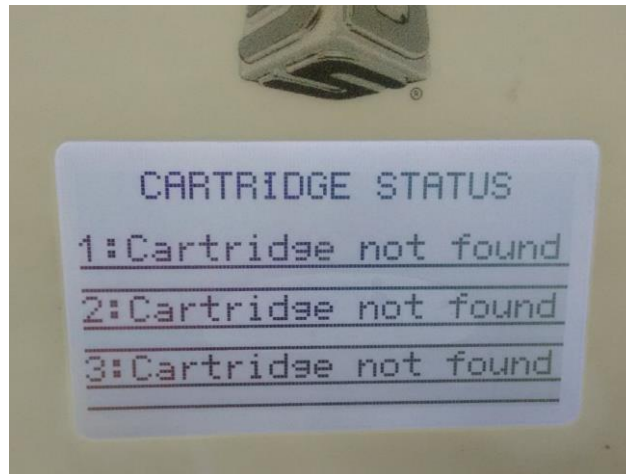
Figura 21. Manual de impresora 3D facilitado por OSP.



- Se adquirió el manual técnico de la impresora 3D directamente de la empresa 3Dsystem. Ver anexo 2.
- Siguiendo los pasos del manual de la impresora se instalaron los programas Cubex y cubify Invent. Ver anexo 2.

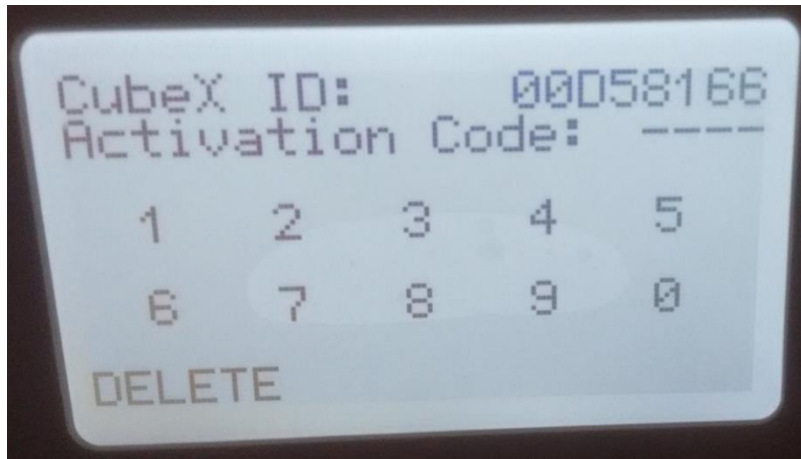
- Se inició la máquina y se realizó una prueba de funcionamiento encontrando que no se reconocen los cartuchos de impresión como se muestra en la figura 22.

Figura 22. Cartuchos no encontrados.



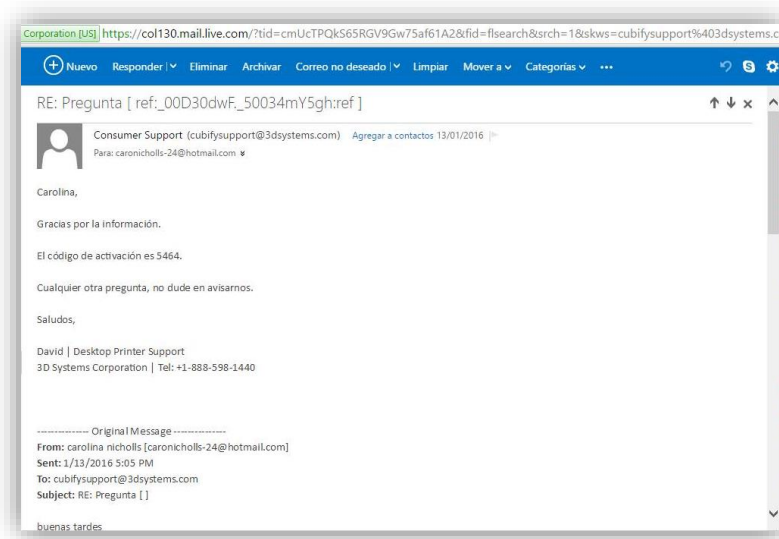
- Se comunicó con el soporte técnico de la empresa 3Dsystem al correo [cubifysupport@3dsystems.com](mailto:cubifysupport@3dsystems.com), quien sugiere una actualización en el firmware de la máquina. La actualización no se pudo realizar por la falta del código de activación de la impresora, el cual no se tenía en el Centro de investigación. En la figura 23 se muestra la pantalla de la impresora 3D solicitando el código de activación para finalizar el proceso de actualización de firmware.

Figura 23. Pantalla táctil de la impresora 3D solicitando el código de activación.



- Se solicitó el código de activación al soporte técnico de la impresora el cual respondió favorablemente como se muestra en la figura 24 y se pudo finalizar el proceso de actualización de firmware de la máquina.

Figura 24. Adquisición del código de activación de la impresora 3D.



- Se inició de nuevo la máquina y al ingresar al menú se comprobó que no reconocía los cartuchos nuevamente.
- Se adquirieron nuevos cartuchos para la impresora 3D y se dispuso a realizar el procedimiento de cambio de cartuchos que se muestra en el anexo 3 (manual

práctico de usuario de la impresora 3D) en el capítulo mantenimiento sección cambio de cartucho.

- Se probó el funcionamiento de la maquina con los cartuchos nuevos de material ABS. Se comprobó que la máquina reconocía estos cartuchos como se muestra en la figura 25.

Figura 25. Prueba de reconocimiento de los cartuchos instalados.



- Se destaparon los cartuchos que no funcionaban y se concluye que el chip estaba fracturado.
- Se realizó la primera prueba siguiendo los pasos del manual técnico de la impresora 3D, adquirido desde el soporte técnico de la empresa 3Dsystem ver anexo 1. Ya que en el manual físico distribuido por OSP no se encontró un proceso entendible para realizar una práctica en la máquina.
- Para la practica inicial se buscó un modelo en una página de internet llamada **“Thingiverse”** se descargó el archivo con extensión .STL como lo aconseja en el anexo 2. En la figura 26, se encuentra el resultado de la primera prueba realizada con la impresora 3D en funcionamiento.

Figura 26. Primera prueba con la impresora 3D “rana verde”.



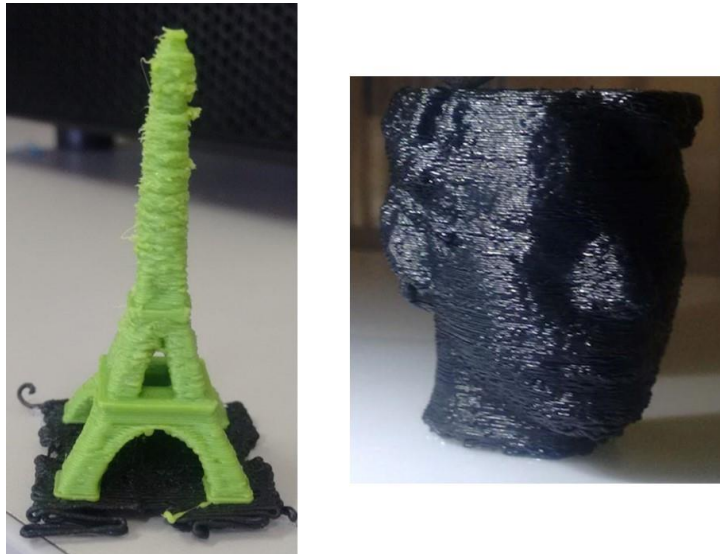
- Como se puede ver en la figura 26, la impresora tiene falencias en la calidad de la impresión, por esta razón se estudia el manual técnico de la máquina y se empieza a inspeccionar el software Cubex para mejorar la calidad de la impresión.
- Se imprimió un muñeco a escala pequeña con dimensiones de 1.5 x 1.0 x 1.5 cm que sirven a su vez de prueba para verificar las limitaciones de la impresora como se muestra en la figura 27.

Figura 27. Muñeco de dimensiones pequeñas.



- Se observó que el diseño de la figura 27, queda muy bien a pesar de lo pequeño, pero sigue el problema en la base de la impresión.
- Se realizaron dos modelos buscando la configuración correcta como se muestra en la figura 28.

Figura 28. Diseño de la torre Eiffel y busto de cabeza.

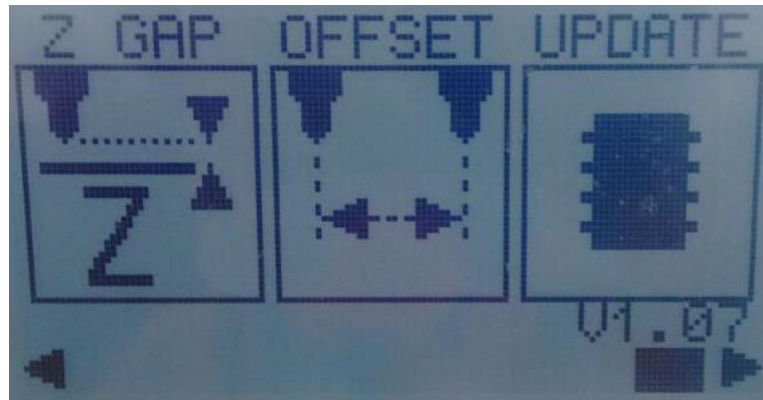


- De las dos impresiones de los dos diseños de la figura 28 se pudo analizar que la máquina no estaba calibrada, por esta razón se estudia la forma de calibrar la impresora 3D en el anexo 2.
- Se empezó a estudiar las opciones del menú táctil de la impresora 3D en conjunto del anexo 2 y se realizó el procedimiento llamado **Nivelación de los cabezales con la base de impresión o Z-GAP.**



- La impresora se calibra de la siguiente manera:
  - a. Ingresar al menú principal y seleccionar la opción Z-GAP. En la figura 29 se muestra la opción Z-GAP en el menú principal.

Figura 29. Menú principal con opciones Z-GAP, OFFSET y UPDATE.



- b. La plataforma se ubica de tal manera que los cabezales quedan en la posición donde comienza a imprimir como se muestra en la figura 30.

Figura 30. Posición de los cabezales con la plataforma de impresión.



- c. Se muestra el menú en la figura 31. La plataforma se mueve con las flechas hacia arriba y hacia abajo con una resolución de 0,01mm (distancia recorrida por paso) en cada movimiento.

Figura 31. Menú de posicionamiento de impresora 3D.



- d. Una prueba que realiza para verificar la altura de la plataforma es poner una hoja de papel entre esta y el cabezal. Subir la plataforma hasta que ejerza una leve presión sobre la hoja, pero teniendo en cuenta que esta debe pasar de lado a lado como se muestra en la figura 32.

Figura 32. Prueba con la hoja de papel.



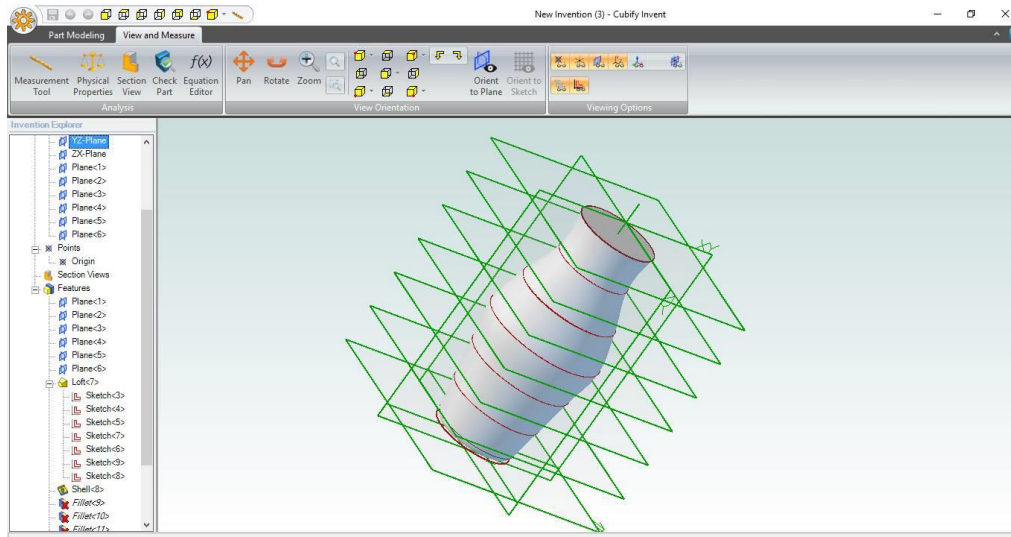
- e. Desde este punto bajar la plataforma 0,05mm (pulsar la flecha 5 veces hacia abajo).
  - f. Se guarda el cambio realizado y finaliza el procedimiento.
- Se realiza ahora una pieza de una mano a tamaño real con dimensiones 14 x 5 x 7 cm el cual se puede visualizar en la figura 33.

Figura 33. Pieza de una mano a escala real.



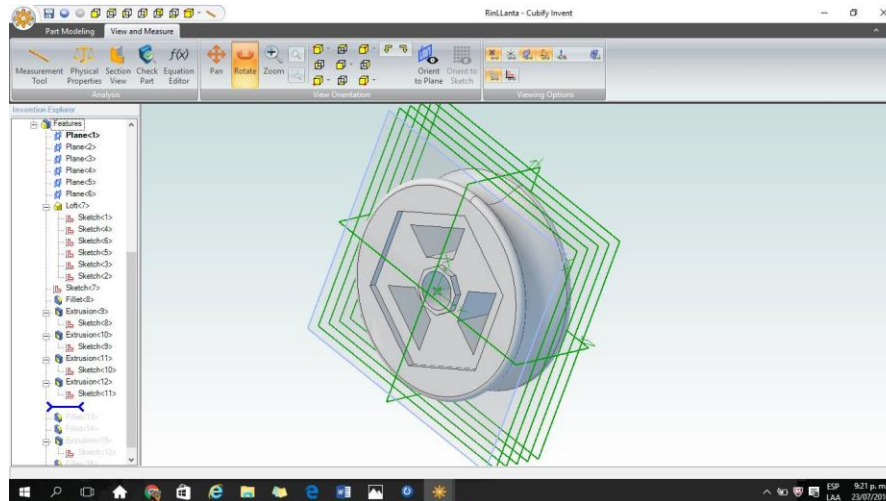
- Se verifico que la maquina ya no tiene la dificultad para imprimir las piezas con buena calidad desde la base y se mejoró el acabado de los diseños, con la figura 33 se observó que el tiempo que demora la impresora para hacer piezas grandes es largo, encontrando una limitación para la Cubex Trio.
- Ya habiendo conseguido una impresión con mejor calidad y teniendo en cuenta la configuración más apropiada para obtener los mejores resultados, se empieza con el estudio del software de diseño Cubify Invent, para el estudio de este software se encontraron videos con la descripción del software (INCOELECTRONICA, 2013). Por medio del video referenciado se llegó al producto mostrado en la figura 34.

Figura 34. Jarrón diseñado en Cubify Invent.



- Posteriormente se realizó un diseño propio del rin de una llanta mostrado en la figura 35.

Figura 35. Rin de una llanta diseñado en Cubify Invent.



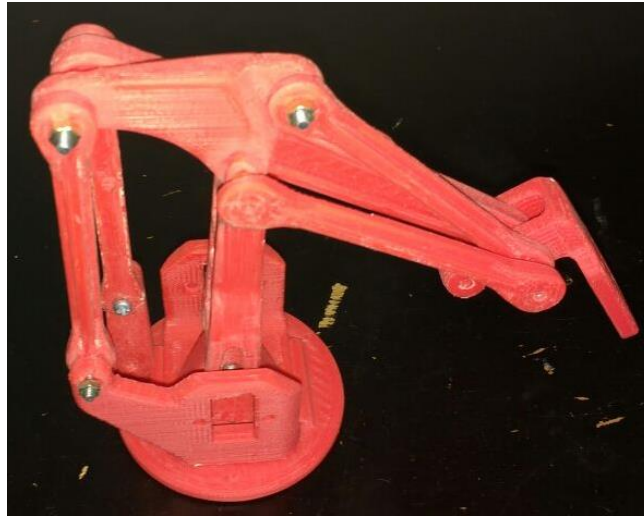
- Se imprimió en la máquina obteniendo como resultado el rin mostrado en la figura 34.

Figura 36. Impresión del rin de una llanta diseñado en Cubify Invent



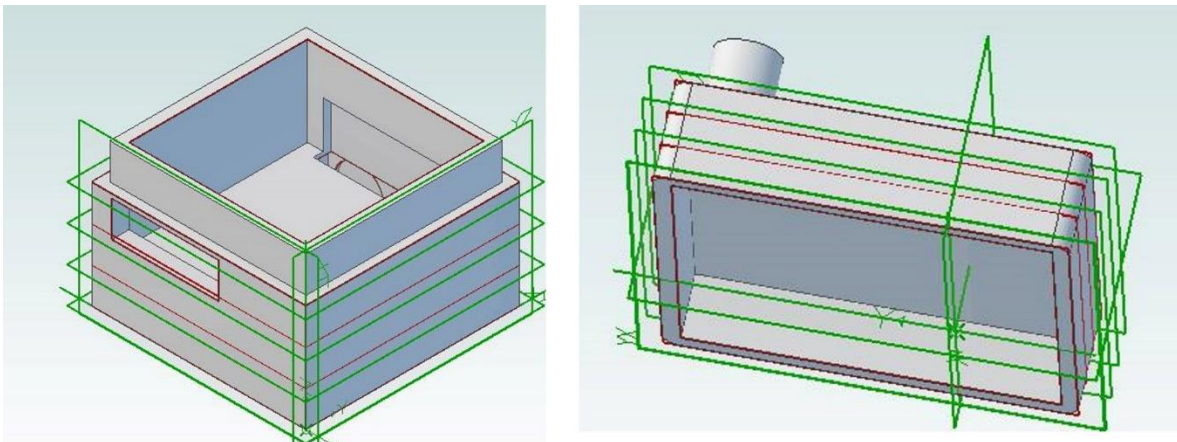
- Con los resultados obtenidos se empieza a realizar el manual de usuario de la impresora 3D donde se muestran los siguientes ítems:
  - Introducción.
  - Descripción del sistema.
  - Instalación de los software.
  - Descripción de los menús del software Cubex.
  - Mantenimiento.
  - Practicas.
  - Referencias.
- El manual de usuario está dirigido al personal militar y civil de la Escuela de Comunicaciones Militares, se realiza principalmente para servir como apoyo en la implementación de proyectos a los estudiantes de la tecnología e ingeniería electrónica. Se plantean tres prácticas que demuestran las capacidades de la impresora CubexTrio ver anexo 3.
- Como actividades extras a la puesta en funcionamiento de la máquina y la realización del manual de usuario, se apoyó en proyectos a estudiantes de la escuela de comunicaciones, como la impresión de un brazo robótico como se puede ver en la figura 37.

Figura 37. Impresión del rin de una llanta diseñado en Cubify Invent.



- Se diseñó una estructura para un proyecto en el software Cubify Invent como se muestra en la figura 38.

Figura 38. Diseño de estructura para un proyecto en Cubify Invent.



- Posteriormente se imprimió el diseño en la máquina. El resultado se encuentra en la figura 39.

Figura 39. Diseño de estructura para un proyecto en Cubify Invent.



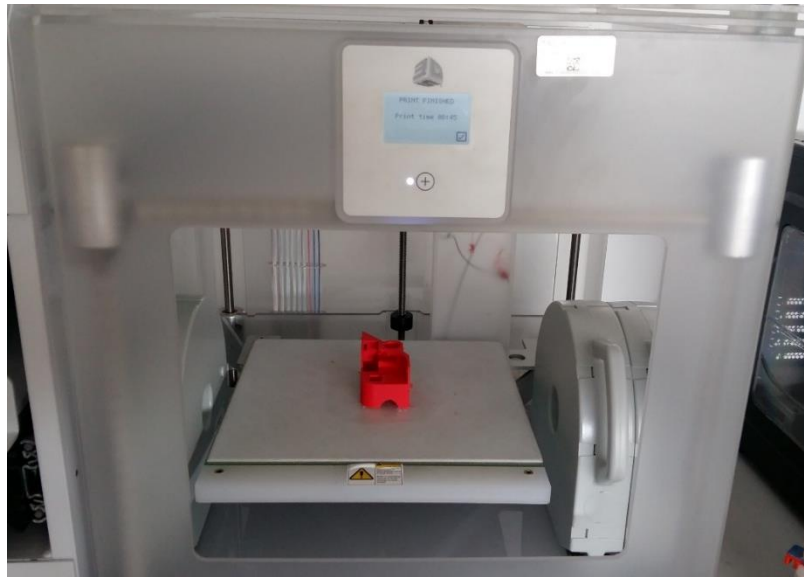
- Se realizó una capacitación a un oficial estudiante de Ingeniería electrónica donde se le facilitó el manual de la máquina y se le acompañó en el proceso de revisión y supervisión del mismo, posteriormente el estudiante siguió los pasos de la práctica # 2 del anexo 3 e imprimió una pieza de un mini sumo. En la figura 40 se muestra el oficial al que se le realizó la capacitación junto con la máquina.

Figura 40. Oficial estudiante de Ingeniería al que se le realizó la capacitación.



- Se realizó un mini sumo que consta de dos partes. En la figura 41 se muestra la primera parte impresa.

Figura 41. Primera parte del mini sumo.



- Se realizó la segunda parte y el producto final se muestra en la figura 42.

Figura 42. Producto final de la capacitación.



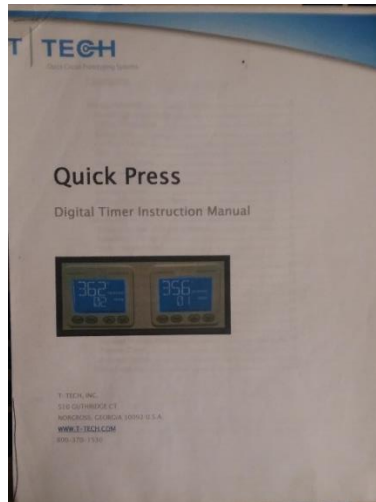
- El estudiante capacitado realizó una encuesta calificando el manual, su entendimiento y las sugerencias o modificaciones que se deben realizar ver anexo 4.



## 6.2. Verificación y ajuste de la Quick Press.

- Se encuentra el manual técnico de la máquina Quick Press en el centro de investigación facilitado por la empresa T-Tech, ver figura 43.

Figura 43. Manual técnico de la máquina Quick Press.



- Se verifica el funcionamiento de la máquina siguiendo las instrucciones del manual. Se encuentra que la máquina da inicio correctamente ver figura 44.

Figura 44. Máquina Quick Press.



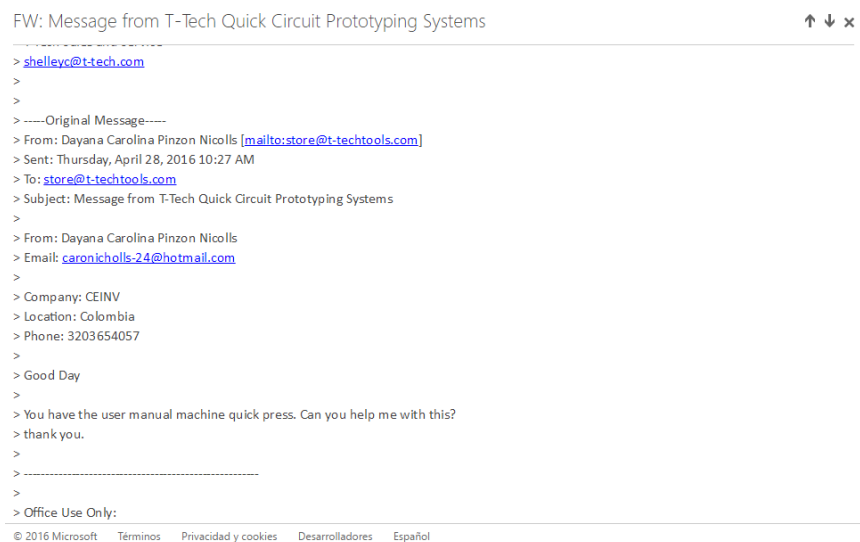
- Se realizó la primera prueba del funcionamiento para la creación de una PCB doble capa pero esta salió muy defectuosa como se muestra en la figura 45.

Figura 45. Primera prueba de la máquina Quick Press.



- Se contacta a la empresa T-Tech por correo electrónico solicitando un manual de la máquina quick press como se muestra en la figura 46, ya que el que se encuentra en el centro de investigación no describe la forma para realizar el proceso multicapa para las PCBs.

Figura 46. Contacto de la empresa T-Tech.



- Una vez que se contactó con la empresa ellos facilitaron un documento en donde se explica la metodología y los materiales para realizar varias capas en una PCB's ver anexo 5.
- Se realizaron diferentes pruebas para la creación de una PCB doble capa, siguiendo el documento facilitado por la empresa T-Tech. Para múltiples capas se necesitan varios materiales de diferentes tamaños que el centro de investigación no cuenta por esta razón solo se desarrollan PCB doble capa. En la figura 47 se muestra una prueba realizada para la creación de una PCB doble capa.

Figura 47. Prueba para la creación de una PCB doble capa.

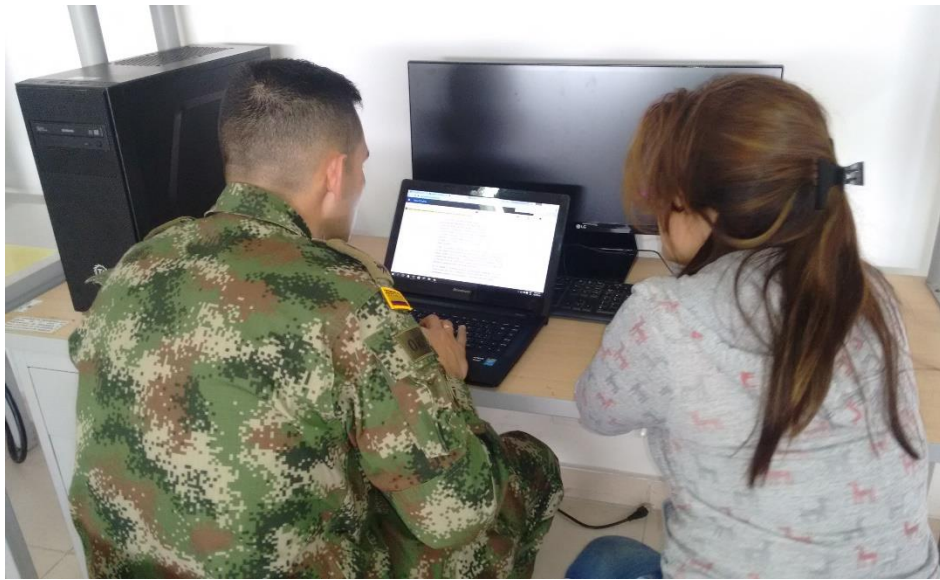


- Con los resultados obtenidos se empieza a realizar el manual práctico de usuario de la Quick Press donde se muestran los siguientes ítems:
  - Introducción
  - Descripción de la máquina.
  - Descripción de la configuración de la Quick Press.
  - Descripción del proceso multicapa.
  - Practica.
  - Referencias.

El manual de usuario está dirigido al personal militar y civil de la Escuela de Comunicaciones Militares, se realiza principalmente para servir como apoyo en la implementación de proyectos a los estudiantes de la tecnología e ingeniería electrónica. Se plantea una práctica y la descripción del proceso multicapa ver anexo 6.

- Se realizó una capacitación a un suboficial de innovación del centro de investigación como se muestra en la figura 48, el usuario realizó una encuesta calificando el manual, su entendimiento y las sugerencias o modificaciones que se deben realizar ver anexo 7.

Figura 48. Capacitación de la máquina Quick Press.



### 6.3. Verificación y ajuste Quick Plate.

- Se encontró el manual técnico de la maquina facilitado por la empresa Syse Electrónica.

Figura 49. Manual de la impresora 3D.



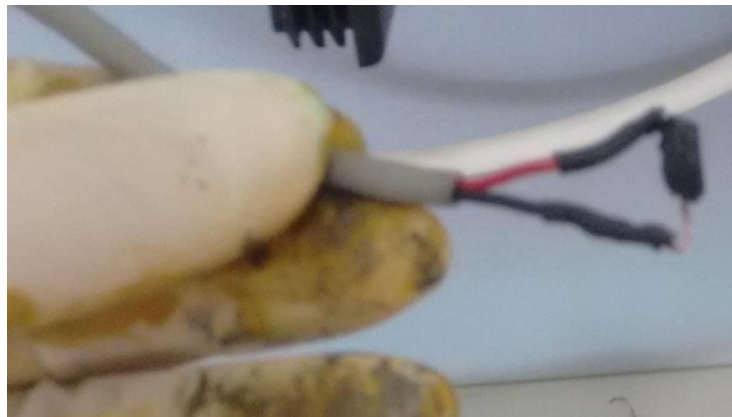
- Se estudió el manual para entender el procedimiento que realiza la máquina.
- Se contactó con la empresa Syse electrónica y se solicita el manual técnico de la empresa. La empresa envía el manual por medio de correo electrónico obteniendo la información en Digital ver anexo 7.
- Se buscaron referencias bibliográficas con información acerca del procedimiento de "Through Hole".
- Se estudiaron los componentes químicos que contiene el sistema, con el fin de identificar las medidas de seguridad a tener en cuenta para realizar cualquier procedimiento.
- En la lectura del manual se verifico que era necesario realizar mantenimiento antes de iniciar la maquina por el largo tiempo que llevaba sin usarse.
- Se realizó el mantenimiento sacando todas las burbujas anti-evaporacion y posteriormente envase todo el químico de color azul (Sulfato de Cobre) contenido en el recipiente plástico que se muestra en la figura 50 en otro recipiente plástico.

Figura 50. Recipiente Plástico con Sulfato de Cobre.



- Se identificaron las piezas de la máquina.
- Se encontró que la maquina tiene un sensor magnético que sirve de interruptor para el funcionamiento de la maquina el cual se encontraba sulfatado y descompuesto como se muestra como se muestra en la figura 51.

Figura 51. Sensor magnético descompuesto.



- Se soltaron todas las partes del recipiente plástico que contenía el sulfato de cobre como se muestra en la figura 52.

Figura 52. Desarmando el tanque de la quick plate.



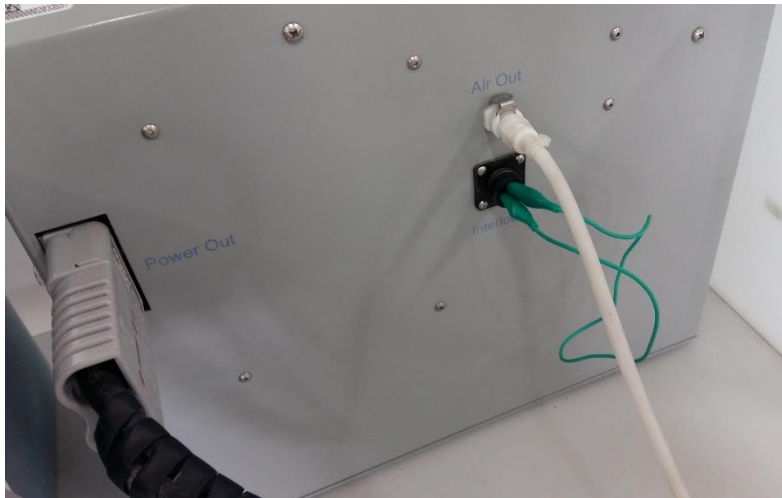
- Y se procedió a limpiar el recipiente y cada una de sus partes. Como se muestra en la figura 53.

Figura 53. Tanque limpio y sin residuos.



- Se instalaron nuevamente todas las piezas del tanque.
- Se volvió a llenar el tanque con el mismo Sulfato de cobre rebajado con agua y se vuelven a ingresar las burbujas anti-evaporación.
- Se conectaron todos los cables y se inició la máquina, supliendo el sensor magnético haciendo un puente con un cable como se muestra en la figura 54.

Figura 54. Puente realizado con un cable.



- La máquina sin embargo no empieza a funcionar ya que necesita un cátodo que cierre el circuito.
- Se comprobó que la maquina necesita de un cátodo para funcionar correctamente colocando una PCB como se muestra en la figura 55.

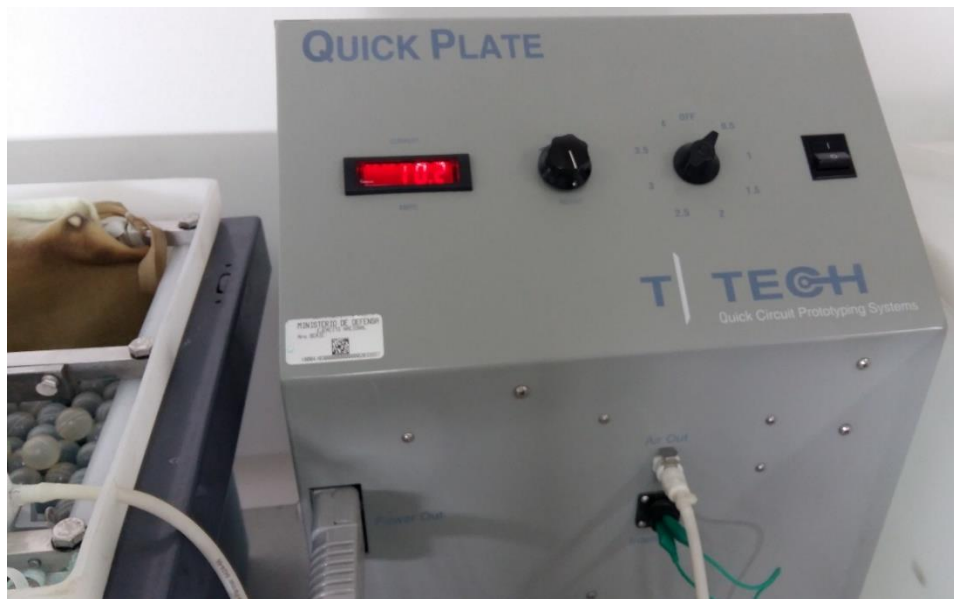


Figura 55. Cátodo.



- En la figura 56 se muestra la maquina funcionando.

Figura 56. Quick Plate funcionando.



- Ya habiendo puesto en funcionamiento la maquina se estudió el proceso de electro plateado (galvanoplastia) con la Quick Plate, se tomó como referencia el video de la T-Tech (T-Tech, 2009).
- Se realizó el proceso y como resultado se obtuvo el metalizado de los huecos en una PCB como se muestra en la figura 57.

Figura 57. Proceso terminado.



- Con los resultados obtenidos se empieza a realizar el manual práctico de usuario de la Quick Plate 9-12 donde se muestran los siguientes ítems:
  - Introducción.
  - Descripción del sistema.
  - Mantenimiento.
  - Practica.
  - Referencias.
- El manual de usuario está dirigido al personal militar y civil de la Escuela de Comunicaciones Militares, se realiza principalmente para servir como apoyo en la implementación de proyectos a los estudiantes de la tecnología e ingeniería electrónica. Se plantean tres prácticas que demuestran las capacidades de la Quick Plate 9-12 ver anexo 9.
- Se realizó una capacitación a un oficial estudiante de Ingeniería electrónica donde se le facilito el manual de la máquina, se acompañó en el proceso de revisión y supervisión del mismo. En la figura 58 se muestra el oficial en el momento de la capacitación.

Figura 58. Oficial Estudiante de Ingeniería electrónica en capacitación.



- El estudiante capacitado realizó una encuesta calificando el manual, su entendimiento y las sugerencias o modificaciones que se deben realizar ver anexo 10.

#### 6.4. Verificación y ajuste de la Pick and Place.

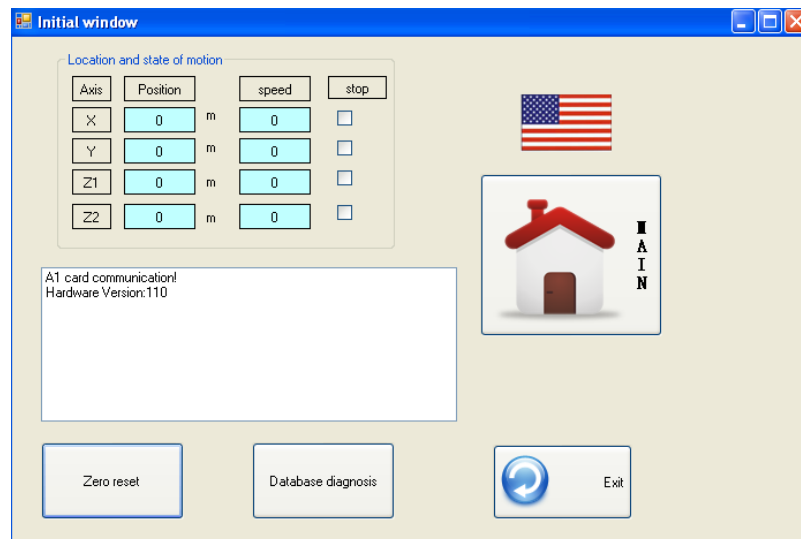
- Se encontró el manual de la Pick and Place TP220 facilitado por la empresa OSP.

Figura 59. Manual de la Pick and Place TP220 facilitado por OSP.



- Se consultó el manual de la máquina facilitado por la empresa OSP y se encontraron falencias en el manual como por ejemplo tiene secciones en diferentes idiomas (español, inglés y mandarín), las cuales no dan un buen entendimiento a la hora de leerlo.
- Se contactó con una asesora de soporte técnico vía correo electrónico.
- La asesora facilitó el manual técnico de la Pick and Place TP220 ver anexo 11.
- Se procedió a estudiar el manual técnico para comprender el funcionamiento del software y de la máquina.
- Se verificó que el programa tenía errores de instalación, por lo que se desinstaló y se volvió a instalar siguiendo los pasos del anexo 11.
- Se inició el programa y se verificó que la interfaz funcionaba como se muestra en la figura 60.

Figura 60. Interfaz gráfica de la Pick and Place TP220.



- Se inició la máquina y se realizó una prueba de funcionamiento, se encontró que la Pick and Place tenía un programa de prueba, pero al ejecutarlo presenta un error.

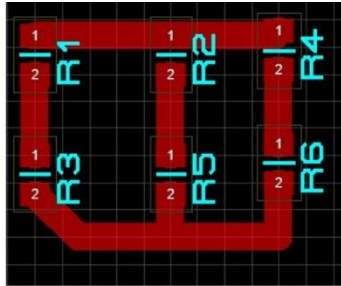
- Se contacta vía correo electrónico con una asesora de soporte técnico de la empresa TERMWAY desde China.
- Con la asesora se llega al acuerdo de generar una comunicación vía Skype y TeamViewer.
- Se procede a la instalación de los programas para la comunicación y se solicita una persona que sirva como traductor entre la asesora de soporte técnico y el personal del centro de investigación. En la figura 61 se muestra al oficial designado para servir como traductor en el momento de la comunicación con la asesora de soporte técnico.

Figura 61. Video conferencia con asesora de soporte técnico de la empresa TERMWAY.



- Se concluye que el problema era del disco duro del computador.
- Se cambió el disco duro y se probó la máquina obteniendo un resultado positivo.
- Siguiendo con las instrucciones del manual anexo 11 se instala el software Protel 99SE y se realiza una simulación en el software dejando como resultado final un archivo con las coordenadas para la postura de los componentes en una PCB. En la figura 62 se muestra la simulación del circuito y la tabla generada por el software Protel 99SE.

Figura 62. Simulación y tabla para la Pick and Place TP220.



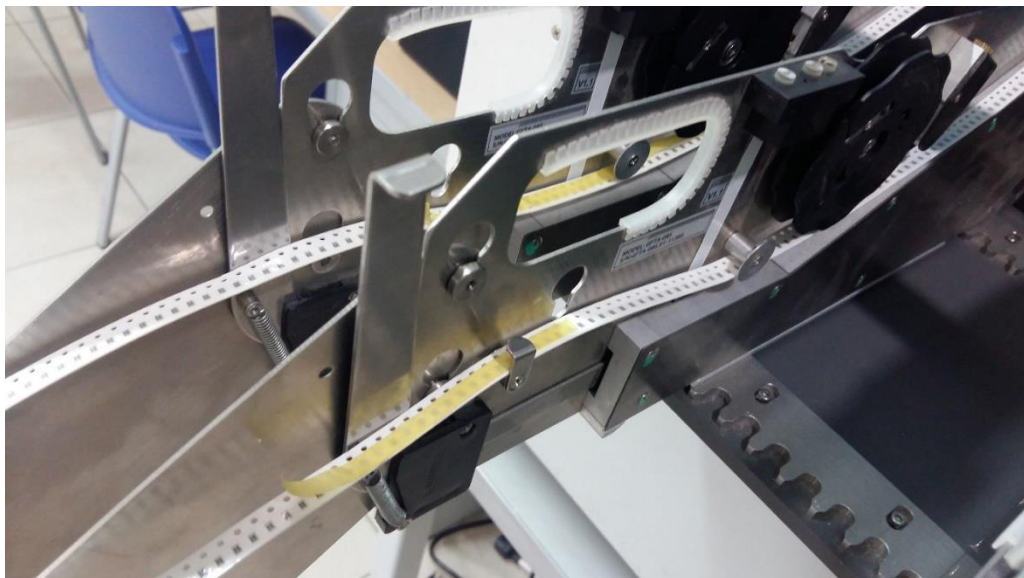
### Simulación PCB

PICKAND: Bloc de notas  
 Archivo Edición Formato Ver Ayuda

| Designator | Footprint | Mid X      | Mid Y      | Ref X      | Ref Y      | Pad X      | Pad Y      | TB | Rotation | Comment |
|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----|----------|---------|
| R6         | AXIAL0.5  | 1257.808mm | 1268.222mm | 1257.808mm | 1274.572mm | 1257.808mm | 1274.572mm | T  | 270.00   | RES1    |
| R5         | AXIAL0.5  | 1257.808mm | 1287.018mm | 1257.808mm | 1293.368mm | 1257.808mm | 1293.368mm | T  | 270.00   | RES1    |
| R4         | AXIAL0.5  | 1279.652mm | 1268.222mm | 1279.652mm | 1274.572mm | 1279.652mm | 1274.572mm | T  | 270.00   | RES1    |
| R3         | AXIAL0.5  | 1279.652mm | 1287.018mm | 1279.652mm | 1293.368mm | 1279.652mm | 1293.368mm | T  | 270.00   | RES1    |
| R2         | AXIAL0.5  | 1294.892mm | 1268.222mm | 1294.892mm | 1274.572mm | 1294.892mm | 1274.572mm | T  | 270.00   | RES1    |
| R1         | AXIAL0.5  | 1294.892mm | 1287.018mm | 1294.892mm | 1293.368mm | 1294.892mm | 1293.368mm | T  | 270.00   | RES1    |

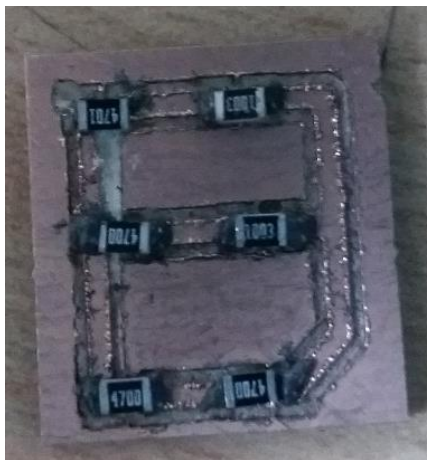
- Se realiza un estudio la forma de ubicar los componentes en los brazos de soporte usando como guía (Atlanta Robotics, 2013).
- Se realiza la postura de los componentes en un brazo de soporte. Como se muestra en la figura 63.

Figura 63. Puesta de los componentes en los brazos de soporte de la pick and Place TP220.



- Se realiza la configuración del software
- Al poner en funcionamiento la maquina se concluye que la maquina esta des calibrada y no posiciona los componentes de forma correcta por lo cual se configura la máquina de una manera más específica.
- Se realiza el procedimiento obteniendo como resultado el circuito de la figura 64.

Figura 64. Final del proceso de la pick and place.

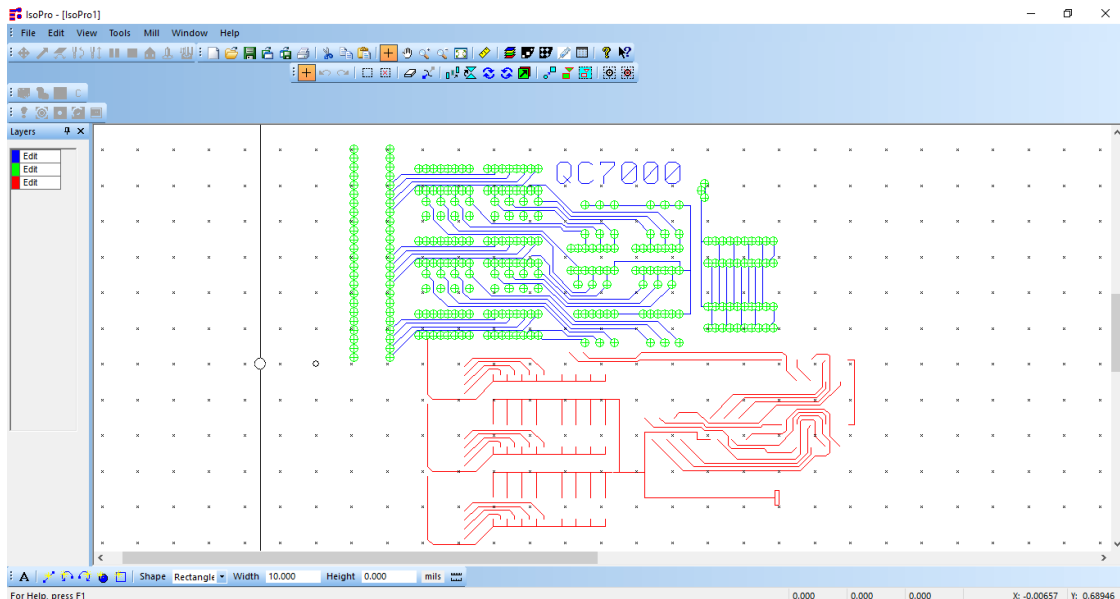


- Con los resultados obtenidos se empieza a realizar el manual práctico de usuario de la Pick and Place TP220 donde se muestran los siguientes ítems:
  - Introducción.
  - Descripción del sistema.
  - Instalación del software
  - Descripción de opciones de menú
  - Practica.
  - Referencias.
- El manual de usuario está dirigido al personal militar y civil de la Escuela de Comunicaciones Militares, se realiza principalmente para servir como apoyo en la implementación de proyectos a los estudiantes de la tecnología e ingeniería electrónica. Se plantean tres prácticas que demuestran las capacidades de la Pick and Place TP220 ver anexo 12.

## 6.5. Verificación y ajuste de la QC 5000.

- No se encontró manual del Quick Circuit System.
- Se adquirió el manual técnico del Quick Circuit System directamente de la empresa T-Tech. Ver anexo 13.
- Siguiendo los pasos del manual del Quick Circuit System se instalaron el programa ISOPRO y los controladores de las maquinas. Ver anexo 13.
- Se estudia el anexo 13 para el uso del software ISOPRO con el ejemplo que viene por defecto de la maquina ver figura 65.

Figura 65. Importando archivos GERBER de ejemplo.

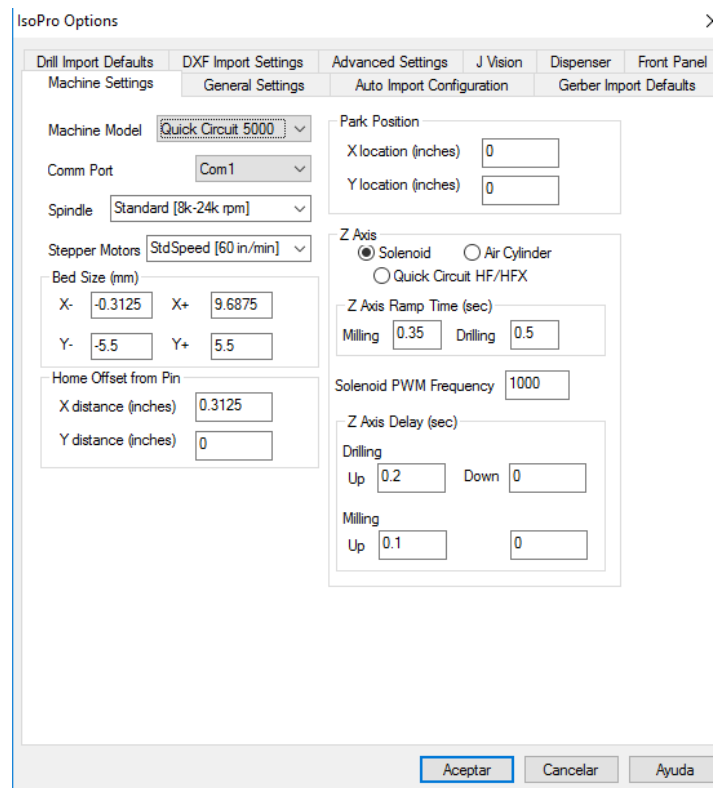


- Cuando se fue a realizar el grabado de la PCB se encontró un fallo que decir que la maquina no estaba en el puerto correcto. Para solucionar esta falencia se realizó el siguiente procedimiento.
- Diríjase al ítem edición (**Edit**) y luego al menú Preferencias (**Preferences**)



- En este menú se configura el funcionamiento de la máquina y la comunicación con el software. También se establece la ubicación y otras configuraciones avanzadas que se pueden ver en la figura 66.

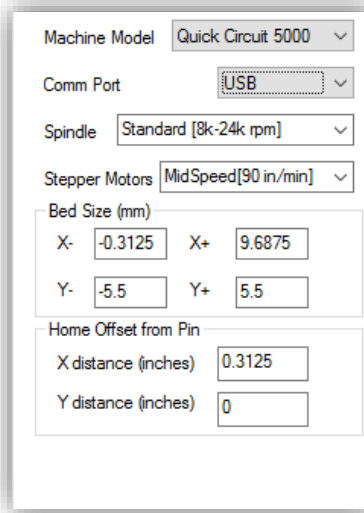
Figura 66. Menú preferencias (Preferences).



- En la parte superior de la ventana se encuentran varias configuraciones se va a explicar la configuración recomendada para el uso de la máquina como lo son:
- **Configuración de máquina (Machine Setting)** en esta se encuentran las configuraciones que se deben realizar para que la máquina funcione correctamente y tenga enlace directo con el software ISOPRO.
- Para configurar esta ventana siga los siguientes pasos:
  - Ubique el tipo de máquina que se tiene en este caso particular en la opción modelo de máquina (**Machine Model**) se seleccionara **Quick Circuit 5000**.

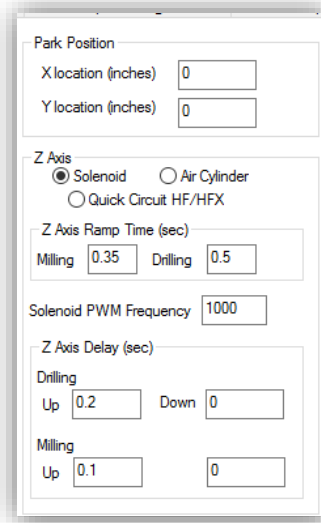
- Configure el tipo de puerto de comunicación con la máquina seleccione **USB** en la opción **Comm Port**.
- Seleccione la velocidad **stándar [8k-24RPM]** para el motor que da giro a la broca, en la opción **Spindle**.
- Las demás configuraciones se dejan por defecto como se muestra en la figura 67.

Figura 67. Columna de la izquierda en la ventana configuración de máquina (Machine Settings).



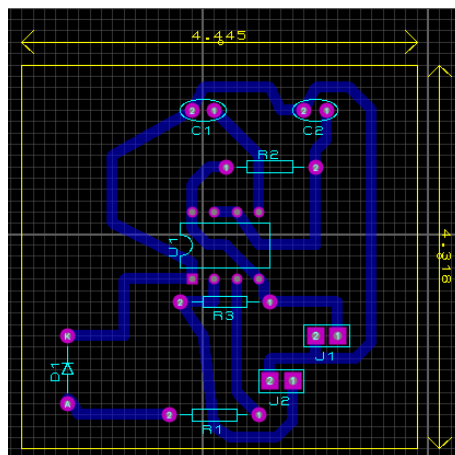
- En la columna de la derecha de la ventana configuración de máquina (**Machine Settings**) se configura el **Z Axis** que es el tipo de sistema que se tiene para manejar el eje Z de la máquina en este caso particular un solenoide (**Solenoid**). Las otras configuraciones se dejan por defecto puesto que son específicas del manejo del eje Z. La configuración de la columna izquierda queda como se muestra en la figura 68.

Figura 68. Columna de la derecha en la ventana configuración de máquina (Machine Settings).



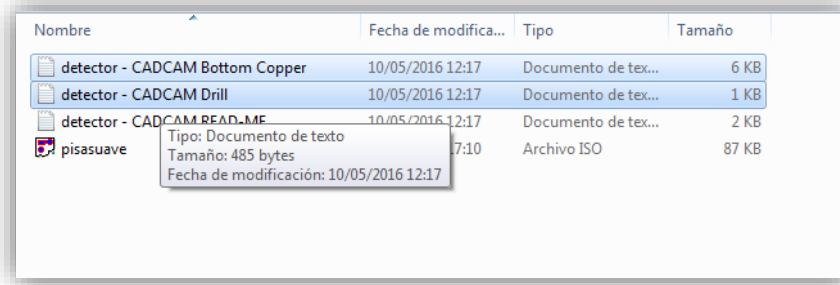
- Se realizó un video haciendo una simulación de un multivibrador astable con un NE555, en el cual se muestra el proceso necesario para realizar una PCB de una sola cara y como generar los gerber necesarios para el software IsoPro ver anexo 14.
- Ya con la idea de que se deben importar archivos GERBER se procede a realiza una simulación de un circuito propio en el simulador Proteus, lo primero es realizar la PCB que se muestra en la figura 69.

Figura 69. PCB de ejemplo simulado en proteus.



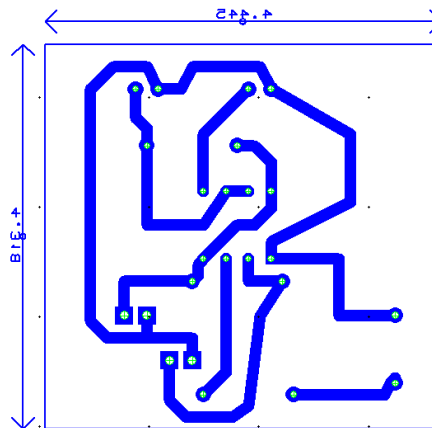
- Ahora se general los archivos GERBER que se guardan en la carpeta del proyecto como se muestra en la figura 70.

Figura 70. Archivos GERBER del circuito de ejemplo.



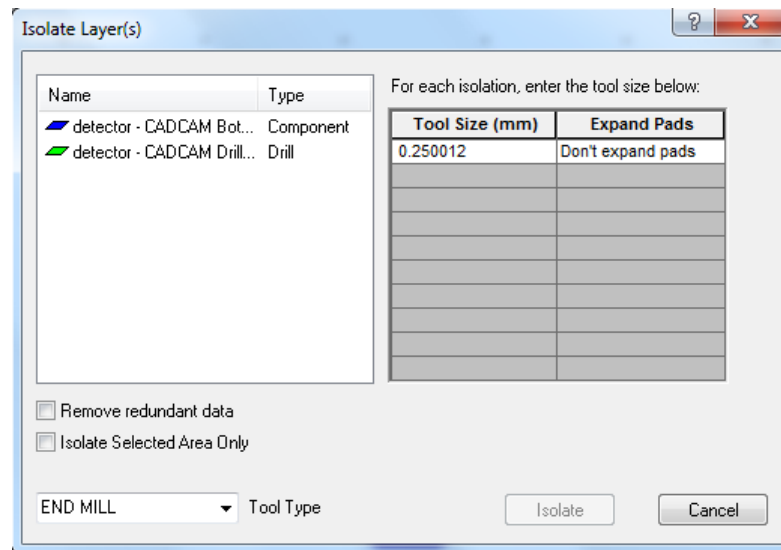
- Como se puede notar los archivos GERBER se utilizan solamente los de la capa del fondo (Bottom Copper) y los huecos (Drill).
- Se importan estos archivos en el software ISOPRO como se muestra en la figura 71.

Figura 71. Archivos GERBER del circuito en el software ISOPRO.



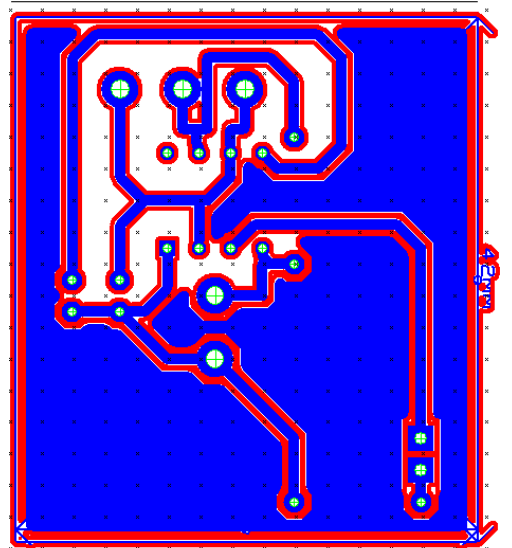
- Ahora se realiza el procedimiento de isolate (aislamiento) como se muestra en la figura 72.

Figura 72. Realizando isolate (aislamiento) en ISOPRO.



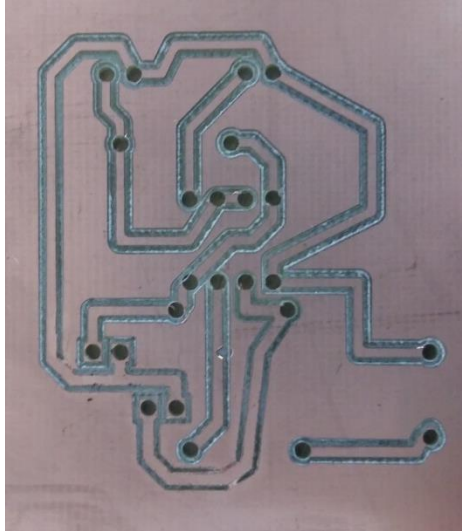
- Como resultado se obtiene el archivo mostrado en la figura 73.

Figura 73. Realizando isolate (aislamiento) en ISOPRO.



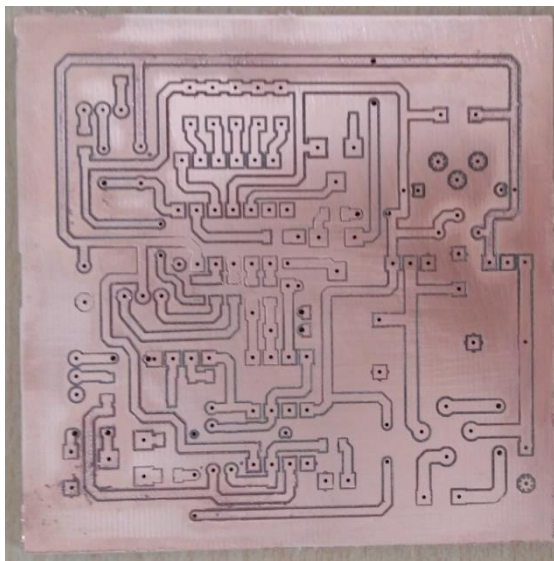
- Se realizan las pruebas con las diferentes herramientas de corte, grabado y perforación en la máquina dejando como resultado la PCB mostrada en la figura 74.

Figura 74. Resultado de la PCB en el Quick Circuit System.



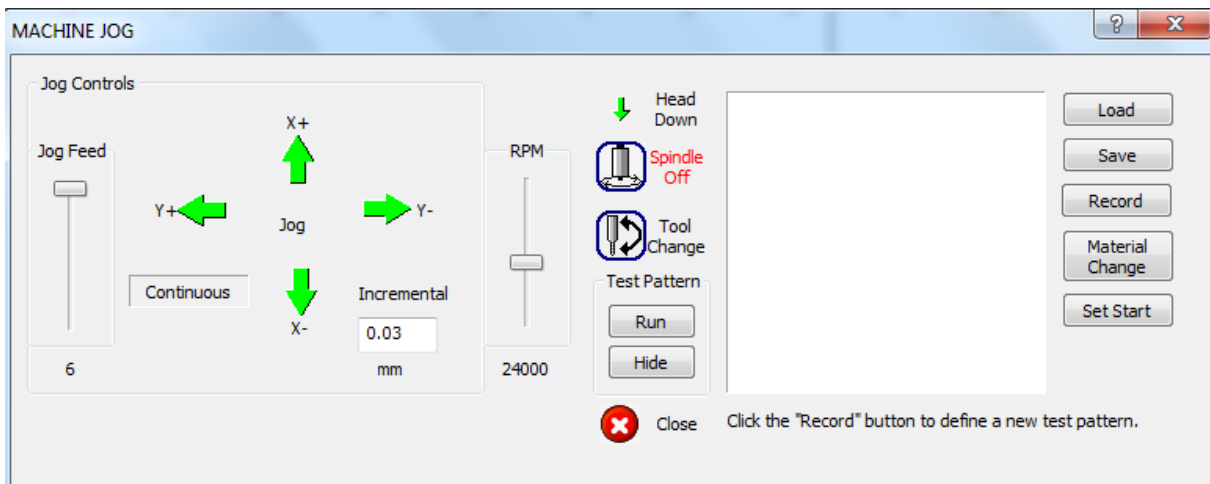
- Se realizaron pruebas con otros circuitos para generar limitaciones y mejorar la comprensión en el uso de la maquina como se muestra en la figura 75.

Figura 75. Resultado de la PCB en el Quick Circuit System.



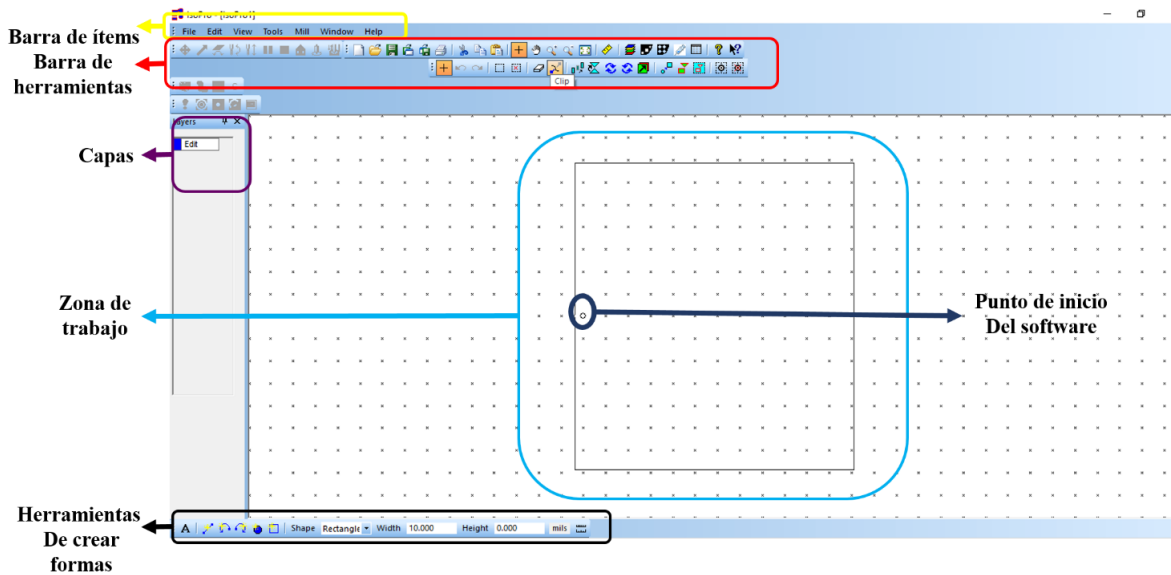
- Se realizó el procedimiento para ajustar el punto de inicio de la máquina. Ya que la maquina realizaba el procedimiento en cualquier punto de la placa por el des ajuste del punto de inicio.
- Para ubicar el punto de inicio siga los siguientes pasos:
  - Diríjase al ítem fresar (**Mill**) en el menú de herramientas.
  - Pulse en la opción **Jog**.
  - Se despliega la interfaz de usuario que permite mover la máquina manualmente como se muestra en la figura 76.

Figura 76. Interfaz de usuario Jog.



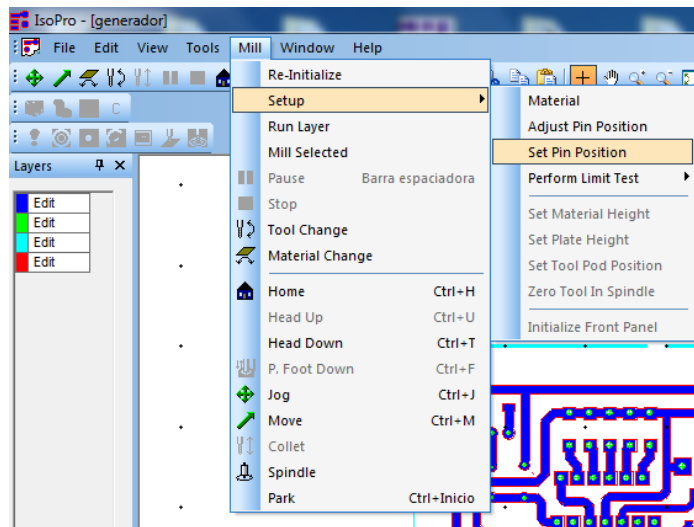
- Con las flechas mueva la máquina hasta el punto que desea poner de inicio.
- Tenga en cuenta el punto de inicio de la máquina y aseméjelo con el del software como se ve en la figura 77.

Figura 77. Pantalla principal del software de ISOPRO.



- Cierre la ventana Jog.
- Diríjase a fresar (Mill), después en **Setup** y finalmente pulse **Set Pin Position** como se muestra en la figura 78.

Figura 78. Menús para ubicar el punto inicio en el software.

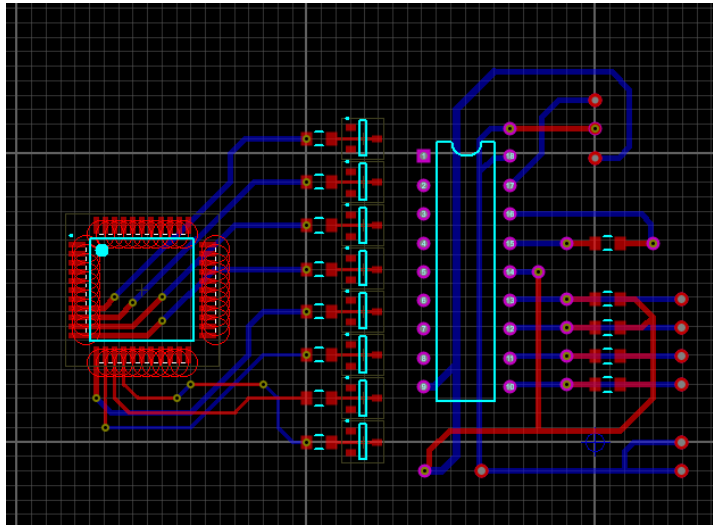


- Acepta el cambio.
- Finaliza el procedimiento.



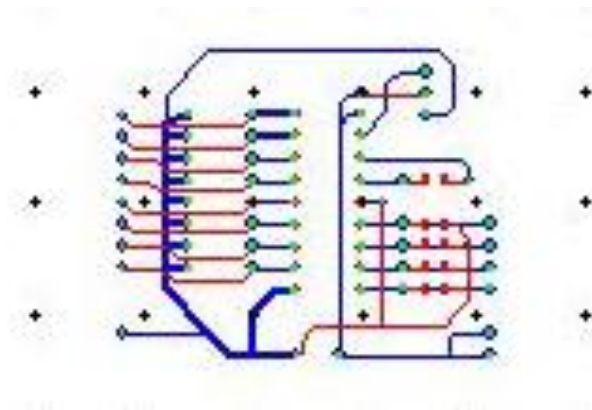
- Con el punto de inicio configurado, se planteó un circuito doble capa.
- Se simuló obteniendo la PCB que se muestra en la figura 79.

Figura 79. Pistas del diseño doble capa en ARES proteus.



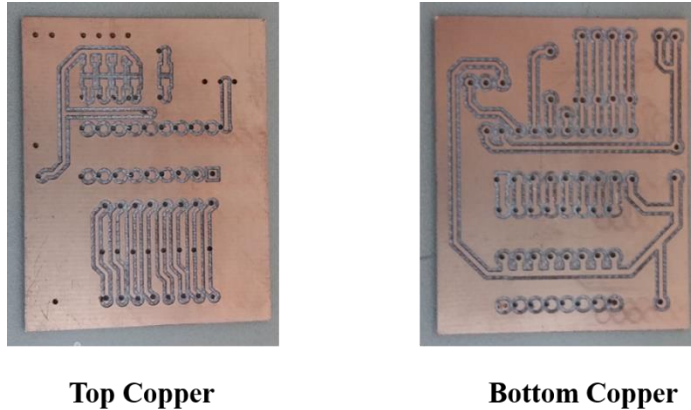
- Se importan los Gerber generados en el software ISOPRO.
- El circuito aparece como se muestra en la figura 80.

Figura 80. Pistas del circuito.



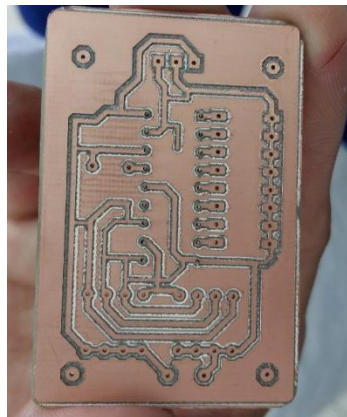
- Se obtuvo como resultado la PCB que se muestra en la figura 81.

Figura 81. Capas de la PCB doble capa.



- Se colaboró en proyectos al personal del ejército realizando PCBs como la que se muestra en la figura 82.

Figura 82. PCB de colaboración con personal del ejército.



- Con los resultados obtenidos se empieza a realizar el manual práctico de usuario del Quick Circuit System donde se muestran los siguientes ítems:
  - Introducción.
  - Descripción del sistema.
  - Herramientas.
  - Instalación del software y controladores.
  - Descripción de operaciones de menú.

- Mantenimiento y ajuste del sistema.
  - Practicas.
  - Referencias.
- 
- El manual de usuario está dirigido al personal militar y civil de la Escuela de Comunicaciones Militares, se realiza principalmente para servir como apoyo en la implementación de proyectos a los estudiantes de la tecnología e ingeniería electrónica. Se plantean tres prácticas que demuestran las capacidades del Quick Circuit System Ver anexo 15.
  - Se realizó una capacitación a un Suboficial estudiante de la tecnología donde se le facilito el manual de la máquina, se acompañó en el proceso de revisión y supervisión del mismo. En la figura 83 se muestra el oficial en el momento de la capacitación.

Figura 83. Suboficial Estudiante de la tecnología en capacitación.



- El estudiante capacitado realizo una encuesta calificando el manual, su entendimiento y las sugerencias o modificaciones que se deben realizar ver anexo 16.

## 6.6. Verificación y ajuste del método de serigrafía.

- En el centro de investigación no se encontró ningún manual técnico de las dos máquinas insoladora y stencil print que hacen parte del método de serigrafía.
- Por medio de los antecedentes y una socialización que hizo el docente instructor del centro de investigación sobre el método de serigrafía como se muestra en la figura 84, se logra realizar la primera prueba con la tinta revelante para un circuito seguidor de línea. La figura 85 muestra la prueba de sensibilización de la tela, el resultado es muy malo ya que las pistas están borrosas.

Figura 84.Socialización del docente sobre el método serigrafía.

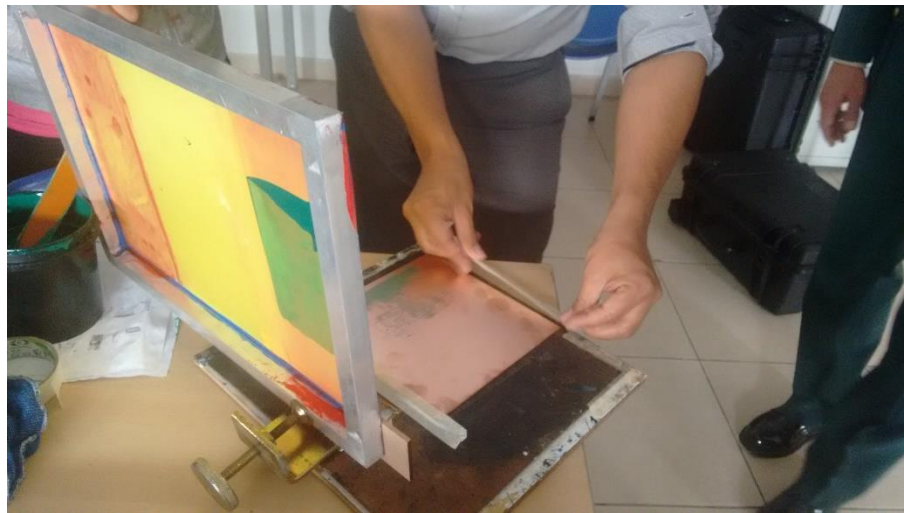
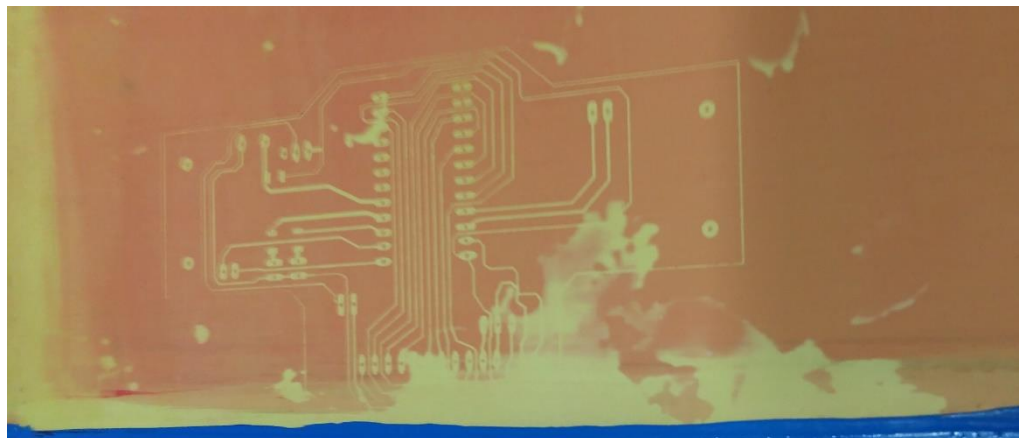


Figura 85.Primera prueba de serigrafía



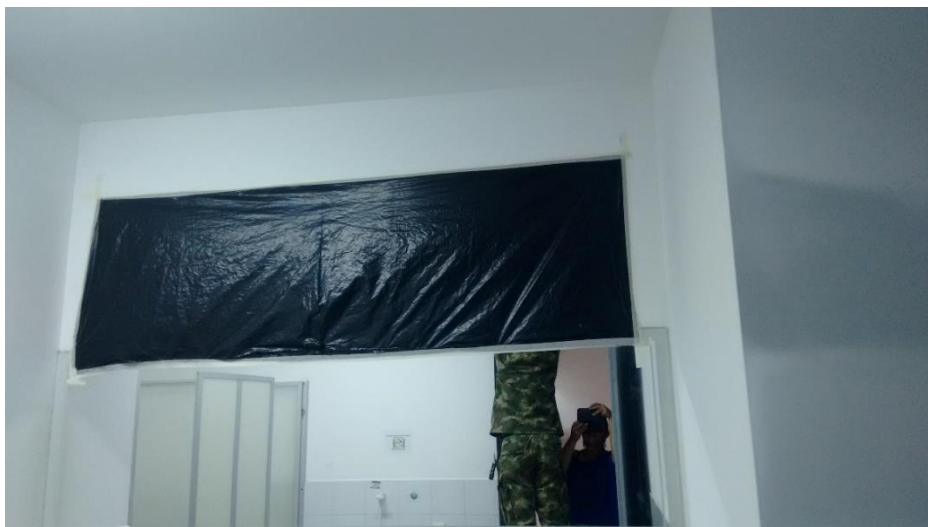
- Luego de muchos intentos fallidos se entiende que la insoladora juega un papel muy importante, ya que si los bombillos no son lo suficiente potentes, es más largo el tiempo de insolación, por esta razón se hace una insoladora como se muestra en la figura 86.

Figura 86. Insoladora creada con recursos del centro de investigación.



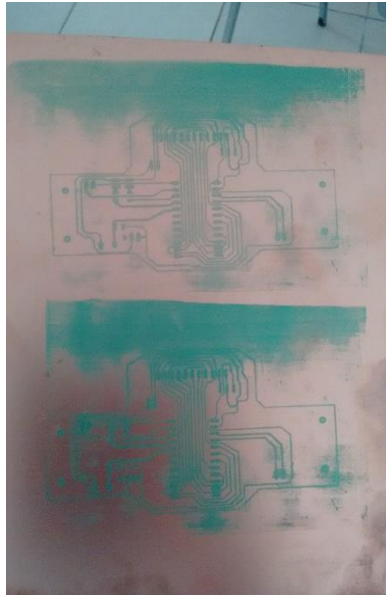
- Se ajusta el baño como cuarto oscuro para el proceso de aplicación de la tinta reveladora, como se muestra en la figura 87, ya que en el centro de investigación no hay un sitio adecuado para la realización de este proceso. .

Figura 87. Baño como cuarto oscuro



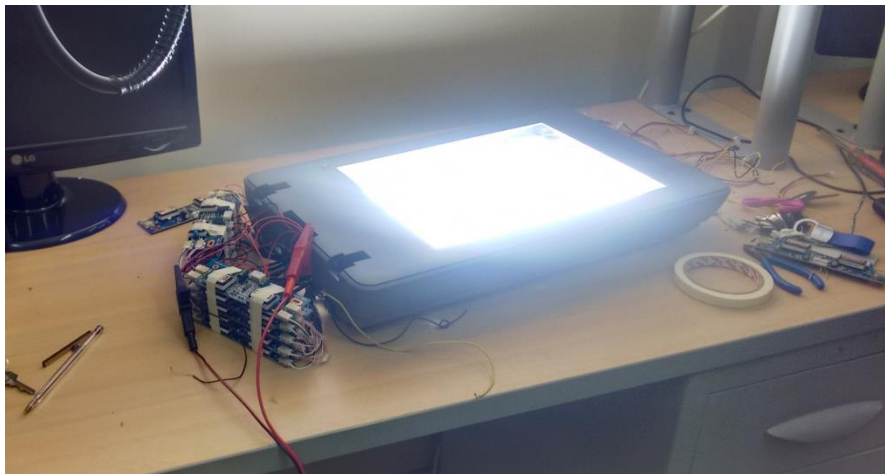
- Se realiza nuevamente el mismo seguidor de línea y se observa que las pistas no están borrosas si no que la tinta quedo en donde no tenía que quedar, ver figura 88.

Figura 88. Prueba seguidor de línea.



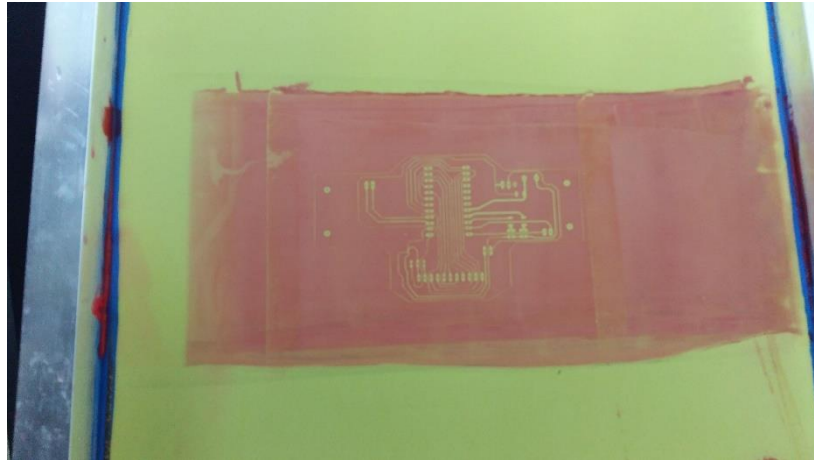
- Luego se realiza otra insoladora con bombillos más potentes como se muestra en la figura 89.

Figura 89. Insoladora con bombillos más potentes.



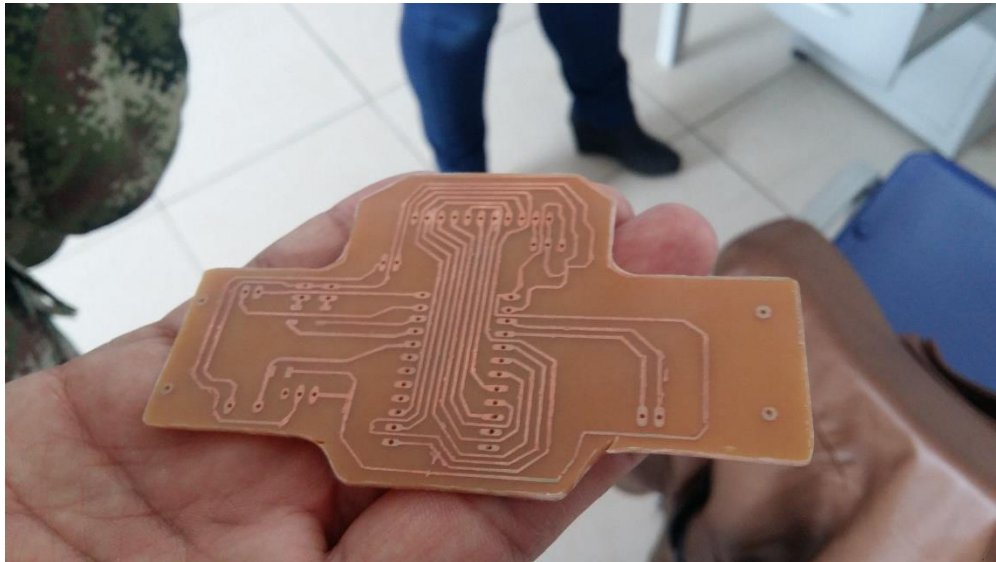
- Las pruebas realizadas con la nueva insoladora dan un resultado mucho mejor, ver figura 90.

Figura 90. Prueba final del seguidor de línea.



- El resultado obtenido después de pasarlo a la PCB con tinta UV y realizar el quemado es como se muestra en la figura 91.

Figura 91. Resultado final del seguidor de línea.



- Después de muchos intentos fallidos, se obtiene una experiencia para un buen procedimiento del método de serigrafía, teniendo en cuenta los tiempos la forma de aplicar la tinta, el revelado y la obtención del circuito. Se realiza una capacitación a los estudiantes de ingeniería electrónica de la jornada de la noche ver figura 92.

Figura 92. Capacitación a estudiantes de ingeniería electrónica jornada nocturna.



- Del proceso de la capacitación se genera como resultado un circuito electrónico para un vúmetro ver figura 93.

Figura 93. Resultado final de la capacitación.





- Con los resultados obtenidos se empieza a realizar el manual práctico del método de serigrafía donde se muestran los siguientes ítems:
  - Introducción
  - Descripción del sistema.
  - Flujo de procesos.
  - Anti-solder.
  - Componentes electrónicos.
  - Limpieza del bastidor.
  - Referencias.

El manual de usuario está dirigido al personal militar y civil de la Escuela de Comunicaciones Militares, se realiza principalmente para servir como apoyo en la implementación de proyectos a los estudiantes de la tecnología e ingeniería electrónica. Se plantea una práctica y la descripción del proceso paso a paso para el proceso de serigrafía ver anexo 17.

- Se realizó una capacitación a un soldado profesional encargado de nuevos proyectos del centro de investigación como se muestra en la figura 94, el usuario realizó una encuesta calificando el manual, su entendimiento y las sugerencias o modificaciones que se deben realizar ver anexo 18.

Figura 94. Capacitación sobre el método de serigrafía al soldado profesional



## 7. Capítulo 7. Conclusiones.

---

La utilización de las máquinas permitirá a los estudiantes de la ESCOM realizar prototipos de investigación con alta calidad y precisión cumpliendo con el requerimiento exigido por la escuela de comunicaciones militares, también se podrán realizar convenios con otras universidades para el uso de las máquinas generando proyectos académicos y de investigación.

La máquina Quick Plate para realizar el proceso de Through Hole, sus limitaciones principales son respecto al tamaño de la PCB que se puede introducir en este químico, ya que a nivel industrial son utilizados tanques con sulfato de cobre de tamaños grandes hasta de 10 metros de largo, por esta razón la Quick Plate se vería limitada a competir a nivel industrial.

Existen dos métodos de producción de PCB's posibles de realizar con las máquinas del centro de investigación, uno es por ruteo con el Quick Circuit System (QC 5000) y el otro es por medio del método de serigrafía, los dos son métodos sencillos y prácticos de hacerlo, sin embargo el método de serigrafía resulta más económico frente al de ruteo cuando de producir en masa se trata, a pesar de ser un método manual es fiable y más rápido ya que es repetitivo, después de que el circuito es revelado en la tela se puede obtener el circuito impreso en la PCB las veces que sea necesario. El ruteo de las pistas con el QC-5000 tiende a complicarse porque el ajuste de las herramientas es tedioso, la altura de cada instrumento varía dependiendo del proceso (ruteo, perforación y corte). Una vez se adquiere experiencia con la máquina es más fácil el manejo y ajuste.

La serigrafía no solo se utiliza para crear las pistas, también se puede complementar con el proceso de ruteo ya que cuanto las pistas son realizadas por la QC 5000, el método de serigrafía cumple el proceso de cubrimiento de las pistas contra el óxido y cortocircuitos que se generen por partículas en el ambiente. Además, da un acabado brillante y lujoso, también se crea la capa impresa de los componentes que son necesarios para finalizar el desarrollo de la PCB. Por otra parte, la insoladora presenta desventaja ya que es de muy baja potencia y con la luz equivocada, estas lámparas deben ser mínimo de 40 Watts y con luz día, la máquina stencil print sirve a nivel industrial, ya que permite la impresión de las tintas a bastidores de tamaños de 40 x 45 cm, permitiendo un mismo ángulo de inclinación para todas las partes de la tela.

La máquina Pick and Place no permite obtener un trabajo rápido, ya que esta tiene muchas dificultades respecto al software que se debe utilizar, pues no permite importar archivos de otros programas de diseño de circuitos electrónicos, si no solamente de un software muy robusto llamado Protel 99SE. Además, la máquina Pick and Place solo coloca los componentes superficiales esto genera que el usuario coloque manualmente la soldadura, haciendo el proceso manual y más largo.

La máquina Quick Press existente en el centro de investigación es muy buena ya que es indispensable al momento de realizar circuitos de múltiples capas, tiene la desventaja que solo alcanza hasta ocho capas, aunque si se habla de circuitos de esa complejidad la máquina se considera que esta apta para un proceso industrial muy eficaz y fiable.

Al momento de ensamble la impresora 3D, realiza la estructura deseada para la colocación de un circuito electrónico. Esta máquina tiene una ventaja y es sus tres chorros de impresión permitiendo tener tres colores diferentes, su mayor desventaja es la base en donde se genera la impresión ya que es fría y genera un problema cuando son piezas muy grandes pues cuando el pegante especial utilizado se seca y como la producción es de largo tiempo, las esquinas del objeto que se está realizando suelen desprenderse, por esta razón se pueden producir daños en los cabezales o en la máquina.

Por último se recomienda que las máquinas, deben tener una mejor adecuación respecto a estructura y seguridad industrial, ya que hay máquinas que generan movimientos muy bruscos al ser operadas y éstas se encuentran situadas en mesas muy inestables, la estructura para una zona de lavado y un espacio con luz roja es indispensable en el proceso de sensibilización y revelado del circuito. Respecto a la seguridad industrial los procesos en donde se manejan químicos, deben tener buena ventilación, espacios en donde se desechen sus residuos y por ultimo un lugar en donde el piso y las paredes sean adecuados para estos procesos.

# Bibliografía

- 4 Mejores. (09 de 10 de 2015). *4 Mejores*. Obtenido de 4 Mejores: <http://www.4mejores.com/las-4-mejores-impresoras-3d-profesionales-del-mercado/>
- Abdul- Gaffoor, M. R., Smith, H., Kishk, A., & Glisson, A. (2002). Simple and efficient full-wave modeling of electromagnetic coupling in realistic RF multilayer PCB layouts. *IEEE*, 1445-1457.
- AINOS. (2016). *AINOS*. Obtenido de AINOS: <http://www.ainos.cl/pdfOK/EMUL-BICROMATO2.pdf>
- Alonso S., D., Gil D., J., & Martinez S., F. (2015). Prototipo de maquina fresadora CNC para circuitos impresos. *Revista Tekhne*, 23-38.
- American National Standars Institute. (2016). *ANSI*. Obtenido de ANSI: <https://www.ansi.org/>
- Aranguren, G., Etxaniz, J., & Pedro M<sup>a</sup>, M. (2012). *La produccion electronica: una notable ausencia en la Universidad*. Bilbao, España.
- Association Connecting Electronics Industries. (2016). *IPC*. Obtenido de IPC: <http://www.ipc.org/>
- Atlanta Robotics. (10 de marzo de 2013). *youtube*. Obtenido de youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=TLZviUMn8hs>
- ATOTECH. (2016). *ATOTECH*. Obtenido de ATOTECH: <http://www.atotech.com/es/aplicaciones/circuitos-multicapa.html>
- Beillin, S., Peters, M., Lee, M., & Wang, W.-c. (1995). *Patente n° 5,454,161*.
- Beroz, M., & Haba, B. (2001). *Patente n° 6,329,605*.
- Boggs, D. (1990). *Patente n° 4,935,584*.
- Bolivar Marin, F. (2012). *Módulo control numérico computarizado*. . Neiva: UNAD.
- Brenghi, D., Tropea, S., Parra Visentin, M., & Huy, C. (s.f.). *Soldadura, inspeccion y verificacion, en laboratorio, de un prototipo con chip BGA*. Buenos Aires.

- Colcircuitos. (2016). *Colcircuitos*. Obtenido de Colcircuitos: <http://www.colcircuitos.com/quienes-somos.html>
- Delgado , G. (2015). Tecnologías Constructivas de Circuitos Integrados y su montaje en placas de circuito impreso. Costa Rica.
- Departamento de electronica. (2015). *Modulos de apuntes*. Obtenido de Modulos de apuntes: <http://www.granabot.es/Modulos/dpe/Apuntes/Tema%203.1.1.pdf>
- DS. Castillo Salinas, J. S., DS. Baracaldo Herrera, J. F., & DS. Torres Vargas, C. E. (2011). Banco de serigrafía para circuitos eléctricos y electrónicos. En *Ciencia y Tecnología Aeroespacial* (págs. 15-18).
- Escobar, C. (2016). *Impresoras 3D*. Obtenido de Impresoras 3D: <https://impresoras3d.com/blogs/noticias/102825479-breve-historia-de-la-impresion-3d>
- Fabricación de circuitos impresos. (2016). *Construya su video rockola*. Obtenido de Construya su video rockola: [http://construyasuvideorockola.com/fabricacion\\_impresos\\_03.php](http://construyasuvideorockola.com/fabricacion_impresos_03.php)
- García, J. M. (s.f.). *Fabricación de circuitos impresos*.
- Geeky Gadgets. (02 de 02 de 2016). *Geeky Gadgets*. Obtenido de Geeky Gadgets: <http://www.geeky-gadgets.com/honing-h312-desktop-cnc-milling-machine-unveiled-from-2899-02-02-2016/>
- Guadron Gutierrez , R., & Guevara Vásquez , J. (2015). Experiences in automated construction of PC boards using an open source CNC machine. *IEEE*.
- Hassan Hajjdiab, A. O. (2010). A Vision-based Approach for Nondestructive Leaf Area Estimation. *ESIAT*, 53-56.
- HSIEN MING EASLON, A. J. (2014). EASY LEAF AREA: AUTOMATED DIGITAL IMAGE ANALYSIS FOR RAPID AND ACCURATE MEASUREMENT OF LEAF AREA. *Applications in Plant Sciences*, 4.
- I.E.S Miguel de Cervantes. (14 de 06 de 2016). *Desarrollo y construcción de circuitos electrónicos*. Obtenido de Desarrollo y construcción de circuitos electrónicos: <https://sites.google.com/a/murciaeduca.es/prototipos-electronicos/upcoming-seminars>

- INCOELECTRONICA. (23 de SEPTIEMBRE de 2013). *Tutorial #2 Cubify Invent (en español) - Loft y Plane*. Obtenido de Tutorial #2 Cubify Invent (en español) - Loft y Plane: <https://www.youtube.com/watch?v=2U-tpyODMH4>
- Instituto Tecnológico de Querétaro. (2014). Control numerico por computadora CNC.
- International Electrotechnical Commision. (2016). *IEC*. Obtenido de IEC: <http://www.iec.ch/>
- Jiaying Che, C. Z. (2009). Embeded Smart Camera in Meassuring Area of Plant Leaves . *IEEE Computer society*, 6-9.
- Jorge A. Delgado, K. K. (2013). The first Nitrogen Index app for mobile devices: Using portable. *ELSEVIER*, 3.
- Kapil Prashar, R. T. (2015). A Review on Efficient Identification of American Cotton Leaf Diseases through Training Set. *International Journal of Computer Applications*, 8.
- Li Wu, L., Babikian, S., Pyng, G., & Bachman, M. (2011). Microfluidic Printed Circuit Boards. *IEEE*, 1576-1581.
- Manuel Campos-Taberner, F. J.-H.-R.-V. (2015). Mapping Leaf Area Index With a Smartphone and Gaussian Processes. *IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS*, 5.
- Mañana Borrazàs , P. (2008). Una experiencia en la aplicación del Láser Escáner 3D a los procesos de documentación y análisis del Patrimonio Construido: su aplicación a Santa Eulalia de Bóveda (Lugo) y San Fiz de Solovio (Santiago de Compostela). *Arqueologia de la Arquitectura*, 15-32.
- Mega Electronics. (2016). *Mega Electronics*. Obtenido de Mega Electronics: [https://www.megauk.com/through\\_hole\\_rivets.php](https://www.megauk.com/through_hole_rivets.php)
- Merchan, F. (2016). *Tecnologia de montaje superficial*. Obtenido de Tecnologia de montaje superficial: <http://tecnologiademontajesuperficial.es.tl/>
- Ming Sun, J. S. (s.f.). Nondestructive Measurement of Tomato Seedlings during Their Growth Based on Machine Vision. 255-258.
- Montes Valle, J. J., & Matin Llorente, M. (2013). *Control manual para CNC*.
- Niquelacao e Cromacao. (2016). *Niquelacao e Cromacao*. Obtenido de Niquelacao e Cromacao: <http://www.cromacaouniverso.com.br/galvanoplastia.html>

- Ocampo, J. R., & Deras, I. (2014). Aplicacion integrada para construccion de PCBs mediante tecnologia CNC y ajuste automatico a la superficie. *Innovare*, 28-41.
- Paillard, M., Bodereau, F., Drevon, C., Monfraix, P., Cazaux, J., Bodin, L., & Guyon, P. (s.f.). *Multilayer RF PCB for space applications: technological and interconnections trade-off*.
- PCPAudio. (2016). *Pcpaudio*. Obtenido de Pcpaudio: [http://www.pcpaudio.com/pcpfiles/doc\\_amplificadores/SMD/SMD.html](http://www.pcpaudio.com/pcpfiles/doc_amplificadores/SMD/SMD.html)
- Practical Componentes. (2016). *Practical Componentes*. Obtenido de Practical Componentes: <http://www.practicalcomponents.com/Training-Aids-Tools-and-Supplies/product.cfm?CTReels---Empty-Carrier-Tape-Reels-C949C2B56A09D19D>
- PubliMarket. (2015). Tintas de curado UV vs tintas al solvente. *Letreros*, 20-22.
- R. Confalonieri a, M. F. (2013). Development of an app for estimating leaf area index using a smartphone. Trueness and precision determination and comparison with other indirect methods. *ELSEVIER*, 8.
- Rangel Cubiedes, H. H., & Sevilla Heredia, L. C. (s.f.). *Prototipo de maquinado para fabricacion de circuitos impresos con fresadora*.
- Ritacco, L., Milano, F., Aponte Tinao, L., Risk, M., Reyes , M., Weber, S., . . . Ayerza, M. (s.f.). Realidad virtual en cirugia reconstructiva oncologica esqueletica. *Asoc Argent Ortop Traumatol*, 82-87.
- Rodriguez Alemparte, C. (12 de 03 de 2013). PCBs multicapa para microondas y RF. *Gradient*.
- Roldan Novoa, K., & Moreno Infante, W. (2002). Circuitos impresos. Aplicaciones y algunas experiencias. *Tecnura* 11, 18-26.
- Salas, R., Perez, J. F., & Ramirez, J. (s.f.). *Tecnicas de diseño, desarrollo y montaje de circuitos impresos*.
- SreenSerigrafia. (2016). *SreenSerigrafia*. Obtenido de SreenSerigrafia: <http://sreenserigrafia.com/>
- Steigerwald, T., & Jones , L. (1999). *Patente nº 5,912,809*.
- Suarez Castrillon, A. M., Tafur Preciado, W., & Calderon Nieves, P. R. (2015). Aplicacion de herramientas CAD/CAM para el diseño y fabricacion de prototipos de moldes de inyeccion de plasticos. *Tecnura*, 115-121.

- Tahir, Z., Azman Abu, N., Sahid, S., & Suryana Herman, N. (2010). CNC PCB Drilling Machine using Novel Natural Approach to Euclidean TSP. *IEEE*, 481-485.
- Tecnologia. (2016). *Area Tecnologia*. Obtenido de Area Tecnologia: <http://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html>
- Torres, E., Leon, J., & Torres, E. (s.f.). *Diseño y construcción de una impresora 3d aplicando la técnica de prototipado rápido modelado por deposición fundida*.
- Torres, J., Cano, P., Melero, J., España, M., & Moreno, J. (2010). Aplicaciones de la digitalización 3D del patrimonio. *Virtual Archaeology Review*, 51-54.
- T-Tech. (15 de Enero de 2009). *Quick Plate System by T Tech Inc*. Obtenido de Quick Plate System by T Tech Inc: <https://www.youtube.com/watch?v=aAasj34MuWM>
- Tu A., P., Chan A., Y., Hung A., K., & Lai B., J. (2000). Study of micro-BGA solder joint reliability. En *Microelectronics Reliability* (págs. 287-293). el sevier.
- Unidad de inteligencia de negocios ProMexico. (2013). *Industria electrónica 2013*. México.
- UPIICSA. (2015). *Monografias*. Obtenido de Monografias: <http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtm>
- V.D. Shivling, A. S. (2011). Plant leaf imaging technique for agronomy. *ICIIP*, 5.
- Valverde Ponce, R., Roque Lopez, M. A., Oliva Monpean, I., & Lopez Vidal, P. (s.f.). Construcción de modelos tridimensionales a partir de modelos virtuales por medio de sistemas de impresión tridimensional para la observación de relaciones espaciales dentro del contexto de la enseñanza artística. *Art, illustration and visual culture in infant and primary education*, 261-265.
- Vega, A., Arbelo, E., Sanchez, C., Diaz, F., Cerezo, J., & Vega, A. (s.f.). *Experiencia en la fabricación y montaje de prototipos de circuitos impresos multicapa con componentes SMD de paso fino y BGA*. Las palmas de gran canaria.
- Verrone, E. F. (2006). Soldadura SMT por convección forzada. *Revista Argentina de trabajos estudiantiles*, 41-46.
- Webmium. (2015). *Brillo Urbano serigrafía*. Obtenido de Brillo Urbano serigrafía: <http://brillourbanoserigrafia.webmium.com/serigrafia-historia-definicion-y-usos>
- WikiHow. (2016). *WikiHow*. Obtenido de WikiHow: [http://es.wikihow.com/soldar-\(electr%C3%B3nica\)](http://es.wikihow.com/soldar-(electr%C3%B3nica))



Xiao, A., Tong, Q., & Savoca, A. (2000). Conductive Ink for Through Hole Application. *IEEE*, 882-886.

**ANEXOS**

# ANEXO 1

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJÉRCITO NACIONAL



ESCUELA DE COMUNICACIONES

RESOLUCIÓN APROBACIÓN 1777 DEL 29 DE JULIO DE 2003 –MEN

EL SUSCRITO OFICIAL DIRECTOR DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA  
ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES

CERTIFICA QUE:

El señor(a) **DAYANA CAROLINA PINZON NICOLLS**, identificada con cédula de ciudadanía No. 1069746463 de Fusagasugá Cundinamarca, cumplió las actividades de práctica del programa de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Cundinamarca, Sede Fusagasugá, en el Centro de Investigación de nuestra Institución, con fecha de inicio 7 de Diciembre de 2015 y fecha de término 7 de Agosto 2016, dando cumplimiento al proyecto y los requisitos de tiempo solicitados por la Universidad de Cundinamarca.

La presente certificación se expide a solicitud del interesado (a), en Facatativá a los ocho (8) días del mes de Agosto de dos mil diez y seis (2016).

Capitán **MAURICIO ALFONSO RONDÓN PEÑA**  
Director Centro de Investigación Escuela de Comunicaciones.



Certificado SC 6310-14-7

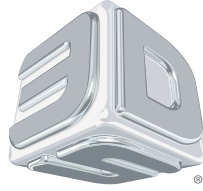
PATRIA, HONOR, LEALTAD  
"DIOS EN TODAS NUESTRAS ACTUACIONES"  
FE EN LA CAUSA

Calle 5 NO. 15-00 0918422655 MK 018518 escom@ejercito.mil.co



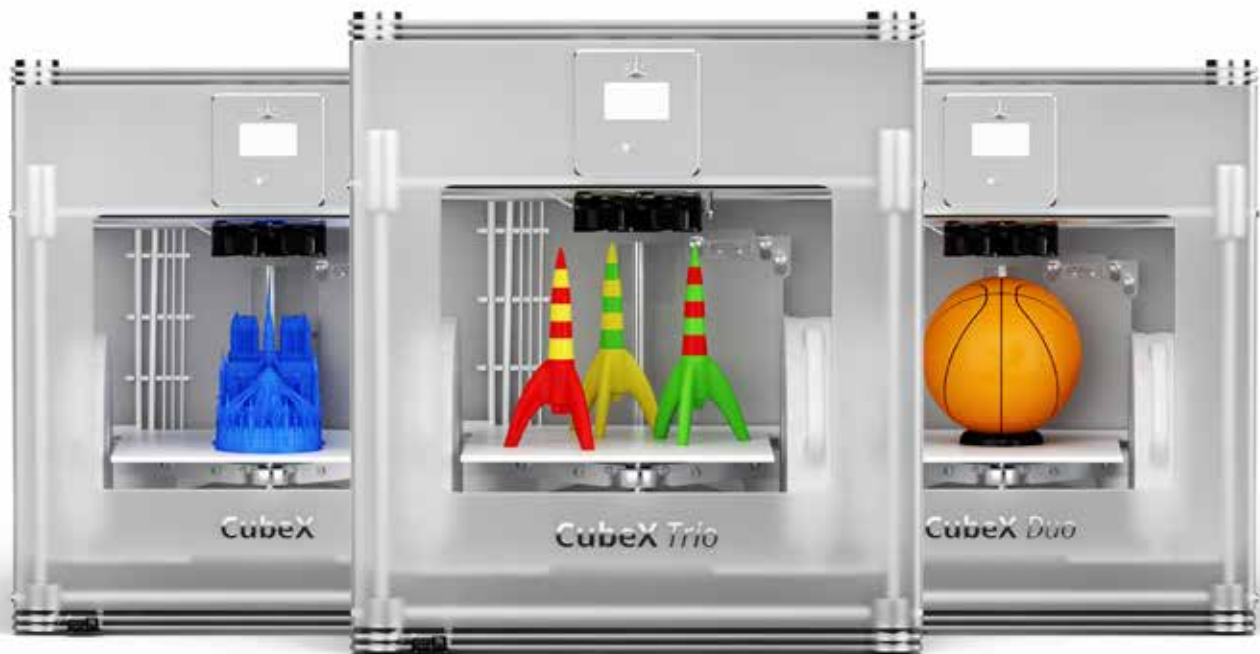
Certificado GP 113-14-7

# ANEXO 2



# Impresora 3D **CubeX™**

Guía del Usuario



Dentro de este documento encontrará información sobre uso y seguridad.

## INTRODUCCIÓN

|   |   |
|---|---|
| Información sobre derechos de autor . . . . . | 3 |
| Aviso de FCC . . . . .                        | 3 |
| Garantía . . . . .                            | 3 |
| Limitación de responsabilidad . . . . .       | 3 |

## INFORMACIÓN IMPORTANTE SOBRE SEGURIDAD

|  |   |
|--|---|
| Símbolos de seguridad y definiciones . . . . . | 4 |
| Pautas de seguridad . . . . .                  | 4 |

## CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE LA IMPRESORA 3D CUBEX

|  |   |
|--|---|
| Propiedades de la impresora 3D CubeX . . . . . | 5 |
| Materiales de impresión . . . . .              | 5 |
| Elección del color de los materiales . . . . . | 5 |
| De un vistazo . . . . .                        | 6 |
| Requisitos de la impresora CubeX . . . . .     | 7 |

## DESEMBALAR E INSTALAR LA IMPRESORA CUBEX

|   |       |
|---|-------|
| ¿Qué se incluye? . . . . .  | 7     |
| Desembalar la impresora CubeX . . . . .   | 8-9   |
| Activar la impresora CubeX y vincularla a una cuenta de Cubify . . . . .                          | 10    |
| Retirar el resto de los materiales de embalaje . . . . .  | 11    |
| Presentación del Menú Principal de la impresora CubeX . . . . .                                   | 12    |
| Instalación de la placa de impresión . . . . .  | 13    |
| Comprobar los ejes XYZ . . . . .  | 13    |
| Comprobar el espacio Z entre el cabezal del chorro de impresión y la placa de impresión . . . . . | 14    |
| Instalar el cartucho de materiales . . . . .  | 14-15 |
| Sustituir el cartucho de materiales . . . . .   | 15-16 |
| Crear una prueba de impresión . . . . .   | 16    |

## INSTALAR EL SOFTWARE DE CUBIFY INVENT

## DESCARGAR E INSTALAR EL SOFTWARE DE LA IMPRESORA CUBEX

|   |       |
|---|-------|
| Presentación del software de la impresora CubeX . . . . . | 18-19 |
| Interfaz del usuario del software de la impresora CubeX   |       |
| Pestaña de Inicio (Home) . . . . .                        | 19    |
| Pestaña Ver (View) . . . . .                              | 20    |
| Pestaña de Ajustes (Settings) . . . . .                   | 20    |

## PREPARACIÓN DE ARCHIVOS DE PIEZAS E IMPRESIÓN DE PIEZAS

|   |       |
|---|-------|
| Cómo abrir archivos en el software de la impresora CubeX . . . . .            | 21    |
| Abrir un archivo de una única pieza . . . . .                                 | 21    |
| Abrir archivos de múltiples piezas únicas . . . . .                           | 22    |
| Posicionamiento de piezas múltiples . . . . .                                 | 22    |
| Abrir un archivo de un conjunto de piezas múltiples . . . . .                 | 22-23 |
| Uso de la herramienta de selección de carcasas . . . . .                      | 23-24 |
| Girar una pieza . . . . .   | 24    |
| Escalar una pieza . . . . .   | 24    |
| Usar el software de la impresora CubeX para crear un archivo .cubex . . . . . | 24-25 |
| Guardar un archivo .cubex para imprimir . . . . .                             | 26    |
| Imprimir una pieza . . . . .  | 26    |

## TERMINAR UNA PIEZA

|  |    |
|--|----|
| Retirar su pieza de la placa de impresión . . . . .  | 27 |
| Retirar las bases . . . . .  | 27 |
| Retirar los soportes con alicates . . . . .  | 27 |
| Retirar los soportes con el Tanque ultrasónico de retirada de soportes (Ultrasonic Support Removal Tank) . . . . . | 28 |
| Método con agua caliente . . . . .   | 28 |
| Método con soda cáustica . . . . .   | 29 |

## **MANTENIMIENTO DE LA IMPRESORA CUBEX**

|   |       |
|---|-------|
| Restablecer la rugosidad de la placa de impresión . . . . .                                 | 30    |
| Nivelar la altura de la placa de limpieza del chorro . . . . .                              | 30    |
| Nivelar el plato de impresión de aluminio. . . . .  | 30-31 |
| Poner a punto la placa de impresión . . . . .   | 32    |
| Desobstruir el cabezal del chorro de impresión de su Cubex . . . . .                        | 32    |
| Desobstruir el chorro de impresión de su Cubex . . . . .                                    | 32    |
| Ajustar la distancia del chorro de impresión. . . . .                                       | 32-33 |
| Actualizar el firmware de la impresora CubeX . . . . .                                      | 33-35 |
| Restaurar los ajustes del firmware de la impresora 3D CubeX desde la versión v1.01. . . . . | 35    |
| Cómo ponerse en contacto con el servicio de asistencia de Cubify . . . . .                  | 35    |
| Configurar los offsets (inclinaciones) del chorro de impresión de su CubeX. . . . .         | 35-36 |



## INTRODUCCIÓN

Gracias por comprar la impresora 3D CubeX™. Esta impresora permitirá a toda la familia expresar su creatividad como nunca antes. Los dieciocho colores de materiales entre los que puede elegir, le permiten disfrutar de la libertad de imprimir con los colores puros de su elección o mezclarlos.

La tecnología de las impresoras 3D CubeX proporciona una nueva dimensión a su imaginación y le ayuda a compartir sus piezas con la comunidad Cubify en Cubify.com. En Cubify.com usted podrá:

- Subir sus piezas para ponerlas a la venta
- Comprar piezas de otros
- Obtener la impresión 3D de sus piezas y recibirlas a domicilio
- Comprar la impresora 3D CubeX y cartuchos para CubeX
- Ponerse en contacto con otros miembros creativos

---

## INFORMACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

© 2013 by 3D Systems, Inc. Todos los derechos reservados. Este documento puede sufrir cambios sin previo aviso. Este documento está protegido con derechos de autor y contiene información empresarial que es propiedad de 3D Systems, Inc. Cubify, CubeX y el logotipo de 3D Systems son marcas registradas de 3D Systems, Inc. El uso del sitio web Cubify.com implica la aceptación de sus condiciones de uso y de su política de privacidad.

## AVISO DE FCC

Las pruebas a las que ha sido sometido este equipo demuestran que cumple con los límites establecidos para dispositivos digitales de Clase "B", de conformidad con la sección 15 de las normas de FCC. Dichos límites se han creado para proporcionar una protección razonable contra interferencias perjudiciales. Este equipo genera, usa y puede emitir energía de radiofrecuencia y, en caso de no instalarse y usarse siguiendo las indicaciones del manual de instrucciones, puede originar interferencias perjudiciales en las comunicaciones por radio. Es probable que el manejo de este equipo en un área residencial pueda originar interferencias perjudiciales. Si se da el caso, el usuario será responsable de corregir la interferencia corriendo con los gastos por cuenta propia.

## GARANTÍA

3D Systems garantiza que la impresora 3D CubeX no presentará defectos de materiales ni de mano de obra durante el periodo de vigencia de la garantía, siempre y cuando se utilice en las condiciones normales que se describen en la documentación adjunta, incluyendo la guía de usuario. 3D Systems reparará o sustituirá la impresora 3D CubeX, si procede, para que no presente defectos durante el periodo de garantía. La garantía no cubre (i) piezas expansibles o consumibles (tales como cartuchos de materiales), (ii) reparaciones durante el periodo de garantía ocasionadas por un uso incorrecto o por condiciones anormales (tales como aglomeraciones, inundaciones, negligencia o uso indebido por parte de cualquier persona exceptuando los empleados de 3D Systems o sus proveedores de servicio autorizados), y (iii) reparaciones que se puedan necesitar durante el periodo de garantía ocasionadas por el uso de materiales no integrados, aprobados o sin licencia, en la impresora 3D CubeX. El periodo de garantía para la impresora 3D CubeX será de (i) noventa (90) días y comenzará su vigencia el día en que la impresora 3D CubeX se active o (ii) de 24 meses tras el envío de la impresora 3D CubeX por parte de 3D Systems con destino al cliente final o a un intermediario. Para aquellos consumidores que puedan acogerse a las leyes o normativas sobre protección del consumidor en sus países de residencia, los beneficios de la garantía de noventa (90) días son complementarios y operan simultáneamente con los derechos y medidas de amparo que concedan tales leyes y normativas, incluyendo pero sin limitarse a esos derechos complementarios.

ESTA GARANTÍA ES LA ÚNICA QUE SE OFRECE PARA LA IMPRESORA 3D CUBEX. HASTA EL MÁXIMO GRADO PERMITIDO POR LA LEY, 3D SYSTEMS RECHAZA EXPRESAMENTE CUALQUIER OTRA GARANTÍA PARA LA IMPRESORA 3D CUBEX Y PARA CADA UNO DE SUS COMPONENTES, TANTO SI DICHAS GARANTÍAS SON EXPLÍCITAS, IMPLÍCITAS O REGLAMENTARIAS, INCLUIDAS LAS GARANTÍAS DE COMERCIALIZACIÓN Y ADECUACIÓN PARA FINES ESPECÍFICOS.

## LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

3D SYSTEMS NO SERÁ RESPONSABLE DE DAÑOS CONSECUENTES, EJEMPLARES O INCIDENTALES (TALES COMO PÉRDIDA DE BENEFICIOS O DE TIEMPO) SIN IMPORTAR LA RAZÓN QUE LOS CAUSE. BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA LA RESPONSABILIDAD Y/O LAS OBLIGACIONES DE 3D SYSTEMS QUE PROCEDAN DE LA COMPRA, ARRENDAMIENTO, LICENCIA Y/O USO DEL EQUIPO POR PARTE DEL USUARIO U OTROS EXCEDERÁ EL PRECIO DE COMPRA DE UNA IMPRESORA 3D CUBEX.

# INFORMACIÓN IMPORTANTE SOBRE SEGURIDAD

## SÍMBOLOS DE SEGURIDAD Y DEFINICIONES



**Peligro de superficie caliente:** Una superficie caliente se encuentra cerca de esta señal o en la impresora; evite el contacto con esta. Las superficies calientes pueden causar quemaduras graves.



**Precaución:** Indica que algo puede ocurrir y causar una pérdida de datos, daños al equipo o lesiones.



**Precaución:** Indica un peligro de punto de pellizco que podría causar lesiones a una persona.

---

## PAUTAS DE SEGURIDAD

- Siga todas las normas de seguridad de esta sección y esté atento a todas las precauciones y advertencias en esta guía.
- No modifique ninguna medida de seguridad ni realice modificaciones a la impresora CubeX. Hacerlo está prohibido y anula la garantía.
- El uso de materiales de impresión o de piezas impresas en 3D que no sean componentes auténticos de 3D Systems puede anular la garantía.
- Se requiere la supervisión de un adulto; observe a los niños de cerca e intervenga siempre que sea necesario para prevenir cualquier posible problema de seguridad y garantizar el uso adecuado de la impresora CubeX. Asegúrese de que las piezas pequeñas impresas en 3D no estén al alcance de niños pequeños. Estas piezas impresas en 3D representan un posible peligro de asfixia para los niños pequeños.
- Cuando la impresora CubeX está funcionando, la punta del dosificador de material (cabezal de impresión) se calienta; evite tocar esta área hasta que se haya enfriado.

# CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE LA IMPRESORA 3D CUBEX

Para crear el modelo de pieza, la impresora 3D CubeX tira de los filamentos del cartucho a través de los chorros de impresión pasando por los tubos de conducción. A continuación, el filamento es inyectado a través del cabezal del chorro de impresión en forma de hilo delgado de plástico fundido. El plato de impresión coordina el movimiento del chorro de impresión. El nivel del plato baja gradualmente una vez que cada capa ha sido depositada para así poder extender otra capa encima de la última e ir construyendo la pieza.

## PROPIEDADES DE LA IMPRESORA 3D CUBEX

- Tecnología de impresión por chorro de plástico
- Aloja hasta tres chorros de impresión para impresiones con colores y materiales múltiples
- Elija entre plástico ABS o PLA, ambos reciclables
- Imprima objetos de hasta 275 x 265 x 240 mm (10.75" x 10.5" x 9.5")
- Carga fácil del cartucho de impresión
- Soportes totalmente automatizados: Puede desprender soportes de ABS y PLA; los soportes de PLA pueden retirarse utilizando un Tanque ultrasónico de retirada de soportes (Ultrasonic Support Removal Tank) que puede encontrar en [Cubify.com/cubex/store\\_parts.aspx](http://Cubify.com/cubex/store_parts.aspx)

## MATERIALES DE IMPRESIÓN

La impresora CubeX puede usar dos tipos diferentes de materiales de impresión: PLA y ABS. Cada uno de los materiales ofrece sus propias ventajas y usted puede decidir cuál usar dependiendo de las características de su pieza.

|            |  |
|------------|--|
| <b>PLA</b> | <p>Es un plástico duro que tiene un bajo impacto en el medio ambiente. Se deriva de recursos renovables con base de almidón.</p> <p>Recomendamos el uso de PLA para la impresión de piezas de gran tamaño en la impresora CubeX, ya que es un material de impresión más estable.</p> <p>PLA es el material de apoyo óptimo para piezas industriales de ABS. PLA se disuelve totalmente en soluciones de soda cáustica compatibles con los tanques ultrasónicos. (Para obtener más información, véase la página 37)</p> |
| <b>ABS</b> | <p>Es un tipo de plástico muy conocido por su resistencia y sus propiedades en la industria.</p> <p>Como material de construcción, el plástico ABS es adecuado para crear piezas pequeñas y grandes.</p> <p>El plástico ABS es un excelente material de soporte para piezas de gran tamaño construidas con PLA.</p>  |

## OPCIONES DE COLOR DE MATERIALES

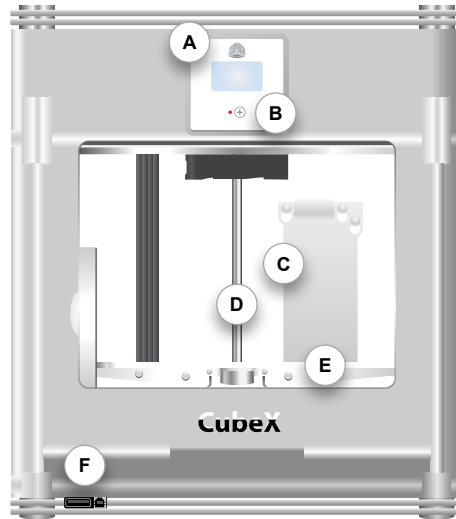


\* El natural solo está disponible en los plásticos PLA, no en los ABS.

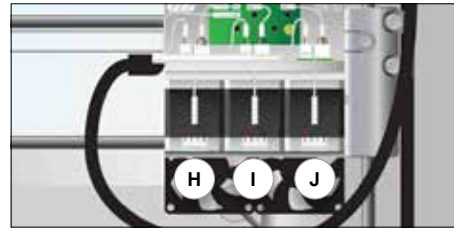
## DE UN VISTAZO

Conozca su impresora 3D CubeX antes de empezar a imprimir. En esta sección se detallan las áreas que se explicarán más adelante en esta guía.

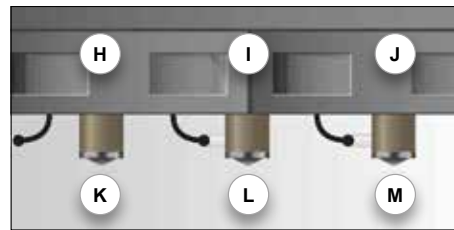
La impresora CubeX Duo se muestra solo con fines ilustrativos. Las zonas vitales de las impresoras son las mismas en el modelo CubeX que en CubeX Trio.



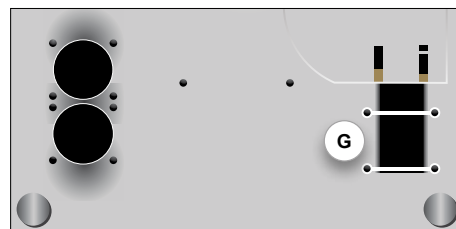
Frente



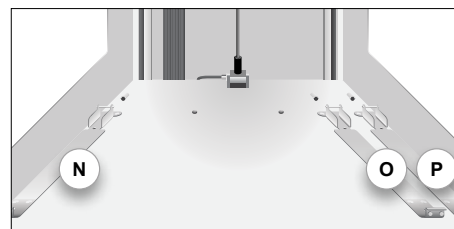
Debajo de la cubierta



Área superior, interior de la impresora



Fondo



Área inferior, dentro de la impresora

- A** Pantalla táctil
- B** Botón de función
- C** Placa de limpieza del chorro
- D** Eje-Z
- E** Placa de impresión y Plato de impresión
- F** Puerto USB para la memoria y puerto de conexión de la computadora
- G** Enchufe
- H** Chorro de impresión 1
- I** Chorro de impresión 2
- J** Chorro de impresión 3
- K** Cabezal del chorro de impresión 1
- L** Cabezal del chorro de impresión 2
- M** Cabezal del chorro de impresión 3
- N** Compartimento del cartucho de material 1 (para chorro de impresión 1)
- O** Compartimento del cartucho de material 2 (para chorro de impresión 2)
- P** Compartimento del cartucho de material 3 (para chorro de impresión 3)

## REQUISITOS DE LA IMPRESORA CUBEX

### Peso y medidas:

- 515 mm (ancho) x 515 mm (largo) x 598 mm (alto) (20 1/4" x 20 1/4" x 23 1/2" pulgadas)
- 36 kg (79 lb)
- 37 kg (81.5 lb) *Duo*
- 38 kg (84 lb) *Trio*

Requisitos mínimos de hardware (una computadora con estos requisitos mínimos será necesaria para ejecutar el software):

- Procesador: Procesador multi core con velocidad de 2 GHz o mayor por core
- Sistema de memoria RAM: 2 GB
- Resolución de pantalla: 1024 x 768

### Requisitos de la computadora:

- Microsoft® Windows® 7
- Microsoft® Windows® XP (SP3 o superior)
- Microsoft® Windows® 8

### Software:

- Software de Cliente de CubeX, disponible en [Cubify.com](http://Cubify.com)

### Requisitos eléctricos:

- 110-240 VCA

Almacenamiento de material (aunque todos los polímeros se degradan con el paso del tiempo, las siguientes recomendaciones permitirán mantener la alta calidad del material):

- Desembalar el material solo cuando se necesite
- Almacenar el material a 10-30 °C
- Usar dentro de los doce meses siguientes de la recepción

## DESEMBALAR E INSTALAR LA IMPRESORA CUBEX

### ¿QUÉ SE INCLUYE?



Impresora CubeX



Cartucho de materiales



CubeStick (x2)



Placa de impresión



Placa de limpieza del chorro



Cable de alimentación



Caja de herramientas



Memoria USB



Tenacillas



Alicates de punta de aguja



Llave inglesa



Limpiador de la placa de impresión (espátula)



Destornilladores hexagonales (x3)



Papel de lija



Llave allen



Broca

## DESEMBALAR LA IMPRESORA CUBEX

1. Abra la caja y retire la tapa superior de plástico ubicada entre dos capas de espuma. Reserve las piezas de espuma para un futuro reembalaje. (Fig. 1)



Fig. 1

2. Entre dos personas, saque la impresora CubeX de su embalaje tirando de la estructura metálica **frontal** y **posterior** de la impresora. NO la saque tirando de la parte de plástico porque puede dañarla. Coloque la impresora CubeX en una mesa. (Fig. 2)

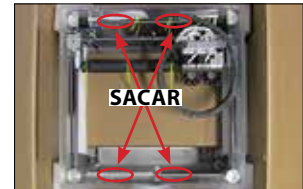


Fig. 2

3. Las esquinas de espuma caerán por sí mismas cuando la impresora haya salido del embalaje de cartón. Retire los laterales acolchados. De cada lado, deslice la caja de accesorios/herramientas para sacarla de la impresora. (Fig. 3)



Fig. 3

4. La caja de accesorios/herramientas contiene: una caja de herramientas (A), placa de limpieza del chorro (B), 1 a 3 cartuchos de impresión, dependiendo de la pieza (D) y una placa de impresión (E). (Fig. 4)

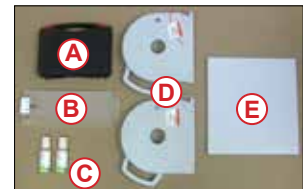


Fig. 4

5. Coloque la placa de impresión, con la cara de color blanco hacia arriba, en la plataforma de impresión haciendo coincidir los anclajes de la parte inferior de la placa con sus correspondientes orificios ubicados en la parte superior de la plataforma. (Fig. 5)



Fig. 5

6. Corte todas las tiras amarillas del chorro de impresión y de los tubos de espuma. (Fig. 6)

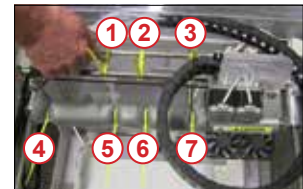


Fig. 6

7. Saque toda la espuma de los tubos. Deslice el cabezal de impresión hacia la izquierda. (Fig. 7)

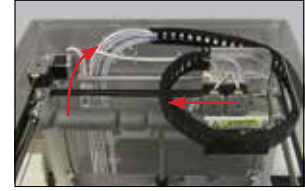


Fig. 7

8. Retire la protección de plástico transparente del Eje-Z desatornillando los 4 tornillos de sujeción. (Fig. 8)



Fig. 8

9. Retire la protección de plástico transparente una vez retirados todos los tornillos. Reserve la protección y los tornillos para un futuro reembalaje. (Fig. 9)



Fig. 9

10. Incline la parte frontal de la impresora para enchufar el cable de alimentación. El cable está embalado en un sobre manila y el enchufe en la parte de atrás de la impresora CubeX. (Fig. 10)



Fig. 10

11. Pulse el botón de encendido ubicado debajo de la pantalla LED para encender la impresora CubeX. El LED del panel de control debe encenderse para indicar que la impresora está encendida. Retire la etiqueta de "Advertencia" de la pantalla táctil. (Fig. 11)



Fig. 11

12. Pulse el botón de Control y aparecerá la pantalla de Activación de la impresora CubeX. Tendrá que registrar y activar la impresora CubeX para desbloquearla. (Fig. 12)

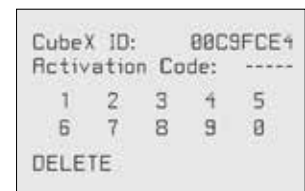


Fig. 12

## ACTIVAR LA IMPRESORA CUBEX Y VINCULARLA A UNA CUENTA DE CUBIFY

Crear una cuenta en [Cubify.com](http://Cubify.com) es fácil y le permitirá acceder a fantásticos diseños y colecciones que impulsan e inspiran su creatividad.

- Para crear una cuenta, escriba [Cubify.com](http://Cubify.com) en su buscador y haga clic en [Sign Up \(Registrarse\)](#) para abrir el formulario de registro. Si ya tiene una cuenta, haga clic en [Log In \(Entrar\)](#) y escriba su nombre de usuario y contraseña. (Fig. 13)



Fig. 13

- En [My Cubify \(Mi Cubify\)](#) desplácese hacia abajo en el menú y haga clic en [Activate my CubeX \(Activar mi CubeX\)](#). (Fig. 14)



Fig. 14

- Escriba el NÚMERO DE SERIE; el número de serie se encuentra en la cara interior del lado posterior y en la parte de atrás del armazón de la impresora CubeX. (Fig. 15)
- Escriba el número de identificación de la impresora CubeX; este número se encuentra en la esquina superior derecha de la pantalla táctil de la impresora CubeX. Haga clic en [ACTIVATE \(ACTIVAR\)](#). (Fig. 15)



Fig. 15

- ¡Felicitaciones!, su impresora CubeX ya está activada en [Cubify.com](http://Cubify.com). Para desbloquear su impresora CubeX, necesitará los cuatro dígitos del Código de Activación que aparecen en la pantalla. (Fig. 16) Asimismo, recibirá un correo electrónico con su Código de Activación. Haga clic en el menú desplegable de [Marketplace \(Mercado\)](#) y haga clic en [Free Files \(Archivos gratuitos\)](#). Descargue los archivos de creación gratuitos a su memoria USB o guárdelos en su computadora.
- Introduzca el Código de Activación en la impresora CubeX utilizando los números que aparecen en la pantalla táctil y marque la casilla de verificación (Fig. 17); su impresora CubeX ahora ya está desbloqueada. Tome nota de su código de activación ya que lo podrá necesitar en el futuro. Haga clic de nuevo en la casilla de verificación para volver al menú de la pantalla táctil.



Fig. 16

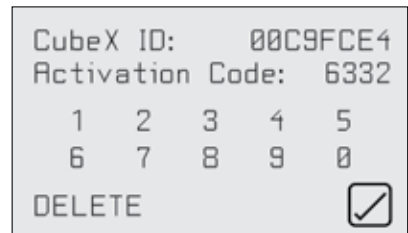


Fig. 17



## RETIRAR EL RESTO DE MATERIALES DE EMBALAJE

1. Usando las flechas hacia la izquierda/derecha que aparecen en la pantalla táctil, dirijase al menú MOVE (MOVER). (Fig. 18)



Fig. 18

2. Usando la flecha hacia arriba, desplace la placa de impresión hacia arriba lo suficiente para poder retirar la espuma. Retire la almohadilla de espuma que se encuentra debajo de la placa de impresión. (Fig. 19)



Fig. 19

3. Desplace la placa de impresión hacia abajo lo más posible para instalar la placa de limpieza del chorro. (Fig. 20)



Fig. 20

4. Para instalarla, gírela de forma que el resorte del extremo mire hacia el frente. (Fig. 21)

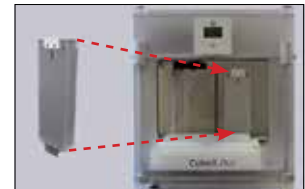


Fig. 21

5. Inserte la pestaña inferior de la placa de limpieza en la ranura que se encuentra delante del tornillo de ajuste naranja ubicado en la parte de abajo de la unidad. (Fig. 22)



Fig. 22

6. Alinee los orificios superiores en la placa de limpieza con los que se encuentran bajo el lado izquierdo de las barras de impresión. Encaje por completo la placa de limpieza en los orificios hasta que encaje perfectamente. (Fig. 23)

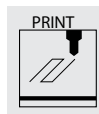


Fig. 23

## PRESENTACIÓN DEL MENÚ PRINCIPAL DE LA IMPRESORA CUBEX



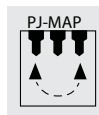
**TOUCHSCREEN (PANTALLA TÁCTIL)** Pulse la pantalla táctil para dirigirse hacia los menús principales utilizando las flechas que aparecen en las esquinas inferiores de la pantalla táctil. Para volver a la pantalla táctil, pulse el botón de control.



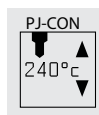
**PRINT (IMPRIMIR)** Vea los archivos .cubex guardados en la memoria extraíble y seleccione un archivo .cubex para imprimir.



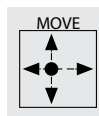
**INFO (INFORMACIÓN)** Informa sobre el estado de los cartuchos de materiales y sobre el estado de impresión durante el proceso de impresión.



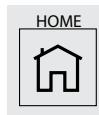
**PJ-MAP** Le permite revisar los chorros de impresión.



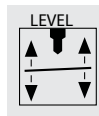
**PJ-CON** Le permite eyectar manualmente los chorros de impresión, proporcionándole el control sobre la temperatura y las RPM.



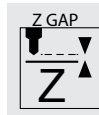
**MOVE (MOVER)** Mueve manualmente el cartucho del chorro de impresión hacia las direcciones X, Y y Z.



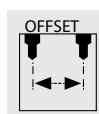
**HOME (INICIO)** Envía el cartucho del chorro de impresión a su posición inicial ubicada en la esquina posterior izquierda de la impresora.



**LEVEL (NIVELACIÓN)** Nivelada la placa de impresión en relación con los cabezales de impresión.



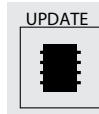
**Z-GAP (ESPACIO-Z)** Establece la distancia entre la placa de impresión y los cabezales de impresión durante el proceso de impresión de la primera capa.



**OFFSET (INCLINACIÓN)** Establece la distancia relativa entre cada cabezal de impresión.



No use el menú de offsets a menos que se le aconseje hacerlo desde el servicio de asistencia de Cubify, ya que realizar cambios en los offsets puede afectar la calidad de las impresiones con materiales múltiples.



**UPDATE (ACTUALIZAR)** Se usa para actualizar el firmware de la impresora CubeX.

## INSTALACIÓN DE LA PLACA DE IMPRESIÓN

1. Desplácese hasta la pantalla de la función "MOVE" (MOVER) ubicada en el panel de control de la impresora CubeX. (Fig. 23)

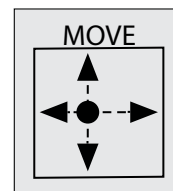


Fig. 23

2. Utilice las flechas Arriba y Abajo que aparecen en la parte derecha de la pantalla y desplace el plato de impresión de aluminio hasta su posición más baja. (Fig. 24)

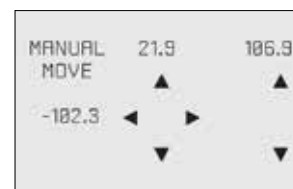


Fig. 24

3. Para instalar la placa de impresión, alinee la pata de aluminio con la ranura frontal de la base del plato de impresión. (Fig. 25)
4. Coloque la placa de impresión en la posición correcta. Cuando está instalada correctamente, el imán la sujetará para mantenerla en su posición. Asegúrese de que la placa de impresión está completamente sujeta. (Fig. 25)

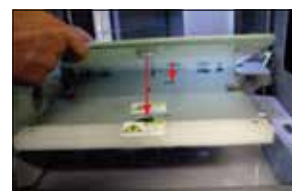


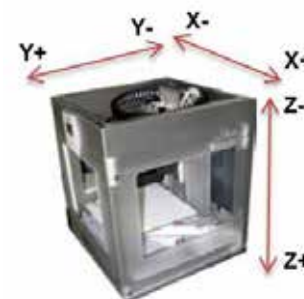
Fig. 25

## COMPROBAR LOS EJES X, Y, Z

Es posible que durante el transporte los ejes X, Y y Z de la impresora CubeX se hayan desalineado. Antes de comenzar su primera pieza, verifique que los ejes X, Y y Z están alineados.

### Movimientos de los ejes X, Y y Z:

- Eje X: El chorro de impresión se mueve de delante hacia atrás y de detrás hacia adelante.
- Eje Y: El chorro de impresión se mueve de izquierda a derecha y de derecha a izquierda.
- Eje Z: El chorro de impresión se mueve de arriba a abajo; de abajo a arriba.



**PRECAUCIÓN: Mueva siempre el plato de impresión (eje Z) en primer lugar para evitar la colisión con los cabezales del chorro de impresión. Al mover el chorro de impresión (ejes X e Y), asegúrese de que no se aparta demasiado de los interruptores externos (situados en la parte izquierda trasera) ya que puede provocar una colisión con el armazón de la impresora. Un exceso de colisiones puede ocasionar daños a la impresora.**

1. Diríjase al menú LEVEL (NIVELACIÓN) y selección. (Fig. 26) Pulse las posiciones de sentido de las agujas del reloj y de sentido contrario a las agujas del reloj y observe si el cabezal del chorro de impresión se mueve alrededor del costado de la placa de impresión. (Fig. 27)
2. Tras comprobar que todos los ejes funcionan correctamente, utilice el botón de control para volver al menú principal. Si se necesitan ajustes en el plato de impresión o en los cabezales del chorro de impresión, véase la sección "Mantenimiento de la impresora CubeX": Nivelación del plato de impresión".

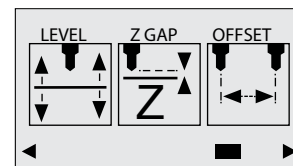


Fig. 26

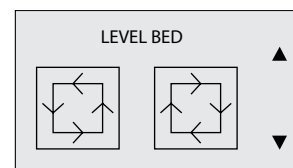


Fig. 27

## COMPROBAR EL ESPACIO Z ENTRE EL CABEZAL DEL CHORRO DE IMPRESIÓN Y LA PLACA DE IMPRESIÓN



**PRECAUCIÓN:** No acerque el cabezal del chorro de impresión de forma exagerada a la placa de impresión. De hacerlo así, podría dañar el chorro de impresión.

**NOTA:** Si su impresora CubeX cuenta con más de un chorro de impresión, use el primero para ajustar la distancia.

1. Diríjase a “Z GAP” (ESPACIO Z) utilizando las flechas que aparecen en la pantalla táctil. Seleccione Z GAP y utilizando las flechas “Up/Down” (Arriba /Abajo), eleve la placa de impresión hasta que toque levemente el cabezal del chorro

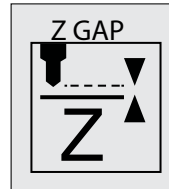


Fig. 28

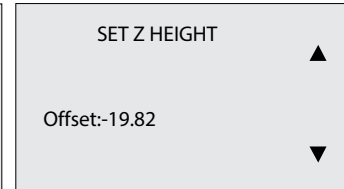


Fig. 29

de impresión. (Fig. 28 y 29)

2. Utilizando la flecha “Down” (Abajo), baje la placa de impresión a 0.1 del cabezal del chorro de impresión. Haga clic en el botón de Control y en la siguiente pantalla podrá guardar el ajuste. Haga clic en la marca de verificación para guardarlo o en X para cancelarlo. (Fig. 30)



Fig. 30

## INSTALAR EL CARTUCHO DE MATERIALES

**NOTA:** Las funciones REPLACE (SUSTITUCIÓN) lo guiarán durante el proceso de instalación del cartucho de materiales.

1. Pulse REPLACE (SUSTITUCIÓN) en la pantalla táctil y seleccione el compartimento en el que va a instalar el cartucho. El chorro de impresión 1 representa el compartimento 1, el chorro de impresión 2 representa el compartimento 2, el chorro de impresión 3 representa el compartimento 3. Pulse “Next” (Siguiete) en la pantalla táctil y el mensaje “Heating Print Jet Pease Wait...” (Calentando el chorro de impresión, por favor, espere...) aparecerá en el panel de control. (Fig. 31)



Fig. 31

2. Si la cubierta superior está sobre la impresora CubeX, retírela levantándola. (Fig. 32)



Fig. 32

3. Retire el tornillo manual del nuevo cartucho y resérvelo para utilizarlo cuando guarde el cartucho usado que aún contiene material dentro. Esto evitará que se desenrede el material cuando se vaya a guardar. (Fig. 33)



Fig. 33

4. Saque 300 mm (11”) de material del nuevo cartucho.
5. Corte 50 mm (1.5”) del extremo del filamento. (Fig. 34)



Fig. 34

6. Ensarte el filamento bajo el cabezal de la barra del cartucho y en el tubo de alimentación. (Fig. 35)



Fig. 35

7. Inserte el nuevo cartucho desde el costado de la impresora CubeX en el compartimento de cartuchos. (Fig. 36)



Fig. 36

8. Empuje el filamento entre la parte frontal del cartucho y el ojal, a través del tubo de alimentación y hasta el chorro de impresión. (Fig. 37)



Fig. 37

9. Cuando el material se eyecte desde el cabezal del chorro de impresión, la siguiente pantalla le preguntará si desea sustituir otro cartucho. Si lo va a sustituir o a añadir, seleccione el cartucho de material del chorro de impresión que desea sustituir y repita las instrucciones de "INSTALACIÓN DE CARTUCHOS DE MATERIALES". (Fig. 38)



Fig. 38

**NOTA: Se han llevado a cabo impresiones de prueba en la impresora CubeX antes de salir de fábrica. Se ha podido usar diferentes materiales y/o colores para esas pruebas y pueden quedar pequeñas cantidades de ese material de prueba en el chorro de impresión. Por lo tanto, cuando el material se eyecte por primera vez, el color puede ser diferente hasta que el material de la prueba se eyecte por completo desde el chorro de impresión y su elección de color de material se hará visible durante este proceso.**

10. Una vez instalado el cartucho, pulse "Next" (Siguiente) en la pantalla táctil. El mensaje "Would you like to load a new Print Jet" (¿Desea cargar otro chorro de impresión?) aparecerá en la pantalla táctil. Si desea añadir otro cartucho, seleccione la casilla de verificación y repita los pasos 1 a 9. En caso contrario, seleccione X para volver al menú principal.

## SUSTITUIR UN CARTUCHO DE MATERIALES

**NOTA: Las funciones REPLACE (SUSTITUCIÓN) lo guiarán durante el proceso de instalación del cartucho de materiales.**

1. Pulse REPLACE (SUSTITUCIÓN) en la pantalla táctil y seleccione el compartimento en el que va a instalar el cartucho. El chorro de impresión 1 representa el compartimento 1, el chorro de impresión 2 representa el compartimento 2, el chorro de impresión 3 representa el compartimento 3. Pulse "Next" (Siguiente) en la pantalla táctil y el mensaje "Heating Print Jet Please Wait..." (Calentando el chorro de impresión, por favor, espere...) aparecerá en el panel de control. (Fig. 39)
2. Una vez que el chorro de impresión se ha calentado, aparecerá el siguiente mensaje indicándole que tire suavemente del filamento del tubo de alimentación (Gently Pull Filament From Feed Tube). Tire suavemente del filamento entre la parte frontal del cartucho y el ojal tal y como se muestra. Pulse "Next" (Siguiente) en la pantalla táctil. (Fig. 40)



Fig. 39



Fig. 40

3. El mensaje "Install Thumbscrew into Cartridge" (Instale el tornillo manual en el cartucho) aparecerá. Si se está sustituyendo un cartucho, asegúrese de que el tornillo manual esté instalado en el cartucho si lo va a guardar. (Fig. 41)



Fig. 41

4. Pulse "Next" (Siguiente) en la pantalla táctil. El mensaje "Would you like to load a new Print Jet" (¿Desea cargar otro chorro de impresión?) aparecerá en la pantalla táctil. Seleccione la casilla de verificación y vea INSTALACIÓN DEL CARTUCHO DE MATERIALES para instalar un nuevo cartucho.

## CREAR UNA PRUEBA DE IMPRESIÓN



**POR FAVOR, ASEGÚRESE DE HABER SEGUIDO TODAS LAS INSTRUCCIONES DE MONTAJE DE LA IMPRESORA CUBEX ANTES DE PROCEDER A IMPRIMIR. DE NO HACERLO ASÍ, PODRÍA OCASIONAR DAÑOS A LA IMPRESORA CUBEX.**

Imprima una prueba de impresión utilizando uno de los archivos que ha descargado de Cubify.com para asegurarse de que su impresora funciona correctamente.

1. Inserte la memoria extraíble USB que contiene el archivo .CUBEX (archivos de piezas) en el puerto USB de la impresora CubeX. (Fig. 42)



Fig. 42

2. Utilice el pegamento Magic CubeX para cubrir la placa de impresión con una capa de pegamento. Ponga el tubo de pegamento Magic CubeX boca abajo para que el pegamento salga por la boquilla. (Fig. 43)
3. Retire la placa de impresión del plato de impresión y aplique tres capas de pegamento Magic CubeX con un movimiento circular lento. Si la pieza es grande, asegúrese de que el pegamento cubra la superficie de la placa de impresión sobre la cual se va a imprimir la pieza. Si es una pieza pequeña, cubra el centro de la placa de impresión con el pegamento. Coloque la placa de impresión en el plato. (Fig. 44)



Fig. 43



Fig. 44

4. Seleccione la opción "Print" (imprimir) del menú principal. (Fig. 45)
5. Utilizando las flechas que aparecen en la parte inferior de la pantalla, diríjase al archivo .CUBEX que desee imprimir y pulse en el nombre. La pieza comenzará a imprimirse. (Fig. 46)



Fig. 45



Fig. 46

**NOTA:** Tras finalizar la impresión de la pieza, véase la sección "Terminar una pieza" de esta guía para ver las instrucciones sobre cómo retirar la pieza de la placa de impresión.

## INSTALAR EL SOFTWARE DE CUBIFY INVENT

Su código de licencia de Cubify Invent está en la tarjeta “Your Cubify Invent” que se encuentra en el kit de instrumentos de Cubify. La memoria USB se encuentra también en el kit de instrumentos.

1. Inserte el USB que viene con la impresora CubeX en su computadora y haga clic en “Cubify\_Invent.exe” para descargar el software. (Fig. 47)



Fig. 47

2. Siga las instrucciones. (Fig. 48)



Fig. 48

3. Una vez concluida la instalación, abra Cubify Invent y haga clic en “Enter License Key” (“Introducir clave de licencia”). La clave se encuentra en la tarjeta de instalación (en el kit de instrumentos). (Fig. 49)
4. Introduzca la clave de la licencia en el campo destinado para ello y seleccione “Finish” (Terminar). (Fig. 50)



Fig. 49



Fig. 50

5. ¡Felicitaciones! Ahora tiene acceso a Cubify Invent.

## DESCARGAR E INSTALAR EL SOFTWARE DE LA IMPRESORA CUBEX

Ir a [Cubify.com/cubex/index.aspx](http://Cubify.com/cubex/index.aspx) y hacer clic en **DOWNLOAD SOFTWARE FOR WINDOWS (DESCARGAR SOFTWARE PARA WINDOWS)** en la memoria extraíble USB o guardarlo en la computadora. (Fig. 51)

1. Vaya al directorio en el que descargó el software de la impresora CubeX y descomprima la carpeta del software de la impresora CubeX.



Fig. 51

2. Ejecute el archivo de instalación de la impresora CubeX. (Fig. 52)



Fig. 52

3. Siga las indicaciones del asistente de instalación. (Fig. 53)



Fig. 53

4. Seleccione un destino para la instalación. (Fig. 54)



Fig. 54

5. Haga clic para comenzar la instalación. Aparecerá el mensaje "if you want to let the CubeX software make changes to your computer" (si permite que el software de CubeX haga cambios en su computadora), seleccione "yes" (sí). (Fig. 55 y 56)



Fig. 55



Fig. 56

6. La instalación ha finalizado y usted puede abrir el software de la impresora CubeX desde el icono ubicado en su escritorio. (Fig. 57)



Fig. 57

## PRESENTACIÓN DEL SOFTWARE DE LA IMPRESORA CUBEX

- El software de la impresora CubeX se utiliza para crear archivos .cubex que usará su impresora para imprimir sus piezas. El software le permite orientar, escalar, redimensionar y girar las piezas antes de proceder a la impresión. (Fig. 58)



Fig. 58

- Cuando abra el software de la impresora CubeX por primera vez, recibirá un mensaje de saludo en el que se le pedirá que configure el software de la impresora CubeX. (Fig. 59)



Fig. 59




- Una vez que la ventana de configuración de la impresora se abra, seleccione el número de "Print Jets" (chorros de impresión) que están instalados y los tipos de material que están cargados en los chorros de impresión. Haga clic en "OK" (Aceptar) para guardar los ajustes. (Fig. 60)



Fig. 60

## INTERFAZ DEL USUARIO DEL SOFTWARE DE LA IMPRESORA CUBEX

### PESTAÑA DE INICIO (HOME)

|  |  |  |
|---|--|--|
| STL FILE (ARCHIVO STL)  | Open (Abrir)   | Abre un archivo .stl   |
|   | Open Model Assembly (Abrir conjunto de piezas)   | Abre un conjunto de piezas múltiples en los archivos .stl                        |
|   | Close (Cerrar)   | Cierra el archivo .stl abierto   |
|   | Save As (Guardar como)   | Guarda el archivo .stl que está abierto ahora                                    |
|   | Auto Place (Auto posicionamiento)  | Coloca automáticamente los archivos .stl que ya se han abierto                   |
|   | Single Shell (Carcasa simple)  | Si se selecciona, seleccionará automáticamente todas las piezas como una carcasa |
| PRINT FILE (ARCHIVO DE IMPRESIÓN)   | Open (Abrir)   | Abre un archivo .cubex   |
|   | Close (Cerrar)   | Cierra el archivo .cubex abierto   |
|   | Save Print File (Guardar archivo de impresión)   | Guarda el archivo .cubex que está abierto ahora                                  |
| SCALE GEOMETRY (GEOMETRÍA DE ESCALAS)   | % Scale (% de escala)  | Escale su pieza antes de crear un archivo .cubex                                 |
|   | To mm (En mm)  | Cambie una pieza de pulgadas a mm  |
|   | To inches (A pulgadas)   | Cambie una pieza de mm a pulgadas  |
|   | Revert (Deshacer)  | Deshaga los cambios realizados al usar las opciones de geometría de escalas      |
| ROTATE GEOMETRY (GEOMETRÍA DE ROTACIÓN)   | X / Y / Z  | Gire la pieza en los ejes X, Y o Z   |
|   | Revert (Deshacer)  | Deshaga los cambios realizados al usar las opciones de geometría de rotación     |
| PICK SHELLS (ELEGIR CARCASAS)   | Seleccione qué chorros de impresión van a imprimir qué piezas. Las opciones disponibles pueden variar dependiendo del número de chorros de impresión activos y de los colores que contienen. |  |
| BUILD (CONSTRUIR)   | Abre la ventana de ajustes de construcción.  |  |

## PESTAÑA VER (VIEW)



|                                  |   |  |
|----------------------------------|---|--|
| ZOOM                             | Zoom In (Acercarse o agrandar)                      | Pulse para acercarse o agrandar  |
|                                  | Zoom Out (Alejarse)                                 | Pulse para alejarse o reducir el tamaño  |
| VIEW (VER)                       | Top View (Vista superior)                           | Pulse para ver la pieza desde arriba   |
|                                  | Front View (Vista frontal)                          | Pulse para ver la pieza desde el frente  |
|                                  | Left View (Vista lado izquierdo)                    | Pulse para ver la pieza desde el lado izquierdo  |
|                                  | Right View (Vista lado derecho)                     | Pulse para ver la pieza desde el lado derecho  |
| PRINT PATHS (RUTAS DE IMPRESIÓN) | Show Print Jet 1 (Muestra el chorro de impresión 1) | Alterna para mostrar las rutas de impresión para el chorro de impresión 1 en un archivo .cubex   |
|                                  | Show Print Jet 2 (Muestra el chorro de impresión 2) | Alterna para mostrar las rutas de impresión para el chorro de impresión 2 en un archivo .cubex   |
|                                  | Show Print Jet 3 (Muestra el chorro de impresión 3) | Alterna para mostrar las rutas de impresión para el chorro de impresión 3 en un archivo .cubex   |
|                                  | Show All Layers (Muestra todas las capas)           | Alterna para mostrar todas las capas o para mostrar las capas una a una. Desplácese por las capas utilizando la barra de desplazamiento que se encuentra abajo en el lado derecho de la ventana. |

## PESTAÑAS DE AJUSTES (SETTINGS)



|   |  |
|---|--|
| PRINTER CONFIGURATION (CONFIGURACIÓN DE LA IMPRESORA) | Abre la ventana de configuración de la impresora             |
| BUILD SETTINGS (AJUSTES DE CONSTRUCCIÓN)              | Abre la ventana de ajustes de la construcción.               |
| FIRMWARE UPDATE (ACTUALIZACIÓN DE FIRMWARE)           | Se usa para actualizar el firmware de la impresora 3D CubeX. |

# PREPARACIÓN DE ARCHIVOS DE PIEZAS E IMPRESIÓN DE PIEZAS



**ADVERTENCIA: EL CABEZAL DE IMPRESIÓN SE CALIENTA EXTREMADAMENTE DURANTE EL MONTAJE Y EL FUNCIONAMIENTO. NO TOQUE EL CABEZAL DE IMPRESIÓN.**



**NO CAMBIE EL CARTUCHO DE COLOR O EL TIPO DE MATERIAL DURANTE LA IMPRESIÓN; DE HACERLO ASÍ, PUEDE OCASIONAR DAÑOS A LA IMPRESORA CUBEX.**

## CÓMO ABRIR ARCHIVOS EN EL SOFTWARE DE LA IMPRESORA CUBEX

El software de la impresora CubeX tiene tres formas posibles de abrir archivos .stl. Un archivo de una sola pieza, archivos de múltiples piezas únicas en una misma placa de impresión y un archivo de conjunto de múltiples piezas.

- Un archivo de una sola pieza consiste en varios archivos .stl abiertos para una misma placa de impresión.
- Un archivo de múltiples piezas únicas consiste en varios archivos .stl abiertos para una misma placa de impresión, pero se pueden seleccionarse como una, dos o tres carcasas.
- Un archivo de conjunto de múltiples piezas consiste en múltiples archivos .stl diseñados para crear una sola pieza. Pueden ser considerados como una, dos o tres carcasas.

---

### ABRIR UN ARCHIVO DE UNA ÚNICA PIEZA

1. Haga clic en Open Model (Abrir modelo). (Fig. 61)



Fig. 61

2. Seleccione el archivo .stl o .creation y haga clic en Open (Abrir). (Fig. 62)

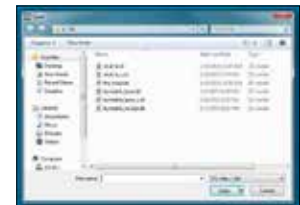


Fig. 62

3. El archivo aparecerá en el centro de la superficie en el software. (Fig. 63)



Fig. 63

4. Al imprimir con un solo material, asegúrese de que mantiene seleccionada la opción Keep Single Shell (Mantener carcasa única). (Fig. 64)



Fig. 64



- Abra la primera pieza del archivo de conjuntos .stl. Aparecerá una pantalla que le preguntará si desea añadir un conjunto nuevo. Si selecciona OK (Aceptar), volverá a la ventana del archivo abierto. (Fig. 73)



Fig. 73

- Continúe el proceso hasta que todos los archivos .stl estén abiertos. (Fig. 74)



Fig. 74

- Cuando todos los archivos .stl estén abiertos, haga clic en el botón de finalizar para completar el archivo del conjunto. Este archivo puede considerarse como un solo archivo .stl con múltiples carcasas. (Fig. 75)

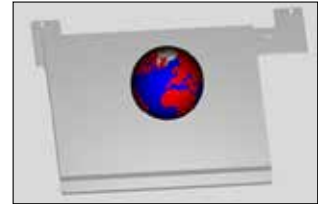


Fig. 75

### USO DE LA HERRAMIENTA DE SELECCIÓN DE CARCASAS

Esta herramienta se utiliza para seleccionar qué chorros de impresión imprimirán qué piezas de las que componen piezas de varios materiales o de múltiples piezas en una misma placa de impresión. Las opciones de color disponibles corresponderán a los colores de material que ha guardado en la configuración de su impresora. (Fig. 76)



Fig. 76

- Seleccione el color de carcasa que desea usar. (Fig. 77)



Fig. 77

- Sitúese en la carcasa que desee seleccionar. (Fig. 78)

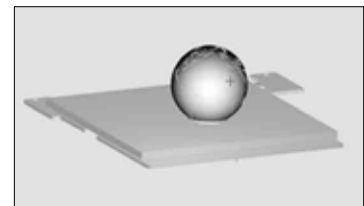


Fig. 78

3. Haga clic sobre el color de la carcasa. (Fig. 79)

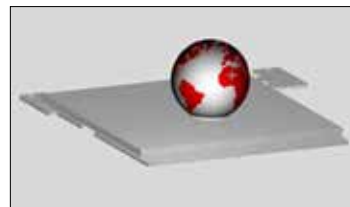


Fig. 79

4. Continúe este proceso hasta que las carcasas estén coloreadas a su gusto. (Fig. 80)

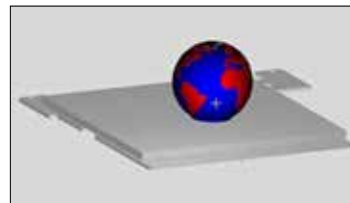


Fig. 80

5. Cuando haya terminado de usar la herramienta de selección de carcasas haga clic en el botón de finalizar (done). Algunas características del software pueden no estar disponibles cuando la herramienta de selección de carcasas está activa. (Fig. 81)



Fig. 81

### GIRAR UNA PIEZA

Utilice los botones de giro para girar la pieza en el eje deseado. El giro de la pieza será de 90° por defecto. Puede cambiar este ajuste si lo necesita. (Fig. 82)



Fig. 82

### ESCALAR UNA PIEZA

Puede escalar una pieza pulsando el botón de escalar. La escala de la pieza será del 50% por defecto. Puede cambiar este ajuste si lo necesita. También puede usar – para convertir en mm y + para convertir en pulgadas para escalar por unidad de conversión. (Fig. 83)



Fig. 83

### USAR EL SOFTWARE DE LA IMPRESORA CUBEX PARA CREAR UN ARCHIVO .CUBEX (Fig. 84)



Fig. 84

|  |  |
|--|--|
| BUILD STYLE PROFILE<br>(CONSTRUIR UN PERFIL DE ESTILO) | Esta opción puede usarse para seleccionar los ajustes de impresión guardados previamente. Para guardar los ajustes de impresión que está usando y poder seleccionarlos rápidamente en el futuro, pulse el botón save as (guardar como) y póngale un nombre al perfil.  |
| LAYER THICKNESS<br>(ESPESOR DE LAS CAPAS)              | Esta es la resolución con que las piezas se imprimirán. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>0.1 mm</b>: La mejor resolución de las impresoras 3D CubeX. Las piezas con este espesor de capas tardan más en imprimirse, pero ofrecen la mejor calidad.</li> <li>• <b>0.25 mm</b>: A medio camino entre 0.1 mm y</li> <li>• <b>0.5 mm</b>: Las piezas con este espesor se imprimen más rápidamente que las de 0.1, pero son ligeramente de menor calidad.</li> <li>• <b>0.5 mm</b>: La resolución más rápida de las impresoras 3D CubeX. Este espesor es de menor calidad que el de 0.1 mm y 0.25 mm pero tarda mucho menos tiempo en imprimirse.</li> </ul> |
| PART DENSITY<br>(DENSIDAD DE LAS PIEZAS)               | La cantidad de relleno sólido que contienen las piezas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hollow (Vacía)</b>: La pieza no contiene estructura interna.</li> <li>• <b>Delgada (Thin)</b>: La pieza contiene una pequeña cantidad de estructura interna que le sirve de soporte.</li> <li>• <b>Medium (Media)</b>: La pieza contiene una cantidad suficiente de estructura interna que la soporta.</li> <li>• <b>Heavy (Pesada)</b>: Una pieza pesada con una estructura interna fuerte.</li> </ul>  |
| RAFT MATERIAL<br>(MATERIAL DE LAS BASES)               | Use esta opción para seleccionar qué tipo de material va a utilizar para imprimir las bases o para seleccionar la opción "sin base". Recomendamos imprimir sin base, aunque las piezas más grandes pueden necesitarla.   |
| SUPPORT MATERIAL<br>(MATERIAL DE LOS SOPORTES)         | Use esta opción para seleccionar qué tipo de material va a utilizar para los soportes o para seleccionar la opción "sin soporte". Puede necesitar material de soporte para imprimir piezas que se proyectan a más de 50°. Antes de imprimir con soportes, intente girar su modelo en el software para ver si puede eliminar la parte que sobresale. Si no es posible, entonces puede necesitar soportes.   |
| SUPPORT TYPE (TIPOS DE SOPORTE)                        | Elija entre puntos y líneas para usar el material para soportes. Si no se selecciona ningún soporte, la impresión no se verá afectada.   |
| FINE DETAIL PRESERVATION<br>(ATENCIÓN AL DETALLE)      | Si habilita esta opción podrá preservar los detalles más precisos de su pieza, pero puede afectar la exactitud.  |
| PART MATERIAL<br>(MATERIALES DE LAS PIEZAS)            | Así como ocurre con la configuración de la impresora, esta opción indica al software qué materiales están cargados en qué chorros de impresión. Materiales de las piezas funciona de forma similar a Configuración de impresora (Printer Configuration), indicando al software qué materiales se ubican en qué chorros de impresión. Asegúrese de que los materiales seleccionados en Materiales de las piezas correspondan a los chorros de impresión en los cuales se ha colocado los materiales.  |
| BUILD (CONSTRUIR)                                      | Una vez que haya elegido todas sus preferencias, pulse el botón "Build" (Construir) para crear el archivo .cubex.  |

## GUARDAR UN ARCHIVO .CUBEX PARA IMPRIMIR

1. Haga clic en el botón "Save Print File" (Guardar archivo de impresión). (Fig. 85)

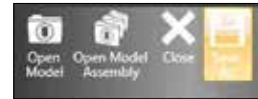


Fig. 85

2. Puede guardar su archivo en una memoria extraíble USB o en su computadora. Elija el destino en el que desea guardar el archivo .cubex, póngale un nombre adecuado y haga clic en "Save" (Guardar). Transfiera el archivo .cubex a su USB para proceder a la impresión o guárdelo en la memoria extraíble USB. (Fig. 86)



Fig. 86

## IMPRIMIR UNA PIEZA

1. Cuando la pieza esté lista para imprimir, inserte la memoria USB que contiene el archivo .cubex en el puerto USB de la impresora CubeX. (Fig. 87)



Fig. 87

2. Utilice el pegamento Magic CubeX para cubrir la placa de impresión con una capa de pegamento. Ponga el tubo de pegamento Magic Cubex boca abajo para que el pegamento salga por la boquilla. (Fig. 88)
3. Aplique tres capas de pegamento Magic CubeX con un movimiento circular lento. Si la pieza es grande, asegúrese de que el pegamento cubra la superficie de la placa de impresión sobre la cual se va a imprimir la pieza. Si es una pieza pequeña, cubra el centro de la placa de impresión con el pegamento. (Fig. 89)



Fig. 88



Fig. 89

4. Seleccione la opción "Print" (Imprimir) del menú principal. (Fig. 90)
5. Utilizando las flechas que aparecen en la parte inferior de la pantalla, diríjase al archivo .cubex que desee imprimir y pulse en su nombre. La pieza comenzará a imprimirse. (Fig. 91)



Fig. 90



Fig. 91



## TERMINAR UNA PIEZA

### RETIRAR SU PIEZA DE LA PLACA DE IMPRESIÓN



Antes de intentar retirar la pieza de la placa de impresión, asegúrese de que la impresora CubeX ha terminado de imprimir y de que la placa de impresión ha bajado hasta la base de la impresora CubeX.

1. Sujete la placa de impresión por los lados y tire hacia arriba para retirarla de la impresora CubeX.
2. Sumerja la placa de impresión y la base de la pieza en agua templada durante cinco minutos. (Fig. 92) Si no tiene la habilidad de sumergir la placa de impresión, colóquela en el fregadero y deje correr agua templada sobre la base de la pieza por unos cinco minutos.



Fig. 92

3. Utilizando la espátula (incluida en la caja de herramientas), retire con cuidado la pieza del cristal. (Fig. 93)



Fig. 93

4. Enjuague la pieza con agua caliente para asegurarse de que todo el pegamento Magic CubeX se ha eliminado completamente.
5. Para limpiar la placa de impresión, enjuague la placa con agua caliente para eliminar por completo cualquier resto de pegamento Magic CubeX.
6. Seque bien la placa de impresión antes de volverla a colocar en la impresora CubeX.

### RETIRAR LAS BASES

La base es la estructura plana de soporte que se adhiere a la pieza. Aunque recomendamos imprimir sin bases, algunas piezas grandes o complicadas pueden necesitar una. Si imprime con base, las siguientes instrucciones le ayudarán a retirarla:

|   |   |
|---|---|
| BASE ABS / PIEZA PLA - BASE PLA / PIEZA ABS | Las bases ABS pueden desprenderse de las piezas con PLA.  |
| BASE ABS / PIEZA ABS – BASE PLA / PIEZA PLA | Utilice alicates para retirar la mayor cantidad de base posible. A continuación, use un papel de lija de grano grueso para retirar la base restante y, seguidamente, use un papel de lija de grano fino mojado y seco para conseguir un acabado más suave y parejo. |

### RETIRAR LOS SOPORTES CON ALICATES

Utilice alicates para cortar la estructura de soportes de la pieza. Debe cortar los soportes en el punto en el que tocan la pieza.

## RETIRAR LOS SOPORTES CON EL TANQUE ULTRASÓNICO DE RETIRADA DE SOPORTES (se vende por separado)



**La soda cáustica puede producir quemaduras si no se usa adecuadamente.** Nunca manipule soda cáustica sin usar el equipo de protección personal (EPP) que se suministra: guantes, gafas y pinzas. Si la soda cáustica entra en contacto con la piel, enjuáguese de inmediato. Si la soda cáustica entra en contacto con los ojos, aplíquese colirio o un enjuague para los ojos de inmediato.

Nunca manipular la unidad sin agua en el tanque de limpieza. Puede ocasionar lesiones.

Nunca usar agua hirviendo. Puede ocasionar lesiones.

El tanque ultrasónico de retirada de soportes retira automáticamente materiales de soporte PLA de las piezas de ABS. El tanque utiliza uno de los dos métodos siguientes para retirar o reblandecer el material:

- Utilice una solución de soda cáustica en el tanque ultrasónico de retirada de soportes durante tres horas para disolver el material de PLA.
- Reblandezca el material de PLA para llevar a cabo la remoción manual rascando suavemente o sumergiéndolo en agua caliente durante 48 horas.

| MÉTODO        | VENTAJAS   | DESVENTAJAS   |
|---------------|--|---|
| Agua caliente | Evite el uso de corrosivos químicos  | El material de los soportes requiere de una ligera fuerza física para deshacerse.<br>El material de los soportes alojado en huecos inaccesibles puede permanecer en ellos si el usuario es incapaz de llegar a ellos.<br>El proceso es relativamente largo. |
| Soda cáustica | Extracción rápida.<br>El material de los soportes alojado en huecos inaccesibles puede disolverse sin fuerza física, siempre que la solución llegue al interior del hueco. | Requiere procedimientos que eviten riesgos de salud y seguridad.  |

### MÉTODO CON AGUA CALIENTE



**En este proceso se usa agua caliente (aproximadamente 80 °C). Lleve puesto todo el equipo de protección personal (EPP).**

**No manipule sin agua en el tanque de limpieza. Puede ocasionar lesiones.**

**Nunca use agua hirviendo. Puede ocasionar lesiones.**

1. Coloque la unidad en una superficie de trabajo plana y estable. No golpear o mover el tanque mientras se usa. Esto puede ocasionar que se salpiquen los componentes eléctricos.
2. Vierta 0.75 litros de agua en el tanque.
3. Introduzca las piezas que desee limpiar en el tanque.
4. Cierre la tapa, conéctelo a la corriente y pulse el botón de encendido del tanque.
5. Use los botones -5 y +5 para ajustar la temperatura. Para obtener mejores resultados, ajuste la temperatura a 80 °C.
6. Programe la alarma para que suene en 48 horas. No use el temporizador del tanque cuando esté usando el método con agua caliente. El temporizador está destinado para el uso del método con soda cáustica y solo funciona durante 180 minutos.
7. Una vez transcurridas 48 horas, retire la pieza del tanque utilizando las pinzas de plástico suministradas y póngalo inmediatamente bajo un chorro de agua fría durante uno o dos minutos.
8. Asegúrese de haber apagado el tanque ultrasónico de retirada de soportes.
9. Tras el enjuague de la pieza, el material de los soportes de PLA debería desprenderse con facilidad. Puede usar un cuchillo romo para rascar y retirar la pieza. Un enjuague adicional puede ayudar a eliminar fragmentos restantes de material de los soportes de la pieza.

## MÉTODO CON SODA CÁUSTICA



**La soda cáustica puede producir quemaduras si no se usa adecuadamente. Nunca manipule soda cáustica sin usar el equipo de protección personal (EPP) que se suministra: guantes, gafas y pinzas. Si la soda cáustica entra en contacto con la piel, enjuáguese de inmediato. Si la soda cáustica entra en contacto con los ojos, aplíquese colirio o un enjuague para los ojos de inmediato.**

**Nunca manipule la unidad sin agua en el tanque de limpieza. Puede ocasionar lesiones.**

**Nunca use agua hirviendo. Puede ocasionar lesiones.**

1. Coloque la unidad en una superficie de trabajo plana y estable. No golpear o mover el tanque mientras se usa. Esto puede ocasionar que se salpiquen los componentes eléctricos.
2. Vierta 0.75 litros de agua fría en el tanque. Al añadir la soda cáustica, esta creará una reacción exotérmica que elevará la temperatura de la solución.



**La soda cáustica es una sustancia peligrosa y puede ocasionar daños permanentes si entra en contacto con la piel o los ojos. El uso de equipo de protección personal es esencial. Nunca utilizar la soda cáustica sin usar los guantes que se suministran ni protección para los ojos. Asegúrese de limpiar en profundidad el área inmediatamente después de haberla usado y de guardar la soda cáustica en un lugar seguro para prevenir un uso incorrecto de la misma.**

**No emplee la función ultrasónica mientras está removiendo dentro del tanque la soda cáustica. Esto puede favorecer la evaporización de la solución.**

**Asegúrese de que el área está bien ventilada y no inhale directamente el vapor procedente del tanque.**

3. Utilice un vaso medidor para medir 200 gramos de soda cáustica.
4. Vierta la soda cáustica en el tanque en incrementos de aproximadamente 40 gramos, removiendo totalmente tras cada vertido de producto. Remover es esencial para asegurarse de que los gránulos de soda cáustica no se depositen en el fondo del tanque.
5. Limpie inmediatamente el vaso medidor para estar seguro de que toda la soda cáustica ha desaparecido.
6. Utilizando las pinzas de plástico y el resto del material de protección personal que se suministra, introduzca la pieza con cuidado en la solución de soda cáustica asegurándose de no derramarla.
7. Cierre la tapa, conecte el tanque a la corriente y pulse el botón de encendido del tanque.
8. Use los botones -5 y +5 para ajustar la temperatura. Para obtener mejores resultados, ajuste la temperatura a 60 °C.



**No ajuste la temperatura por encima de los 60 °C ya que la reacción entre la soda cáustica y el agua es exotérmica y continuará elevando la temperatura. La temperatura real no debe sobrepasar nunca los 80 °C.**

9. Una vez que el tanque ha alcanzado los 60 °C, use los botones -5 y +5 para programar el temporizador para 180 minutos. El proceso ultrasónico empezará tan pronto como haya ajustado el tiempo.
10. Una vez transcurridos 180 minutos, retire la pieza del tanque utilizando las pinzas de plástico y el equipo de protección personal suministrados. Ponga la pieza bajo el chorro de agua fría inmediatamente durante uno o dos minutos.



**Continúe usando el equipo de protección personal mientras manipula la pieza y hasta que el manual le indique que es seguro quitárselo.**

11. En este momento, todo el material de los soportes debería haberse disuelto. Todos los restos de los soportes pueden retirarse o rasparse con un cuchillo o pueden enjuagarse en el fregadero.
12. Vacíe la solución de soda cáustica del tanque ultrasónico de retirada de soportes. Es seguro verterlo en el fregadero ya que la soda cáustica se usa para limpiar los desagües.
13. Enjuague el tanque y rellénelo con 0.75 litros de agua.
14. Utilizando las pinzas de plástico, introduzca de nuevo la pieza en el tanque.
15. Una vez que ha eliminado toda la soda cáustica del área, puede quitarse el equipo de protección personal.
16. Repita el proceso ultrasónico con agua limpia durante 30 minutos a 60 °C para eliminar cualquier residuo de soda cáustica que pueda quedar en la pieza.
17. Una vez que ha finalizado el proceso ultrasónico por segunda vez, utilice las pinzas suministradas para retirar la pieza del tanque ultrasónico y enjuáguela durante uno o dos minutos bajo el chorro de agua fría.

## MANTENIMIENTO DE LA IMPRESORA CUBEX

### RESTABLECER LA RUGOSIDAD DE LA PLACA DE IMPRESIÓN

Para restablecer la rugosidad de la placa de impresión, pase el papel de lija incluido en la caja de herramientas diagonalmente por la superficie de la placa de esquina a esquina en ambas direcciones. (Fig. 94)



Fig. 94

### NIVELAR LA ALTURA DE LA PLACA DE LIMPIEZA DEL CHORRO

Si la placa de limpieza está configurada demasiado alta o demasiado baja, puede ajustarla utilizando el perno de cabeza naranja que está ubicado debajo del chorro de impresión, atornillarla al suelo de la impresora para hacerla bajar o desatornillarla para hacerla subir. (Fig. 95)

Es importante nivelar la placa de impresión para obtener una impresión de calidad. Para ayudarle, hacemos todo lo que está en nuestras manos para asegurarnos de que la placa de impresión está nivelada cuando la máquina sale de nuestra fábrica. Sin embargo, la placa puede moverse durante el transporte y esto hará necesario comprobar su nivelación cuando usted la reciba.



Fig. 95

En primer lugar, tendrá que asegurarse de que el soporte de la placa de aluminio está nivelado. Una vez comprobado esto, puede instalar la placa de impresión y poner a punto la nivelación.

**NOTA: Utilice siempre como referencia el cabezal de impresión 1 cuando vaya a proceder a nivelar la placa de impresión.**

### NIVELAR LA PLACA DE IMPRESIÓN

Asegúrese de sujetar con firmeza la placa de impresión sobre el plato de impresión de aluminio. No lleve a cabo la nivelación antes de instalar correctamente la placa de impresión.

El plato de impresión de aluminio está montado sobre tres pernos de suspensión que le permiten ajustar la altura del plato de impresión en tres sitios.

La función "Level" (Nivelación) mueve el carro de la extrusora alrededor de las esquinas del área de impresión de forma que el operador pueda ajustar los tornillos de soporte de la placa de impresión para nivelarla.

1. Seleccionar "Level" (Nivelación) en la pantalla táctil. (Fig. 96)

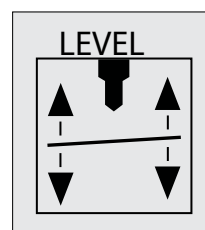


Fig. 96

2. Utilice las flechas Arriba y Abajo para elevar o bajar el plato de impresión para ajustar la distancia entre el cabezal del chorro de impresión y el plato de impresión. Comience por dejar unos 10 mm entre el cabezal y la placa de impresión. Esta distancia permitirá una primera nivelación. (Fig. 97)



Fig. 97

3. Pulse los botones “en sentido de las agujas del reloj” y “en sentido contrario a las agujas del reloj” para mover el carro automáticamente alrededor de las cuatro esquinas del área de impresión. (Fig. 98)

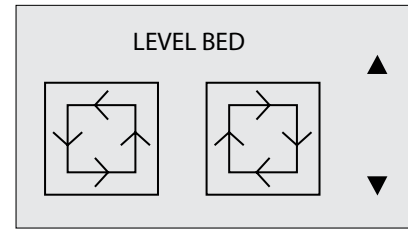


Fig. 98

4. Desde el costado de la impresora, observe cualquier cambio en la distancia entre el plato y el chorro de impresión durante cada movimiento a lo largo del lado del plato de impresión. (Fig. 99-102)



Fig. 99



Fig. 100



Fig. 101



Fig. 102

5. Utilizando el destornillador hexagonal de 3 mm de la caja de herramientas, ajuste la altura de los pernos de la placa de impresión (Fig. 103) para nivelar cada lado.



Fig. 103

6. Hay una tuerca de cierre debajo de cada uno de los tres pernos de la base que debe aflojarse con la llave inglesa de 8 mm antes de ajustar el perno. (Fig. 104)
7. Pueden ser necesarios varios movimientos del chorro de impresión y varios ajustes de los pernos para asegurarnos de que el plato de impresión está nivelado.



Fig. 104

8. Asegúrese de comprobar los ejes desde el lado apropiado de la impresora (para calibrar mejor la horizontalidad).

## PONER A PUNTO LA PLACA DE IMPRESIÓN

1. Reinstalar la placa de impresión antes de la puesta a punto.
2. Utilice las flechas Arriba y Abajo para reducir la distancia entre el cabezal del chorro de impresión y la placa de impresión a alrededor de 2 mm. Esto le permitirá una mejor nivelación. (Fig. 105)
3. Use los dos pernos que quedan visibles para repetir el proceso de nivelación.
4. Haga clic en el botón "Function" (Función) para abandonar el menú "Level" (Nivelación).



Fig. 105



**PRECAUCIÓN:** Observe cada movimiento de los ejes y asegúrese de que el chorro de impresión no toca la placa de impresión. Mover los ejes cuando el chorro de impresión toca la placa de impresión ocasionará daños tanto al chorro como a la placa. Si el chorro de impresión toca la placa de impresión, baje inmediatamente la placa usando la flecha Abajo.

**NOTA:** Recuerde ajustar los tres pernos de la placa de impresión apretando la tuerca de cierre ubicada debajo de cada uno de ellos utilizando la llave inglesa de 8 mm. Para impedir que el perno gire mientras aprieta la tuerca, sujételo con ayuda del destornillador hexagonal de 3 mm ubicado en la cara superior de la placa de impresión.

## DESOBSTRUIR EL CABEZAL DEL CHORRO DE IMPRESIÓN DE SU CUBEX

Si la impresora CubeX no inyecta material, puede desobstruir el cabezal del chorro de impresión dirigiéndose a "PJ-CONN" desde el menú principal y calentar el cabezal a 260 °C. Utilice la broca de 0.5 mm que se encuentra en la caja de herramientas (no se necesita un taladro), e introdúzcala en el cabezal del chorro de impresión, con cuidado de no torcer la broca. Retire la broca y ajuste el motor a 3 RPM. Repita el proceso hasta que el cabezal del chorro de impresión funcione.



**ADVERTENCIA:** LA BROCA Y EL CABEZAL DEL CHORRO DE IMPRESIÓN PUEDEN CALENTARSE AL DESOBSTRUIR EL CABEZAL DEL CHORRO DE IMPRESIÓN. USE GANTES AISLANTES PARA DESOBSTRUIR EL CABEZAL DEL CHORRO DE IMPRESIÓN DE LA IMPRESORA CUBEX.

## DESOBSTRUIR EL CHORRO DE IMPRESIÓN DE SU CUBEX

Si el cabezal del chorro de impresión sigue sin eyectar material tras haber procedido a su desobstrucción, es posible que haya que desobstruir el chorro de impresión. En primer lugar retire el plato frontal del tubo de conducción y saque el cartucho quitando todos los filamentos de los correspondientes compartimentos de cartucho, tubo de conducción y chorro de impresión. A continuación, dirijase a "PJ-CONN" desde el menú principal y ajuste la temperatura a 260 °C. Una vez se haya alcanzado la temperatura, inserte un clip sujetapapeles sin doblar en el chorro de impresión a través del orificio de carga de filamentos y empuje lo más hondo posible. Ponga a funcionar el chorro de impresión a 2 RPM y empuje hacia abajo y suavemente el clip hasta que sienta resistencia. Comience a invertir las RPM del chorro de impresión y vaya sacando lentamente el clip del chorro de impresión. Vuelva a colocar el cartucho y el filamento en el chorro de impresión y trate de eyectar material de nuevo. Si el chorro de impresión sigue sin eyectar material, póngase en contacto con el servicio de asistencia de Cubify.



**ADVERTENCIA:** EL CABEZAL DE IMPRESIÓN SE CALIENTA EXTREMADAMENTE DURANTE EL MONTAJE Y EL FUNCIONAMIENTO. NO TOQUE EL CABEZAL DE IMPRESIÓN.

## AJUSTAR LA DISTANCIA DEL CHORRO DE IMPRESIÓN

Tras haber nivelado la placa de impresión, el chorro de impresión tiene que ajustarse a la altura correcta para asegurar que la primera capa de impresión se adhiere correctamente (si el chorro de impresión está demasiado alto, el filamento no se adherirá a la placa de impresión; y si está demasiado bajo, la placa de impresión puede obstruir el chorro de impresión). Use la función "Z Gap" para ajustar con exactitud la altura del chorro de impresión para la primera capa.

- Seleccione la función "Z-Gap" en la pantalla táctil. (Fig. 106)

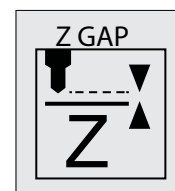


Fig. 106

- Observe la distancia entre el chorro de impresión y la placa de impresión desde la parte frontal de la máquina. (Fig. 107) Pulse y mantenga pulsados los botones Z +/- para mover la placa de impresión. (Fig. 108)



Fig. 107

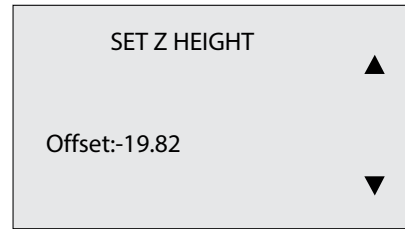


Fig. 108

- Asegúrese de que el chorro de impresión esté limpio. Para instrucciones de limpieza, véase “MAINTAINING YOUR CUBEX>Cleaning the Print Jet” (MANTENIMIENTO DE LA IMPRESORA CUBEX> Limpieza del chorro de impresión).
- Comenzando por el hueco entre la placa de impresión y el chorro de impresión, dirija la placa hacia el chorro usando la pantalla táctil (+) “SET Z HEIGHT” (Ajuste de altura de Z). Observe la placa de impresión mientras se acerca al chorro de impresión.
- Detenga la elevación de la placa de impresión tan pronto como el chorro de impresión toque la superficie de la placa. Si la placa de impresión ha llegado demasiado lejos, simplemente devuelva la placa a su posición anterior y repita la operación de aproximación.
- Baje la placa de impresión a 0.1 para crear un espacio Z suficiente para poder imprimir.



**PRECAUCIÓN: SI EL CHORRO DE IMPRESIÓN EMPUJA LA PLACA CON DEMASIADA FUERZA, EL CHORRO EJERCERÁ FUERZA EN LA PLACA DE IMPRESIÓN DURANTE TODO EL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA PRIMERA CAPA. ESTO PUEDE OCASIONAR DAÑOS TANTO EN LA PLACA COMO EN EL CHORRO DE IMPRESIÓN. ASEGÚRESE DE QUE LOS RESORTES DE LA PLACA DE IMPRESIÓN NO SE VEAN AFECTADOS AL AJUSTAR EL CHORRO DE IMPRESIÓN EN LA PLACA DE IMPRESIÓN.**

- Al hacer clic en el botón “Function” (Función) se obtendrá la opción de guardar los ajustes de distancia en la memoria de la impresora y se mantendrán incluso después de haberla apagado. El valor de espacio Z se aplicará en todas las impresiones siguientes.

## ACTUALIZAR EL FIRMWARE DE LA IMPRESORA CUBEX

Si no está seguro de la versión de firmware que está instalada en su impresora 3D CubeX, diríjase al botón UPDATE (ACTUALIZAR) en el menú principal y debajo de este podrá ver el número de versión. (Fig. 109)



Fig. 109

5. Insertar la memoria extraíble USB en la impresora 3D CubeX. (Fig. 110)



Fig. 110

6. Diríjase al botón “Update” (Actualizar) en el menú principal. Pulse y mantenga pulsado el botón de función. (Fig. 111)



Fig. 111

7. Pulse la casilla que aparece en la pantalla para poner la impresora 3D CubeX en modo de gestor de arranque. (Fig. 112 y 113). Suelte el botón de función una vez que haya desaparecido el mensaje "Setting Saved" (Ajuste guardado). La impresora está ahora en modo firmware.



Fig. 112



Fig. 113

8. Retire la memoria extraíble USB de la impresora CubeX. (Fig. 114)  
9. Abra el software de la impresora CubeX en su computadora. (Fig. 115)



Fig. 114



Fig. 115

10. Conecte la impresora CubeX en la computadora usando el puerto de conexión USB de la misma. (Fig. 116 y 117)



Fig. 116



Fig. 117

11. Diríjase a la pestaña de ajustes del software de la impresora CubeX y pulse en el botón de actualización de firmware. (Fig. 118)



Fig. 118

12. El software de la impresora CubeX se abrirá en windows explorer. Diríjase al firmware que desee instalar y ábralo. (Fig. 119)  
13. El software de la impresora CubeX instalará ahora el firmware en la impresora CubeX. (Fig. 120)  
14. Una vez instalado el firmware, desenchufe la impresora de la corriente durante 30 segundos y desconecte la memoria USB de la computadora. (Si está actualizando desde la versión de firmware 1.01, por favor, vaya directamente a la sección RESTAURAR LOS AJUSTES DEL FIRMWARE DE LA IMPRESORA 3D CUBEX DESDE LA VERSIÓN V1.01)



Fig. 119

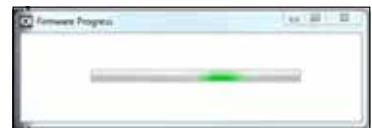


Fig. 120



15. Inserte la memoria extraíble USB en la impresora 3D CubeX y pulse el botón de control; Recibirá el aviso de que sus ajustes se han restaurado. (Fig. 121)



Fig. 121

16. Ahora ha actualizado el firmware. (Fig. 122)



Fig. 122

### RESTAURAR LOS AJUSTES DEL FIRMWARE DE LA IMPRESORA 3D CUBEX DESDE LA VERSIÓN V1.01

Antes de seguir estas instrucciones, por favor, siga las instrucciones 1-9 de la sección ACTUALIZAR EL FIRMWARE DE LA IMPRESORA CUBEX.

1. Encienda la impresora 3D CubeX. Verá la pantalla de activación.
2. Reactive la impresora usando el código de activación. (Si no tiene el código de activación, puede encontrarlo en [Cubify.com](https://Cubify.com) > **MY ACCOUNT (MI CUENTA)** > **MY DEVICES (MIS DISPOSITIVOS)** y, a continuación, vea su impresora CubeX registrada).
3. Una vez reactivada, apague la impresora 3D CubeX.
4. Inserte la memoria extraíble USB en la impresora 3D CubeX y enciéndala, pulse la pantalla y recibirá una notificación de restauración de sus ajustes.
5. El firmware ya está actualizado.

### CÓMO PONERSE EN CONTACTO CON EL SERVICIO DE ASISTENCIA DE CUBIFY

Si tiene problemas con el uso de la impresora CubeX que no puede resolver con lo que explica este manual, por favor, póngase en contacto con [cubifysupport@cubify.com](mailto:cubifysupport@cubify.com) para obtener asistencia.

### CONFIGURAR LOS OFFSETS (INCLINACIONES) DEL CHORRO DE IMPRESIÓN DE SU CUBEX



**PRECAUCIÓN:** No use el menú de offsets a menos que se le aconseje hacerlo desde el servicio de asistencia de Cubify, ya que realizar cambios en los offsets puede afectar la calidad de las impresiones con materiales múltiples.

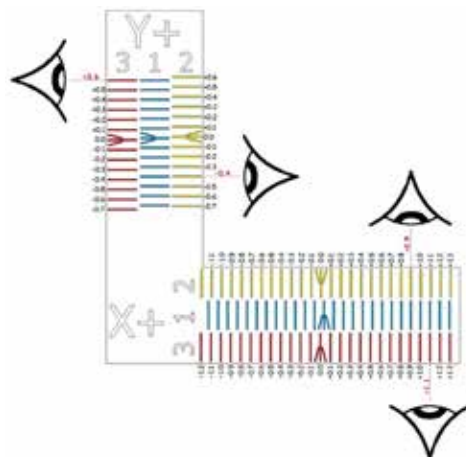


Fig. 123

|   |  |
|---|--|
| <p>IMPRIMIR EL ARCHIVO DE CALIBRACIÓN</p> | <p>Descargue el archivo de calibración de la impresora CubeX en <a href="http://Cubify.com">Cubify.com</a>.<br/>Imprima el archivo de calibración de la impresora CubeX como haría con cualquier otro archivo de impresión.</p>  |
| <p>LEER EL ARCHIVO DE CALIBRACIÓN</p>     | <p>Las líneas de la impresión de calibración tienen un offset de 0.1 mm. La cantidad de desalineación puede calcularse contando la cantidad en la que la Escala 2 o 3 está inclinada con respecto de la Escala 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El chorro de impresión 1 imprime la Escala 1. Este es el chorro de impresión de referencia. Todos los offsets están en relación con el chorro de impresión 1.</li> <li>• El chorro de impresión 2 imprime la Escala 2. El error resultante es la cantidad en que los offsets del chorro de impresión 2 deben ajustarse.</li> <li>• El chorro de impresión 3 imprime la Escala 3. El error resultante es la cantidad en que los offsets del chorro de impresión 3 deben ajustarse.</li> </ul>          |
| <p>CÓMO AJUSTAR LOS OFFSETS</p>           | <p>Pulse el offset en cuestión para activarlo. Aparecerán un signo menos y un signo más en el lado de la pantalla. Use esos signos para ajustar el offset.</p>   |
| <p>CHORRO DE IMPRESIÓN 2 OFFSET Y</p>     | <p>Compare las líneas de la “escala Y 1” y la “escala Y 2” para comprobar cuáles se alinean mejor. Ya que la variación es menor, puede resultar más fácil identificar los tres que parezcan estar mejor alineados. Si es así, use el que está ubicado en el centro como el correcto. Marque esta línea con un bolígrafo para una más fácil identificación.</p> <p>En la “escala Y 2” cuente desde la línea central (la que tiene la flecha) hasta la línea marcada. Si el conteo es hacia abajo, el número de la escala es negativo. Si el conteo es hacia arriba, el número de la escala es positivo. Anote el offset.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el ejemplo mostrado en la Figura 123, el offset Y para el extrusor 2 es – 0.4 mm.</li> </ul> |
| <p>CHORRO DE IMPRESIÓN 3 OFFSET Y</p>     | <p>Compare las líneas de la “escala Y 1” y la “escala Y 3” para comprobar cuáles se alinean mejor. Ya que la variación es menor, puede resultar más fácil identificar los tres que parezcan estar mejor alineados. Si es así, use el que está ubicado en el centro como el correcto. Marque esta línea con un bolígrafo para una más fácil identificación.</p> <p>En la “escala Y 3” cuente desde la línea central (la que tiene la flecha) hasta la línea marcada. Si el conteo es hacia abajo, el número de la escala es negativo. Si el conteo es hacia arriba, el número de la escala es positivo. Anote el offset.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el ejemplo mostrado en la Figura 123, el offset Y para el extrusor 3 es + 0.6 mm.</li> </ul> |
| <p>CHORRO DE IMPRESIÓN 2 OFFSET X</p>     | <p>Compare las líneas de la “escala X 1” y la “escala X 2” para comprobar cuáles se alinean mejor. Ya que la variación es menor, puede resultar más fácil identificar los tres que parezcan estar mejor alineados. Si es así, use el que está ubicado en el centro como el correcto. Marque esta línea con un bolígrafo para una más fácil identificación.</p> <p>En la “escala X 2” cuente desde la línea central (la que tiene la flecha) hasta la línea marcada. Si el conteo es hacia abajo, el número de la escala es negativo. Si el conteo es hacia arriba, el número de la escala es positivo. Anote el offset.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el ejemplo mostrado en la Figura 123, el offset X para el extrusor 2 es + 0.9 mm.</li> </ul> |
| <p>CHORRO DE IMPRESIÓN 3 OFFSET X</p>     | <p>Compare las líneas de la “escala X 1” y la “escala X 3” para comprobar cuáles se alinean mejor. Ya que la variación es menor, puede resultar más fácil identificar los tres que parezcan estar mejor alineados. Si es así, use el que está ubicado en el centro como el correcto. Marque esta línea con un bolígrafo para una más fácil identificación.</p> <p>En la “escala X 3” cuente desde la línea central (la que tiene la flecha) hasta la línea marcada. Si el conteo es hacia abajo, el número de la escala es negativo. Si el conteo es hacia arriba, el número de la escala es positivo. Anote el offset.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el ejemplo mostrado en la Figura 123, el offset X para el extrusor 3 es + 1.1 mm.</li> </ul> |



3D Systems, Inc.  
333 Three D Systems Circle | Rock Hill, SC | 29730  
Cubify.com

©2013 3D Systems, Inc. Todos los derechos reservados.

El logotipo de 3D Systems, CubeX y Cubify son marcas registradas de 3D Systems, Inc.

pn: 401647-00 Rev. D

# ANEXO 3



*Fotografía: Cortesía de la Escuela de Comunicaciones Militares de Colombia.*

# MANUAL PRÁCTICO DE USUARIO DE IMPRESORA 3D

2016

*En la presente guía se busca ilustrar el funcionamiento de la impresora 3D Cubex Trio y sus alcances.*

# TABLA DE CONTENIDO

## Tabla de contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capítulo 1 Introducción.....</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>Capítulo 2 Descripción del sistema .....</b>                          | <b>4</b>  |
| Requerimientos y restricciones de la impresora 3D CubexTrio.....         | 4         |
| Herramientas de la impresora 3D CubexTrio.....                           | 4         |
| Estructura de la impresora 3D.....                                       | 6         |
| Cartucho de impresión .....  | 7         |
| <b>Capítulo 3 Instalación de los software.....</b>                       | <b>10</b> |
| Software Cubex.....  | 10        |
| Software Cubify Invent.....  | 13        |
| <b>Capítulo 4 Descripción de las operaciones del menú.....</b>           | <b>17</b> |
| Interfaz de usuario de la impresora CubexTrio .....                      | 17        |
| Interfaz de usuario del software Cubex.....                              | 20        |
| <b>Capítulo 5 Mantenimiento de la impresora Cubex.....</b>               | <b>28</b> |
| Cambio de cartucho .....   | 28        |
| Limpieza de la plataforma de impresión.....                              | 34        |
| Rugosidad de la plataforma de impresión.....                             | 35        |
| Nivelación y ajuste de la plataforma de impresión .....                  | 37        |
| Nivelación de los cabezales con la plataforma de impresión o Z-GAP ..... | 40        |
| Limpieza de Obstrucciones exterior e interior en los cabezales.....      | 42        |
| <b>Capítulo 6 Prácticas 1 .....</b>                                      | <b>46</b> |
| Proceso de reingeniería de una pieza .....                               | 46        |
| <b>Capítulo 7 Prácticas 2 .....</b>                                      | <b>56</b> |
| Modelo de un brazo robótico sacado de Internet .....                     | 56        |
| <b>Capítulo 8 Prácticas 3 .....</b>                                      | <b>64</b> |
| Diseño de una llanta en el software Cubify Invent .....                  | 64        |
| <b>Capítulo 9 Referencias.....</b>                                       | <b>80</b> |

# INTRODUCCIÓN

La impresora 3D es uno de los avances tecnológicos más relevantes que se pueden encontrar en el mercado, todo esto gracias a la versatilidad y fácil manera de uso del dispositivo, esta tendencia ha tenido gran fuerza en campos como lo son la biomedicina, arquitectura, el diseño industrial, el sector aeroespacial entre otros. Con la impresión 3D se pueden realizar proyectos en distintos campos, se pueden hacer o copiar partes de algún elemento y prótesis humanas para las personas discapacitadas.

Este manual pretende ser una guía para el uso adecuado del Módulo de impresión 3D (Cubex Trio). En su contenido se pueden observar los aspectos más relevantes para poder utilizar de una manera efectiva y fácil la impresora 3D Cubex Trio.

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

## Requerimientos y restricciones de la impresora 3D

- ✓ Tecnología de impresión por chorro de plástico.
- ✓ Utiliza tres cabezales de impresión de diferentes colores y múltiples materiales.
- ✓ Imprime objetos hasta 275 x 265 x 240 mm.
- ✓ Elige entre plástico ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno) o PLA (Poliácido Láctico) ambos reciclables.
- ✓ Funciona a 110V/60Hz.
- ✓ Utilizar el pegante (Cubex Glue) antes de la impresión.

| MATERIALES DE IMPRESIÓN   |  |
|---|--|
| ABS   | PLA  |
| Es un tipo de plástico muy conocido por su resistencia y sus propiedades en la industria. Sirve para crear piezas pequeñas y grandes. También es un excelente soporte para piezas de gran tamaño construidas con PLA. | Es un plástico duro y amigable con el medio ambiente. Se deriva de recursos naturales con base de almidón. Este material se utiliza para la impresión de piezas grandes, ya que es más resistente y estable. |

Tabla 1. Características de los materiales ABS y PLA.

## Herramienta de la impresora 3D CubexTrio

El paquete de la impresora 3D contiene:

- ✓ Impresora 3D CubexTrio.
- ✓ Cartuchos de impresión (Print-Jet).
- ✓ Pegante (Cubex Glue).
- ✓ Plataforma de impresión.
- ✓ Placa de limpieza del chorro.
- ✓ Cable de poder.
- ✓ Memoria USB de 2Gb.



## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

- ✓ Caja de herramientas que incluye:
  - Pinzas.
  - Cortafrío.
  - Tres destornilladores hexagonales.
  - Llave inglesa.
  - Papel de lija.
  - Espátula metálica.
  - Llave Allen.
  - Broca 0.5mm



Figura 1. Herramientas de la impresora 3D CubexTrio. (T-TECH, 1990-2001)

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

## Estructura de la impresora 3D.

Antes de empezar a trabajar con la impresora 3D es necesario conocer como está conformado su sistema. En la Figura 2. Se muestran las partes de la impresora y con sus respectivos nombres.

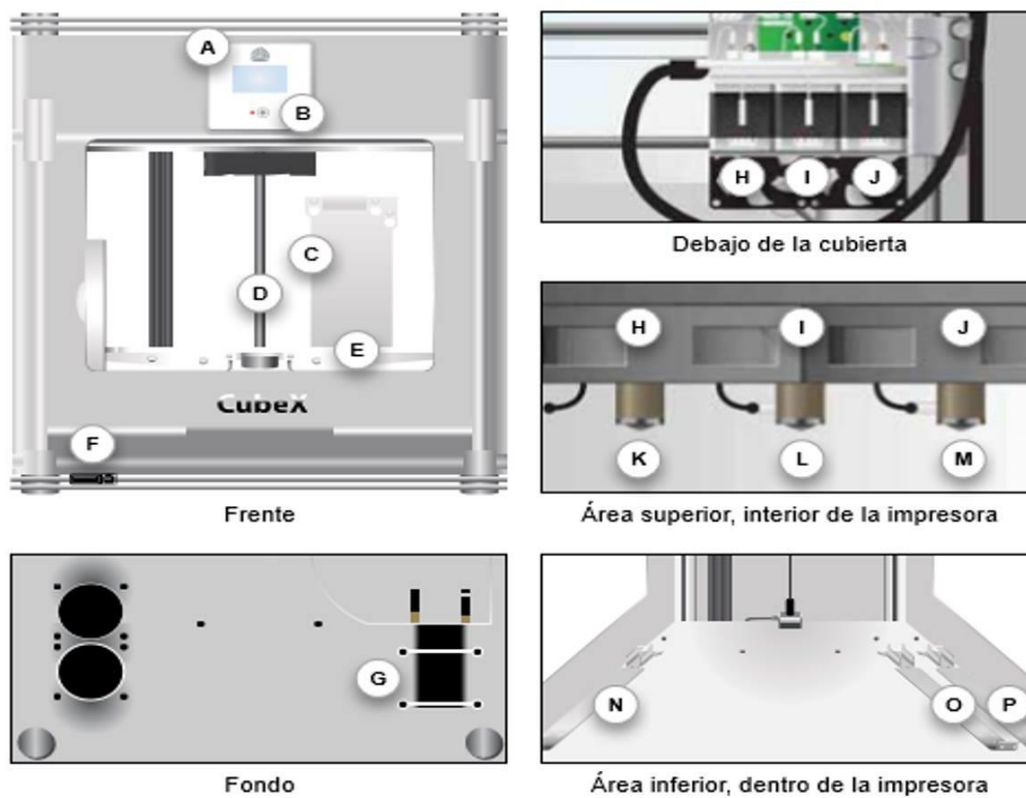


Figura 2. Estructura de la impresora 3D CubexTrio. (T-TECH, 1990-2001)

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| A. Pantalla táctil.              | H. Túnel de impresión 1.               |
| B. Botón de menú.                | I. Túnel de impresión 2.               |
| C. Placa de limpieza del chorro. | J. Túnel de impresión 3.               |
| D. Eje Z.                        | K. Cabezal del túnel de impresión 1.   |
| E. Plataforma de Impresión       | L. Cabezal del túnel de impresión 2.   |
| F. Puerto USB.                   | M. Cabezal del túnel de impresión 3.   |
| G. Conector a 110V.              | N. Soporte del cartucho de material 1. |

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

O. Soporte del cartucho de material 2.

P. Soporte del cartucho de material 3.

En la figura 3. Se muestra el orden de los cartuchos con el conducto que lleva el material a los cabezales.

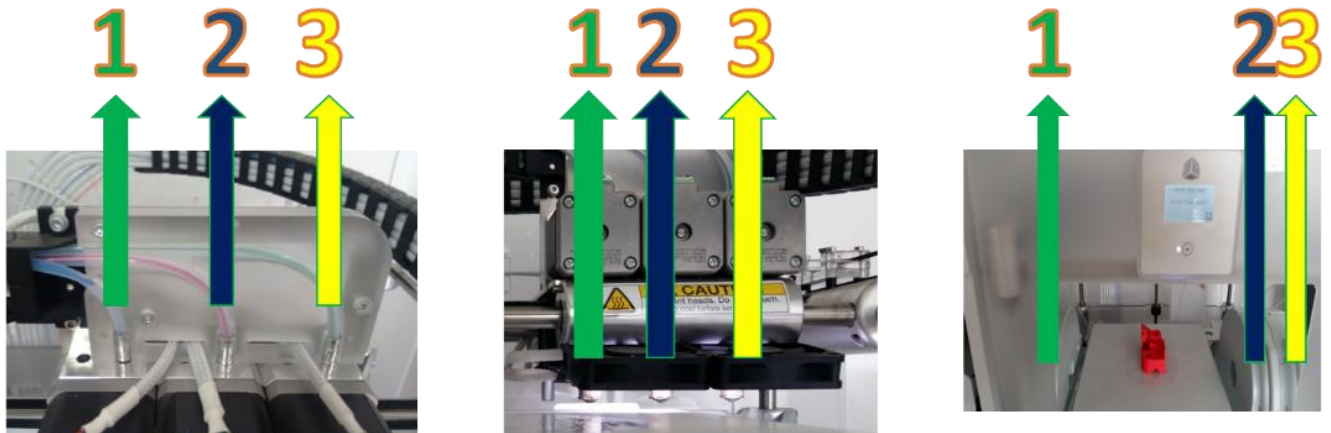


Figura 3. Similitud de los colores de impresión en las diferentes etapas de la impresora 3D.

### Partes del Cartucho.

Así como la impresora tiene un sistema conformado por diferentes partes, los cartuchos también poseen una estructura que se debe conocer antes de realizar cualquier procedimiento.

- ✓ Parte inferior.

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

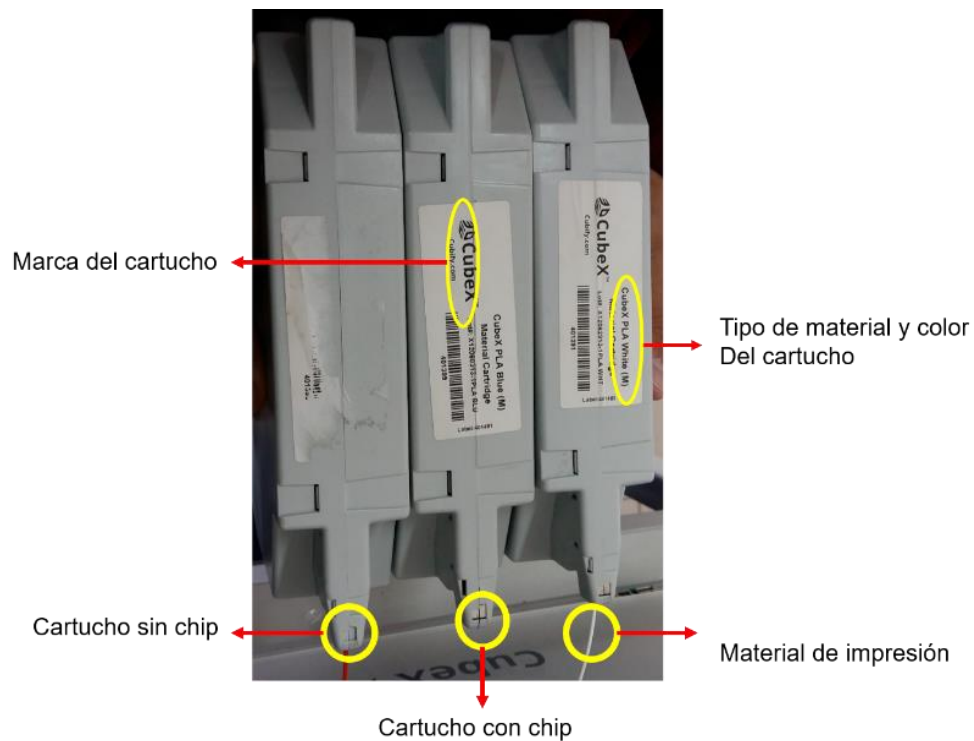


Figura 4. Parte inferior del cartucho.

El chip de los cartuchos es elemental, para el reconocimiento de ellos en la máquina. Es un circuito integrado que permite a la impresora 3D visualizar el tipo y la cantidad de material del cartucho.

- ✓ Parte posterior derecha.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

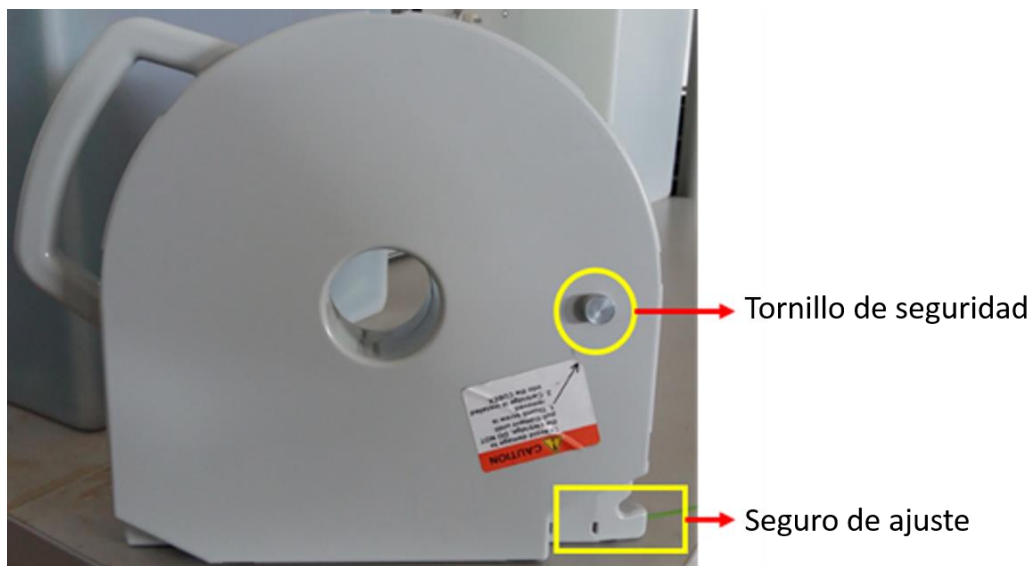


Figura 5. Partes del cartucho.

El tornillo de seguridad es usado para impedir que el material se devuelva o se salga del cartucho.

El seguro de ajuste sirve para que los cartuchos no se muevan o se salgan del soporte de la impresora.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CUBEX Y CUBIFY INVENT

## Software Cubex

El software Cubex es una interfaz gráfica necesaria para poder configurar la impresión de un modelo 3D. Las configuraciones se basan en la distancia entre capas, la calidad, la ubicación en la plataforma, el tipo y color del material de la impresión del diseño 3D. Este software genera una extensión de archivo .Cubex la cual es reconocida por la impresora.

En la USB se encuentra el instalador del software Cubex. A continuación, se explica los pasos para la instalación:

- ✓ Conectar la USB al computador.
- ✓ Ingresar a la carpeta Cubex software y de doble clic en Cubex Setup.

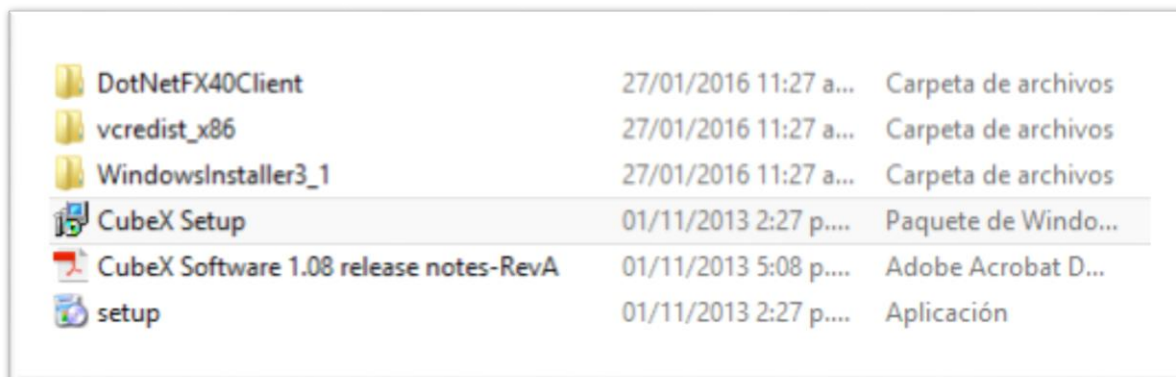


Figura 6. Carpeta de Cubex.

- ✓ Se comienza la instalación con la siguiente ventana.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CUBEX Y CUBIFY INVENT

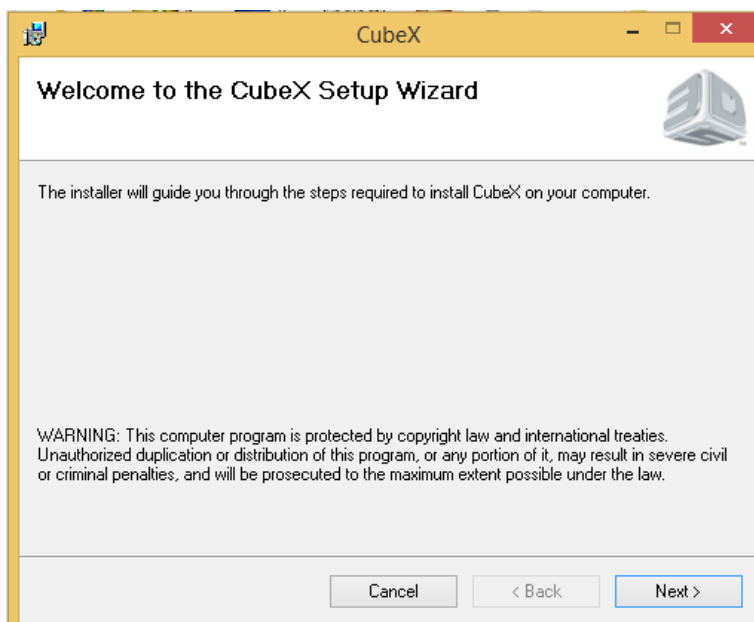


Figura 7. Instalación de Cubex.

- ✓ Se selecciona siguiente (next)
- ✓ Aceptar términos y siguiente ver figura 8.

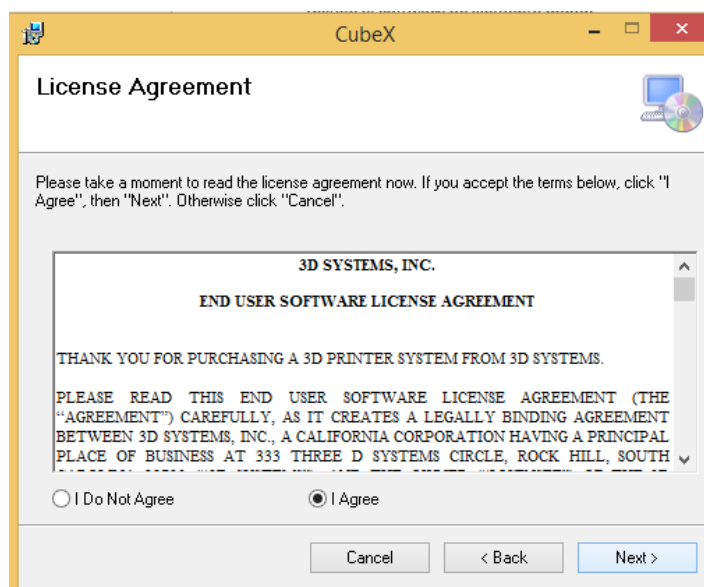


Figura 8. Términos y condiciones de instalación del software Cubex.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CUBEX Y CUBIFY INVENT

- ✓ Elige la ubicación de instalación del programa y siguiente ver figura 9.

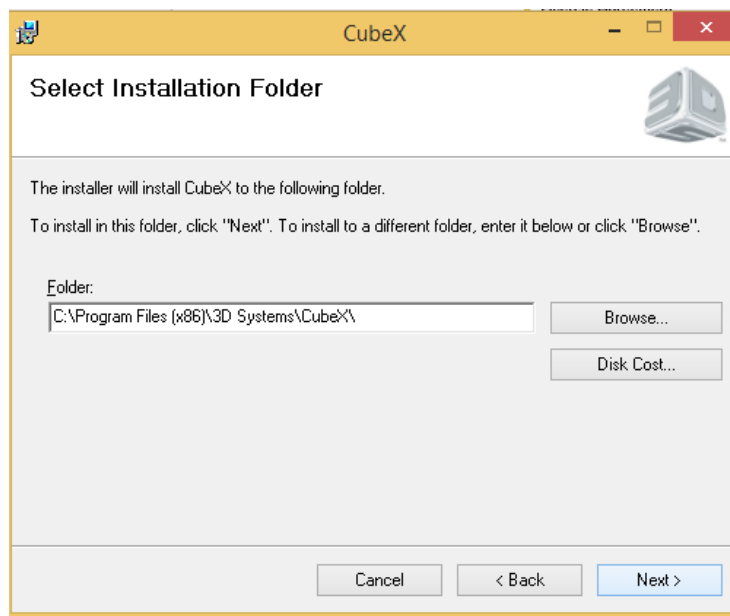


Figura 9. Ubicación de la instalación.

- ✓ Se confirma la instalación y al finalizar se selecciona cerrar (close).

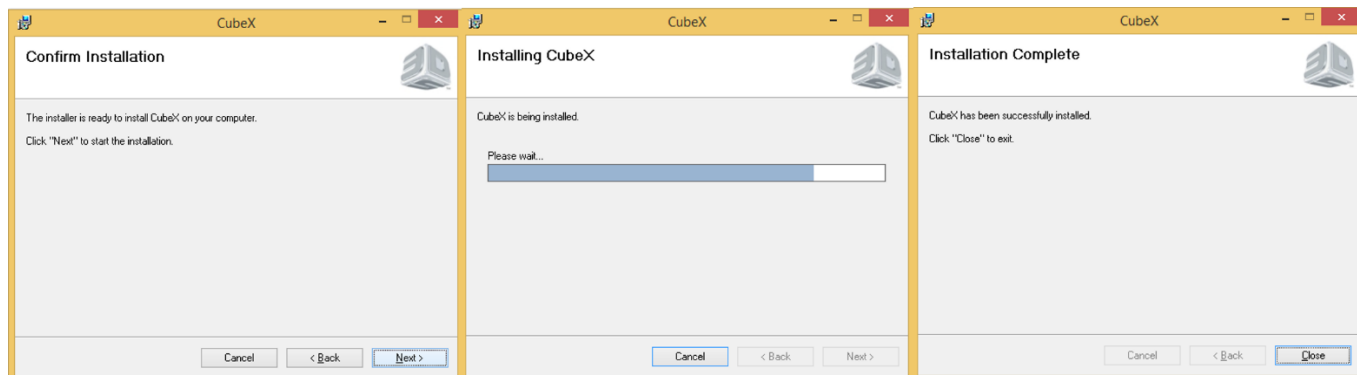


Figura 10. Final de instalación de Cubex.



# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CUBEX Y CUBIFY INVENT

## Software Cubify Invent

La empresa 3DSystems facilita el software Cubify Invent para el diseño de figuras en tres dimensiones y lo incluye en las herramientas de la impresora.

- ✓ Conectar la USB al computador.
- ✓ Ingresar a la carpeta de la USB y de doble clic en Cubify\_Invent.

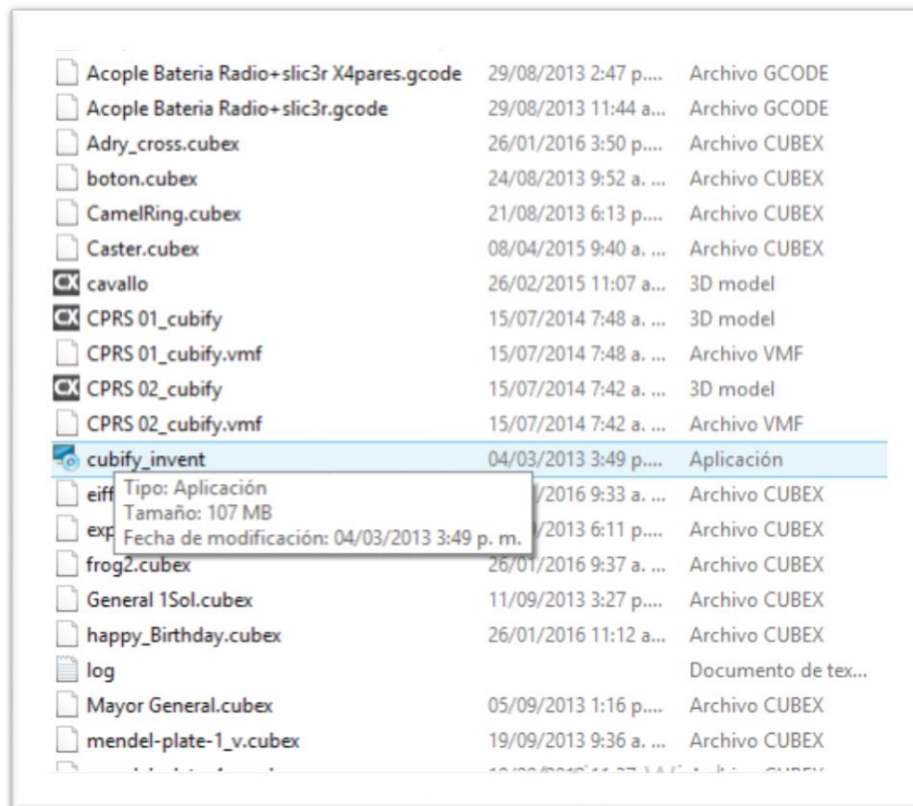


Figura 11. Carpeta de instalación del software Cubify Invent.

- ✓ Se comienza la instalación.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CUBEX Y CUBIFY INVENT

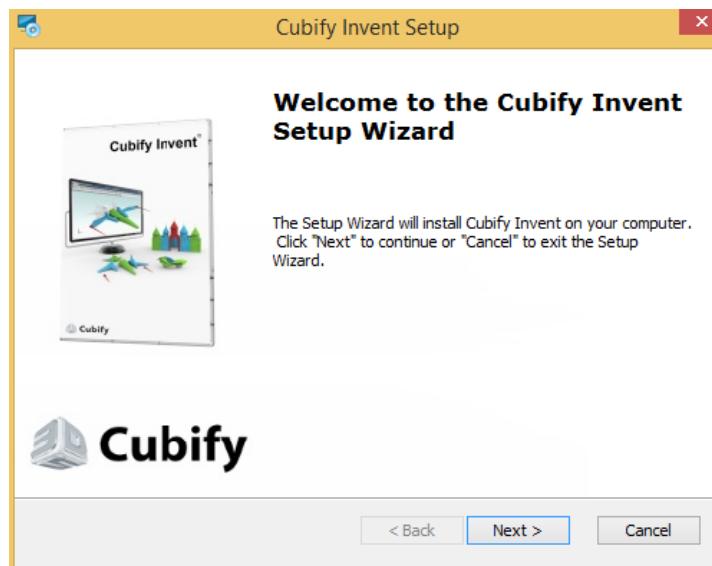


Figura 12. Instalación de Cubify Invent.

- ✓ Se selecciona siguiente
- ✓ Aceptar términos y siguiente ver figura 13.

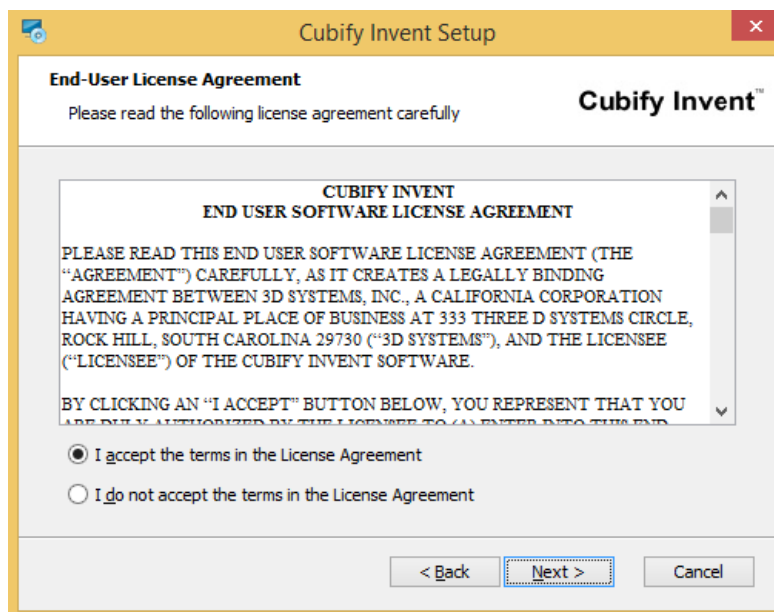


Figura 13. Términos y condiciones de Instalación de Cubify Invent.

## INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CUBEX Y CUBIFY INVENT

- ✓ Se habilitan las dos opciones Escritorio (Desktop) e iniciar carpeta del programa (Start Menu Program folder) y siguiente.

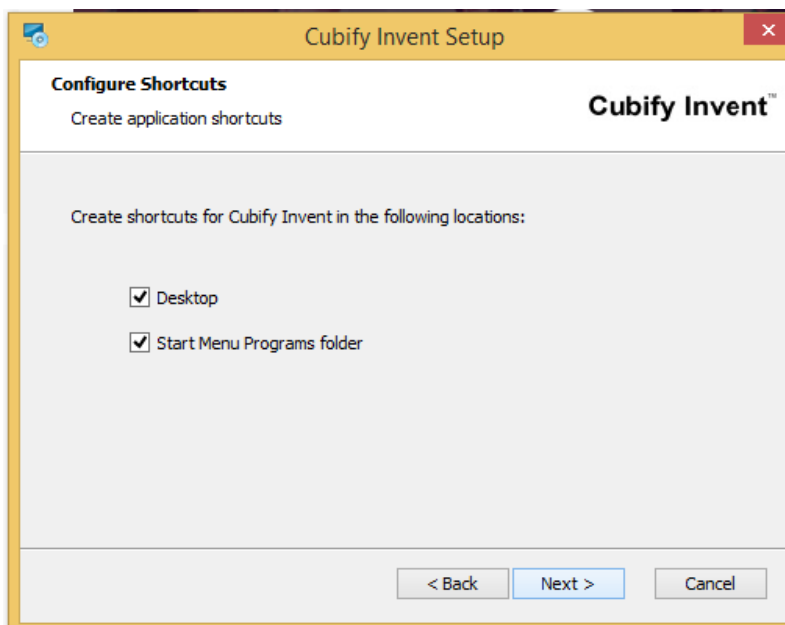


Figura 14. sitio de ubicación de Cubify Invent.

- ✓ Se elige la ubicación de instalación del programa y siguiente ver figura 15.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CUBEX Y CUBIFY INVENT

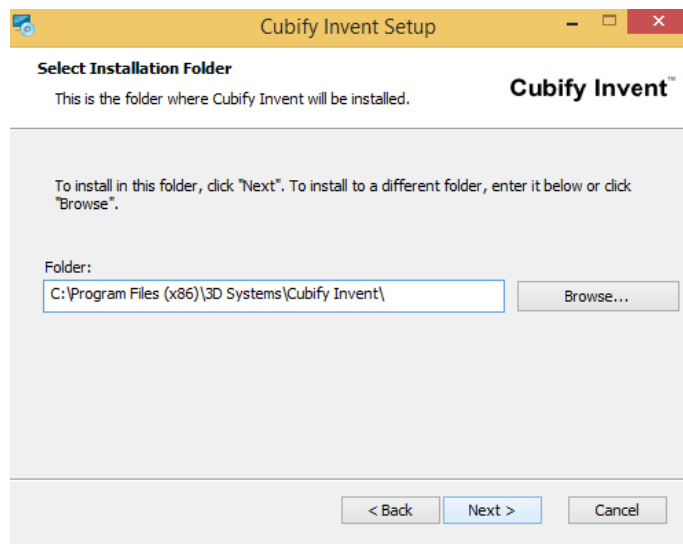


Figura 15. Ubicación de la carpeta de instalación de Cubify Invent.

✓ Se confirma la instalación y se finaliza (Finish).

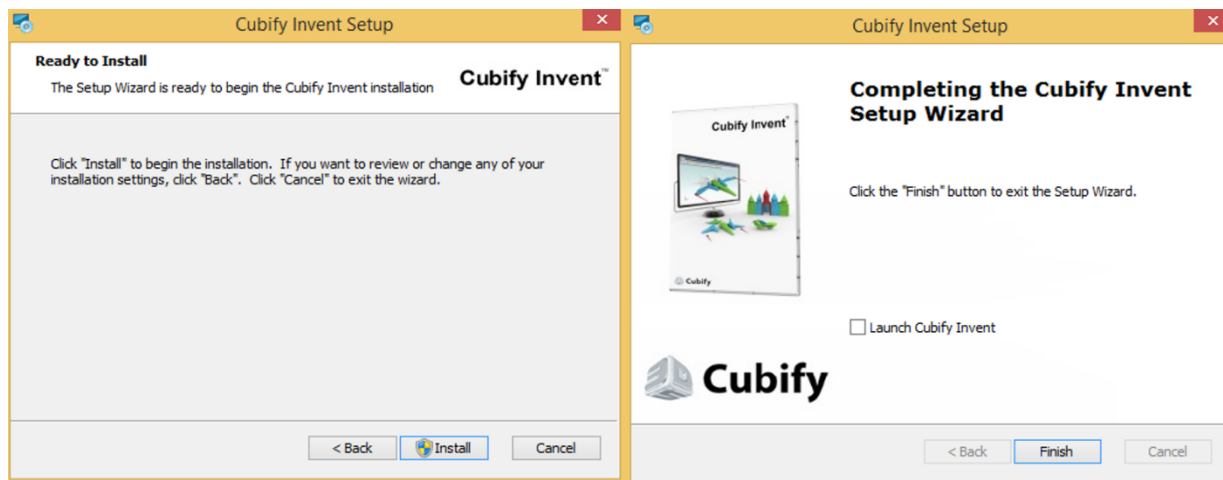


Figura 16. Final de Instalación de Cubify Invent.

**NOTA:** Al ejecutar el programa Cubify Invent, va a pedir un código de activación, este se solicita al encargado de la línea de producción.

## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

### Interfaz de usuario de la impresora CubexTrio.

La impresora 3D tiene un menú que realiza varios procedimientos, este se visualiza en una pantalla táctil ubicada en la parte frontal de la impresora. A continuación, se describirá la función de cada Menú.



Figura 17. Descripción del menú de la impresora 3D.

### botón de inicio

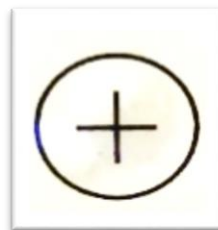
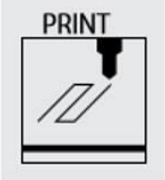

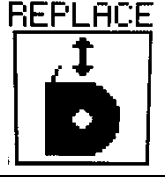



Figura 18. Botón de inicio de la impresora 3D.



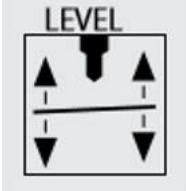

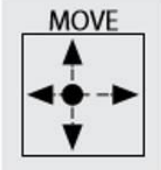
## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

Este botón tiene varias funciones:

- ✓ Iniciar y apagar la impresora 3D.
- ✓ Retorna al menú principal.
- ✓ Durante el proceso de impresión, este botón permite cancelar (Cancel), pausar (Pause) o hibernar (Sleep) la impresión.

| <b>Interfaz de usuario de la impresora</b>  |  |
|---|--|
| <b>Menú</b>   | <b>Descripción</b>   |
| <p><b>Menú Imprimir (Print)</b></p>                   | <p>Este menú es usado para dar la orden a la máquina que imprima la pieza, al pulsar el botón genera una opción que permite buscar el archivo por el nombre.</p> |
| <p><b>Menú información (Info)</b></p>                | <p>Este menú permite visualizar el tipo, la cantidad disponible y el color del material en los cartuchos.</p>  |
| <p><b>Menú reemplazo de cartuchos (Replace)</b></p>  | <p>Este menú permite hacer el procedimiento de reemplazo del cartucho.</p>   |
| <p><b>Menú orden de cabezales (PJ-MAP)</b></p>       | <p>Este menú permite hacer el intercambio de colores disponibles en los tres cabezales de impresión.</p>   |

## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Menú control de temperatura y velocidad (PJ-CON)</b></p>  | <p>Este menú permite realizar mantenimiento en los cabezales de impresión cuando están obstruidos, presenta como características principales el control de temperatura y velocidad de aplique del material.</p> |
| <p><b>Menú punto de inicio (HOME)</b></p>                       | <p>Este menú ubica la plataforma y los cabezales de impresión en el punto de inicio definido por el fabricante de la máquina.</p>   |
| <p><b>Menú nivel de plataforma (LEVEL)</b></p>                | <p>Este menú permitirá configurar el nivel (Horizontalidad) de la plataforma de impresión.</p>  |
| <p><b>Menú Z-GAP.</b></p>                                     | <p>Con esta opción se configura la distancia entre la plataforma y los cabezales de impresión.</p>  |
| <p><b>Menú movimiento (MOVE)</b></p>                          | <p>Este menú se usa para mover la plataforma en el eje Z y los cabezales en los ejes X, Y.</p>  |

# DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

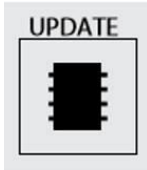
|  |  |
|--|--|
| <p><b>Menú actualización de firmware (UPDATE).</b></p>  | <p>Este menú permite realizar una actualización en el firmware de la impresora.</p> <p>NOTA: Esta operación la realizara exclusivamente el operario de la línea de producción.</p> |
|--|--|

Tabla 2. Opciones de la interfaz de usuario de la impresora 3D CubexTrio.

## Interfaz de usuario del software Cubex.

El software Cubex ofrece una gran cantidad de herramientas que permiten visualizar las dimensiones, el color, el tiempo aproximado de impresión y la ubicación del modelo en la plataforma. También es el encargado de generar el archivo con la extensión que reconoce la impresora 3D CubexTrio. En la figura 19. se muestra la pantalla principal del software Cubex.



Figura 19. Pantalla principal de Cubex.



# DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

La interfaz del software se divide en tres bloques que contienen herramientas. Como se muestra en la figura 20

- ✓ Principal (HOME)
- ✓ Vista(VIEW)
- ✓ Configuraciones (SETTINGS).

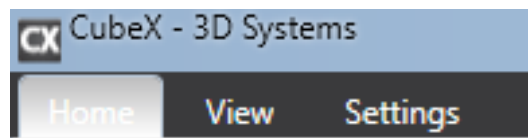


Figura 20. Barras de herramientas de Cubex.

## **Bloque de herramientas Principal (HOME)**

En el bloque de herramientas principal se encuentran todas las opciones para la construcción de objetos. Está dividida en ocho secciones que se enfocan en:

- ✓ Importación de archivos CAD (CAD file).
- ✓ Desplazamiento (Move Geometry).
- ✓ Escala (Scale Geometry).
- ✓ Rotación (Rotate Geometry).
- ✓ Color (Pick Color).
- ✓ Construcción (Build).
- ✓ Exportación de archivos de impresión (Print file).
- ✓ Ayuda (Help).

En la figura 21. Se Encuentra la ubicación de las secciones en la barra de herramientas principal

# DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

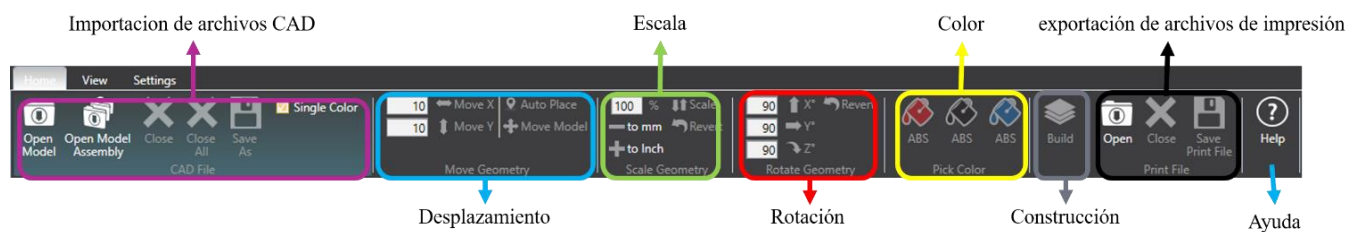
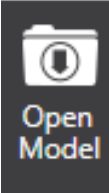


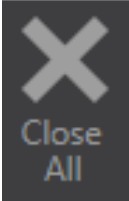

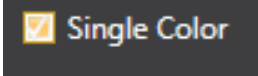

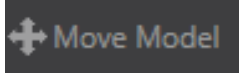
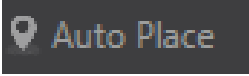

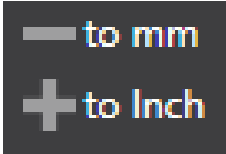



Figura 21. Bloque de herramientas principal y secciones.

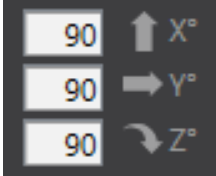

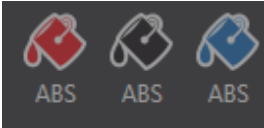
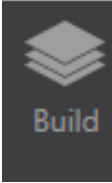

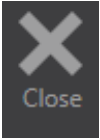
En la siguiente tabla se muestran y explican las herramientas de cada sección.

| Bloque de herramientas principal   |  |
|--|--|
| Menú   | Descripción  |
| <b>Abrir modelo (open model).</b><br>                        | Permite abrir un archivo CAD.                                    |
| <b>Abrir modelos ensamblados (open model assembly).</b><br> | Permite generar todos los archivos que hacen parte de un modelo. |
| <b>Cerrar (Close)</b><br>                                   | Elimina un modelo de la zona de trabajo.                         |
| <b>Cerrar todo (Close all)</b>   | Elimina todos los modelos de la plataforma.                      |

## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

|  |   |
|--|---|
|   |   |
| <p><b>Guardar como (Save As)</b></p>                              | <p>Su función es conservar los cambios en los archivos CAD.</p>                   |
| <p><b>solo un color (Single Color).</b></p>                       | <p>El recuadro de opción se selecciona cuando la impresión es de un color.</p>    |
| <p><b>Movimiento de coordenadas X, Y (Move X y Move Y).</b></p>  | <p>Permite desplazar el modelo en las dimensiones X, Y con un valor numerico.</p> |
| <p><b>Mover el modelo (Move Model).</b></p>                     | <p>Permite seleccionar el modelo y moverlo.</p>                                   |
| <p><b>Auto ubicar (Auto Placer).</b></p>                        | <p>Ajusta las piezas automáticamente.</p>   |
| <p><b>Porcentaje de escala(Scale).</b></p>                      | <p>Utiliza el porcentaje para aumentar o disminuir la escala del modelo.</p>      |
| <p><b>Disminuir y aumentar (-/+).</b></p>                       | <p>Disminuye o aumenta la escala de los modelos</p>                               |
| <p><b>Revertir(Revert).</b></p>                                 | <p>Revierte la escala del modelo a la original.</p>                               |

## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Rotar en ejes X, Y, Z</b></p>                             | <p>Permite girar el modelo en los tres ejes (X, Y, Z) con un valor numérico dado en grados.</p>   |
| <p><b>Revertir (Revert)</b></p>                                 | <p>Retorna el modelo a la posición original.</p>  |
| <p><b>Color del cabezal (Pick Color)</b></p>                    | <p>Aplica el color al modelo.</p> <p>Los colores aparecen en el orden que se configuraron de izquierda a derecha.</p>   |
| <p><b>Construcción (Build)</b></p>                             | <p>Permite realizar una configuración de la construcción del modelo (espacio entre capas, tipo de relleno y da la opción de crear un soporte para el modelo).</p> |
| <p><b>Abrir archivo de impresión (Open print file)</b></p>    | <p>Abre un archivo ya construido y listo para imprimir (archivo .Cubex).</p>  |
| <p><b>Cerrar archivo de impresión (close print file)</b></p>  | <p>Cierra un archivo .Cubex</p>   |
| <p><b>Guardar archivo de impresión (Save Print file)</b></p>   | <p>Guarda el archivo .Cubex.</p>  |

## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

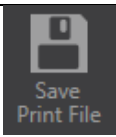
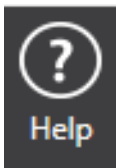
|  |   |
|--|---|
|                         |   |
| <b>Ayuda (Help)</b><br> | Despliega un menú que soluciona dudas sobre el manejo del software. |

Tabla 3. Descripción de opciones de la barra de herramientas principal.

### Bloque de herramientas vista (VIEW)

Este bloque de herramientas contiene todas las configuraciones necesarias para visualizar el objeto de forma detallada.

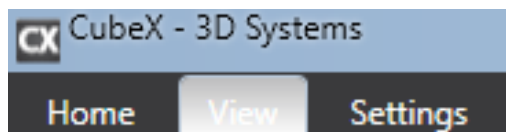


Figura 22. Barra de herramientas vista.

Se divide en tres secciones así:

- ✓ Zoom
- ✓ Vista (View).
- ✓ Parte de impresión (print Path).

En la figura 23. Se muestran las secciones en la barra de herramientas.

# DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

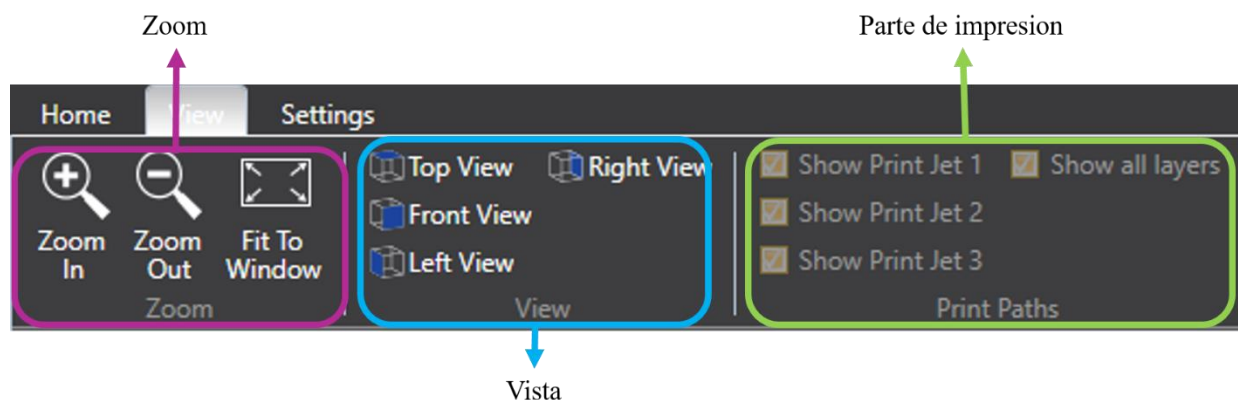

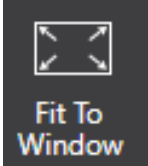

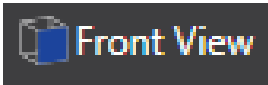


Figura 23. Secciones de la barra de herramientas vista.

En la siguiente tabla se describen las herramientas del menú vista

| Barra de herramientas Vista  |  |
|--|--|
| Menú   | Descripción                              |
| <b>Acercar modelo (Zoom in) y alejar modelo (Zoom out).</b><br> | Acerca y aleja la vista en el modelo.    |
| <b>Encaja en la ventana (Fit to Window)</b><br>                 | Enmarca el modelo en la zona de trabajo. |
| <b>Vista de arriba (Top View).</b><br>                          | Visualiza la cara superior del modelo.   |
| <b>vista de frente (Front view).</b><br>                        | Visualiza la cara frontal del modelo.    |

## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

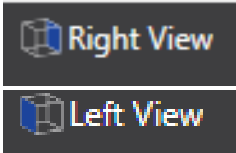
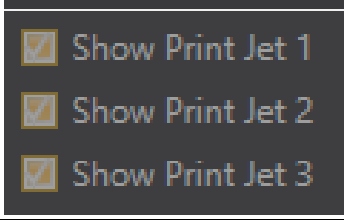
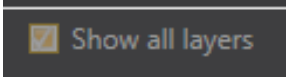
|  |  |
|--|--|
| <p><b>Vista Izquierda (Left View) y vista derecha (Right View)</b></p>  | <p>Permiten visualizar el modelo desde las perspectivas izquierda y derecha.</p> |
| <p><b>Mostrar capas de impresión (show print jet 1,2 y 3).</b></p>      | <p>Muestra las capas de los colores seleccionados.</p>                           |
| <p><b>Mostrar todas las capas (show all layers)</b></p>               | <p>Muestra todas las capas del modelo.</p>                                       |

Tabla 4. Descripción de opciones de la Barra de herramientas vista.

### Barra de herramientas configuraciones (SETTINGS)

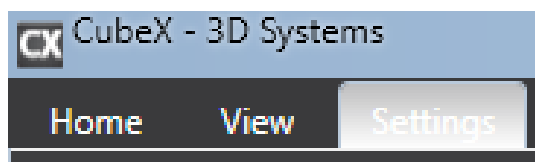


Figura 24. Barra de herramientas configuraciones (SETTINGS) de Cubex.

En este bloque se encuentran las configuraciones de las herramientas anteriormente expuestas.

| Barra de herramientas Configuraciones |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Menú                                  | Descripción |

## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL MENU

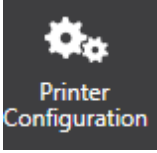
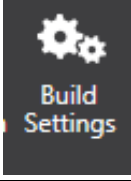

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Configuración de impresora (Printer Configuration)</b></p>  | <p>Esta configuración permite definir qué tipo de impresora que se está utilizando. También la cantidad, el tipo y el color del material puesto en cada cabezal.</p>                                   |
| <p><b>Configuración de construcción (Build Settings)</b></p>      | <p>Este menú permite configurar la distancia entre capas, la textura del relleno y un soporte para el modelo.</p>  |
| <p><b>Actualización de Firmware (Firmware Update)</b></p>        | <p>Permite visualizar las instrucciones para realizar una actualización de firmware a la impresora.</p> <p>NOTA: Esta operación la realizara exclusivamente el operario de la línea de producción.</p> |

Tabla 5. Descripción de opciones de la Barra de herramientas configuración.



# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

## Cambio de cartuchos

Pasos para el cambio de cartuchos:

1. Diríjase al menú principal y seleccione REPLACE (reemplazo).

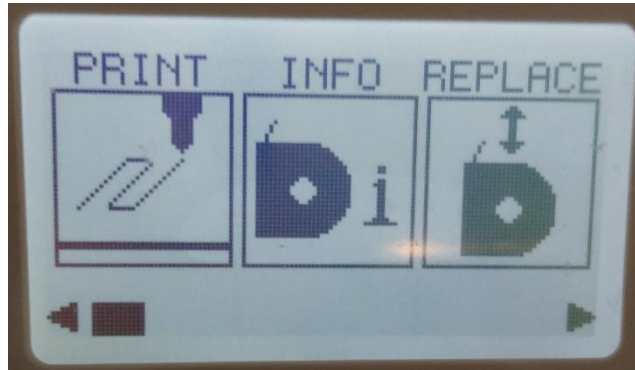


Figura 25. Menú principal de la impresora 3D.

2. Seleccione el numero del cartucho a reemplazar como se muestra en la Figura 26.

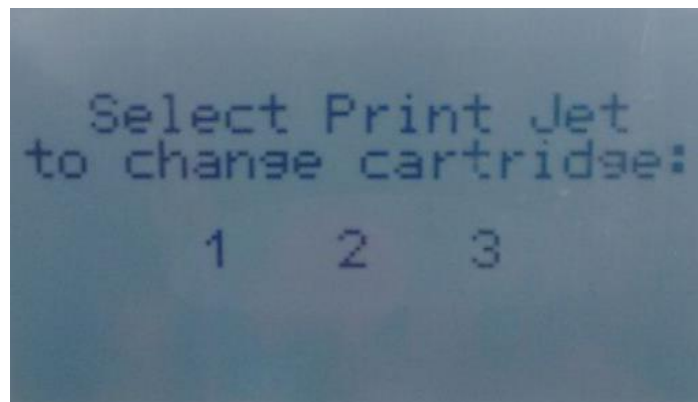


Figura 26. Número de los cabezales de la impresora 3D.

3. La imagen de la pantalla táctil en la impresora debe coincidir con la imagen que se muestra en la figura 27.

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

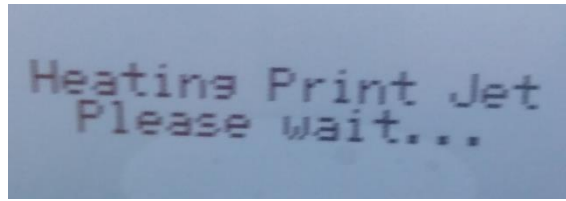


Figura 27. Calentando el cabezal de la impresora 3D.

4. Se calienta el cabezal escogido y expulsa el residuo del material del cartucho actual como se muestra en la figura 28.

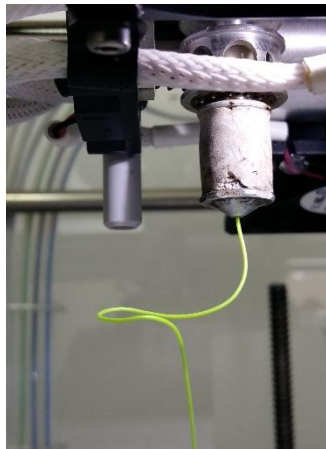


Figura 28. Saliendo material sobrante del cabezal de la impresora 3D.

5. Después se debe sacar el cartucho de impresión, levantando la parte trasera del mismo como se muestra en la figura 29 y se jala suavemente hacia afuera.

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA



Figura 29. Sacando el cartucho de la impresora 3D.

6. A continuación, emerge un mensaje en la pantalla táctil que dice, sacar el material suavemente de la sonda como se muestra en la figura 30.

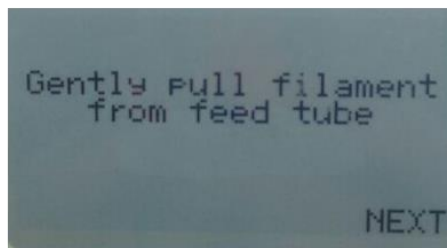


Figura 30. Saliendo material sobrante del cabezal de la impresora 3D.

7. Selecciona la opción siguiente (Next). Se saca el material sin devolverlo al cartucho puesto que esto puede ocasionar daños.
8. Amarre el sobrante del material al cartucho para evitar pérdidas, como lo indica el mensaje en la pantalla táctil que se muestra en la figura 31.

# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

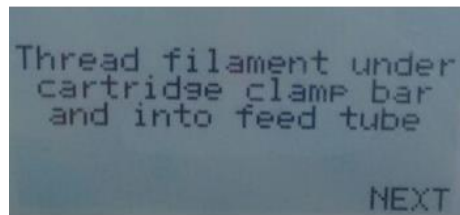


Figura 31. Sacar el filamento del cartucho y amárrelo al tubo de alimentación.

9. Seleccione siguiente. Retire el tornillo del cartucho que va a instalar en la impresora. Si el cartucho que retiro tiene material, asegúrelo con el tornillo de seguridad para evitar pérdidas. como se visualiza en el mensaje de la pantalla táctil en la figura 32.

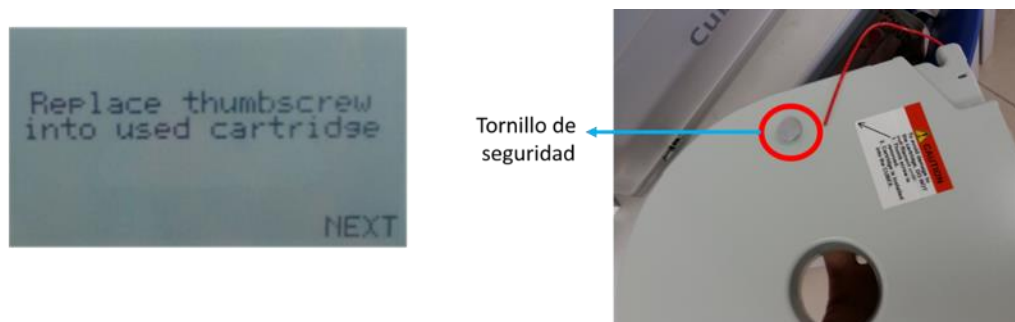


Figura 32. Reemplace el tornillo en el cartucho usado y ubicación del tornillo de seguridad.

10. Seleccione siguiente. En el nuevo cartucho, corte un trozo de 30cm o menos del material. En la figura 33 se muestra el mensaje y la forma de cortar el material.

# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

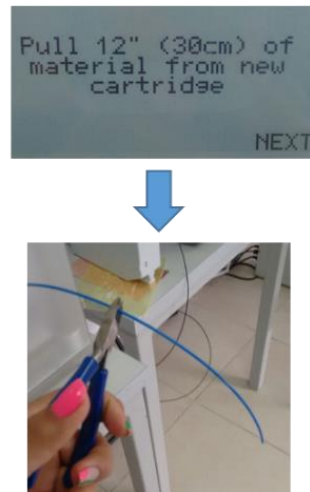


Figura 33. Corte un segmento de 30cm o menos del material en el nuevo cartucho.

11. Seleccione siguiente. En la pantalla táctil aparece la instrucción de instalar el nuevo cartucho, se realiza insertando el filamento saliente del cartucho en el tubo que lleva el material al cabezal. En la figura 34 se muestra el mensaje de la pantalla táctil y también por qué parte se debe inserta el filamento al tubo.

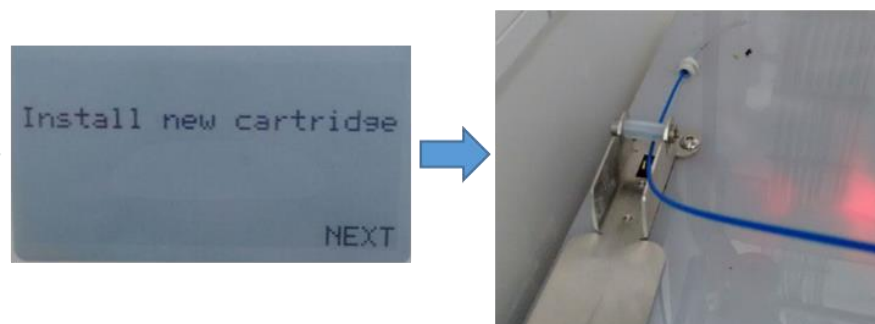


Figura 34. Instale el nuevo cartucho e ingrese el filamento por el tubo de la impresora 3D.

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

12. Inserte el cartucho pasando el seguro de ajuste por la hendidura donde antes paso el material. Presione suavemente hacia abajo la parte posterior del cartucho para ajustarlo a plenitud como se muestra en la figura 35.



Figura 35. Ajuste del cartucho de impresión.

13. Empuje el filamento de material hacia el cabezal, hasta que inicie a salir un hilo de impresión, como lo dice en el menú táctil que se muestra en la figura 36.



Figura 36. Presione filamento por el tubo de alimentación hasta que comience el material a salir.

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

14. Seleccionar siguiente. Finalmente, el menú pregunta si desea cambiar otro cartucho, si es así, seleccionar la opción aceptar denotada con el siguiente símbolo , de lo contrario será la opción cancelar . En la figura 37 se muestra la pregunta que muestra el menú táctil.

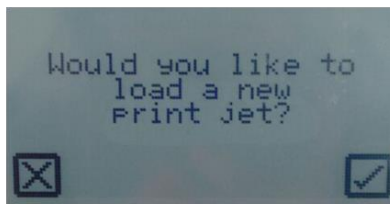


Figura 37. Pregunta si quisiera cargar un nuevo cabezal.

### **Limpieza de la plataforma**

Limpie la plataforma de impresión para quitar partículas y pegante que se pueda encontrar. Es recomendable con agua caliente o tibia, sumérgala en un recipiente con agua o aplique agua a presión por un tiempo prudencial de 3 a 5 minutos, posteriormente seque la plataforma con una bayetilla y ubíquela en el lugar de trabajo. En la figura 38 se muestra el procedimiento de limpieza de plataforma.

# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

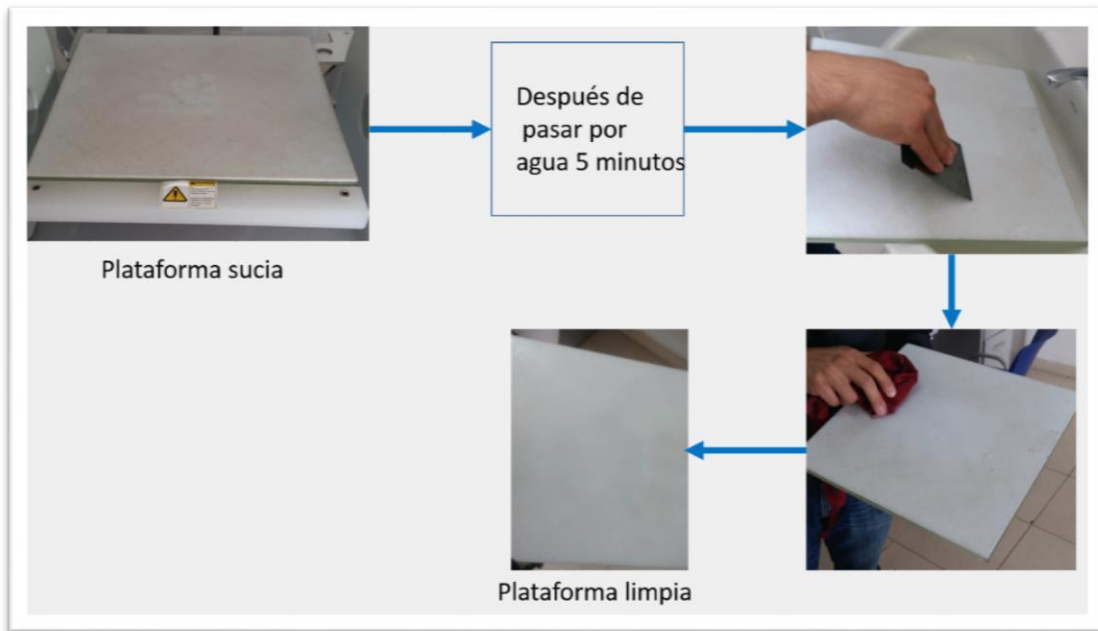


Figura 38. Procedimiento de limpieza de la base de impresión.

## Rugosidad de la plataforma

Para garantizar una buena impresión la plataforma debe estar perfectamente alineada y con una rugosidad mínima con el fin de que el material se adapte y adhiera con más firmeza a la plataforma.

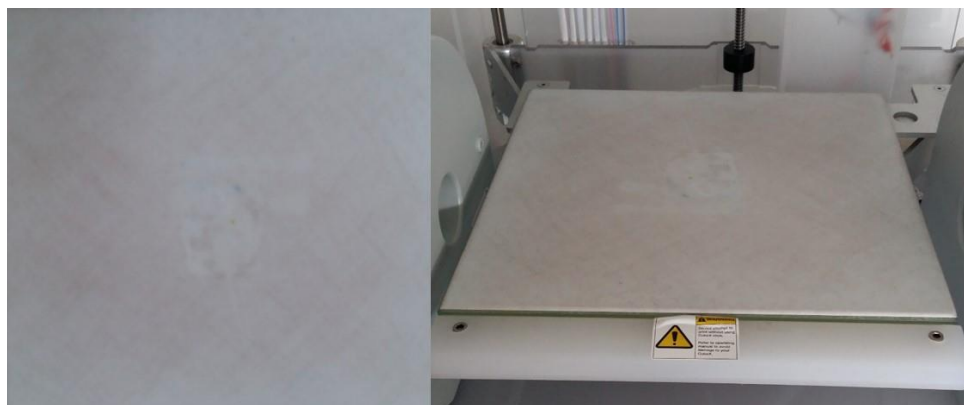


Figura 39. Base de impresión sin rugosidad.



# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA



Figura 40. Plataforma de impresión y lija para la rugosidad.

se debe realizar un lijado superficial que, de rugosidad a la plataforma, basta con hacer una pasada por toda la superficie una vez de esquina a esquina recorriendo las cuatro puntas con la lija propia de la máquina.

## Nivelación y ajuste de la plataforma

Para nivelar la plataforma de impresión hay que usar el menú como se muestra en la figura 41.

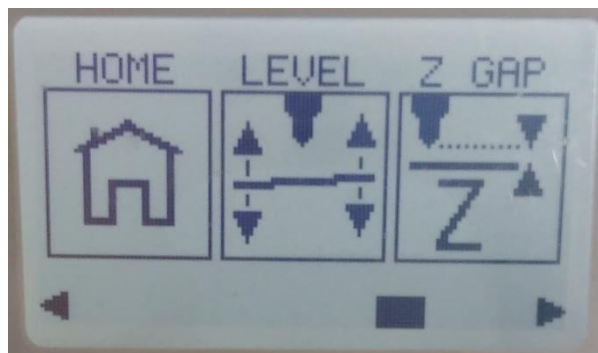


Figura 41. Menú de la Impresora 3D.

# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. Se selecciona el menú nivel (LEVEL), aparecerá un submenú como el que se muestra en la figura 42.

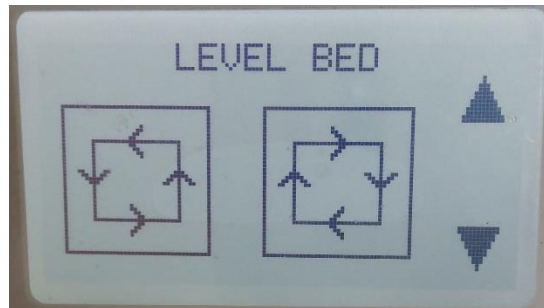


Figura 42. Menú nivel de cama.

Los menús con flechas en sentido horario y anti horario describen el sentido en el que van a girar los cabezales por la plataforma. Las flechas de los lados en el menú sirven para desplazar la plataforma hacia arriba o hacia abajo buscando que queden los cabezales por todas las esquinas alineados en la base.

2. Verifique que los cabezales recorran por dentro de la plataforma de impresión en las cuatro esquinas. En la figura 43 se muestra a los cabezales por las cuatro esquinas recorriendo la base.

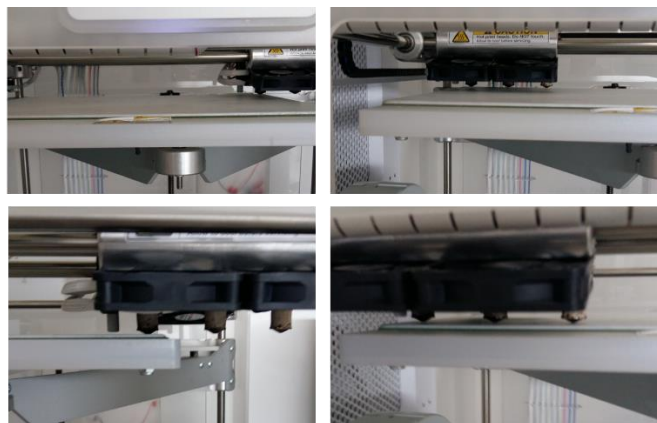


Figura 43. Movimiento de los cabezales por la base.

# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

## Nivelación de los cabezales con la base de impresión o Z-GAP

El procedimiento que se realizara a continuación es necesario para generar una calidad de impresión superior, puesto que influye mucho la distancia existente entre la plataforma de impresión y el cabezal.

Se calibra de la siguiente manera:

1. Ingresar al menú principal y seleccionar la opción Z-GAP. En la figura 44 se muestra la opción Z-GAP en el menú principal.



Figura 44. Menú principal con opciones Z-GAP, OFFSET y UPDATE.

2. La plataforma se ubica de tal manera que los cabezales quedan en la posición donde comienza a imprimir como se muestra en la figura 45.

# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA



Figura 45. Posición de los cabezales con la plataforma de impresión.

3. Se muestra el menú en la figura 46. La plataforma se mueve con las flechas hacia arriba y hacia abajo con una resolución de 0,01mm (distancia recorrida por paso) en cada movimiento.

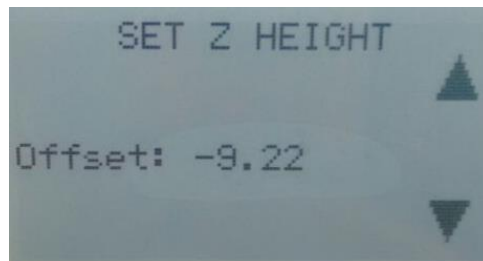


Figura 46. Menú de posicionamiento de impresora 3D.

4. Una prueba que realiza para verificar la altura de la plataforma es poner una hoja de papel entre esta y el cabezal. Subir la plataforma hasta que ejerza una leve presión sobre la hoja, pero teniendo en cuenta que esta debe pasar de lado a lado como se muestra en la imagen 47.

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA



figura 47. Prueba con la hoja de papel.

5. Desde este punto bajar la plataforma 0,05mm (pulsar la flecha 5 veces hacia abajo).
6. Se guarda el cambio realizado y finaliza el procedimiento.

### **Limpieza de obstrucciones exterior e interior en los cabezales**

La limpieza de los cabezales es un procedimiento que necesita de sumo cuidado, ya que se calientan a temperaturas alrededor de los 250 °C, por esto se aconseja usar las siguientes herramientas:

- ✓ Guantes especiales que soporten temperaturas hasta de 300 °C.
- ✓ Cepillo de cerdas metálicas.
- ✓ Hoja de papel.
- ✓ bayetilla.
- ✓ broca de 0,5mm

para realizar el procedimiento realizar los siguientes pasos:

1. Ingresar al menú principal y escoger la opción mover manualmente (Move) esta permite desplazar la plataforma de impresión y los cabezales a un punto

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

dentro del área de impresión 3D. En la imagen 48 se muestra el menú mover manualmente.

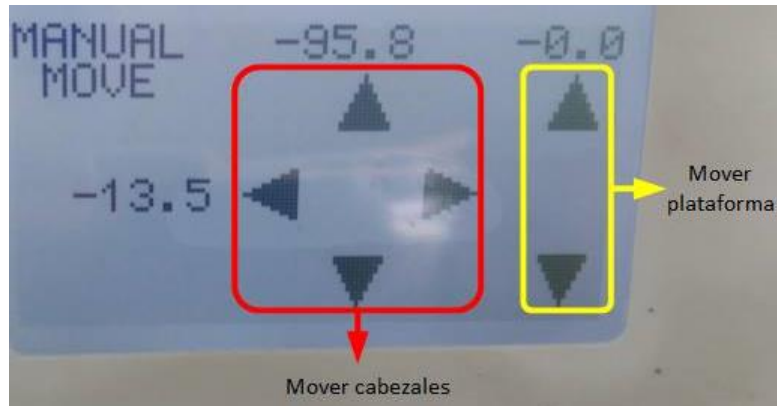


Figura 48. Menú mover manualmente.

Con las cuatro flechas de la izquierda se mueven los cabezales en los ejes X, Y. Con las flechas del lado se mueve la plataforma por el eje Z.

2. Ubicar la plataforma en el punto medio del eje Z.
3. Mueva los cabezales en los ejes X, Y para ubicarlo en el punto centro de la plataforma de impresión.
4. Se ubica la hoja de papel sobre la base de impresión para evitar que se manche.
5. Se pulsa el botón de inicio en la impresora para volver al menú principal y se selecciona el menú control de temperatura y velocidad (PJ-CON). Como se muestra en la figura 49.

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA



Figura 49. Menú de selección con PJ-MAP, PJ-CON y MOVE.

6. Aparece un submenú que permite elevar la temperatura y la velocidad de aplique del material para cada cabezal. En la figura 50 se muestra el menú de control de temperatura y velocidad para los cabezales.

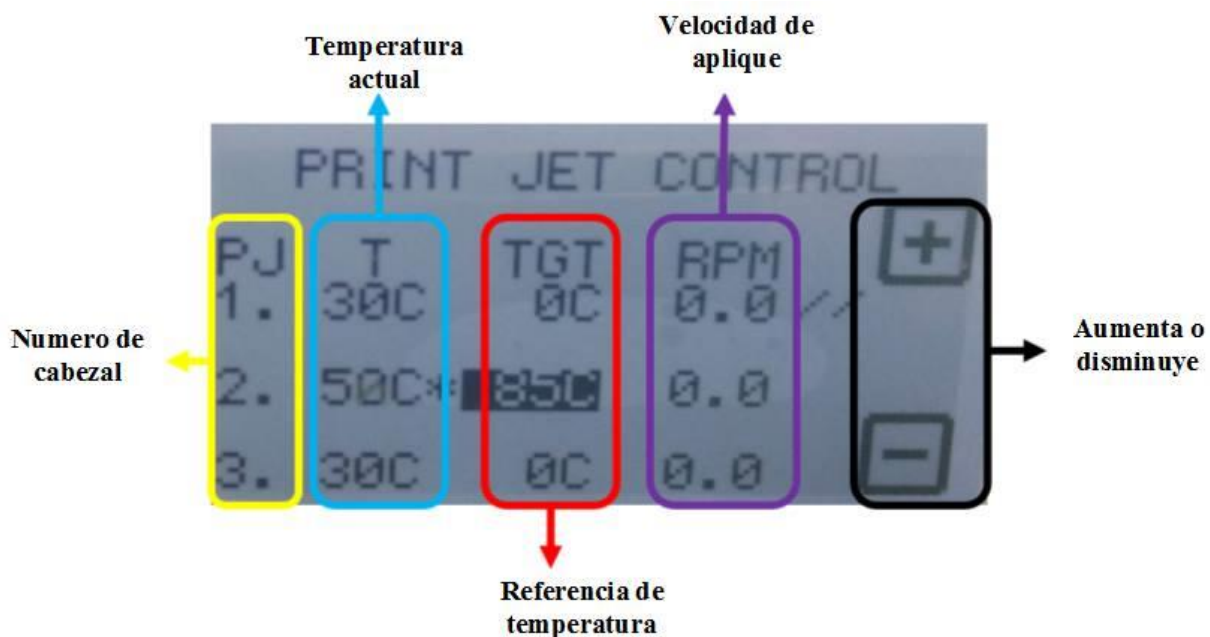


Figura 50. Menú de control de temperatura y velocidad para los cabezales.

7. Se selecciona el cabezal a limpiar en la columna TGT (ver figura 50) y se aumenta la temperatura hasta 180°C, es suficiente para que se caliente el material que esta adherido a la punta externamente.

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

8. Con el cepillo de cerdas metálicas se limpia la punta del cabezal hasta que se remuevan las manchas como se muestra en la figura 51. No aplique mucha fuerza ya que puede causar daño en el cabezal.

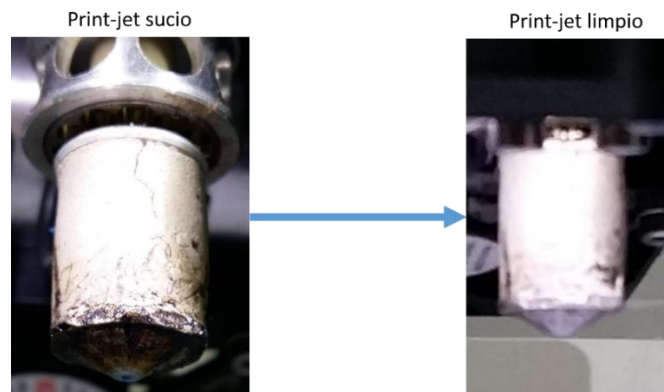


Figura 51. cabezal sucio y después limpio.

9. Terminado el proceso de limpieza de la punta. Se aumenta la temperatura (TGT) a 250°C y en RPM se sube hasta 3.0, debe generar un aplique de material por el cabezal lentamente.

Si el material sale continuo sin burbujas diríjase al paso 18, si por el contrario diríjase al paso 10.

**NOTA:** tenga mucho cuidado al realizar este procedimiento ya que puede causar daño al cabezal.

10. Vuelva al menú principal y Haga el procedimiento de **cambio de cartucho**, pero sin colocar otro cartucho.
11. Selecciona el menú PJ-CON y en la columna TGT se sube la temperatura hasta 250°C y en RPM se sube hasta 5.0, si no ha salido material se debe volver el valor a 0 RPM.
12. Quite la tapa superior de la impresora 3D como se muestra en la figura 52.



# MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

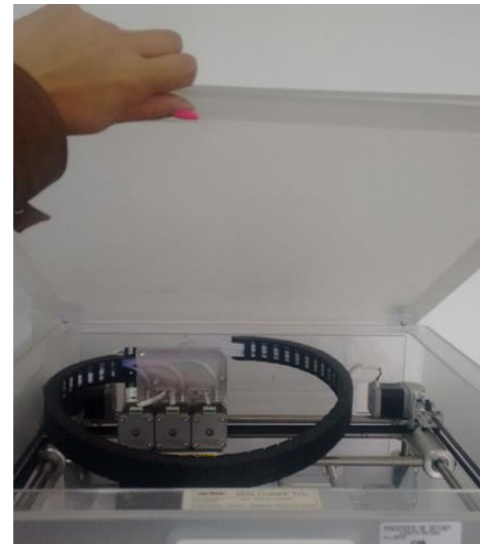


Figura 52. Tapa superior de la impresora 3D.

13. Retire cuidadosamente el final del ducto del cabezal de impresión para generar espacio y realizar la limpieza del ducto interno del cabezal. Como se muestra en la figura 53.

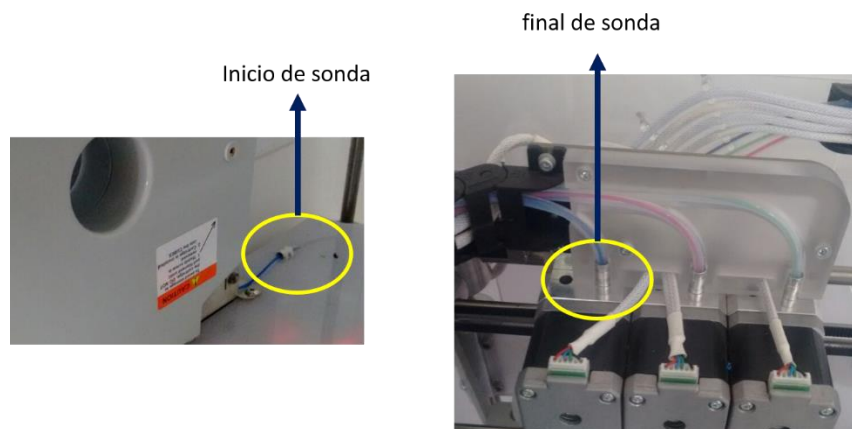


Figura 53. Ducto que lleva el material. Cambiar imagen.

14. Ahora inserte la broca de 0,5mm de diámetro por la punta del cabezal y gírela suavemente para retirar el material que genera obstrucción, retire e introduzca la broca las veces que sea necesario.

## MANTENIMIENTO Y RECOMENDACIONES PREVIAS A LA PRÁCTICA

15. Ingrese un alambre de 0,5mm de diámetro o menos por el hueco de la parte superior del cabezal y empuje suavemente hacia abajo, para que el material que esta empozado se caliente y pueda ser expulsado, repita varias veces el procedimiento.
16. Para terminar con la limpieza compruebe que funciona, corte un segmento de 10 cm de material e insértelo en el orificio de la parte superior del cabezal.
17. En la opción RPM aumente la velocidad de salida entre 3.0 y 5.0 RPM, debe salir el material a una velocidad promedio y sin burbujas. Como se muestra en la figura 54.

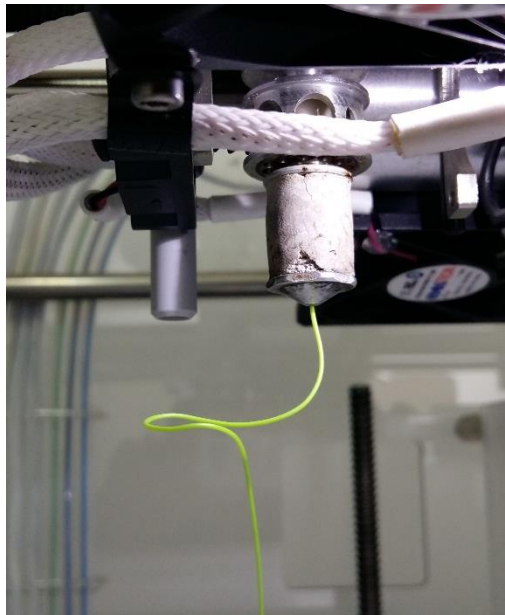


Figura 54. Material saliendo.

18. Baje la velocidad hasta 0 RPM y la columna TGT hasta 0°C.
19. Coloque nuevamente el cartucho.

# PRÁCTICA #1

## Proceso de reingeniería para una pieza.

Dando continuidad a la práctica planteada en el manual de usuario del escáner 3D. Se plantea duplicar una pieza de un radio que ha sido previamente digitalizado. Partiendo del archivo resultante del proceso de digitalización en el escáner 3D, tal como se visualiza en la figura 55.

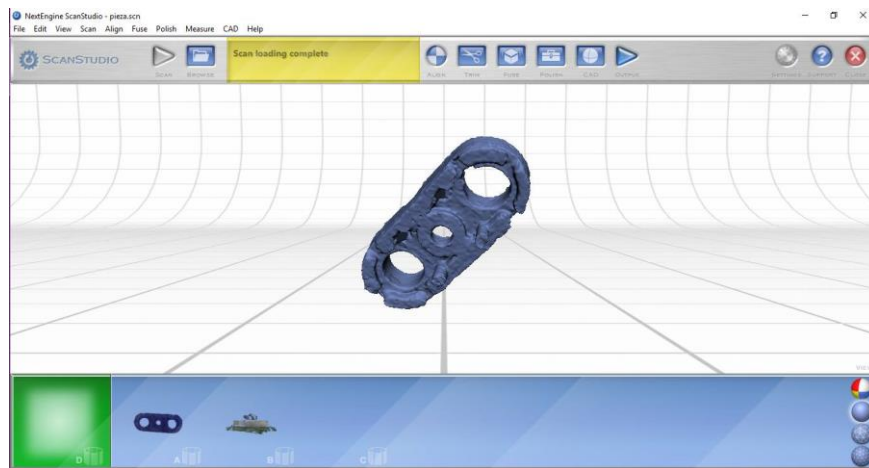


Figura 55. Pieza digitalizada en Scan Studio con el escáner 3D.

En la figura 56 se muestra la pieza del radio PRC-710 (pieza a imprimir) en los perfiles frente, posterior y lateral



Figura 56. Pieza de radio PRC-710 en los perfiles posterior, frente y lateral respectivamente.

# PRÁCTICA #1

A continuación, se presentan los pasos para imprimir el modelo 3D.

1. inicie el software Cubex. En la figura 57 se muestra el ejecutable del software Cubex.



Figura 57. Símbolo del software Cubex.

2. Se importa el proyecto con la opción abrir modelo (Open Model)

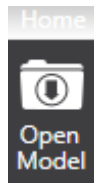


Figura 58. Pantalla principal de Cubex.

3. Buscar el archivo a imprimir con la extensión CAD, en este caso particular se llama Pieza.STL. En la figura 59 se muestra el menú de búsqueda de archivos.

# PRÁCTICA #1

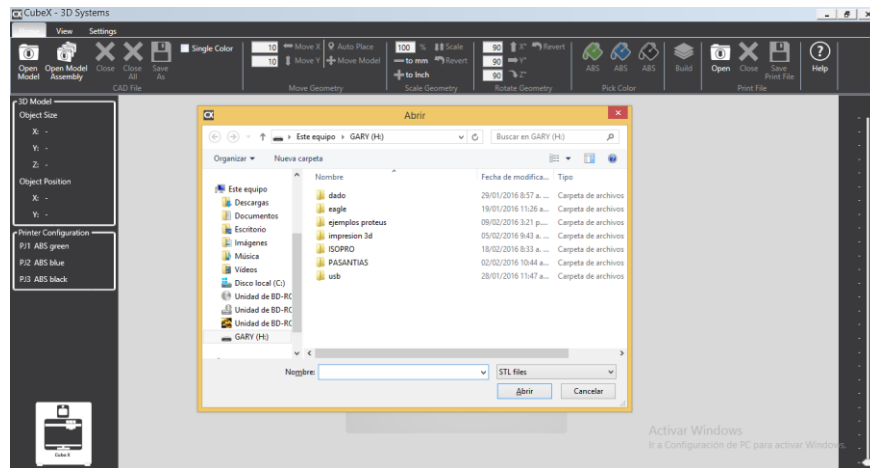


Figura 59. Menú de búsqueda del proyecto.

4. Seleccione el archivo, en la zona de trabajo se visualiza el modelo como se muestra en la figura 60.

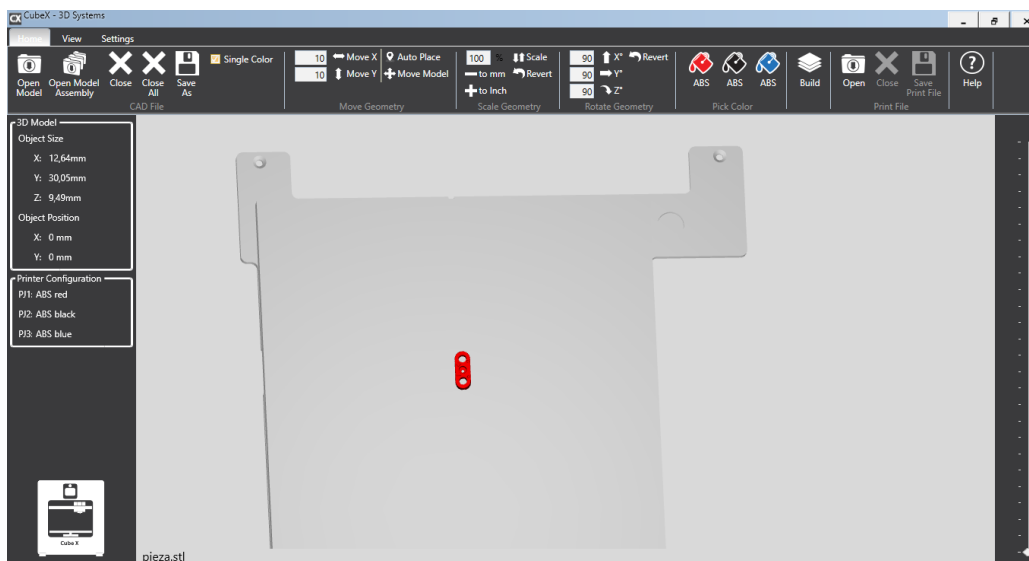


Figura 60. Pieza en la zona de trabajo.

5. Escoja el color en que se quiere imprimir la pieza, elija el color negro. En la figura 61 se selecciona el color negro en el menú.

## PRÁCTICA #1

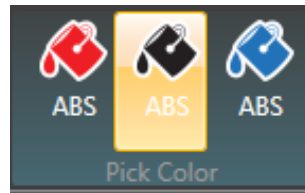


Figura 61. Selecciona el color negro.

6. Seleccione primero el color y aplíquelo a la pieza para que cambie de tono como se muestra en la figura 62.

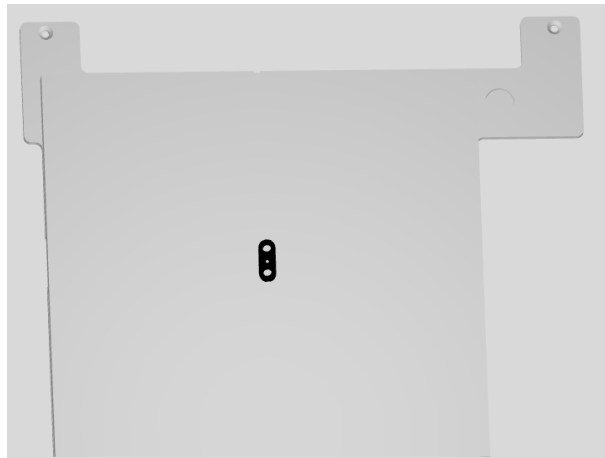


Figura 62. Figura con color negro.

7. Se selecciona la pieza y se gira en el menú **Rotación** digitando  $95^\circ$  en el eje Y. Este paso se hace por que la pieza tiene partes que sobresalen en los perfiles frente y posterior. En la figura 63 se muestran las partes sobresalientes de la pieza.

# PRÁCTICA #1

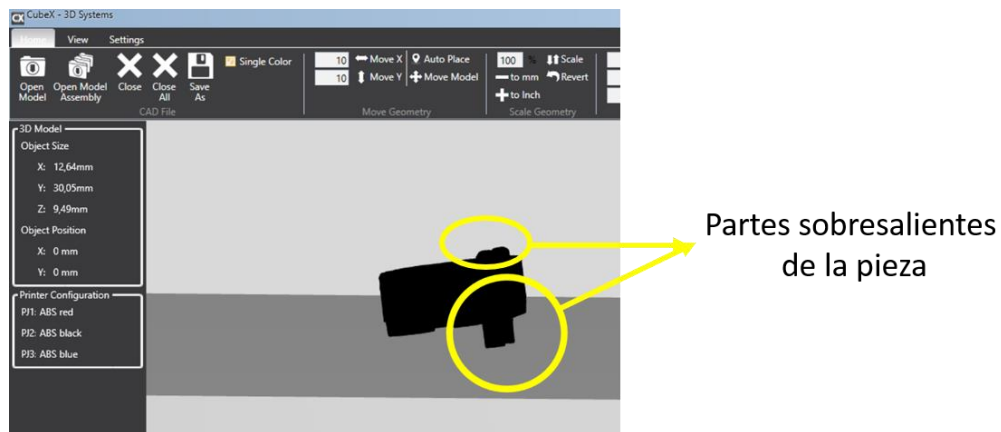


Figura 63. Pieza en Cubex mostrando partes sobresalientes.

En la figura 64 se visualiza la nueva vista de la pieza.

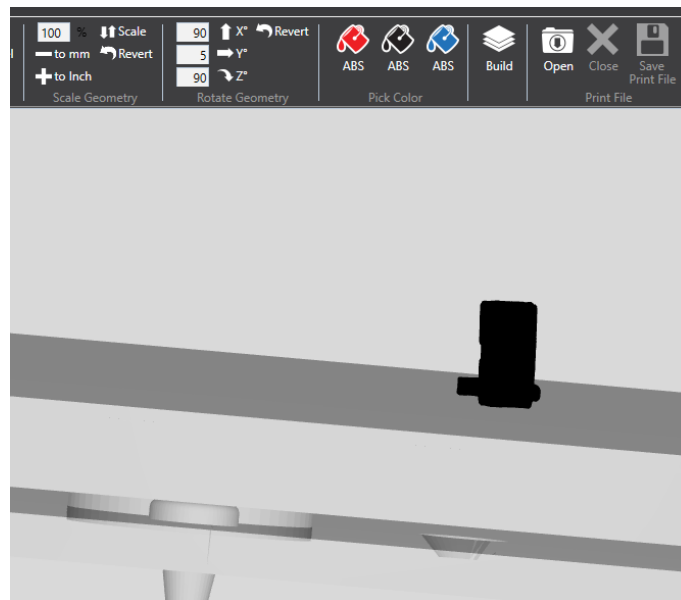


Figura 64. Pieza ajustada 95°.

8. Selecciona el menú construir(Build) que se muestra en la figura 65.

# PRÁCTICA #1

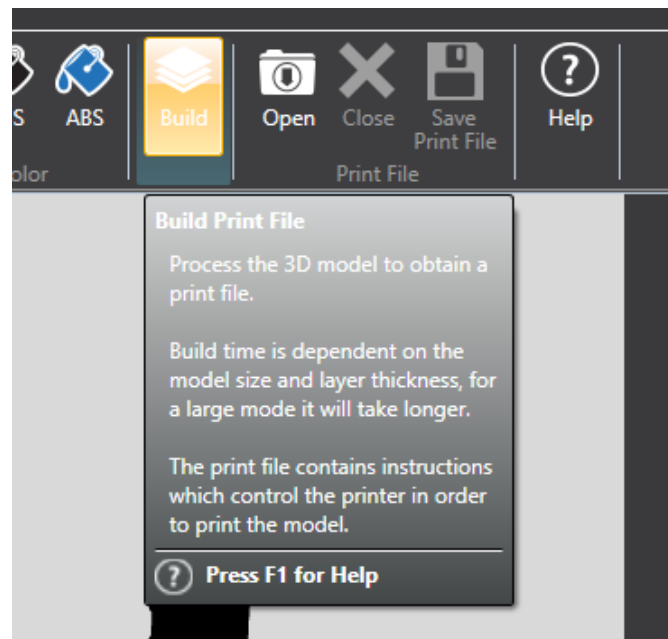


Figura 65. Menú construir (Build).

9. En el menú se configura, selecciona la opción 0.1mm en grosor de capa (layer thickness), para que la pieza tenga un terminado más fino.
10. En densidad de la pieza (Part density) se selecciona médium para que el relleno sea mediano y no se dañe fácilmente.
11. Las opciones
  - ✓ material de balsa (Raft Material)
  - ✓ material de soporte (support material)
  - ✓ tipo de soporte (support type)

no se necesitan en esta práctica ya que la pieza tiene una base plana que soporta la modelo por lo tanto se selecciona ninguna (none).

12. Habilite la opción que conserve el fino detalle (fine detail preservation), para que la pieza tenga la mayor calidad posible. En la figura 66 se muestra como queda la configuración recomendada.



# PRÁCTICA #1

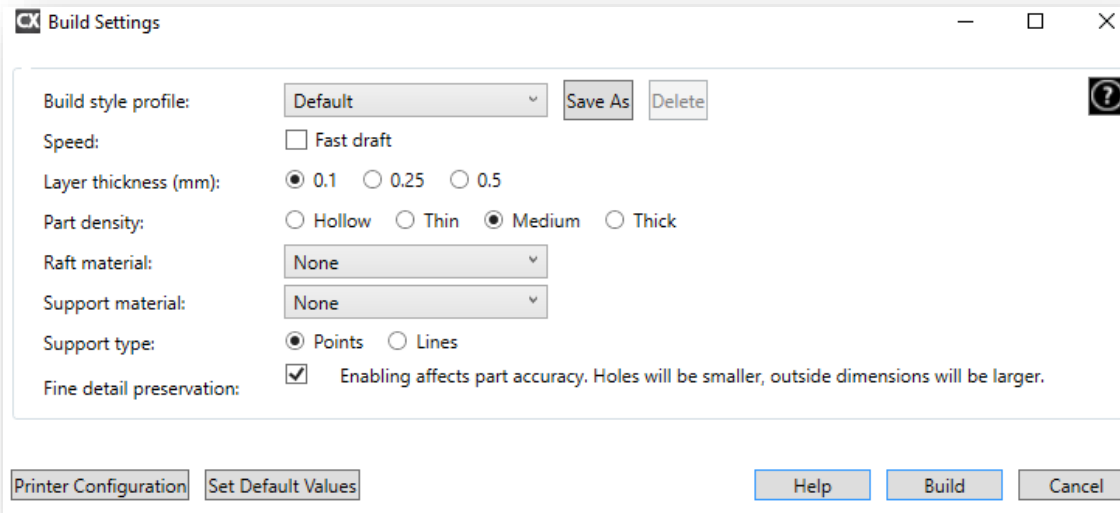


Figura 66. Configuración recomendada.

13. Se pulsa el botón de construir (Build).

14. Se genera una ventana que muestra el tiempo estimado y la cantidad de material de la pieza como se observa en la figura 67.

# PRÁCTICA #1

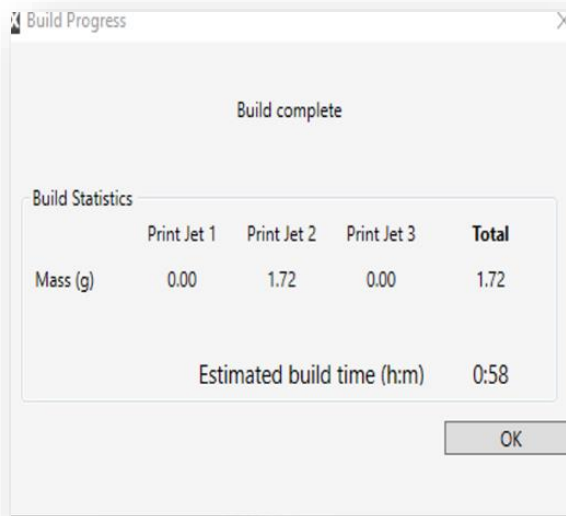


Figura 67. Tiempo y cantidad de material estimado.

15. Se guarda el archivo del proyecto en una USB, en la opción guardar archivo de impresión (save print file). En la figura 68 se muestra la opción para guardar el archivo construido.

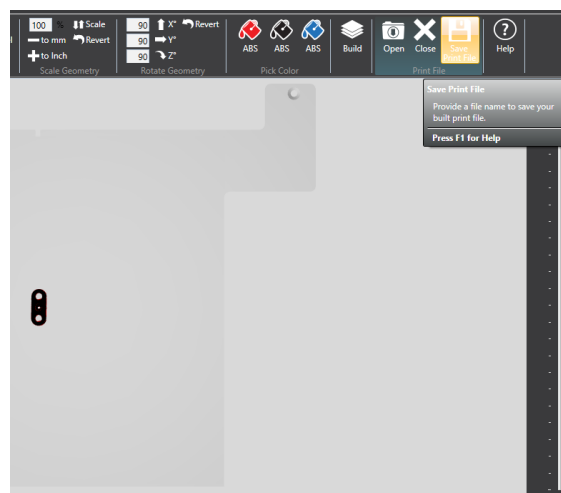


Figura 68. Guardar el archivo en una USB.

## PRÁCTICA #1

16. Debe aparecer un archivo en la memoria USB con el nombre del archivo y entre paréntesis la palabra “rebuild” y con la extensión .Cubex para este caso particular pieza(rebuild).
17. Llevar la USB a la impresora e ingresarla en el puerto USB.
18. Dependiendo la ubicación que se le haya dado en el software, se aplica pegante Cubex Glue en la plataforma de impresión de forma circular, con el objetivo que el modelo este adherido a la base para que no halla desplazamiento y malos terminados en el modelo remítase a la figura 69.



Figura 69. Pegante CubexGlue y forma de aplicación.

19. Abrir el menú imprimir (print) en la pantalla táctil de la impresora.
20. Busque el archivo con el nombre del proyecto y de clic sobre él. En la figura 70 se muestra la pantalla que aparece al abrir la memoria para buscar el archivo.

# PRÁCTICA #1

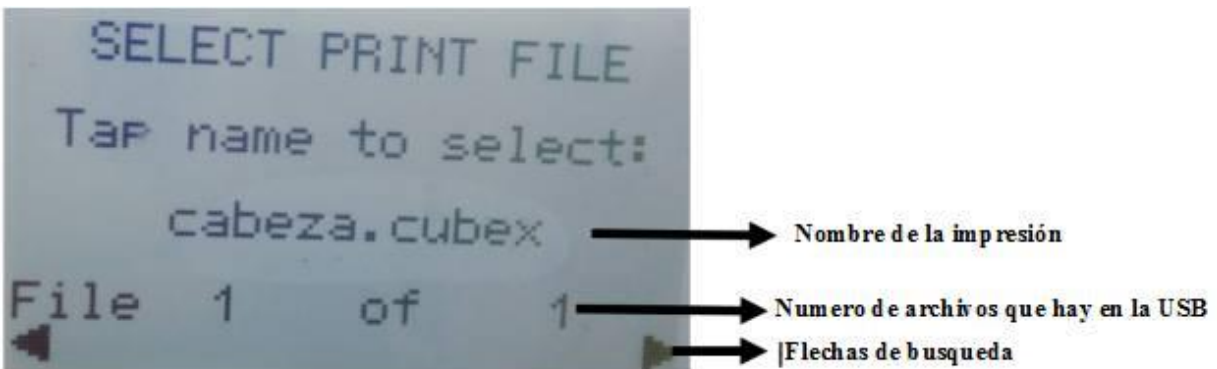


Figura 70. Pantalla táctil con el menú de búsqueda de archivos.

21. Inicie el proceso de impresión para generar la pieza física.
22. retire la pieza de la plataforma usando el procedimiento de **limpieza de plataforma de impresión** en la página 35.
23. Finalice el proceso de impresión. En la figura 71 se muestra la pieza terminada.



Figura 71. Pieza impresa.

## PRÁCTICA #2

### Modelo de un brazo robótico sacado de Internet.

Mediante la impresora 3D se pueden desarrollar proyectos prediseñados bajo las plataformas solidworks, rapidworks, SketchUp entre otros y diseños preestablecidos de páginas de internet como CubeHero, Thingiverse, Pileprint y muchas otras.

Para esta práctica se obtuvo un modelo de un brazo robótico prediseñado como el que se muestra en la figura 72 de la página de internet [www.ingenios.com](http://www.ingenios.com).

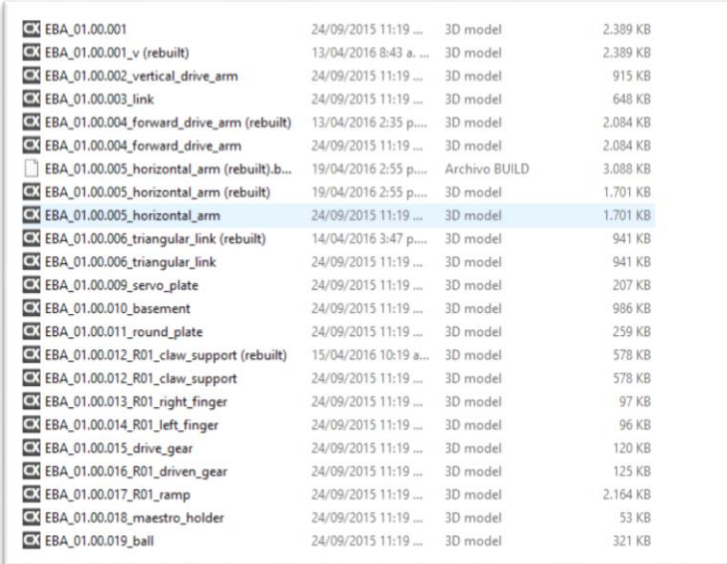


Figura 72. Brazo y archivo para imprimir. (Ingenios, s.f.)

Para realizar esta práctica siga los pasos:

1. Descargue el archivo(s) .STL de la página de su elección.
2. Guarde todos los archivos en una carpeta donde los pueda encontrar con facilidad. En la figura 73 se muestran los archivos del diseño escogido.

## PRÁCTICA #2



|                                     |   |                         |               |          |
|-------------------------------------|---|-------------------------|---------------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.001                               | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 2.389 KB |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.001_v (rebuilt)                   | 13/04/2016 8:43 a. ...  | 3D model      | 2.389 KB |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.002_vertical_drive_arm            | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 915 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.003_link                          | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 648 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.004_forward_drive_arm (rebuilt)   | 13/04/2016 2:35 p. ...  | 3D model      | 2.084 KB |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.004_forward_drive_arm             | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 2.084 KB |
| <input type="checkbox"/>            | EBA_01.00.005_horizontal_arm (rebuilt).b... | 19/04/2016 2:55 p. ...  | Archivo BUILD | 3.088 KB |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.005_horizontal_arm (rebuilt)      | 19/04/2016 2:55 p. ...  | 3D model      | 1.701 KB |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.005_horizontal_arm                | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 1.701 KB |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.006_triangular_link (rebuilt)     | 14/04/2016 3:47 p. ...  | 3D model      | 941 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.006_triangular_link               | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 941 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.009_servo_plate                   | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 207 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.010_baseament                     | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 986 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.011_round_plate                   | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 259 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.012_R01_claw_support (rebuilt)    | 15/04/2016 10:19 a. ... | 3D model      | 578 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.012_R01_claw_support              | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 578 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.013_R01_right_finger              | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 97 KB    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.014_R01_left_finger               | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 96 KB    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.015_drive_gear                    | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 120 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.016_R01_driven_gear               | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 125 KB   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.017_R01_ramp                      | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 2.164 KB |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.018_maestro_holder                | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 53 KB    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | EBA_01.00.019_ball                          | 24/09/2015 11:19 ...    | 3D model      | 321 KB   |

Figura 73. Partes del diseño escogido.

3. Ejecute el software Cubex.
4. Importe un archivo desde el menú importación de archivos CAD (CAD files) y con la opción abrir (Open).
5. Seleccione el archivo y pulse abrir.

**NOTA:** Se aconseja imprimir una pieza a la vez ya que se demora menos la impresora en terminar.

6. La pieza se ubica en el centro de la zona de trabajo por defecto como se muestra en la figura 74.

## PRÁCTICA #2

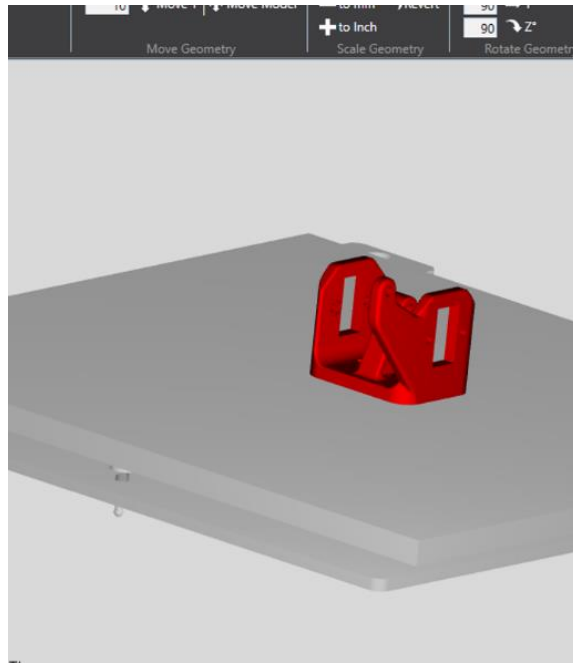


Figura 74. Primera pieza de impresión en el centro de la zona de trabajo.

Para este caso particular se va a imprimir en rojo, por esta razón no se hace cambio de color.

7. Selecciona el menú construir (Build).
8. Y se realiza la configuración que se muestra en la figura 75.

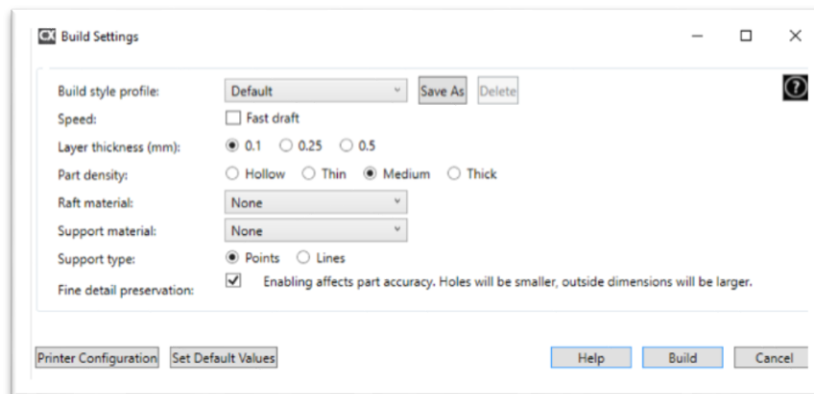


Figura 75. Configuración de construcción de la primera pieza.

## PRÁCTICA #2

9. Se guarda el proyecto construido en una memoria USB, en la opción guardar archivo de impresión (save print file).
10. Llevar la USB a la impresora e ingresarla en el puerto USB.
11. Dependiendo la ubicación que se le haya dado en el software, se aplica pegante Cubex Glue en la plataforma de impresión de forma circular, con el objetivo que el modelo este adherido a la base para que no halla desplazamiento y malos terminados en el modelo remítase a la figura 69 de la práctica anterior.
12. Abrir el menú imprimir (print) en la pantalla táctil.
13. Busque el archivo con el nombre del proyecto y de clic sobre él.
14. Inicie el proceso de impresión para generar la pieza física.
15. retire la pieza de la plataforma usando el procedimiento de **limpieza de plataforma de impresión** en la página 35.

Cuando las piezas son pequeñas (dimensiones 30x30x30 mm aproximadamente) se pueden colocar dos o tres en el software, así la impresora generara más piezas en una sola impresión. Este procedimiento se realiza de la siguiente manera:

16. Importe el archivo .STL en Cubex. En la figura 76 se muestra la segunda pieza del diseño escogido para esta práctica.



## PRÁCTICA #2

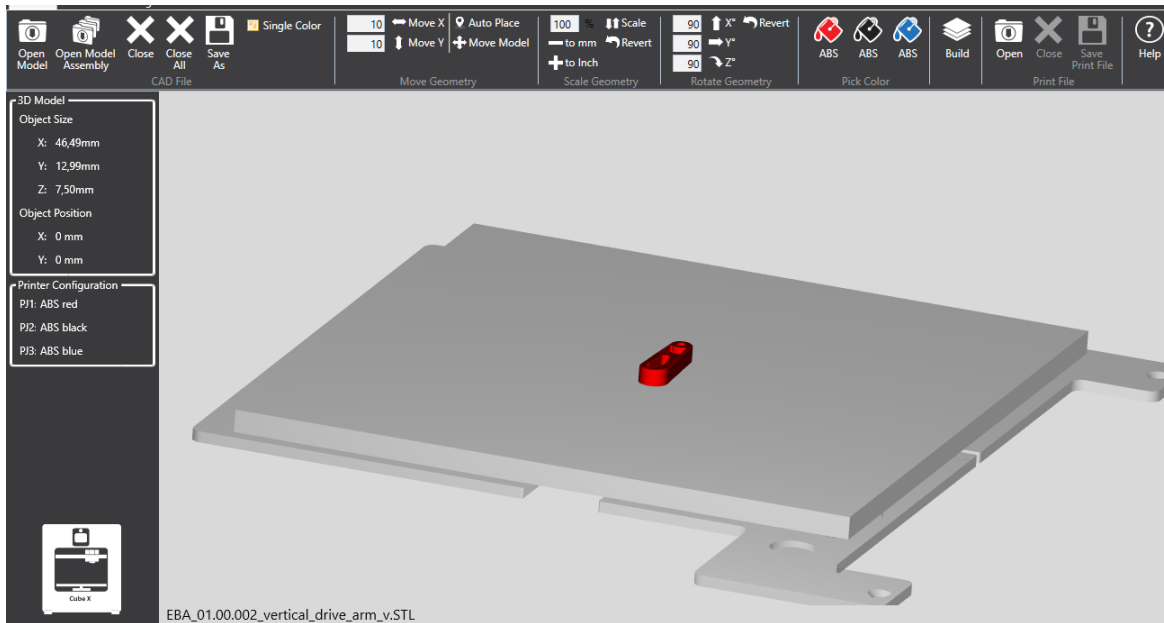


Figura 76. Segunda pieza del brazo robótico.

17. Se selecciona la pieza.

18. Se oprime mover modelo (move model) como se muestra en la figura 77.

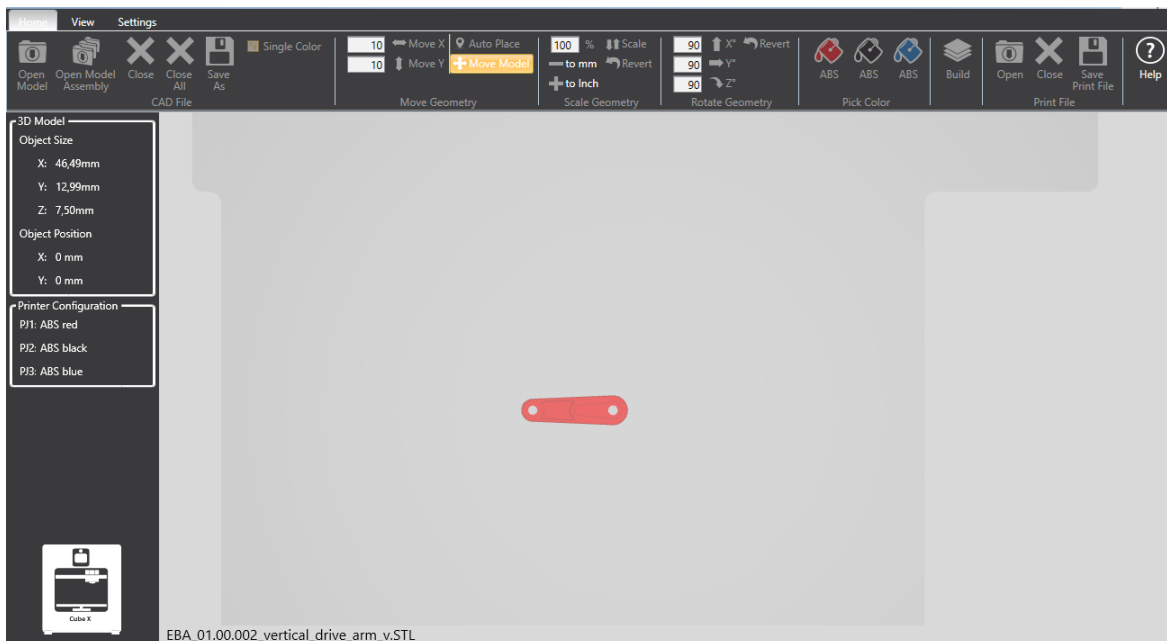


Figura 77. Moviendo la pieza.

## PRÁCTICA #2

19. Mantenga pulsado el clic izquierdo.
20. Se desplaza la pieza a otro sitio de la zona de trabajo. En la figura 78 se muestra la figura desplazada.

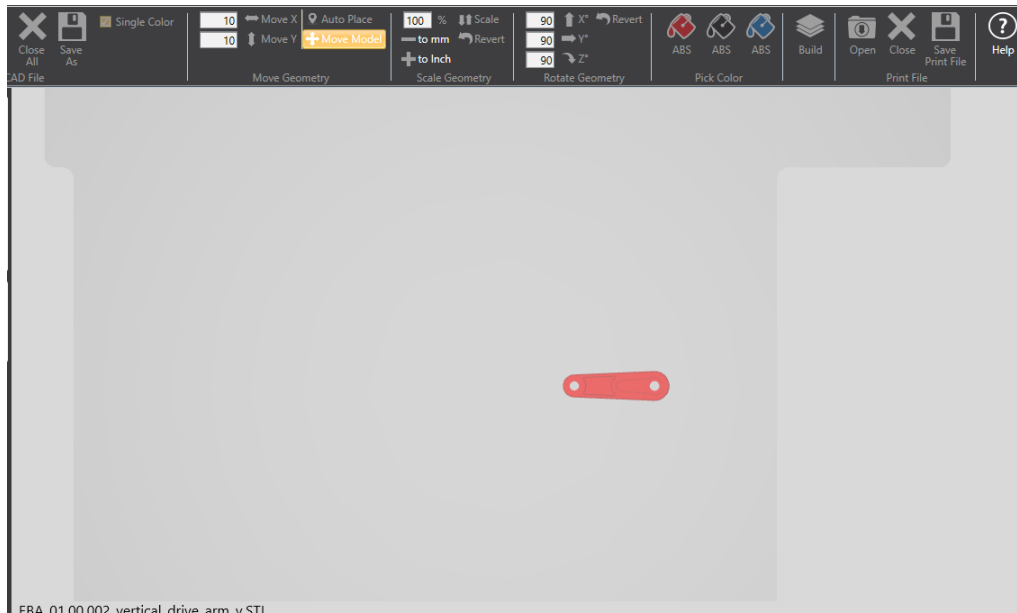


Figura 78. Figura desplazada.

21. Se importa el archivo .STL de la pieza tres con la opción abrir modelo (Open model). En la figura 79 aparecen las piezas dos y tres del diseño escogido en la zona de trabajo.

## PRÁCTICA #2

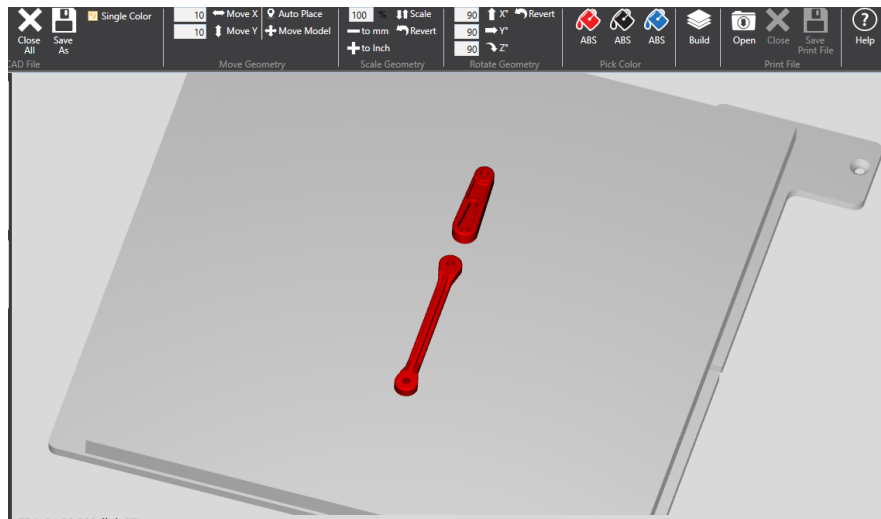


Figura 79. Piezas dos y tres del brazo robótico.

22. Desplazar la tercera pieza de la misma manera que se hizo con la segunda.
23. Después de desplazar la tercera pieza se importa la cuarta pieza con la opción abrir modelo (Open model). En la figura 80 se muestran las tres piezas en la zona de trabajo de Cubex.

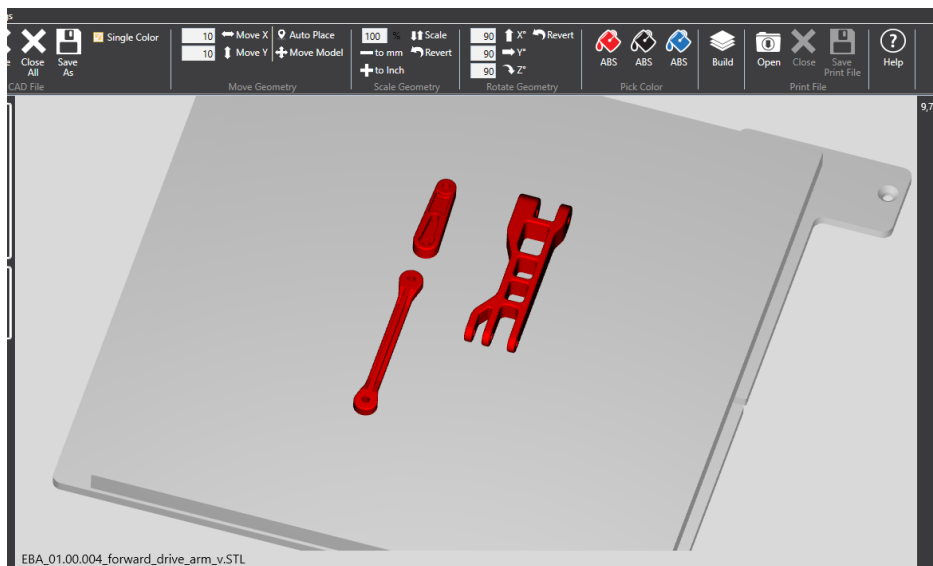


Figura 80. Piezas dos, tres y cuatro del brazo robótico.

## PRÁCTICA #2

24. Se oprime la opción construir (Build).
25. Se configura la forma de impresión como se ve en la figura 75.
26. Ver paso 9, 10 y 11.

El procedimiento se repite con las otras piezas, en la figura 80 se muestra el brazo robótico terminado.



Figura 80. Brazo robótico armado.

## PRÁCTICA #3

### Diseño de una llanta en Cubify Invent

Otra forma de trabajo es realizar su propio diseño a través de programas como solidworks, tinkerCAD, AutoDesk123D, SketchUp entre otros. Estos programas le permiten al usuario modificar patrones de diseño como forma, dimensión y aplicabilidad en las piezas.

En esta práctica se muestra el procedimiento para diseñar una pieza básica en el software desarrollado por la empresa 3Dsystem de nombre **Cubify Invent** y posteriormente imprimirla en la máquina.

1. Se abre el programa Cubify Invent como se muestra en la Figura 82.
2. Se selecciona New Invention.



Figura 82. Inicio del software Cubify Invent.

## PRÁCTICA #3

En la figura 83 se muestra la pantalla de inicio del software Cubify Invent.

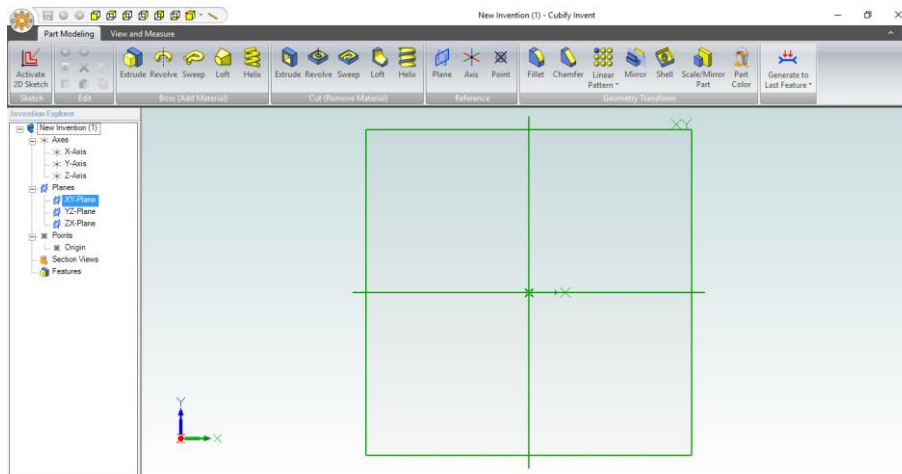



Figura 83. pantalla inicial.

3. Se selecciona la opción plano  que se encuentra en la parte superior de la pantalla, sirve para que dar profundidad al diseño. Aparece la siguiente ventana ver Figura 84.

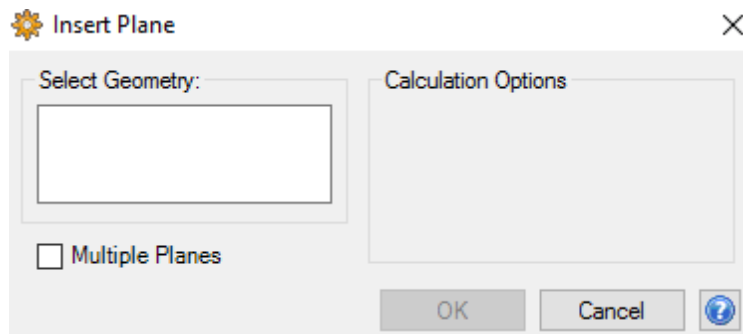


Figura 84. Figura **Insert Plane**.

4. se selecciona la opción múltiples planos (Multiple Planes) y aparece el cuadro mostrado en la figura 85.

## PRÁCTICA #3

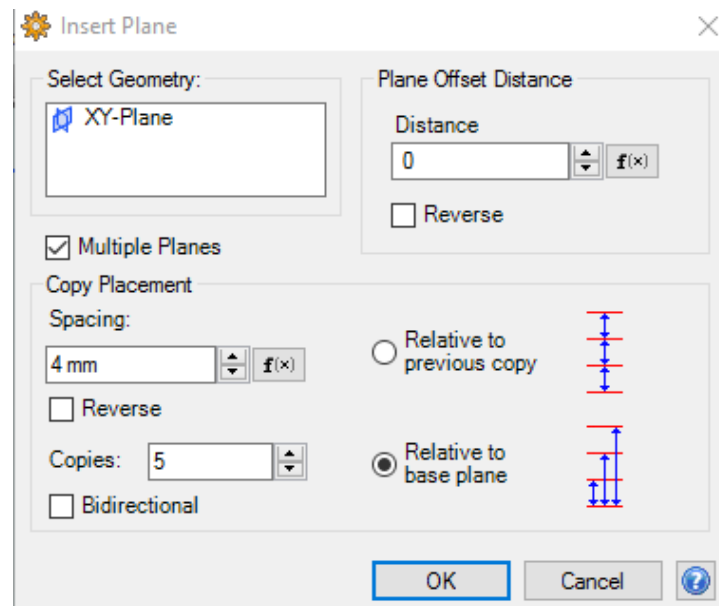



Figura 85. Múltiples planos (Multiple Planes) en el recuadro insertar plano (Insert Plane).

A continuación se explica cada opción:

- ✓ **Selección geométrica (Select Geometry)**: Se selecciona en qué plano se desea trabajar si en el plano XY-YZ- ZX.
- ✓ **Espaciado (Spacing)**: Es la distancia que va a tener un plano del otro.
- ✓ **Copias (Copies)**: Es la cantidad de planos que se desean.
- ✓ **Bidireccional (Bidirectional)**: Como su nombre lo indica los planos se crearán en ambas direcciones.
- ✓ **Distancia (Distance)**: Esta es la distancia que tendrán los planos del eje en donde se crearon.

La elección de esta configuración depende del diseño que se quiera crear, en este caso particular se realizan cinco planos con una distancia de 4mm entre plano y plano.

5. Luego de definir estos parámetros se selecciona la opción aceptar (Ok).
6. Para observar los planos como se ven en la Figura 86, se selecciona la opción que aparece en la parte superior izquierda de la pantalla llamada **Isometric (-X, +Y, +Z) View** .

# PRÁCTICA #3

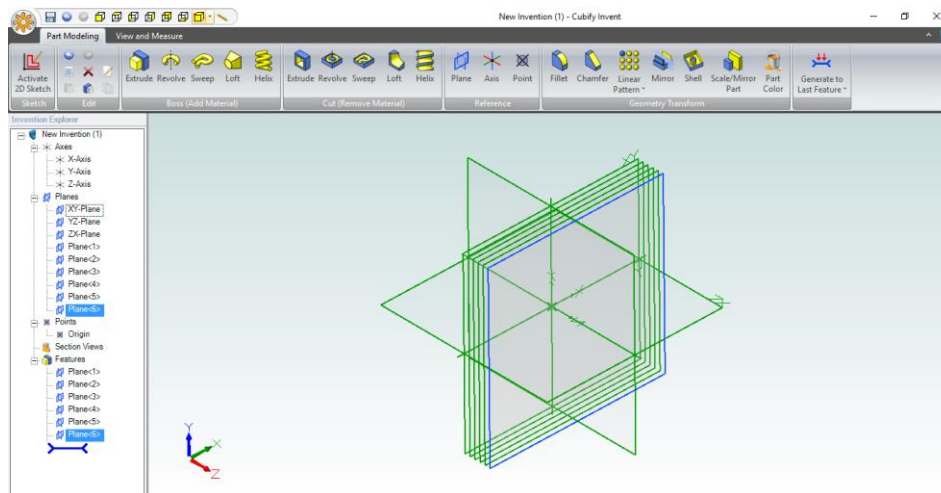


Figura 86. Planos X, Y, Z.

7. Se elige un plano
8. Se selecciona la opción que aparece en la parte superior izquierda de la pantalla, llamada **Actíivate 2D Sketch** 

Se muestra el plano cinco en dos dimensiones, así como se ve en la Figura 87.

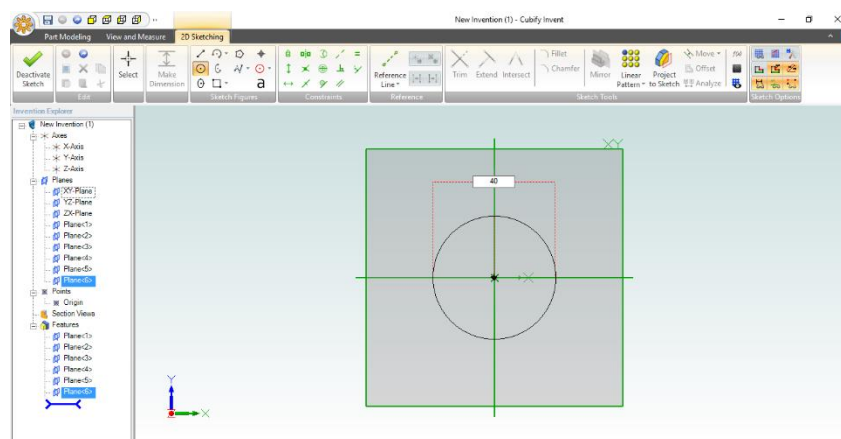


Figura 87. Parte externa del rin de la rueda.

9. Se diseña un círculo que mide 40 mm este será la parte externa del rin de la llanta.



## PRÁCTICA #3

10. Después de dibujar el círculo se selecciona la opción que aparece en la parte superior izquierda llamada desactivar boceto (Desactívat Sketch). En la figura 88 se muestra la opción desactivar boceto (Desactívat Sketch).

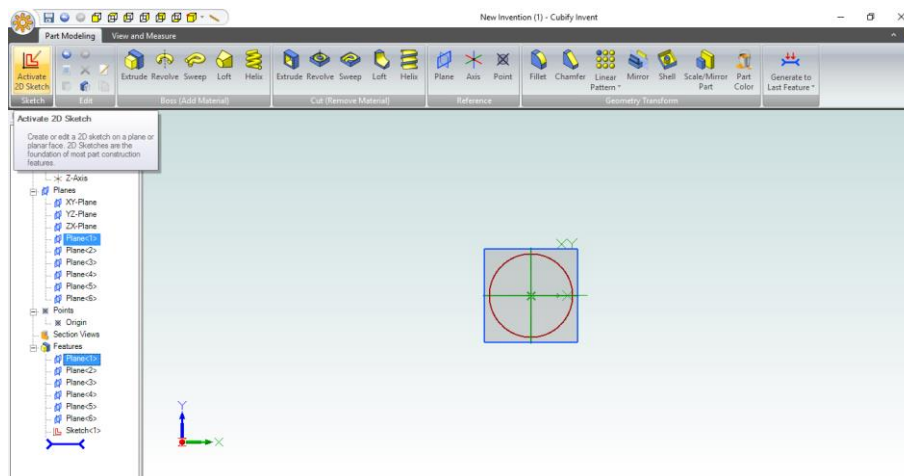



Figura 88. Opción Desactívat Sketch.

11. Se selecciona la opción que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla llamada Isométrica (Isometric (-X, +Y, +Z) View ) , Para ver el diseño en tres dimensiones como se muestra en la Figura 89.

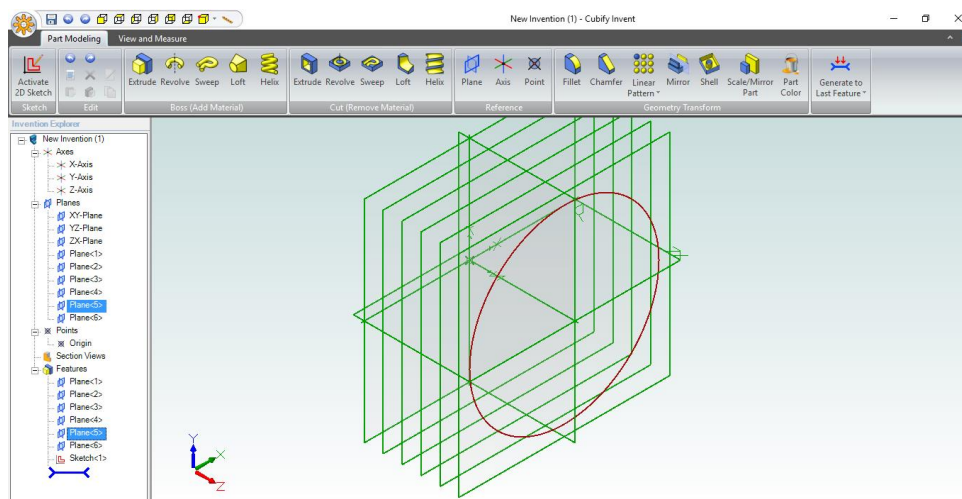


Figura 89. Visualización del modelo.

## PRÁCTICA #3

12. dibujar el círculo de medida 40mm en el plano 1 como se muestra en la figura 90.

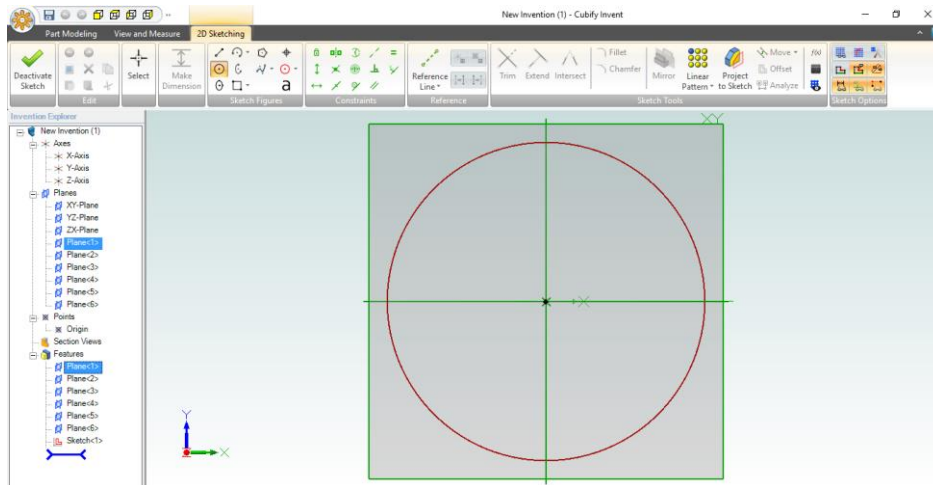


Figura 90. Círculo dibujado.

13. Dibujar otro círculo de 40mm en el plano 5.

14. Se selecciona el plano 2 y se dibuja un círculo de 35mm como se muestra en la Figura 91

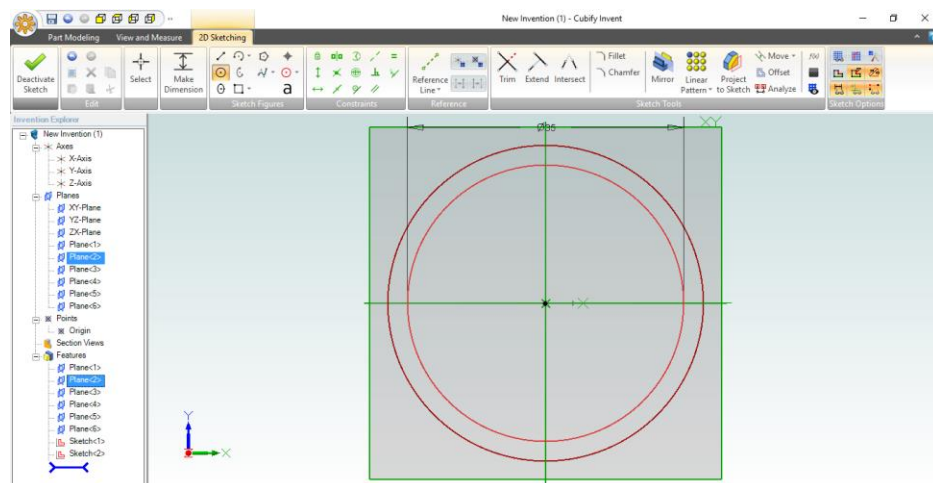


Figura 91. Círculos de 40mm y 35mm.

15. Luego para el plano 3 y 4 también se dibuja un círculo de 35mm.

16. Seleccione desactive boceto (Deactivate Sketch), ahora se observan los círculos dibujados en cada plano como se muestra en la Figura 92.

## PRÁCTICA #3

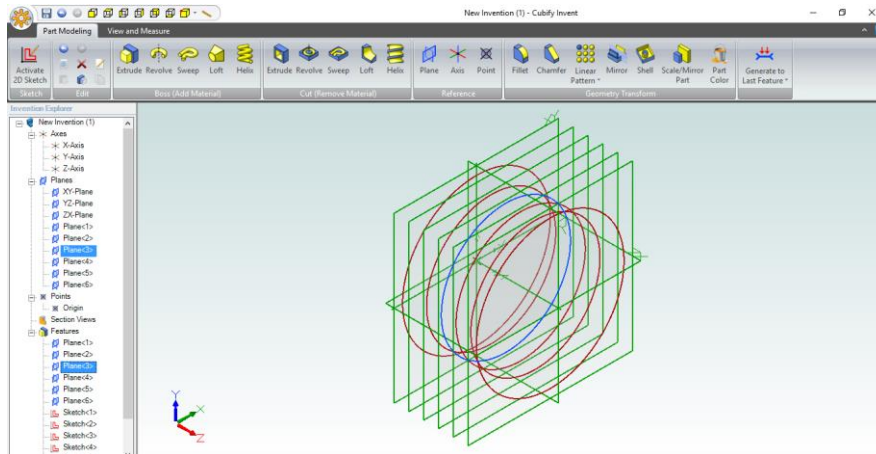


Figura 92. Círculos de 35mm y 40mm en los distintos planos.

17. Seleccione la opción Desván (Loft) que se encuentra en parte superior para agrupar todos los diseños. Debe aparecer un cuadro como se muestra en Figura 93.

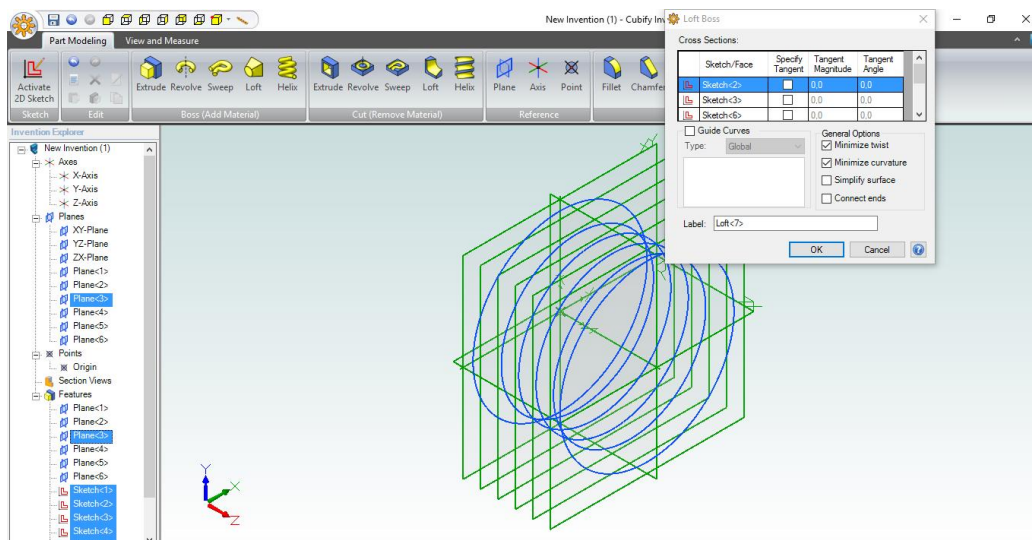


Figura 93. Círculos en los planos y la opción Desván (Loft).

18. En este cuadro se va a ubicar cada círculo en orden desde el plano 1 hasta el 5.

19. Una vez seleccionado todos los círculos se da clic en aceptar (OK).

## PRÁCTICA #3

El objeto está totalmente lleno como se muestra en la figura 94.

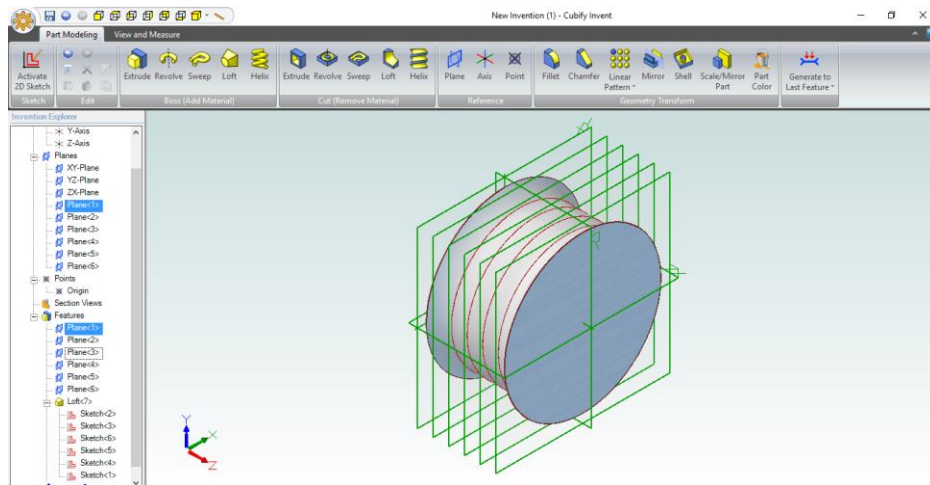


Figura 94. Objeto totalmente lleno.

20. Se selecciona la opción Filetear (Fillet) que se encuentra en la parte superior de la pantalla, para que los bordes de la llanta sean más suaves.

21. Aparece un cuadro como se muestra en la Figura 95.

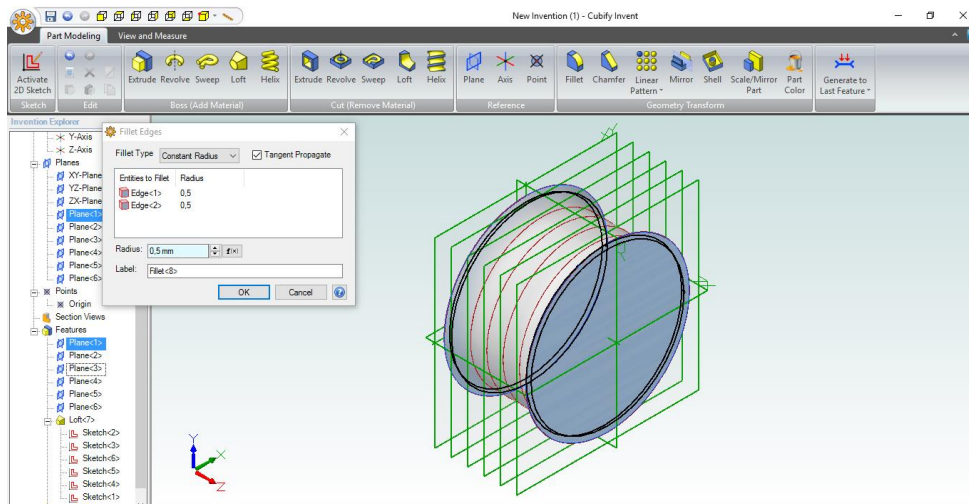


Figura 95. Bordes antes de ser suavizados con la opción Filetear (Fillet).

22. Se seleccionan los dos bordes que se desean modificar del objeto y se da clic en aceptar (Ok).

## PRÁCTICA #3

En la Figura 96. se muestra el diseño con los bordes más finos.

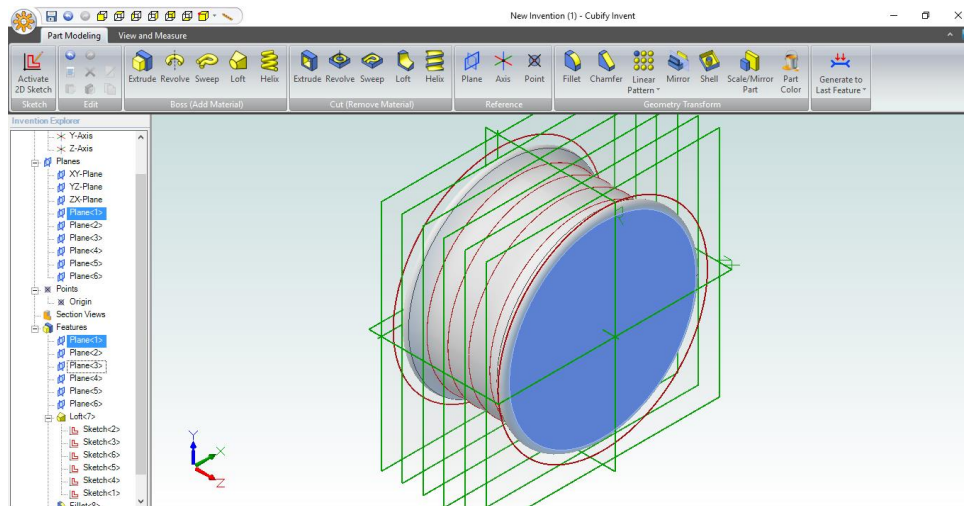


Figura 96. Bordes suavizados.

23. Se selecciona la opción activar boceto 2D (Activate 2D Sketch) ubicado en la parte superior izquierda de la pantalla, para hacer un círculo más pequeño en toda la mitad de una de las dos caras externas opuestas.

24. Se elige una de las dos caras de la llanta, como se muestra en la figura 97.

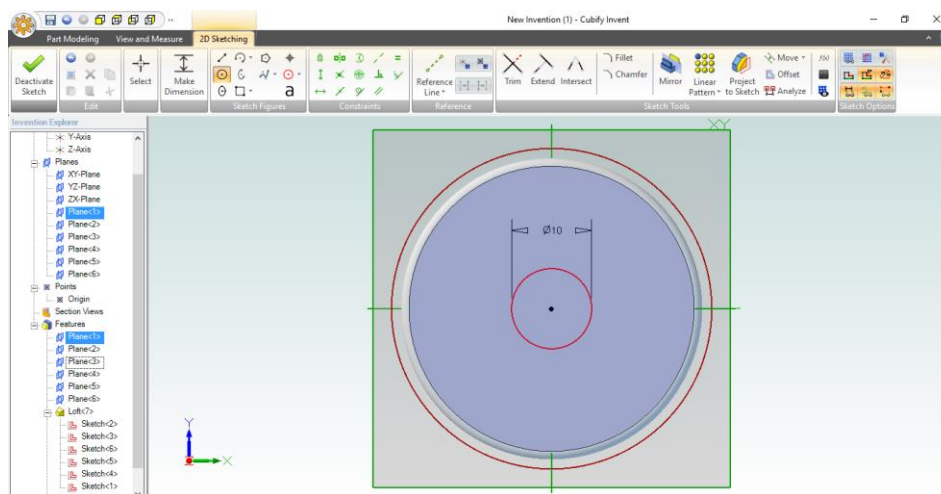



Figura 97. Círculo en el centro de la figura.

25. Se da clic en la opción Desactivar boceto (Deactivate Sketch).

## PRÁCTICA #3

26. Se selecciona la opción extrudir (Extrude ) , para darle profundidad al círculo y que quede un hueco de lado a lado de la llanta.
27. Luego aparece un cuadro. Se selecciona que parte va a remover en este caso el círculo de 10mm.
28. Luego con la opción profundidad (Depth) se varia la profundidad que va a tener el hueco. La distancia para este caso particular va a ser -20mm.
29. Clic en aceptar (ok). En la figura 98 se muestra como se hacer el hueco de lado a lado.

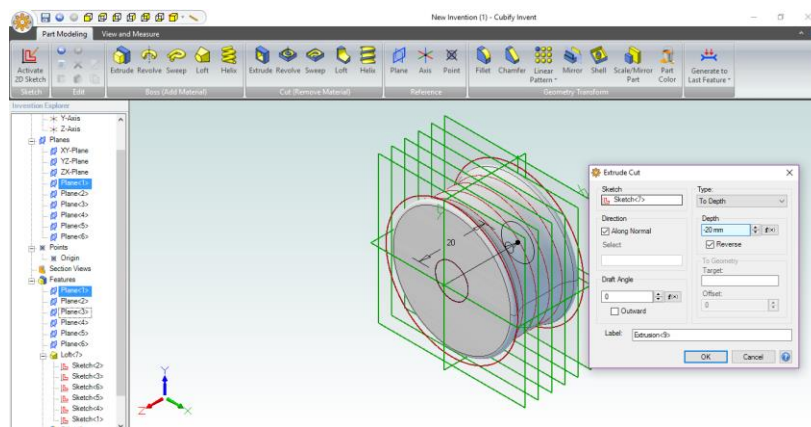


Figura 98. Haciendo el hueco del centro de lado a lado con la función extrudir (extrude).

30. gire el objeto para verificar que si halla atravesado de lado a lado el hueco como se muestra en la figura 99.

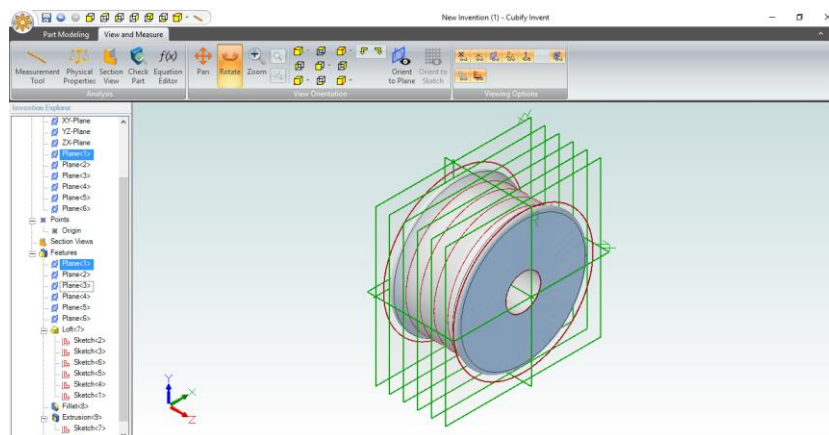


Figura 99. Objeto con el hueco de lado a lado.

## PRÁCTICA #3

Para darle al rin un poco más de detalle se pueden hacer varios diseños esto ya depende del usuario; para este caso particular se hace lo siguiente:

31. Se selecciona la opción de Activar boceto 2D (**Activate 2D Sketch**).
32. Se escoge una de las dos caras externas y se diseña un hexágono como se muestra en la figura 100.

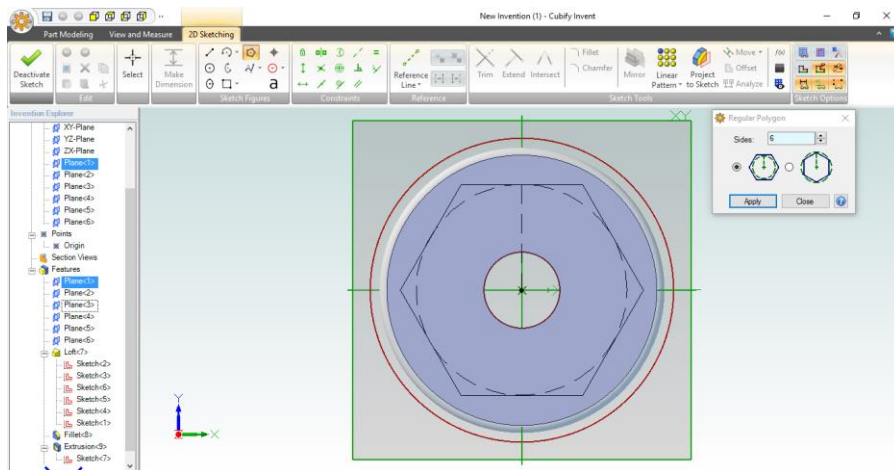


Figura 100. Generando un hexágono en la llanta.

33. Una vez diseñado el hexágono, se selecciona la opción extrudir (Extrude) y lo mismo que se hizo en los pasos 26, 27 y 28. En la figura 101 se muestra el hexágono realizado.

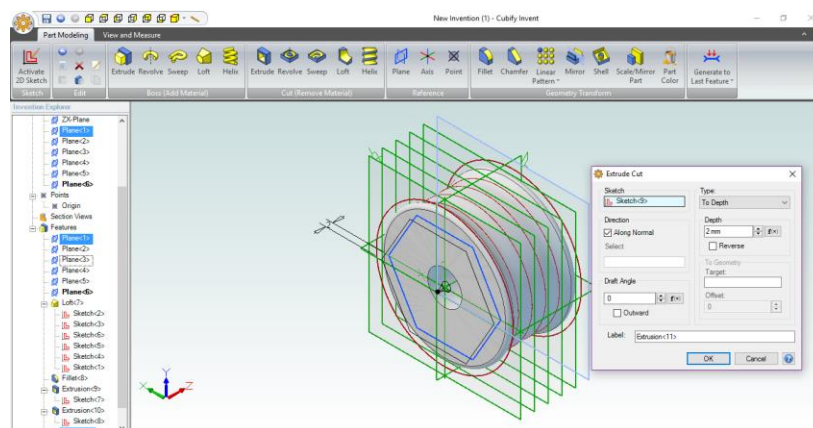


Figura 101. Hexágono realizado.

## PRÁCTICA #3

**NOTA:** Este hexágono se hace en las dos caras externas con la misma medida, luego extrude para que quede similar. En la figura 102 se muestra lo dicho anteriormente.

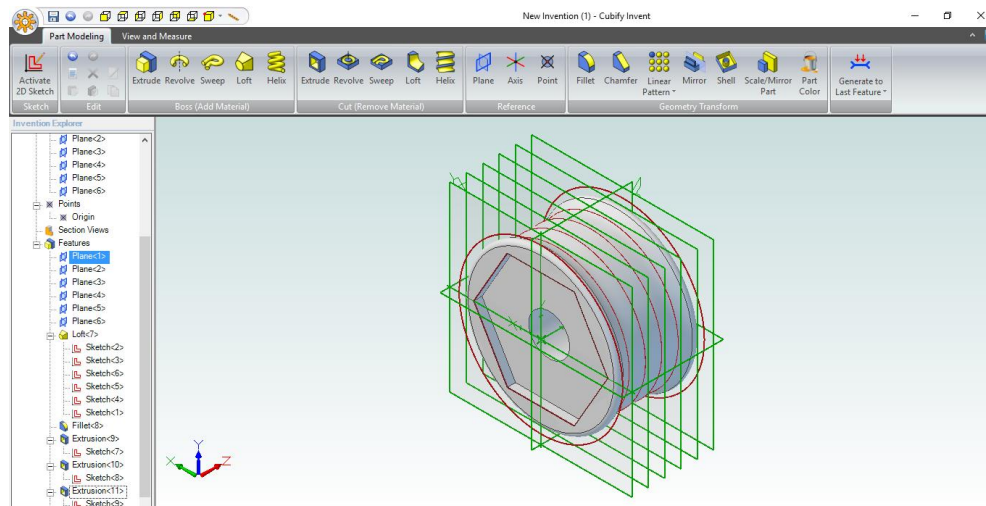


Figura 102. Hexágono para ambas caras.

En la figura 103 se muestra el hexágono ya cortado con la profundidad dada para este diseño.

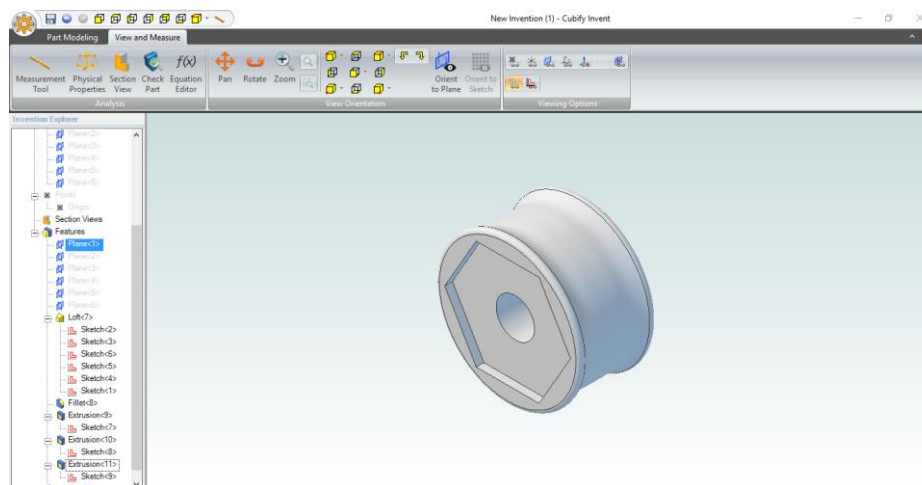


Figura 103. Hexágono finalizado.



## PRÁCTICA #3

34. Seleccione Filetear (Fillet) y se escogen los ángulos para lograr un acabado más fino. En la figura 104 se muestra como se usa la herramienta Filetear en los lados del hexágono.

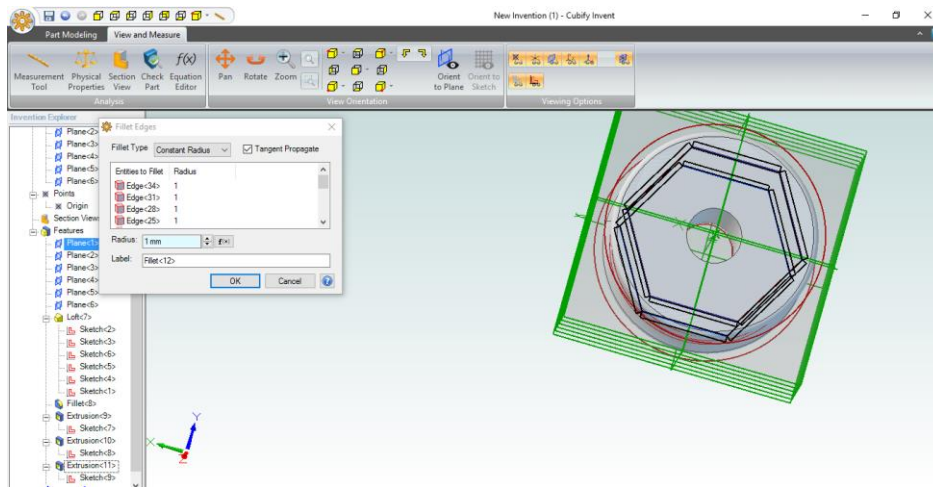


Figura 104. Función Filetear (Fillet) en las partes que se desee.

35. Diseño terminado.

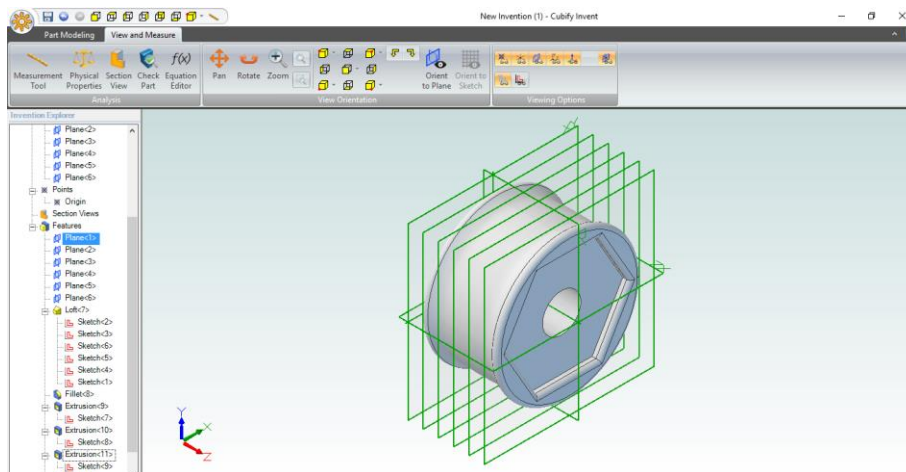


Figura 105. Objeto terminado.

## PRÁCTICA #3

36. Guardar el diseño como archivo .STL como se muestra en la figura 106.

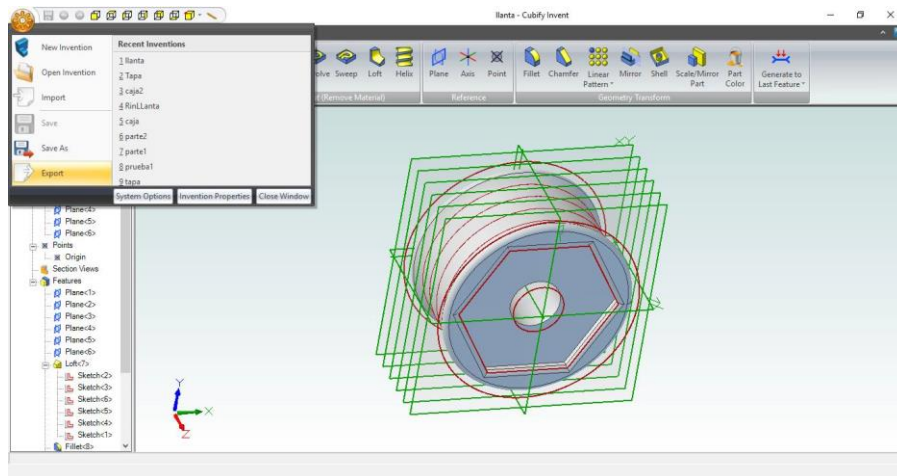


Figura 106. Opción de exportación de archivos.

En la figura 107 se muestra la forma de guardarlo como .STL

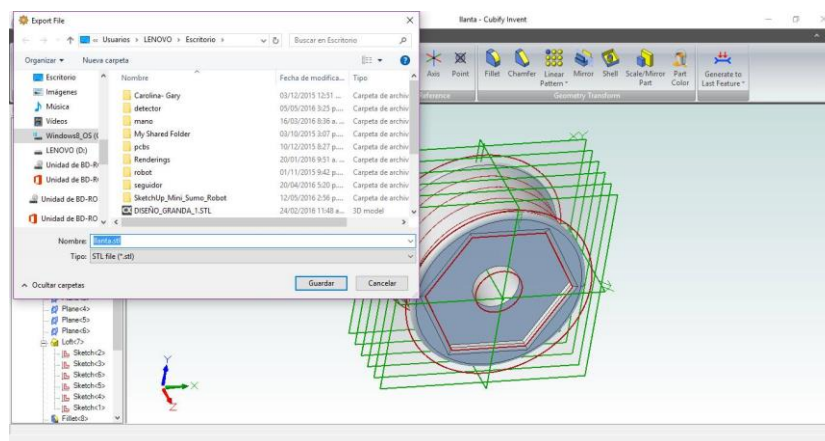


Figura 107. Guardar como .STL.

Finalmente, realice los pasos desde el 1 hasta el 15 de la práctica #2 de este manual. En la figura 108 se muestra el rin de la llanta impreso.

## PRÁCTICA #3



Figura 108. Rin de rueda impresa en la máquina.

# REFERENCIAS

## Referencias

*Ingeenios*. (s.f.). Obtenido de Ingeenios: <http://www.ingenios.com/robotica/37-diseno-brazo-robot-con-servos-mg90-para-impresion-en-3d.html>

T-TECH. (1990-2001). *Quick Circuit System User's Manual*. Atlanta, GA: T-TECH.

# ANEXO 4

**Nombre:** ST. López Cerquera Cristian Andrés

**Cargo:** Estudiante de Ingeniería Electrónica.

**Maquina:** Impresora 3D.

1) En escala de 1 a 10 que tan entendible fue el manual siendo 10 excelente y 1 malo:

R: 9

2) Que sugerencias o cambios le haría al manual:

- Organización en los menús.
- Describir las imágenes.
- Un video del funcionamiento del software.

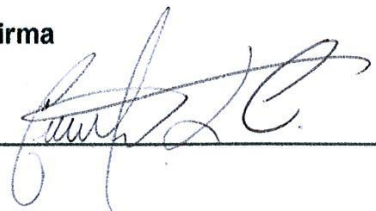
3) En escala de 1 a 10 aprendió a utilizar la maquina:

R: 9

4) Que partes del manual leería:

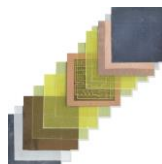
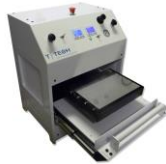
R: Todos los ítem.

**Firma**



---

# ANEXO 5



## Multilayer System Description

T-Tech, Inc. is pleased to offer a multilayer procedure to accompany its successful Quick Circuit line of prototyping equipment. It is recommended that the user read entirely through the Quick Circuit Manual, the Quick Press Manual, the Quick Plate Manual, and this manual before attempting to produce a multilayer board.

Please note that the materials described in the procedures are based on T-Tech in-house experimentation and are only a starting point for the user. The user may wish to use different materials based on the type of circuit board being manufactured. The materials described in the procedures are based on the standard FR-4 circuit board.

The main panel is a double-sided FR-4. The foil is made of copper that has one treated (rough) side, covered with black oxide, and one finished side. The “glue” used to hold all the layers together is termed prepreg which consists of fiberglass with partially cured resin in a sheet format. Different prepreg layers may be used depending on the desired thickness of the circuit board.

Please note that two styles, the 1080 and the 7628 prepreps, are used in the following procedures. These prepreg layers have been tested and used in the T-Tech facilities for 4 layer foil type circuit boards with an overall desired thickness of .062” or 1.5 mm (standard circuit board thickness). Please consult the material supplier if the user wishes to utilize different prepreg layers.

Two processes for making multi-layer circuit boards are described in this manual. One process, the “foil” type, uses FR-4, prepreg, and copper foil, while the “2/3/4 board” type process uses only FR-4 and prepreg. The two processes are only example processes that were developed through research and experimentation at T-Tech facilities. Other methods of making multi-layer boards exist and may be used by the user. However, T-Tech recommends the user practice making multi-layer boards with the suggested processes and materials.

It is important to correctly register the layers, especially in the 2 Board Multilayer Procedure on 4 layers, and on all buildups over 4 layers, in order to assure that the layers properly line up during the pressing process. The preferred method is to use the caul plate as a template to mark pinning locations that can then be used on the Quick Circuit and the Quick Press. Any other method must keep pins shorter than the total finished thickness of the buildup, or outside of the caul plates, or serious damage to the caul plates and or the press platens could result.



# BEFORE YOU BEGIN

## EQUIPMENT REQUIRED

### Multilayer System

- Quick Circuit QCJ5 series prototyping system
- Quick Plate 912 or 1812 prototype plating system
- Quick Press with heated Caul Plates
- Multilayer Conductive Ink
- FR - 4 double sided board ( or Multilayer Kit, 9X12 or 12X18)
- Prepreg ( or Multilayer Kit, 9X12 or 12X18)
- Copper foil ( or Multilayer Kit, 9X12 or 12X18)
- Release Film ( or Multilayer Kit, 9X12 or 12X18)
- .010 Aluminum Foil ( or Multilayer Kit, 9X12 or 12X18)
- Laboratory Oven
- Heat Resistant Gloves
- Release Material/Spray

### TRAINING

Training is highly recommended. The amount depends on your level of experience with each of the components used in the Multilayer process.

Prior to your training date, you should set up your Multilayer system, including wiring, plumbing, and associated installation tasks, and become familiar with the hardware and manuals. This will make the most of your training time. Training will be performed using your files, if possible, and can be performed for as many operators as you desire (two or three are recommended).

**(Please contact T-Tech, Inc. if more than 5 persons will be attending training).**

### NEEDED EQUIPMENT

You need the following equipment before you can start (This assumes that you already have the Quick Circuit and Quick Plate equipment. If not, please refer to the appropriate manual for other equipment needed.):

- A clean, dry, ventilated area with access to the Multilayer components and a stable workbench
- 15 amp, 115 Volt standard duplex outlet  
*and/or* a 220-240 VAC, 50/60 HZ power outlet  
*and/or* a 480VAC, 3 phase outlet  
*and/or* other—Please review press options and electrical requirements
- For pneumatic press, a compressed air source that delivers dry, filtered air at 5.5-6.9 bar (80-100 psi) and 107 NI/min (3.75 SCFM). Failure to limit the inlet air pressure to 6.9 bar (100 psi) may result in damage to the pneumatic components
- NOTE: *Utilities must be provided.*

## BASICS

The process of making a multilayer board is composed of several individual processes that have an effect on the final product—from choosing, storing, and aligning the prepreg to ramp times and dwell cycles to pre-baking and post baking of the raw materials and the final product for stress relief.

This manual is intended to give direction on the use of the Quick Press, Quick Plate, and Quick Circuit in that entire process, and assumes that the user has prior knowledge on the art of laying up prepreps and adjusting time/temperature/pressure cycles from a material supplier's baseline. It is not intended to explain the many facets of the multilayer process, but to explain the use of the Quick Press, Quick Plate, and Quick Circuit in that process. Reference the individual Quick Circuit, Quick Plate, and Quick Press Manual as needed in the following process. Also, following this manual are some references on the process of multilayer board design and fabrication for further information.

The kits sold here are for building up 4 layer foil type multilayer boards whose final thickness should be 1/16" (.062")[1.59mm] and with 1ozcu on the inner 2 layers and 1ozcu on the outer 2 layers, and with a prepreg layer thickness of 12 mils. If using less than 10 mils prepreg thickness on any prepreg separation layer, be very careful when setting the depth of cut on the Quick Circuit. If using thin material other than FR4, please consult T-Tech, Inc., or the material supplier for recommendations on minimum thicknesses.

The Quick Plate will add copper to all exposed copper areas as well as the through holes and other areas containing conductive ink/paste. Please take this into consideration if the after plating surface thickness is critical. Please refer to the chart in the Quick Plate Manual for exact measurements of copper.

The Quick Plate will not plate approximately 1-1/2"-2"[38mm-51mm] at the attachment end of the board being plated. This area is above the plating liquid during the plating process. Please take this into consideration when positioning your design to be milled on the Quick Circuit. (Allowing for 1/2" clearance on 3 edges and 2" at the top, the usable area for a 9x12 board is 76sqin(9x12=108), and for a 12x18 board is 182sqin(12x18=216)).

The layer buildups illustrated, 4 layer foil, 4 layer/2 board, 6 layer foil, and 6 layer/3 board, are the basics from which to go to more and more layers. For example, an 8 layer board could contain a 6 layer/3 board type with an additional foil coating for the outer 2 layers, or it could be an 8 layer/4 board type (2 each 4 layer/2 board types). **Please note:** When building layers to be milled, maintain adequate separation between layers for the Quick Circuit milling depth of cut. Be very careful when using less than 10 mils separation between copper layers. Tolerances on copper thickness, substrate/prepreg thickness, and milling should be considered. Check your particular application.

The steps are presented in series, but some things can be done simultaneously. For example, turn on the press heaters in time to reach required heat by the time the layup is ready for the press, or arrange the prepreps while the Quick Circuit is cutting a board. Follow material supplier's recommendations if prepreg is not used in a controlled environment, i.e., put the assembled prepreg layups back in the cool, dry storage area if it will be more than 4-6 hours before pressing.

The advantage of using the "foil type" versus the "2/3/4 board" type is that the outside foil layers do not have to be registered since they use the inside layer's registration holes. The advantage of using the "2/3/4 board" versus the "foil type" is that the layers are already bonded and smooth, and only one bonding layer is needed.

## 4 LAYER FOIL TYPE BOARD

The 4 layer foil type consists of a milled, double-sided board, pressed between foils and prepregs.

### Step 1: REGISTER.

Use the caul plate to lay out registration holes that can be used with pins in the press.

While pins are not really needed on the 4 layer foil type, since registration is accomplished with the core board, and prepreg and foil can be cut to miss the registration holes, it is a good practice to align pinning holes with caul plate holes, since on all following board types, pinning is required.

[Dowel centers  $\frac{1}{4}$ "[6.4] inside board edge on board centerline (or 8-1/2"x11-1/2" for 9x12 board, 11-1/2"x17-1/2" for 12x18 board)]

### Step 2: MILL

Use the Quick Circuit and IsoPro software to create the 2 inner layers on the .031[0.79] double-sided board. Reference: Quick Circuit QCJ5 Manual

Check the board for any noticeable defects. Check for the presence of all related layers. With any discrepancy, either correct them now, or start over. Each step of the multilayer process builds on what has been done previously. Finding obvious defects early will save time and money.

### Step 3: LAYUP

Organize the prepregs, foils, release film, and aluminum backing in a clean layup area.

Note: The board outline is the smallest area that can be used for calculating press settings. The smallest area of prepreg used in the layup is usually used to base area calculations on. See "PRESS, Calculate...area, Calculate...force."

Place one of the caul plates in the layup area. Spray with release spray if desired. Place the first side of sheets in the proper order--see diagrams in appendix—and place the milled board on top. Place the second side of sheets in the proper order on top of the completed board. Spray the second caul plate with release spray if desired. Place the second caul plate on top of the layup, release spray side to release film/layup side. You are now ready to go to the press.

Cut prepregs smallest of all layer materials in order to keep a flat finished surface for later milling or another layup, and also to protect the caul plates. That is, if cutting the other materials in the layup, make sure they are large enough that the prepreg can not build up or overflow at an edge and cause problems for the pressure foot on the Quick Circuit or the caul plates. Copper foil treated side (dull, brownish finish) faces prepreg. Copper foil finished side (shiny, smooth) faces caul plate.

Keep things clean. Dust and debris caught between layers can cause dimples or inclusions in the copper foil, possibly causing a short between layers or traces.

Moisture is not good. Keep prepregs stored properly. See suppliers' instructions.

When cutting prepregs smaller than the pinning area, make sure they are not so small that you have problems keeping the desired area covered. Leaving the pin in the board hole is a possibility if you have drilled registration/locating holes to match the caul plate. Coat the pin with release material/spray, just in case the prepreg does run too far. After pressing, remove the pin with an arbor press.

### Step 4: PRESS

Pressing consists of preheating the press platens, inserting the caul plates with the multilayer assembly inside, pressing to desired pressure, maintaining temperature and pressure for a set period, cooling at pressure, and finally releasing pressure.

This example is for a single stage press cycle. A press cycle can be single stage (same pressure throughout), or dual stage (lower pressure at start of pressing time). For dual stage press cycles (or “kiss” cycles), refer to material supplier’s recommendations. (see Definitions under Technical Tips)

Preheat the press platens to 350°F.

For this layup, the prepreg recommended temperature is 340-350°F [177°C]

Calculate the area to be pressed.

Ref: °F=(1.8 \* °C) + 32 °C = 5/9(°F-32) 1°F=5/9°C 1°C=1.8°F  
 Inch(in)(“) x 2.54 = centimeter(cm)  
 Centimeter(cm) x .3937 = inch(in)(“)  
 Sqcm(cm<sup>2</sup>) x 0.1550 = sqin(in<sup>2</sup>)  
 Kilopascals(kPa) x 0.145 = pounds/sqin(psi)  
 Bar(bar) x 14.50 = pounds/sqin(psi)  
 Kilogram/sqcm(kg/cm<sup>2</sup>) x 14.224 = pounds/sqin(psi)

Calculate using the smallest area of prepreg material used in the layup covering the artwork outline.

Example: 9”x12” double sided board with 4”x4” design outline/cutout, 5”x5” prepreg cut size to allow 1/2” overlap around design, 6”x6” foil to allow 1” overlap around design, 7”x7” Tedlar release film, and 8”x8” aluminum sheet. The area to be pressed is 5”x5”=25sq.in. (the 4”x4” design is part of the 9”x12” board)

Calculate the needed force (hydraulic, PHI) or pressure (pneumatic, INSTA)

For this layup, the prepreg recommended pressure is 275-350psi.

#### Pneumatic Press

(press pressure, psi) \* (area to be pressed, sq.in.) = (press force, lb)

(press force, lb) / (50.3 sq.in) = (press force, psi)

(press force, psi) = gage reading on INSTA pneumatic machine

350psi \* 14sq.in. = 4900 lb

4900 lb / 50.3 sq.in. = 97.4 psi air gage reading

Note: Pneumatic press maximum board size at 350psi pressing pressure is approximately 14 sq.in. (or 2x7, 3x4.7, etc.) on 100psi, 700series machine Note: Pneumatic press maximum board size at 250psi pressing pressure is approximately 31 sq.in. (or 5x6, 4x8, etc.) on 100psi, 800series machine (78.5sqin)

Place the assembled layup/caul plates in the middle of the preheated press platens

Centering the caul plates both front to back and side to side is recommended

Press at calculated setting

INSTA—set regulator to calculated gage pressure

Press both safety start buttons

Leave in press for desired time at temperature

For this layup, the prepreg recommended cycle time is 45min minimum, we are using 50min., the extra 5 minutes for the center of the layup to reach temperature. You can create a profile of your particular layup by pressing a mock board with a thermocouple buried inside.

At desired time, turn off heat.

Two methods for cooling are presented. (Remember, one of the main criteria of a cooling method is the ability to handle the high temperatures. Water boils at 212°F [100°C])

Allow platens to cool under pressure to room temperature or at least through the glass transition temperature ((275°F)[135°C] typical, check individual prepreg).

--OR--

Remove assembled layup/caul plates from the press and sandwich between 2 pieces of metal.

Keeping the layup under pressure during cool down through the glass transition temperature helps control warpage. On single boards, removing the layup/caul plates from the press and placing between 2 pieces of metal speeds cooling without causing warpage. Using a fan speeds cooling time. Presses equipped with cooling can speed the process even more. Check your particular application.

Typically the layup will be slowest to cool. Since the gage on the press is reading the platen temperature and the layup cools more slowly, use caution when handling.

Cooling too quickly may cause warpage of the board

Prepreg here recommends 8-12°F/min[4.5-6.7°C/min] cooling rate. Our use with this layup indicates that cutting off the heat and allowing natural cooling results in a good board. If using water cooling on the PHI press, FOLLOW MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS, COOLING TOO QUICKLY WITH WATER MAY SERIOUSLY DAMAGE THE PLATENS.

### Step 5: DRILL

The board is now ready to be drilled on the Quick Circuit.

Reference Quick Circuit Manual, Quick Plate Manual

Note: Lack of conductivity between layers can be caused when the inner copper layers are not in contact with the Multilayer Conductive Paste prior to plating. Improper application, drilling debris, smeared epoxy, and substrate material spring-back are possible causes for lack of contact. Proper drilling and cleaning can maximize contact area. Use entry and exit material when drilling. Make sure the drill makes and leaves the hole as quickly as possible. Use a sharp drill bit. Increase feed rate as much as possible to maintain a good hole. Eliminate dwell time at drill stroke down. Set the depth to minimum penetration through the hole. Keep vacuum air flows close to the drilled holes. Clean and prepare holes according to the Quick Plate Manual. Use the Through Hole Inspection Loupe for checking holes prior to plating.

Our in-house experience has shown no problems with conductivity on typical analog and digital boards when using 1080, 7628, and FR4 for layup, and our Multilayer Conductive Paste. Higher frequency users should recognize that there is a layer of conductive paste between the copper layers and the plated through hole.

### Step 6: PLATE

The board is now ready to have the holes plated on the Quick Plate.

Reference Quick Plate Manual

Note: Use the ink/conductive paste for Multilayer, not the ink supplied with the Quick Plate. The ink supplied with the Quick Plate is for double sided boards.

Note: The oven cure for the Multilayer ink is 302°F [150°C] for 30 minutes. Check your substrate material to be sure it will withstand this temperature. The rest of the "Strike Through Process" remains the same. See Quick Plate Manual.

Note: Run a test plate for 5 to 7 minutes to make sure tank is operating properly.

### Step 7: MILL

The 4 layer board is now ready to have the outer layers milled on the Quick Circuit.

Reference Quick Circuit Manual

**NOTE: Be very careful when setting the depth of cut on the Quick Circuit. Test in a representative area of the board to be milled.**

## 4 LAYER 2 DOUBLE SIDED TYPE BOARD

The 4 layer 2 double sided board type consists of 2 double sided boards milled on one side with one prepreg layer in between.

### Step 8: REGISTER

Use the caul plate to lay out registration holes in the 2 double-sided boards, prepreg, release film, and aluminum that can be used with pins in the press. This will require preparing the layup materials prior to drilling the registration holes.

[Dowel centers  $\frac{1}{4}$ " inside board edge on board centerline (or spaced 8-1/2x11-1/2 for 9x12 board, 11-1/2x17-1/2 for 12x18 board)]

Mark the boards for direction and orientation (eg., side 1 top, side 2 top, side 3 top, side 4 top, where side 2 top mates with side 3 top)

If registration/locating holes in the boards to be pressed do not line up with the holes in the caul plates, SERIOUS DAMAGE to the platen and caul plates is likely. Pinning is required for the 4 layer 2 double-sided board. Registration holes should be drilled through all layers.

### Step 9: MILL

Use the Quick Circuit and IsoPro software to create the facing 2 inner layers on one side of each of the .031 double sided boards.

Reference: Quick Circuit Manual

Check the board for any noticeable defects. An incomplete isolation path due to a broken cutter can be fixed using "Mill Selected"(see QC Manual). Check the end of the isolation path to make sure the cutter reached the end intact. An overlooked layer can be run. Check for the presence of all related layers. With any discrepancy, either correct them now, or start over. (Each step of the multilayer process builds on all that has been done previously. Finding a blatant defect early saves time and money.)

### Step 10: LAYUP

Organize the prepregs, release film, and aluminum backing in a clean layup area.

Note: The board outline is the smallest area that can be used for calculating press settings. The smallest area of prepreg used in the layup is usually used to base area calculations on. See "PRESS, Calculate...area, Calculate...force."

Place one of the caul plates in the layup area. Spray with release spray if desired. Place the aluminum backing and release film on the caul plate--see diagrams—and place the 1<sup>st</sup> milled board on top, un-milled side down. Place the prepregs in the proper order on top of the completed side of the board. Place the 2<sup>nd</sup> milled board side on top of the prepregs in the proper direction. Pin the 2 boards together using the registration holes, dowel pins, and release material/spray. Place the release film and aluminum backing on top of the un-milled side of the second board. Spray the second caul plate with release spray if desired. Place the second caul plate on top of the layup, release spray side to release film/layup side. You are now ready to go to the press.

Cut prepregs smallest of all layer materials in order to keep a flat finished surface for later milling or another layup, and also to protect the caul plates. That is, if cutting the other materials in the layup, make sure they are large enough that the prepreg can not build up or overflow at an edge and cause problems for the pressure foot on the Quick Circuit or the caul plates.

Keep things clean. Dust and debris caught between layers can cause dimples or inclusions in the copper foil, possibly causing a short between layers or traces.

Moisture is not good. Keep prepregs stored properly. See suppliers' instructions.

**Step 11:** When cutting prepregs smaller than the pinning area, make sure they are not so small that you have problems keeping the desired area covered. Leaving the pin in the board hole is

Follow instructions for the 4 layer foil type from PRESS.

This will complete the 4 layer 2 double sided board type board.

## 6 LAYER FOIL TYPE

The 6 layer foil type consists of a 4 layer 2 board type pressed between foils and prepregs.

### **Step 12:** REGISTER, MILL, LAYUP, PRESS

Follow instructions for 4 layer 2 board type up to DRILL (could use 4 layer foil type, but tolerance buildup in the foil type would indicate using the 2 board type).

**DO NOT DRILL THE COMPLETED BOARD**

### **Step 13:** MILL

Mill the 2 outer sides of the 4 layer board. Reference Quick Circuit. The 4 layer board should already have registration holes and be completed on the outer surfaces with no through holes. Be sure to mark the board for direction and orientation.

### **Step 14:** LAYUP, PRESS, DRILL, PLATE, MILL

Follow instructions for 4 layer foil type from LAYUP. This will complete the 6 layer foil type board.

## 6 LAYER 3 DOUBLE SIDED BOARD TYPE

The 6 layer 3 double sided board type is similar to a 4 layer 2 board type pressed with one more double sided board and prepreg.

This procedure will be to mill the middle board both sides and mill the facing side of the 2 outside boards, and press all at once, milling the 2 outside layers last.

### Step 15: REGISTER

Use the caul plate to lay out registration holes in the 3 double-sided boards that can be used with pins in the press.

[Dowel centers ¼" inside board edge on board centerline (or spaced 8-1/2x11-1/2 for 9x12 board, 11-1/2x17-1/2 for 12x18 board)]

Mark the boards for direction and orientation (eg., side 1 top, side 2 top, side 3 top, side 4 top, side 5 top, side 6 top, where side 2 top mates with side 3 top)

If registration/locating holes in the boards to be pressed do not line up with the holes in the caul plates, SERIOUS DAMAGE to the platen and caul plates is likely.

### Step 16: MILL

Use the Quick Circuit and IsoPro software to create the 2 inner layers on the .020 double-sided board (side 3 & 4), and the 2 facing layers on the outside .014 boards (side 2 & 5)(ref Appendix A)

### Step 17: LAYUP

Organize the prepregs, foils, release film, and aluminum backing in a clean layup area.

Note: The board outline is the smallest area that can be used for calculating press settings. The smallest area of prepreg or foil used in the layup is usually used to base area calculations on. See "PRESS, Calculate...area, Calculate...force" under "4 layer foil type."

Place one of the caul plates in the layup area. Spray with release spray if desired. Place the aluminum backing and release film on the caul plate--see diagrams—and place the 1<sup>st</sup> milled board on top, un-milled side down. Place the prepregs in the proper order on top of the completed side of the board. Place the inner milled board on top of the prepregs in the proper orientation. Place the next layers of prepregs in the proper order on top of the other completed side of the board. Place the 3<sup>rd</sup> milled board on top, un-milled side up. Pin the 3 boards together using the registration holes, dowel pins, and release material/spray. Place the release film and aluminum backing on top of the un-milled side of the second board. Spray the second caul plate with release spray if desired. Place the second caul plate on top of the layup, release spray side to release film/layup side. You are now ready to go to the press.

Cut prepregs smallest of all layer materials in order to keep a flat finished surface for later milling or another layup, and also to protect the caul plates. That is, if cutting the other materials in the layup, make sure they are large enough that the prepreg can not build up or overflow at an edge and cause problems for the pressure foot on the Quick Circuit or the caul plates.

Keep things clean. Dust and debris caught between layers can cause dimples or inclusions in the copper foil, possibly causing a short between layers or traces.

Moisture is not good. Keep prepregs stored properly. See suppliers' instructions.

When cutting prepregs smaller than the pinning area, make sure they are not so small that you have problems keeping the desired area covered. Leaving the pin in the board hole is a possibility if you have drilled registration/locating holes to match the caul plate. Coat the pin with release material/spray, just in case the prepreg does run too far. After pressing, remove the pin with an arbor press.

### Step 18: PRESS, DRILL, PLATE, MILL

Follow instructions for 4 layer foil type from PRESS. This will complete the 6 layer 3 double sided board type board.





## TECHNICAL TIPS

This section addresses specific technical areas concerning the use of the Multilayer process that are not essential to its routine operation. Users may choose to read this section after becoming experienced with the operation of the Multilayer process, and use it in reference to specific questions. Some of the information in this section was discovered or developed from our users in response to our request for input, tips, suggestions and techniques. Some information was discovered by T-Tech employees who thought the information may be useful to specific customer applications.

### DEFINITIONS

C-stage—fully cured epoxy-glass dielectric, clad or unclad

B-stage—preg, “green”, partially cured epoxy-glass dielectric

Kiss cycle—press cycle that uses a lower pressure while bringing temperature up through the T<sub>g</sub>

Caul Plates—lamination fixtures used to “sandwich” the layup between press platens

T<sub>g</sub>—glass transition temperature, temperature that resin begins flowing, no longer solid

9x12=108sqin[697sqcm]

12x18=216sqin[1394sqcm]

278psi x 216sqin=60048lb / 2000lb/T=30Ton

You can add the cool down time that the board remains above the manufacturer’s suggested minimum to the total cycle time.

#### Common Laminates (Core)

Normal Thickness, inch

|      |        |
|------|--------|
| .008 | ±.0015 |
| .010 | ±.0015 |
| .014 | ±.002  |
| .020 | ±.0025 |
| .028 | ±.0025 |
| .031 | ±.0025 |
| .040 | ±.0035 |

#### Prepregs and Nominal Pressed Thickness

| Style | Pressed Thickness (inch) |
|-------|--------------------------|
| 106   | .0017-.0019              |
| 1080  | .0025-.0028              |
| 2112  | .0032-.0035              |
| 2113  | .0038-.0040              |
| 2116  | .0048-.0050              |
| 7628  | .0068-.0070              |

Note: Consult manufacturer/supplier for actual tolerances on their product

### General Tips

On layups—try to maintain 10-15 mils between layers to be milled. Depending on the substrate material, this can vary. Softer substrates may require more thickness, harder substrates may require less. Do not make layer spacing so thin that the cutter breaks through to the next layer.

Keep layups symmetrical from the center out to decrease the chance of warping.

Baking a finished board that is warped at 300°F for 3 hours and letting cool slowly to room temperature may relieve stresses and allow the board to flatten. If the warp is still apparent after bake and cool, then the board has a “memory” set.

Canals, bands, or channels allowing the prepreg to escape to the edges of the board more freely are useful as layers increase (over 4 layers) or as artwork decreases (fewer cavities for prepreg to flow into).

The diameter of the hole will decrease by two times the desired wall thickness during plating.

The board will be plated the desired wall thickness on each side of the board. If the board started at ½ oz. over ½ oz., and was plated for a 1/2oz. thickness, it would be 1 oz. over 1 oz. after plating.

To develop a thermal profile of your particular press, material, and layup, put a thermocouple in a test board and monitor at about 2 minute intervals. Reuse the “temperature/thermocouple panel” to check your press and heaters.

Check with material supplier for press cycles when using vacuum.

## APPENDIX A : LAYER BUILDS

The following diagrams show sample layups of the 4, 6, and 8 layer circuit boards one can produce using the Multilayer Process. The same procedure used for the prototyping of these boards would be followed for as many layers as are necessary. Two diagrams are provided for each layer type. The first diagram of the set illustrates the procedures described in the “foil” type section of this manual. The second diagram of the set illustrates the procedures described in the “2/3/4 board” section of this manual.

### 4 LAYER BUILDS

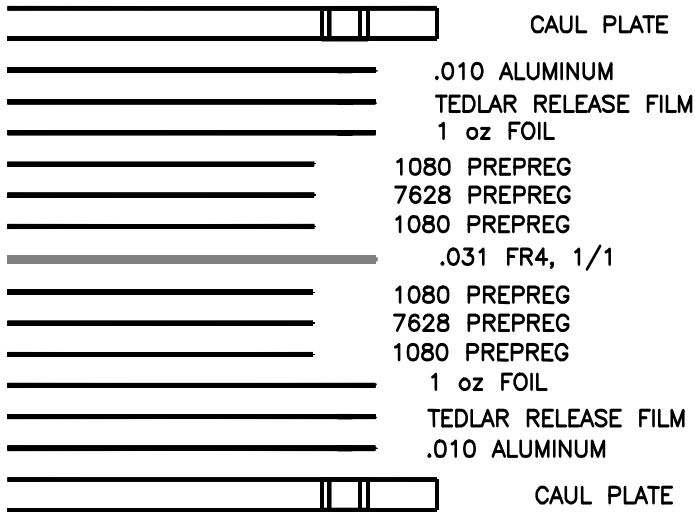


Figure 1 - 4 layer foil type

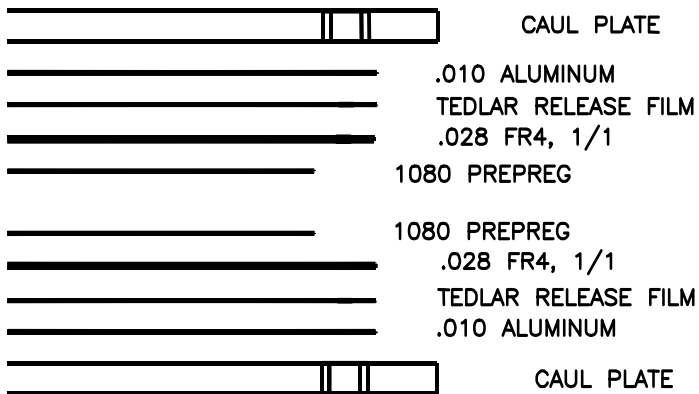
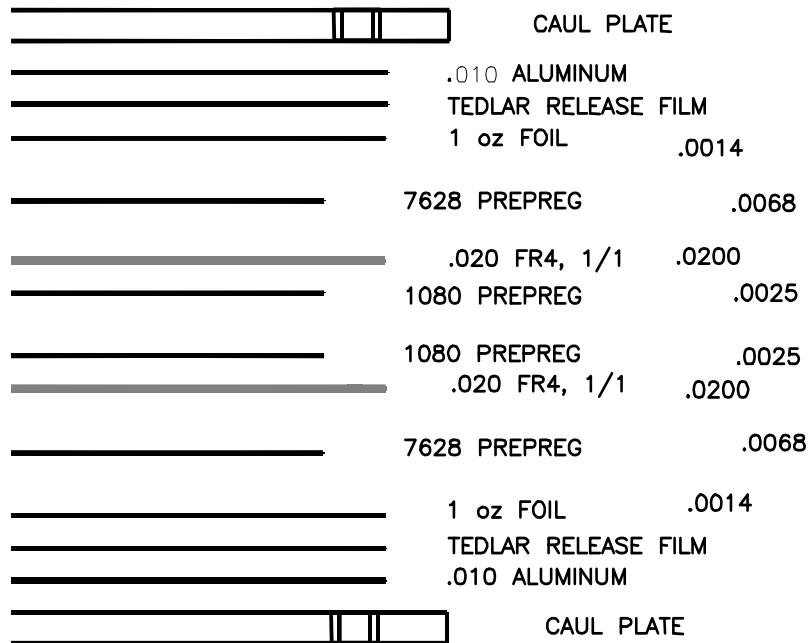
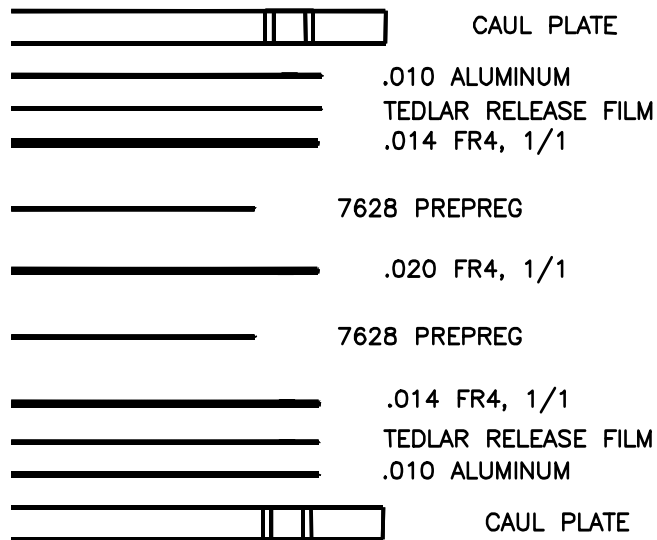


Figure 2 - 4 layer 2 double sided board type

### 6 LAYER BUILDS

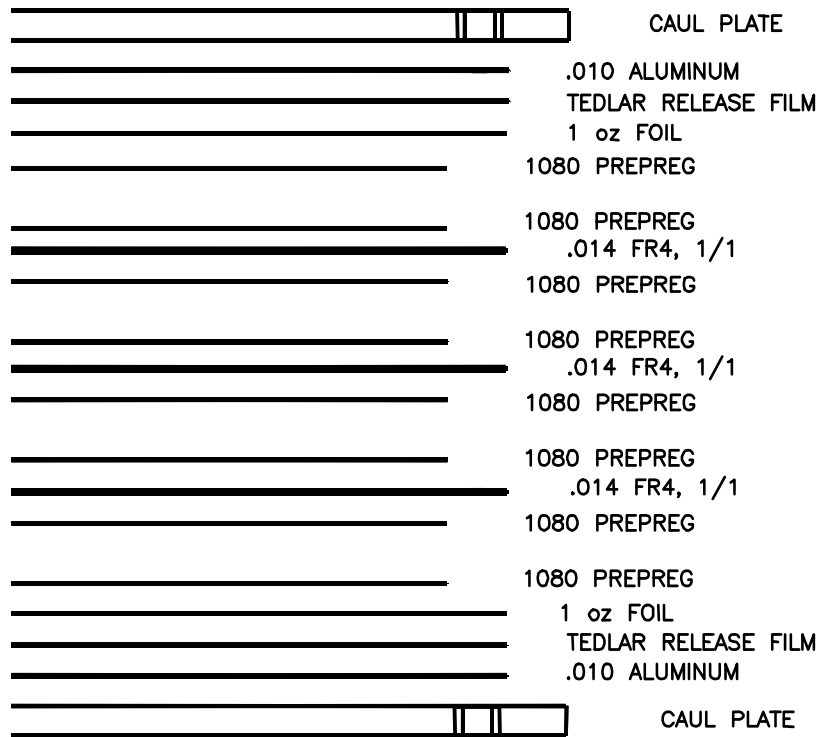


**Figure 3 - 6 layer foil type**



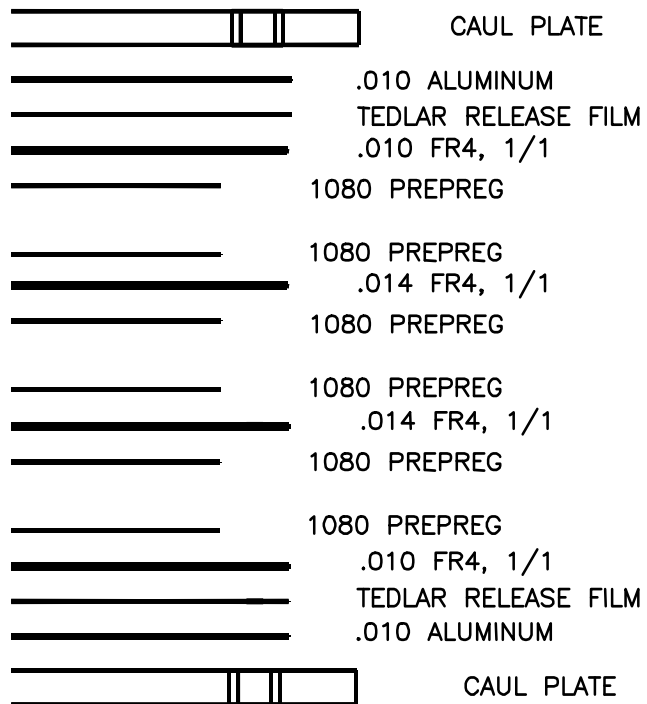
**Figure 4 - 6 layer 3 double sided board type**

## 8 LAYER BUILDS



**Figure 5 - 8 layer foil type**

**8 LAYER BUILDS, CONT'**



**Figure 6 - 8 layer 4 double sided board type**



## APPENDIX B : REFERENCES

References: Following is a list of books referenced in the compilation of this manual for those interested in more detail on the multilayer process. Also, please visit our website for a listing of links to sites offering information on the multilayer process. Please keep in mind that T-Tech, Inc. is for prototyping, not production.

Clyde F. Coombs, Jr., Printed Circuits Handbook, McGraw-Hill, New York, 1996, 1988.

Martin W. Jawitz, Printed Circuit Board Materials Handbook, McGraw-Hill, New York, 1997.

Robert S. Villanucci, Alexander W. Avtgis, William F. Megow, Electronic Techniques, Prentice-Hall, New Jersey, 2002.

Joseph A. Turek, Daniel Gosselin, Zaher Ahmed, "A Method for Producing High Reliability Plated Thru Holes in Multilayer PCBs Utilizing Ceramic Loaded PTFE Laminates," Poly Circuits, Bensenville, Illinois.

[www.t-tech.com/support/links](http://www.t-tech.com/support/links)

Visit our web site for a listing of Web links that provide additional information on many aspects of the multilayer process. Choose "Support" from the T-Tech, Inc. main page, and then "Links".

---

## **APPENDIX C : LICENSE AGREEMENT AND WARRANTY**

### **END USER AGREEMENT**

You assume responsibility for the selection of the system to achieve your intended results, and the installation and use of, and results obtained from, the system.

### **PRODUCT WARRANTY**

The items mentioned in this manual are covered by the individual manufacturer's warranty. Under no circumstances shall T-Tech be liable for loss, damage, cost of repair or consequential damages of any kind which have been caused by neglect, abuse, or improper operation of equipment, or shipment to T-Tech or other manufacturer in any container other than the original shipping container and packaging. T-Tech is in no way liable for damages relating to delays in production or any damages from any lawsuit concerning any product that features boards produced according to the Multilayer Manual.

# ANEXO 6



*Fotografía: Cortesía de la Escuela de Comunicaciones Militares de Colombia.*

# MANUAL PRÁCTICO DE USUARIO DE LA QUICK PRESS

2016

*En el presente manual se busca ilustrar el funcionamiento de la máquina Quick Press, en ella se muestra una práctica para facilitar la comprensión de los alcances que puede tener la máquina.*

# TABLA DE CONTENIDO

## Tabla de contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capítulo 1 Introducción.....</b>                                      | <b>3</b>  |
| Introducción.....  | 3         |
| <b>Capítulo 2 Descripción de la máquina Quick Press.....</b>             | <b>4</b>  |
| Requerimientos y restricciones.....                                      | 4         |
| Descripción de la Quick Press.....                                       | 5         |
| <b>Capítulo 3 Descripción de la configuración de la Quick Press.....</b> | <b>7</b>  |
| Funcionamiento del modo normal de operación.....                         | 7         |
| Configuración de temperatura.....  | 8         |
| Configuración del tiempo.....  | 8         |
| Configuración del tiempo PRE-PRESS.....                                  | 9         |
| Cargando una configuración.....  | 9         |
| Descripción de los menús de usuario.....                                 | 10        |
| <b>Capítulo 4 Descripción del proceso multicapa.....</b>                 | <b>16</b> |
| Descripción del proceso multicapa.....                                   | 16        |
| <b>Capítulo 5 Practica.....</b>  | <b>22</b> |
| PCB doble cara.....  | 22        |
| <b>Capítulo 6 Referencias.....</b>                                       | <b>32</b> |

## INTRODUCCION

En la actualidad se busca obtener la miniaturización de circuitos y componentes electrónicos, la tecnología multicapa FR4 ofrece la construcción de varias capas aisladas entre ellas en forma vertical.

Esta tecnología tiene una gran variedad de ventajas como disminuir el ruido electromagnético ya que obliga a que las pistas sean delgadas y la dimensión de la PCB sea más pequeña, el tamaño de los dispositivos electrónicos como celulares, computadores, tabletas, relojes inteligentes, entre otros se reducen sin perder la calidad de sus funciones.

Las multicapas están construidas interiormente con placas de circuito impreso de doble cara y externamente se estructura con una placa de una sola cara. En medio de las capas se encuentra un material dieléctrico compuesto de fibra de vidrio impregnado en resina llamado prepreg para la una unión entre los diferentes pisos de la multicapa.

# DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

## Requerimientos y restricciones

- ✓ Recomendaciones técnicas para la Quick Press.
  - Interruptor voltaje: 220 V monofásica de 30 amperios.
  - Frecuencia: 50/60Hz.
  - Necesita un compresor de 145 psi.
  
- ✓ Restricciones de la Quick Press
  - La máquina realiza hasta 8 capas.
  - Dimensiones de la placa superior e inferior 10 " x 13".
  - Máximo tamaño de las PCB es de 9" x 12".
  - Temperatura máxima de 450°C.
  - Fuerza máxima aplicada 10.000 lbs (ajustable)
  
- ✓ Recomendaciones de seguridad
  - Utilice guantes que soporten temperaturas mayores a 450°C.
  - Utilicé zapatos cerrados.

# DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

## Descripción de la Quick Press

Esta máquina cuenta con las siguientes herramientas en el panel frontal como se muestra en la Figura 1:

- Dos placas de hierro que se calientan para realizar el proceso multicapa.
- Dos display que sirven para programar la temperatura y el tiempo de cada una de las placas de hierro.
- Dos interruptores que inician cada uno de los display.
- Dos pulsadores de activación, estos se pulsan al mismo tiempo para que las dos placas de hierro se acoplen.
- El paro de emergencia como su nombre lo indica solamente se pulsa cuando ocurra una emergencia.
- Cajón deslizable, se colocan todas las capas unidas y se cierra el cajón para que se puedan acoplar las dos placas al momento de activarlas.

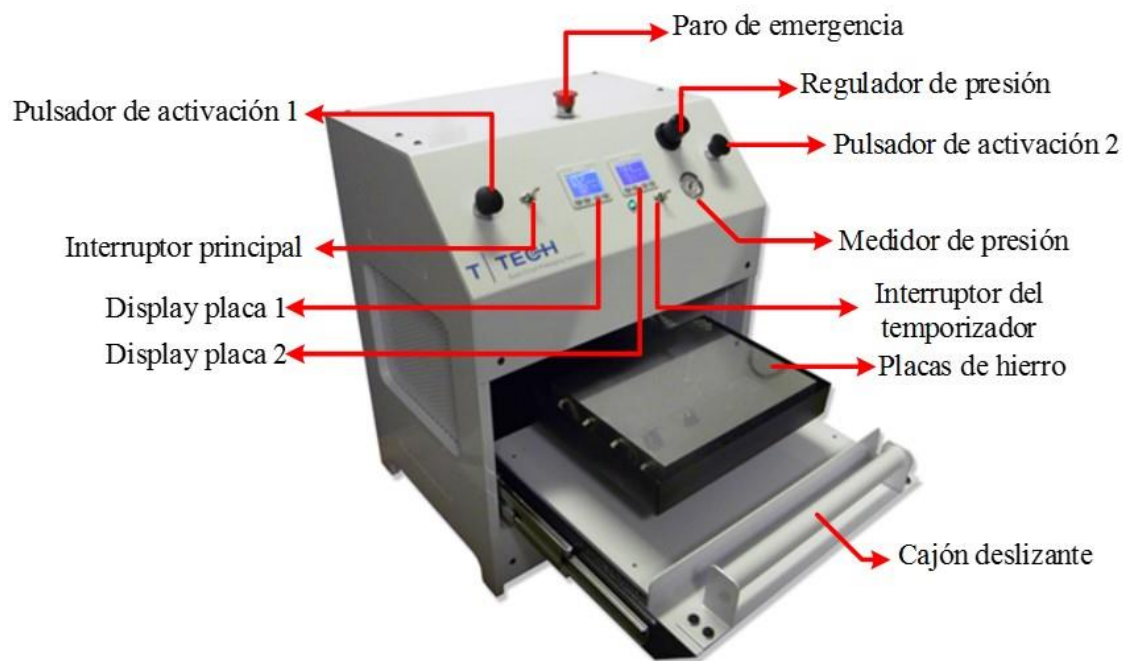


Figura 1. Máquina Quick Press.



## DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

En el panel posterior de la máquina se encuentran las siguientes conexiones como se muestra en la Figura 2:

- Conexión neumática para el compresor.
- Cable de poder conexión a 220V monofásica de 30 Amperios.
- Ventiladores de refrigeración.

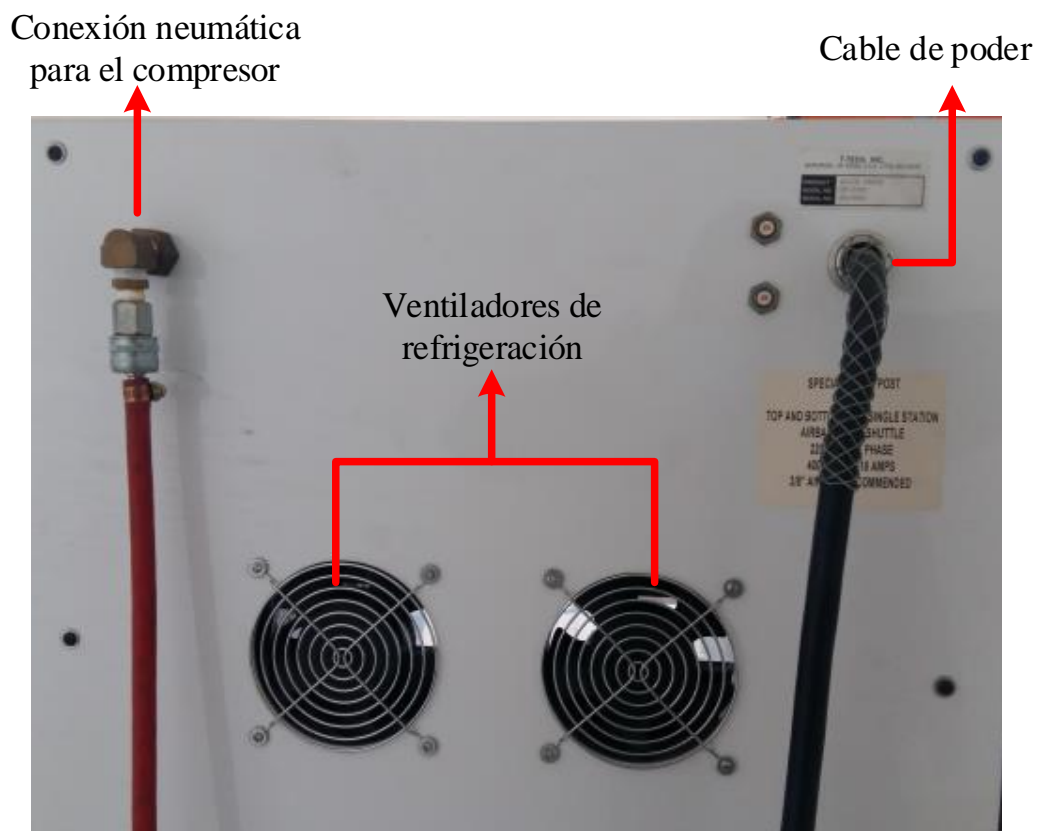


Figura 2. Máquina Quick Press parte posterior.

# DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

## Funcionamiento del modo normal de operación

La máquina cuenta con dos display cada uno maneja el comportamiento de su respectiva placa metálica a continuación se describirán cada una de las opciones de menú que tiene la máquina para su funcionamiento.

En la Figura 3 se observa el inicio de la maquina mostrando en el display su temperatura actual, el tiempo de prensado por defecto o el que anteriormente se hubiera programado y los botones que sirven para configurar cada una de las opciones de menú TEMP y PRG. Al lado derecho de la temperatura se muestra HEATING (calentando) o READY (listo) cuando llega a los grados de temperatura deseados.

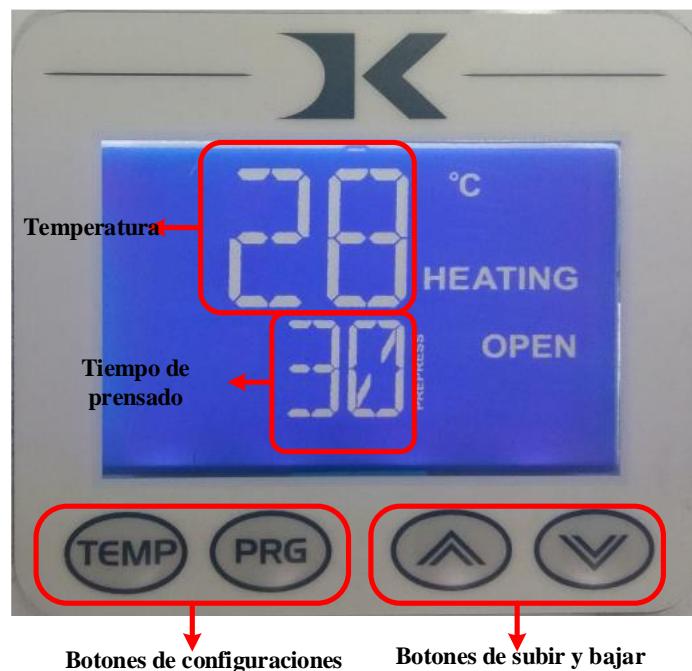


Figura 3. Pantalla inicial de la máquina Quick Press.

## DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

### ➤ Configuración de temperatura

Desde la pantalla de inicio de la máquina se presiona el botón TEMP, la temperatura se muestra como el cuadro rojo de la Figura 4. Usando los botones de subir y bajar se regula la temperatura deseada. Presionando nuevamente TEMP se mostrará la temperatura actual esta incrementará hasta donde se haya configurado.



Figura 4. Temperatura.

### ➤ Configuración de tiempo

Desde la pantalla de inicio de la máquina, usando el botón TEMP seleccione el tiempo, esto se notará cuando empiece a parpadear la opción como se muestra el cuadro rojo de la Figura 5. Con los botones de subir o bajar se puede configurar el tiempo. Una vez se haya seleccionado el tiempo con las flechas se incrementa o se disminuye. Presionando los dos botones de subir y bajar el tiempo se reiniciará a 00.



Figura 5. Tiempo.

## DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

### ➤ Configuración del tiempo Pre-Press

Este segundo tiempo de PRE-PRESS quiere decir una presión antes del ciclo de prensado final, esta operación se utiliza cuando un producto necesita ser pre-prensado durante un determinado tiempo.

Desde el menú principal de la pantalla se presiona el botón TEMP hasta que aparezca al lado derecho del tiempo PRE-PRESS como se muestra en el cuadro rojo de la Figura 6. Una vez se seleccione esta opción con los botones subir y bajar se configura este tiempo.



Figura 6. Tiempo de PRE-PRESS.

### ➤ Cargando una configuración

Para iniciar el menú SET como se muestra en la Figura 7, se presiona desde la pantalla de inicio de la máquina el botón PRG. Usando los botones de subir y bajar se selecciona la configuración desde 00 hasta 70.

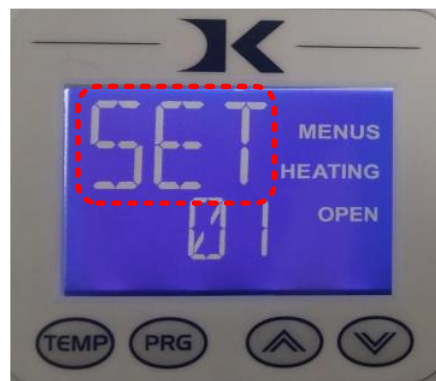


Figura 7. Menú SET.

# DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

## Descripción de los menús de usuario

Hay una gran variedad de características más allá del tiempo y la temperatura de la máquina. Todas estas configuraciones adicionales están disponibles para el operador.

**NOTA:** Para acceder a estos menús hay que presionar los botones TEMP y PRG al mismo tiempo desde la pantalla de inicio de la máquina.

A continuación, se realiza una breve explicación de cada uno de los menús de usuario:

- Fahrenheit / Celsius

Este menú se muestra en la Figura 8, cambia las unidades de la temperatura en °F o °C, con los botones de subir y bajar se selecciona la unidad deseada. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú.

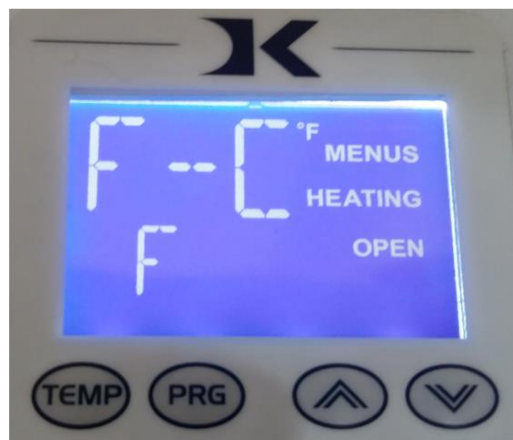


Figura 8. Unidades de Temperatura.

## DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

### ➤ Unidades del contador de tiempo

Este menú se muestra en la Figura 9, cambia las unidades del tiempo en SEC (segundos) o HR (horas), con los botones de subir y bajar se selecciona la unidad deseada. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú

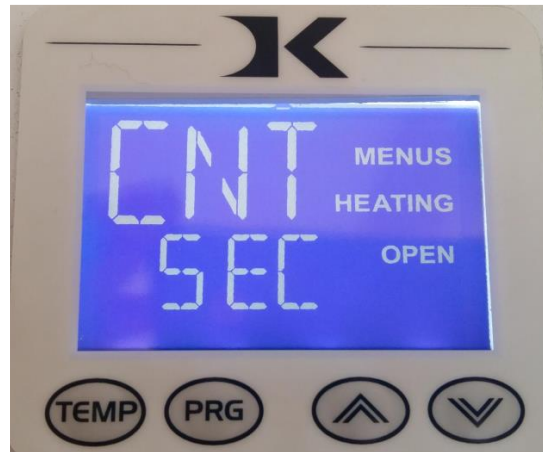


Figura 9. Unidades de Tiempo.

### ➤ Grabado de prensado

Este menú se muestra en la Figura 10, sirve para contar y registrar los ciclos de prensado realizado, con los botones de subir y bajar se puede reiniciar el contador. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú.

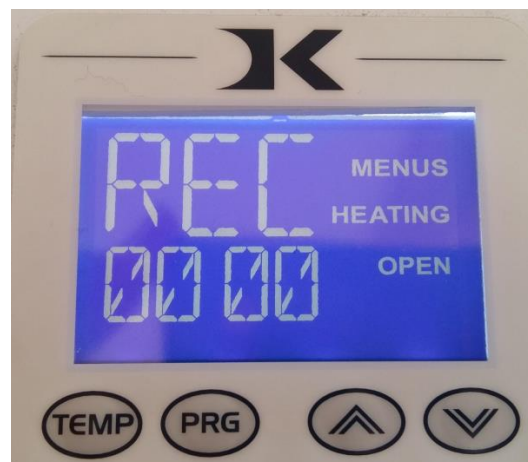


Figura 10. Menú REC.

## DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

### ➤ Mínima presión

Este menú se muestra en la Figura 11, sirve para la calibración de la mínima presión que puede tener la máquina, este valor viene por defecto, no se recomienda que el usuario ajuste esta presión. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú.



Figura 11. Menú PRO.

### ➤ Máxima presión

Este menú se muestra en la Figura 12, sirve para la calibración de la máxima presión que puede tener la máquina, este valor viene por defecto, no se recomienda que el usuario ajuste esta presión. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú.

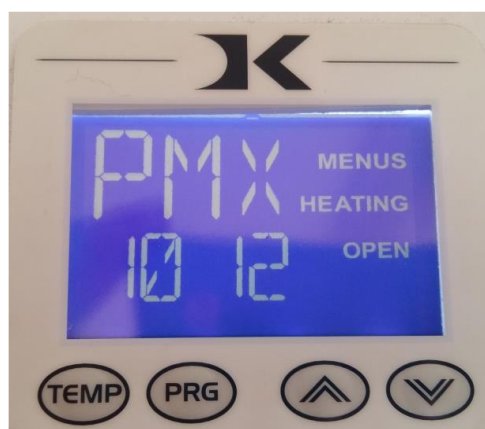


Figura 12. Menú PMX.

## DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

### ➤ Sensor de caída de temperatura

Este menú se muestra en la Figura 13, sirve para activar una alarma cuando la temperatura caiga exponencialmente, con los botones de subir y bajar se pueden cambiar los valores OFF (opción por defecto) o 10, 20,30, etc. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú.



Figura 13. Menú DRP.

### ➤ Sonido de los botones

Este menú se muestra en la Figura 14, sirve para silenciar el sonido de los botones, con las flechas de subir y bajar se selecciona ON u OFF dependiendo de lo que el usuario desee. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú.



Figura 14. Menú BEP.



## DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

### ➤ Alarma

Este menú se muestra en la Figura 15, sirve para ajustar los diferentes patrones de alarma, usando los botones de subir y bajar se pueden seleccionar OFF o 1 hasta 10 opciones de alarma. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú.



Figura 15. Menú ALR.

### ➤ Sonido de aviso terminado

Este menú se muestra en la Figura 16, sirve para activar un sonido de aviso cuando el prensado ha terminado, con los botones de subir y bajar se pueden seleccionar las opciones ON u OFF dependiendo de lo que el usuario deseé. Presione el botón PRG para pasar al siguiente menú.

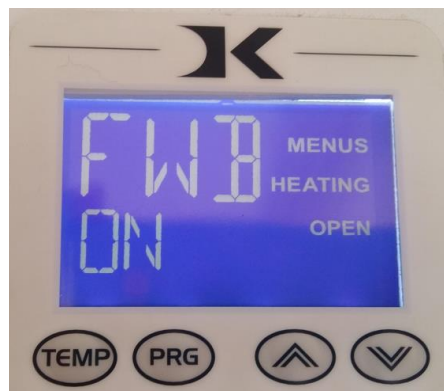


Figura 16. Menú FWB.

## DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION DE LA QUICK PRESS

### ➤ Temporizador de pre-presado

Este menú se muestra en la Figura 17, sirve para temporizar el pre-presado de cuenta hacia atrás normal y temporizado manual, con los botones de subir y bajar se pueden seleccionar las opciones ON u OFF dependiendo de lo que el usuario deseé.



Figura 17. Menú PPR.

## DESCRIPCION DEL PROCESO MULTICAPA

### Descripción del proceso multicapa

Para realizar este proceso se necesitan los siguientes materiales de acuerdo a lo que el usuario necesite, se escoge el tamaño de las láminas:

- Láminas de cobre:

**Tamaño (inch)**

- .008 ±.0015
- .010 ±.0015
- .014 ±.002
- .020 ±.0025
- .028 ±.0025
- .031 ±.0025
- .040 ±.003

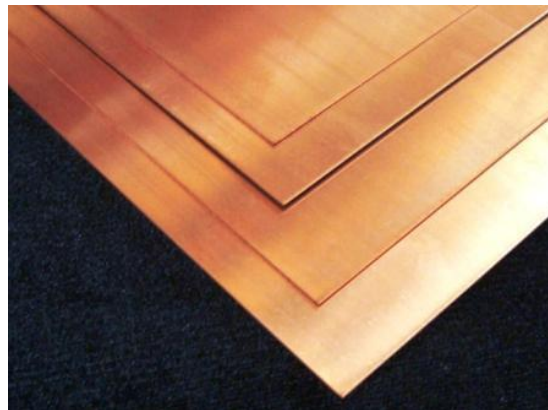


Figura 18. Lámina de cobre. (Arteenlamina, 2016)

- Láminas prepregs (pre impregnados) este es un dieléctrico pre-impregnado con resina.

**Referencia**      **Tamaño (inch)**

- 106                    .0017-.0019
- 1080                   .0025-.0028
- 2112                   .0032-.0035
- 2113                   .0038-.0040
- 2116                   .0048-.0050
- 7628                   .0068-.0070



Figura 19. Lámina de Prepregs. (alibaba, 2016)

## DESCRIPCION DEL PROCESO MULTICAPA

- Lámina de aluminio: esta lámina viene en tamaño estándar.



Figura 20. Lámina de aluminio. (venta laminas aluminio naval, 2012)

- Hoja BM-Tedlar: esta hoja es blanca flexible y con un tamaño estándar.



Figura 21. Hoja BM-Tedlar.

## DESCRIPCION DEL PROCESO MULTICAPA

Para el proceso de multicapa se deben seguir una secuencia de pasos, teniendo en cuenta que se empieza por la capa de centro hacia afuera, respetando la simetría en ambos lados. A continuación, se mostrará cómo se realiza una PCB de 6 capas.

### ➤ Capa interna 3 y 4

Para realizar la capa del centro se hace con una lámina de cobre doble capa con referencia FR4 tamaño de 0.31 pulgadas (inch).

- Se realizan las pistas del circuito a ambos lados de las caras de la lámina de cobre con el método de su preferencia.
- Una vez se haya realizado las pistas se procede a colocar las siguientes capas. Como se muestra en la Figura 22 el centro es la lámina de cobre de doble capa, luego a ambos lados se ubicó una lámina de PREPREG de referencia 7628 y posteriormente una lámina de cobre de tamaño .008.



Figura 22. Capa interna.

- Se realiza la unión de las capas con la máquina Quick Press, para esto se ubicó una lámina de BM-Tedlar y otra lámina de aluminio a ambos lados como se muestra en la Figura 23.

## DESCRIPCION DEL PROCESO MULTICAPA

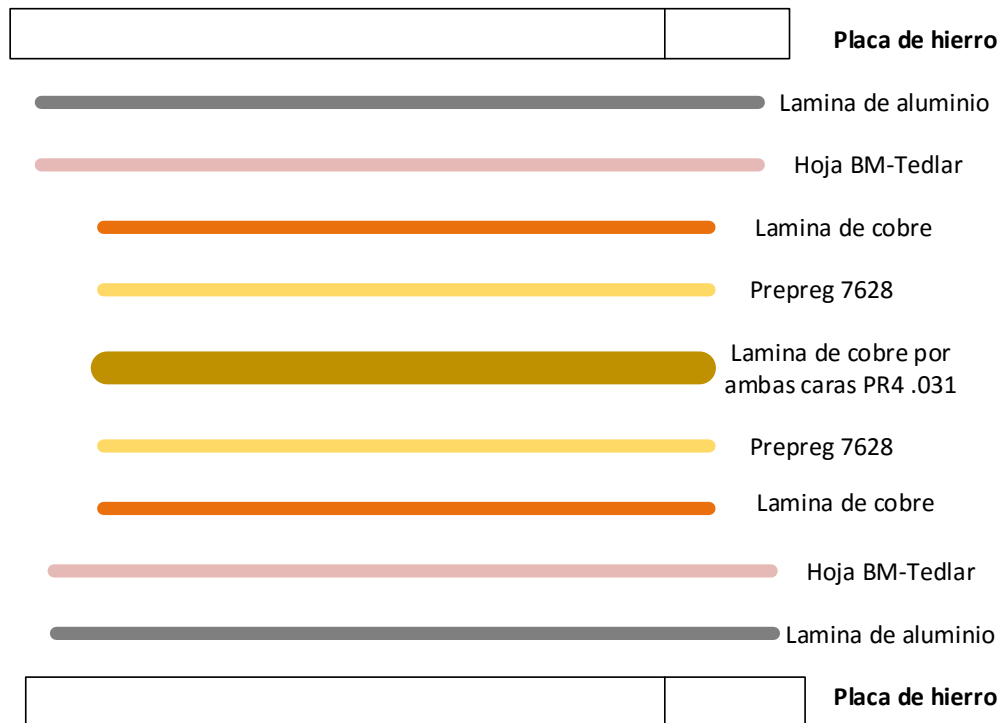


Figura 23. Capas internas 3y 4.

### ➤ Capa 2 y 5

Cuando se obtiene la unión de la capa interna con las láminas de cobre se obtiene la capa 2 y 5.

- Se realiza el proceso de Through Hole para unir las capas 2 y 5 con la interna.
- Una vez haya la unión de las capas, se procede a realizar las pistas correspondientes con el método de su preferencia.

## DESCRIPCION DEL PROCESO MULTICAPA

- Se realiza la unión de las capas TOP y BOTTOM con la 2 y 5 con la máquina Quick Press, para esto se ubicó una lámina de BM-Tedlar y otra lámina de aluminio a ambos lados de forma simétrica como se muestra en la Figura 24.

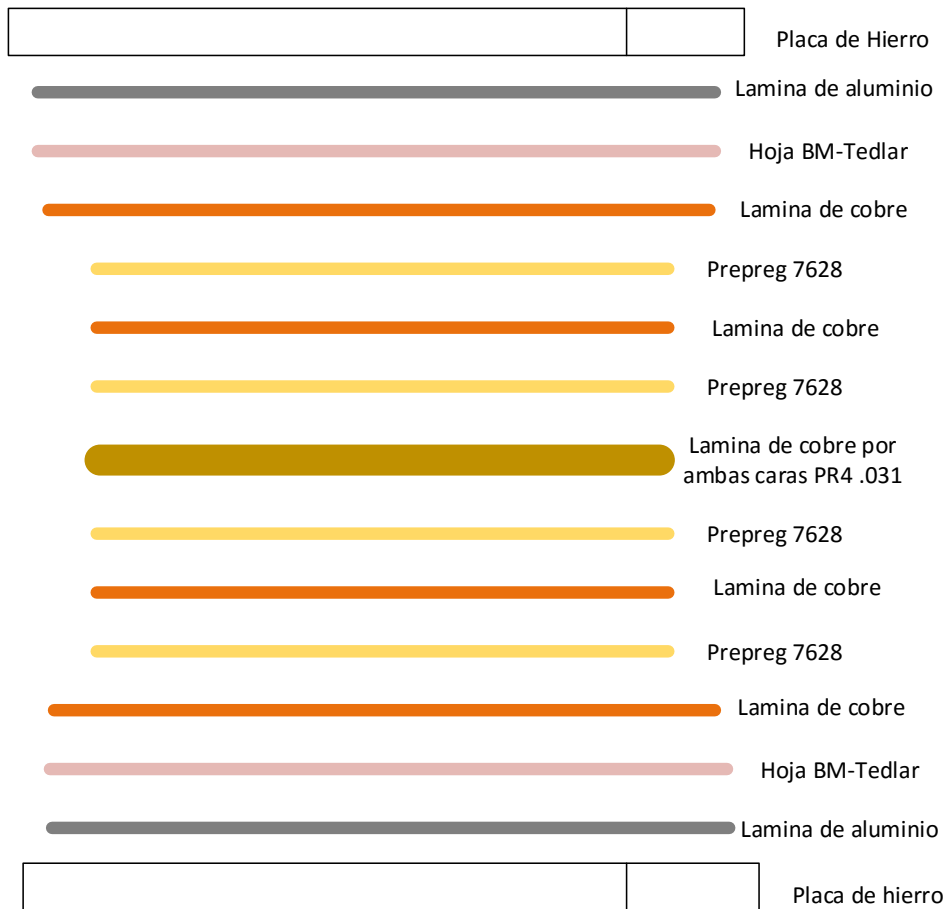


Figura 24. Estructura de las seis capas.

## DESCRIPCION DEL PROCESO MULTICAPA

### ➤ Capas TOP y BOTTOM

Una vez se haya realizado la unión de las capas 2 y 5 con TOP y BOTTOM, se obtiene la PCB de 6 capas.

- Se realiza el proceso de Through Hole para unir las capas internas con la externa.
- Una vez haya la unión de las capas, se procede a realizar las pistas correspondientes con el método de su preferencia.
- Se realiza el proceso de antisolder y puesta de componentes.

El proceso de multicapa anteriormente mencionado es uno de los muchos procesos que hay, como por ejemplo colocar internamente dos capas con láminas de cobre cada una de doble cara y luego unir las con las capas TOP y BOTTOM como se muestra en la Figura 25.

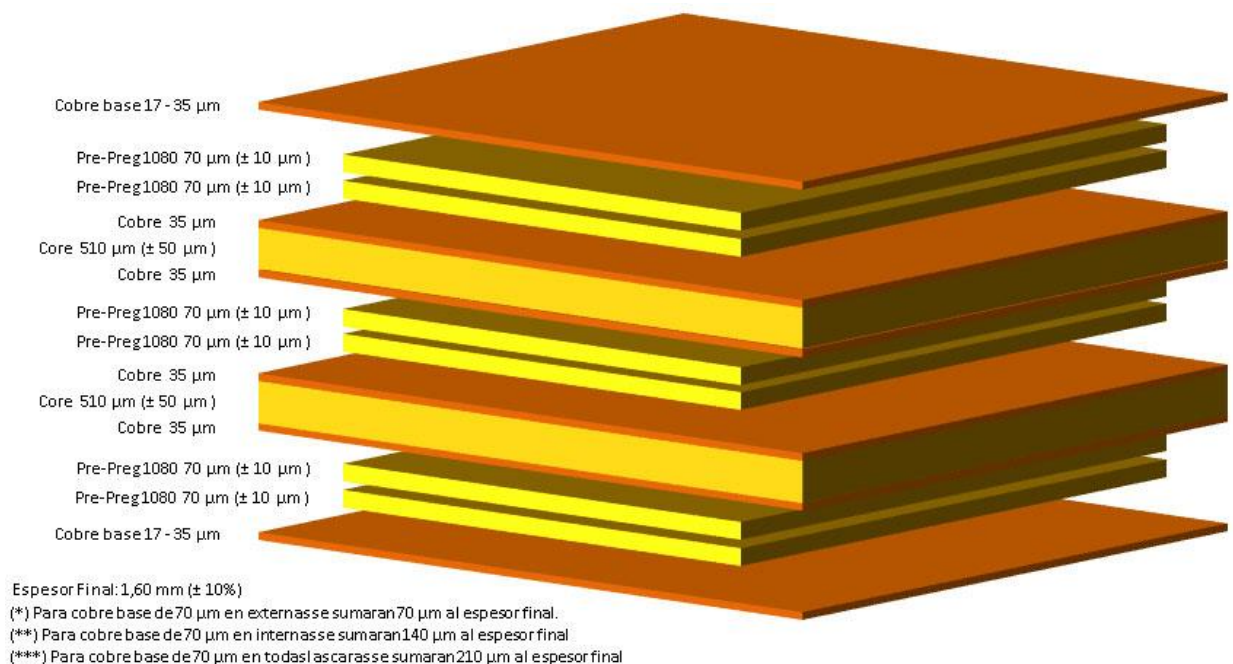


Figura 25. PCB de 6 capas 2 con doble cara. (Zubelzu, 2016)



## PCB doble cara

Esta práctica se realiza para obtener una PCB doble cara y conocer el funcionamiento de la máquina Quick Press. A continuación, se explican los siguientes pasos:

- Programé la máquina Quick Press con las siguientes configuraciones:
  - Presione TEMP en el display 1. Cuando la opción empiece a parpadear, establezca la temperatura en 204°C con los botones subir y bajar, como se muestra en la Figura 26.
  - Presione TEMP en el display 1. Cuando empiece a parpadear la opción del tiempo establezca en 45 segundos con los botones subir y bajar, como se muestra en la Figura 26.



Figura 26. Temperatura y tiempo.

## PRÁCTICA

- Presione TEMP en el display 1. Cuando empiece a parpadear la opción PREPRESS establezca este tiempo en 00 con los botones de subir y bajar, como se muestra en la Figura 27.



Figura 27. Tiempo de PREPRES.

- Presione TEMP en el display 1. Cuando empiece a parpadear la opción pressure establezca la referencia en 6 con los botones de subir y bajar, como se muestra en la Figura 28.



Figura 28. Referencia de Pressure.

## PRÁCTICA

- Presione TEMP en el display 1. Establezca la opción de SET en 01, como se muestra en la Figura 29.



Figura 29. Configuración SET.

- Presione TEMP en el display 2. Cuando la opción empiece a parpadear, establezca la temperatura en 176°C con los botones subir y bajar, como se muestra en la Figura 30.
- Presione TEMP en el display 2. Cuando empiece a parpadear la opción del tiempo establezca en 12 seg con los botones subir y bajar, como se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Temperatura y tiempo.

## PRÁCTICA

- Presione TEMP en el display 2. Cuando empiece a parpadear la opción PREPRESS establezca este tiempo en 00 con los botones de subir y bajar, como se muestra la Figura 31.



Figura 31. Tiempo de PREPRESS.

- Presione TEMP en el display 2. Cuando empiece a parpadear la opción pressure establezca la referencia en 8 con los botones de subir y bajar, como se muestra la Figura 32.



Figura 32. Referencia de Pressure.

## PRÁCTICA

- Presione TEMP en el display 2. Establezca la opción de SET en 02, como se muestra en la Figura 33.



Figura 33. Configuración de SET.

- Una vez haya realizado las configuraciones la máquina se empezará a calentar hasta llegar a la temperatura configurada.
- Luego corte las láminas de cobre, prepreg y Tedlar con un tamaño de 15 cm de ancho por 10 cm de largo.
- En la Figura 34 se muestran dos láminas una de aluminio y encima de tedlar



Figura 34. Láminas aluminio y tedlar.

## PRÁCTICA

- Se coloca una lámina de cobre con tamaño .008 pulgadas (inch) encima de la hoja de tedlar, como se muestra en la Figura 35.



Figura 35. Láminas aluminio, tedlar y cobre.

- Encima de la lámina de cobre se coloca: una lámina de prepreg 7628, posteriormente 6 láminas de prepreg 1080 y para finalizar nuevamente una lámina de prepreg 7628, como se muestra en la Figura 36.



Figura 36. Láminas aluminio, tedlar, cobre y prepreg.

## PRÁCTICA

- Para terminar, se coloca una lámina de cobre encima de las capas anteriores, como se muestra en la Figura 37.

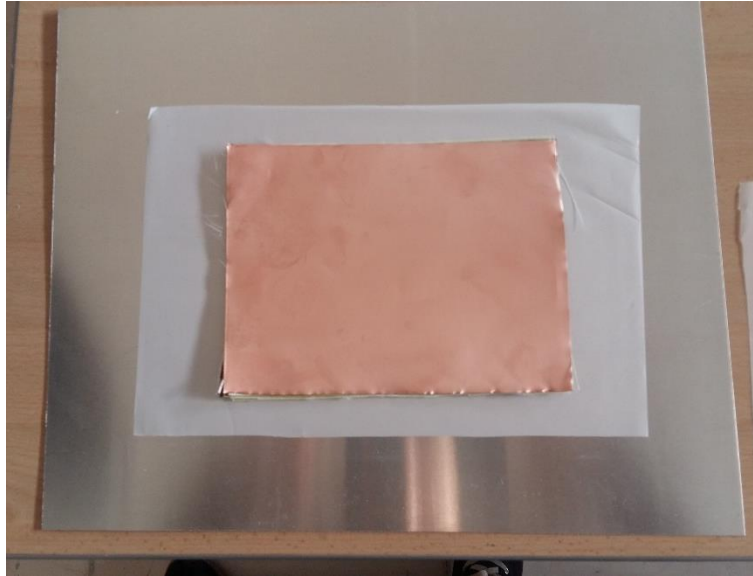


Figura 37. Láminas aluminio, tedlar, cobre y prepreg.

- Una vez se apilen todas las capas se coloca en las barras de hierro de la máquina Quick Press como se muestra en la Figura 38.

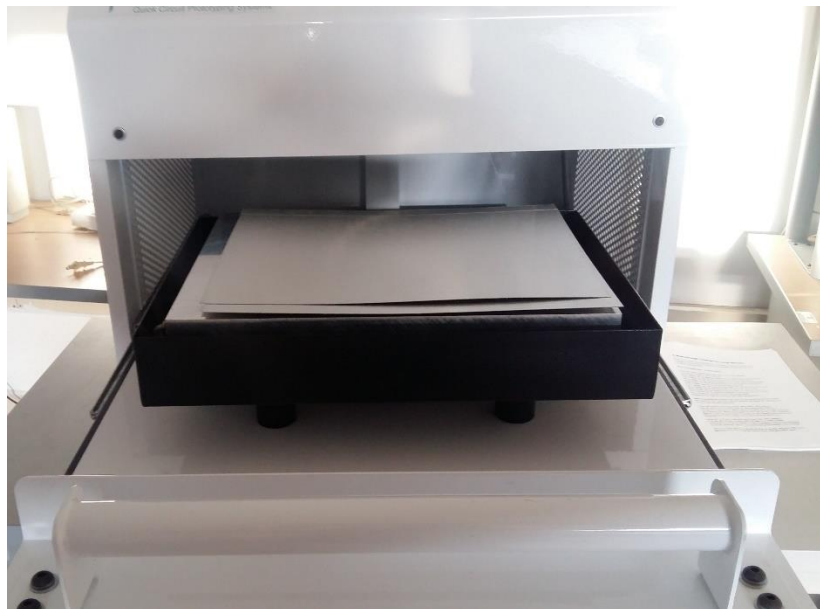


Figura 38. Placas de hierro de la máquina Quick Press.

## PRÁCTICA

- Se corre la gaveta de las placas de hierro y se presionan los dos botones de activación al mismo tiempo como se muestra en la Figura 39.



Figura 39. Inicio de la máquina para el proceso doble capa.

- Al momento de ser presionados los botones de activación las placas de hierro de la máquina se unen como se muestra en la Figura 40. El proceso terminará cuando se acabe el tiempo programado, la máquina avisará con un sonido que el proceso terminó, posteriormente las placas de hierro se separan.



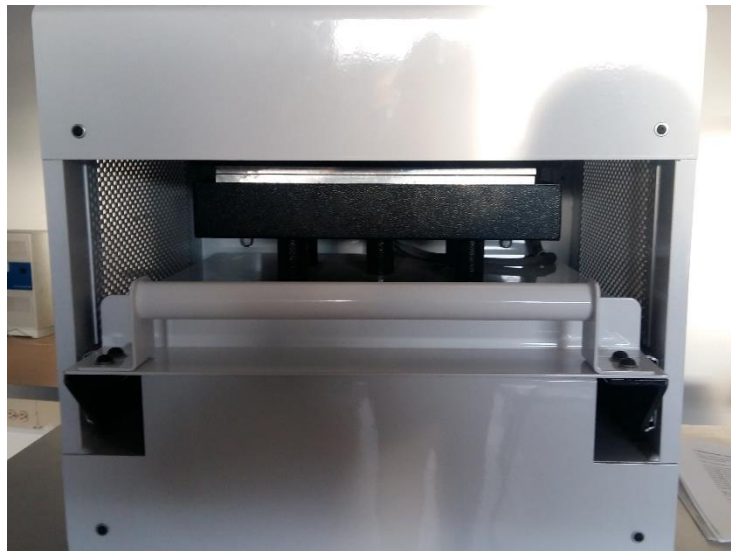


Figura 40. Proceso de prensado.

- Cuando el proceso termine retire el material con cuidado ya que la temperatura es alta. El producto quedara como se muestra en la Figura 41.



Figura 41. Producto terminado con el tedlar.

- Retire la hoja de tedlar como se muestra en la Figura 42.

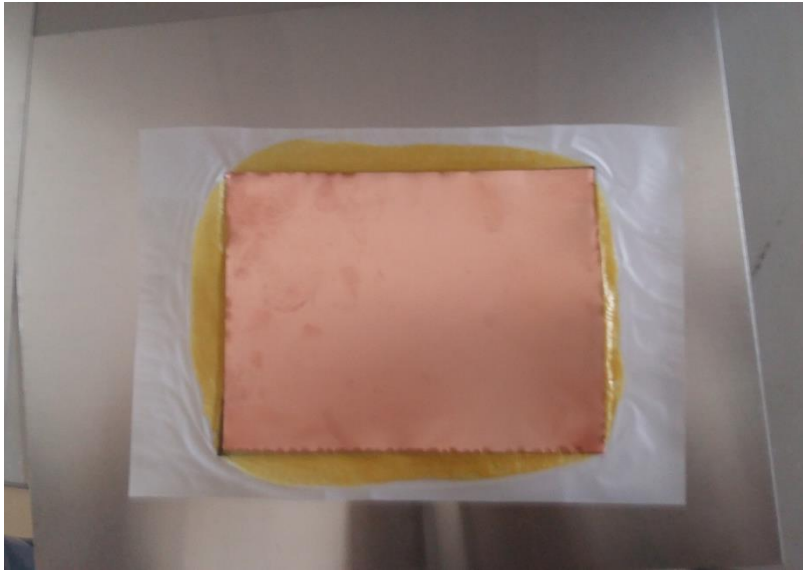


Figura 42. Producto terminado sin tedlar.

- Retire los bordes sobrantes de la PCB como se muestra en la Figura 43 y suavice con un motortool para darle un mejor acabado.



Figura 43. Suavizando los bordes de la PCB.

# REFERENCIAS

## *Referencias*

*alibaba. (2016). Obtenido de alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-gs/carbon-fiber-prepreg-sheet-60127949656.html>*

*Arteenlamina. (2016). Obtenido de Arteenlamina: <http://www.arteenlamina.com/productos/productos.html>*

*venta laminas aluminio naval. (18 de junio de 2012). Obtenido de venta laminas aluminio naval: <http://laminasalumunionaval.blogspot.com.co/2012/06/ventas-de-laminas-de-aluminio-naval-en.html>*

*Zubelzu. (2016). Obtenido de Zubelzu: <http://www.zubelzu.com/es/circuitos-impresos/multicapa/construcciones-multicapa>*

# ANEXO 7

**Nombre:** SP ARAGONEZ RAMIREZ FAIBER

**Cargo:** INNOVACION

**Maquina:** Quick Press.

1) En escala de 1 a 10 que tan entendible fue el manual siendo 10 excelente y 1 malo:

R: 8

2) Que sugerencias o cambios le haría al manual:

- Definir el tiempo mínimo de prensado
- Definir top y bottom
- Definir porque la temperatura

3) En escala de 1 a 10 aprendió a utilizar la maquina:

R: 9

4) Que partes del manual leería:

R: Todos los ítem.

**Firma**

  
Faiber Aragonés R.

# ANEXO 8

---

## Quick Plate Process Overview

**NOTE:**

- Please fully read the Quick Circuit User's Manual before operating the Quick Circuit machine. These instructions assume that the user is familiar with operating the Quick Circuit machine.

At this point the user should be familiar with creating prototype circuit boards on the Quick Circuit System. The user should now be ready to learn how to make plated through holes using the Quick Plate Process. The Quick Plate Process provides electrical connectivity from the top copper surface of the board to the inner layers (if applicable) and to the bottom copper surface. The conductive ink layer attached to the wall of the hole provides a path for the electroplating process to adhere to. The Quick Plate electroplates copper to the wall of the hole thereby creating an inner layer of connectivity and giving a pure copper path for the circuit board. The copper can be fluxed and soldered just like a production-processed board. The only difference is the board is created for design purposes and not for mass production.

**NOTE:**

- The Quick Plate Process will not work on solder plated board material. The solder will contaminate the electrolyte.

This manual provides the step-by-step procedures of T-Tech's electroplating process, including how to:

- Use T-Tech's strike through process to make conductive holes
- Cure the strike through conductive ink
- Electroplate with T-Tech's Quick Plate process
- Rinse and dry the circuit board panel in preparation for milling using T-Tech's Quick Circuit

---

### *Strike Through and Curing Process*

The strike through process is an integral part of the plating process. The conductive ink “activates” the drilled holes, allowing copper to be plated onto it. Proper completion of the strike through process is necessary in order to assure that the through holes are plated properly.

**NOTE:**

- The conductive ink supplied with the Quick Plate system is for use with double-sided boards only. For multi-layer boards use T-Tech's multi-layer ink for best results.
- 

The strike through process is as follows:

1. After drilling the holes on the Quick Circuit, buff the panel with a cleaning pad. Then, blow out the holes with compressed air to remove drill chips.
2. Preheat the oven to 100°C (212°F).
3. Elevate both ends of the panel with 2” - 3” blocks.
4. Shake the bottle of conductive ink vigorously. Liberally apply a line of ink ½” from where the holes begin. See Figure 6. Squeegee the conductive ink into the holes with the squeegee almost laying flat against the circuit board.

**NOTE:**

- For large holes (> 0.018”) pass squeegee over hole in all directions (right, left, up, & down), to ensure uniform coverage throughout the inner surface of the hole.
5. Apply more ink as needed.
  6. Inking small groups of holes will help you keep track of which holes are inked, and will make it easier to complete steps 4 & 5, before the ink starts drying.



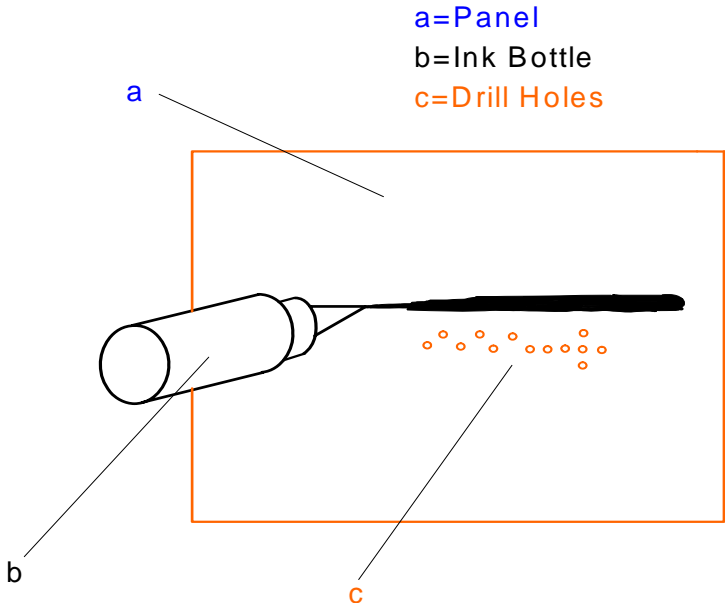


Figure 6: Ink application.

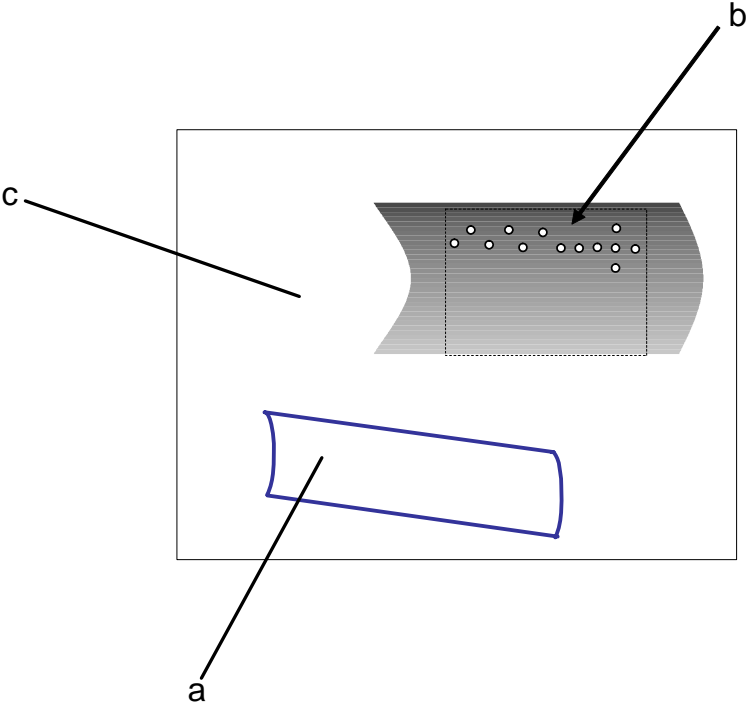


Figure 7: After ink application.

7. Squeegee the excess ink off the panel. See Figure 7.
8. Check reverse side of panel to verify penetration of ink through each hole. If **all** of the holes **do not have** small puddles of ink around them, then perform steps 4 and 5 on those holes again.

**NOTE:**

- Excessive vacuuming may cause too much ink to be removed and prevent some holes from becoming electroplated.
9. Squeegee off all excess ink.
  10. Wait approximately 15-30 seconds after verifying the strike through, and then vacuum the ink through the holes from the backside of the board while holding the vacuum nozzle at a 45° angle against the board. Then verify that all holes have conductive ink in them but are not completely filled by the conductive ink. It may be necessary to hold the board up to a light or use a magnifying scope to see the holes. If there are filled holes, vacuum the ink out of those holes and recheck the panel for additional filled holes.

**NOTE:**

- Vacuuming should be the last step before curing the ink in the oven. Performing the squeegee process last may reduce the hole size and create a non-uniform hole barrel surface after plating. Any excess ink can be sanded off after curing.
11. Cure the panel in the oven for 30 minutes at 100°C.
  12. Carefully sand the panel with a **flat** sanding block.

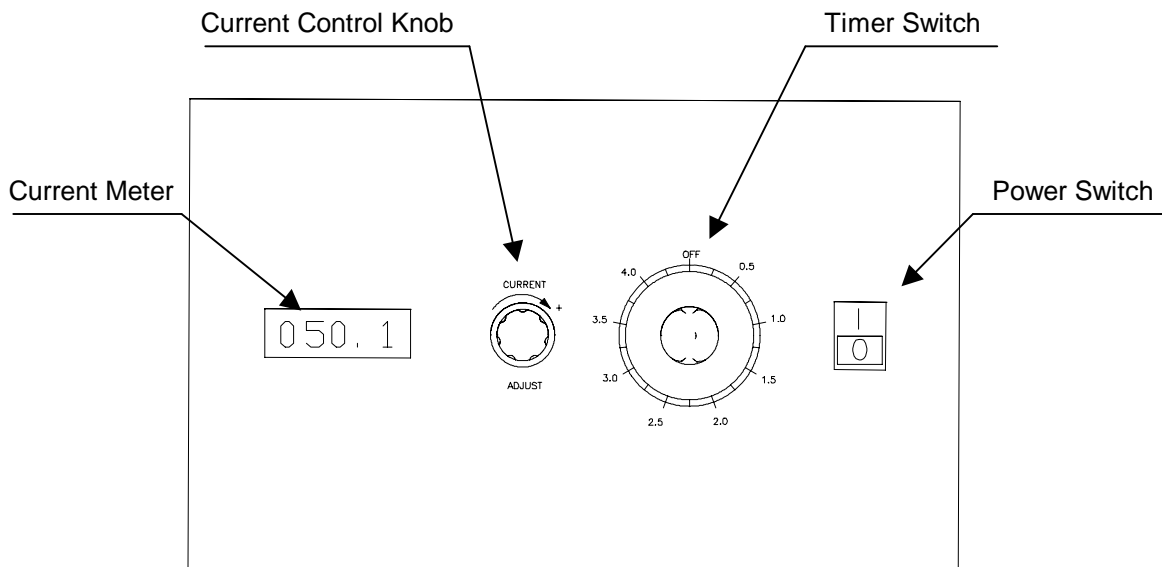
**NOTE:**

- Care must be taken while sanding not to break the connection between the barrel of the hole and the copper surface. Hold the block flat against the panel. **ALL** of the Ink must be sanded from the copper surfaces before plating.

### Quick Plate Control Panel

Figure 8 describes the various controls on the Quick Plate power supply control panel. Please reference this figure when using the “Quick Plate Procedures” on the following pages.

- ❑ Power Switch: turns power on and off to the system
- ❑ Current Control Knob: adjusts the plating current for the plating process
- ❑ Current Meter: displays the plating current in Amperes
- ❑ Timer Switch: sets a time limit in hours on the plating process



**Figure 8: Power supply control panel.**

---

### *Quick Plate Electroplating Process*

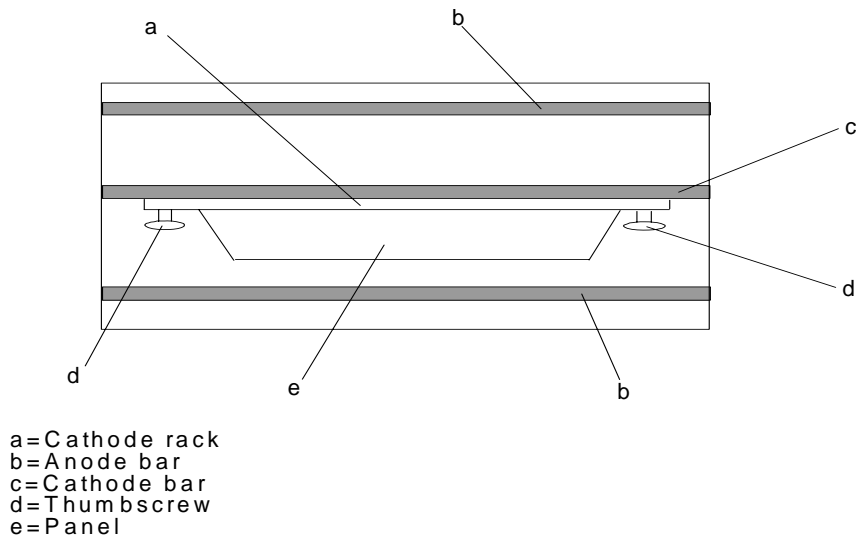
T-Tech's Quick Plate process adds a conductive copper path for current to travel through the drilled holes. This allows current to flow from layer to layer, through the component via holes in the circuit board. It also aids in the soldering of the components if flux is applied. For most signal circuits, a ¼ oz. layer of copper added to the through holes is enough to carry the circuit signals. By using higher plating current, a greater copper thickness may be obtained in the same time.

**CAUTION:** Make sure the main power switch on the plating power supply is OFF before starting this procedure.

1. Clean the panel by blowing the holes out with compressed air, and wiping the panel on both sides with a clean towel.

If you have a QP-912:

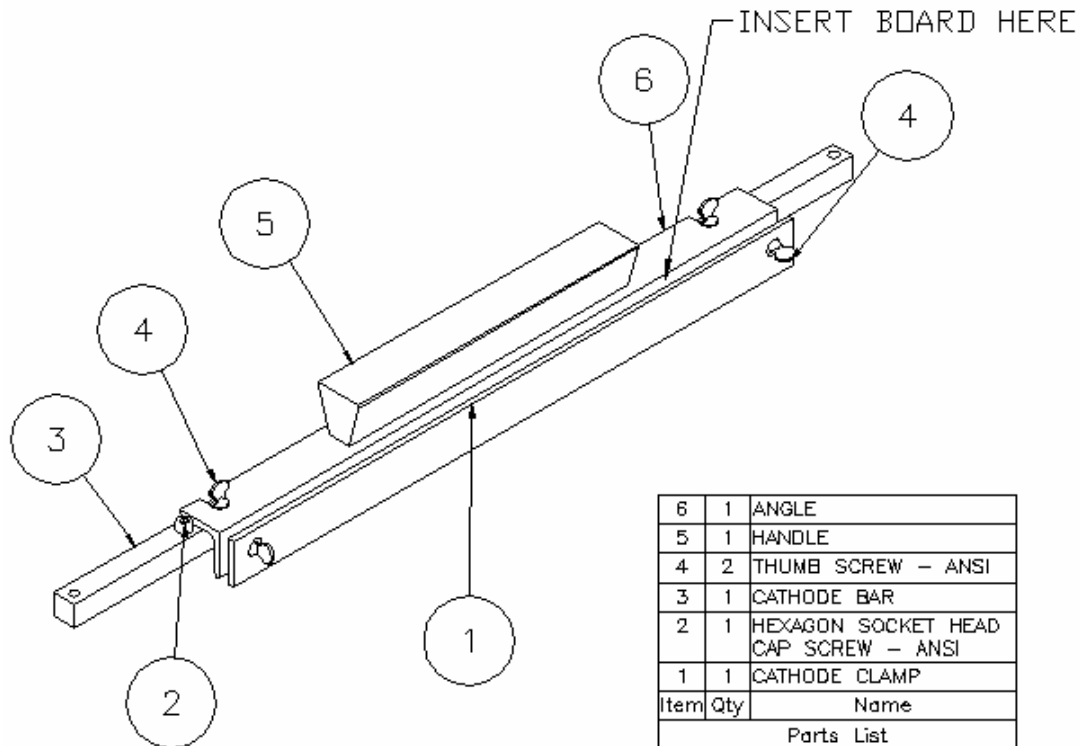
2. Wet the hole barrels by placing the panel into the rinse tank at an angle and tapping on the front side of the panel and then vigorously swirling panel around. You should see bubbles rise as the holes fill with water.
3. Slip the panel into the cathode rack and lower the board into the plating tank until the top of the panel is flush with the top of the cathode rack.
4. Clamp the panel between the cathode rack and Cathode Bar by tightening the thumbscrews on both sides of the panel. See Figure 9.



**Figure 9: Attaching the panel to the QP-912 cathode bar.**

If you have a QP-1812:

2. Remove Handle Assembly from Cathode bar by loosening thumbscrews (do not remove thumbscrews) and sliding Handle Assembly out. See Figure 10.
3. Loosen thumbscrews (do not remove thumbscrews) on Cathode Clamp and insert panel between Cathode Clamp (item 1) and Angle (item 6), retighten thumbscrews.
4. Wet the hole barrels by placing the panel into the rinse tank at an angle and tapping on the front side of the panel and then vigorously swirling panel around. You should see bubbles rise as the holes fill with water.
5. Reinstall Handle Assembly, with panel attached, onto Cathode Bar and retighten thumbscrews. See Figure 10.



**Figure 10: Handle Assembly (QP-1812) mounted on cathode bar.**

6. Replace Plating Tank cover
7. Turn the current control knob to zero (counterclockwise until there is resistance), and then turn the main power switch on.
8. Set the timer to the appropriate length of time as determined from Table 2. The timer is in hour increments.
9. Slowly turn the current control knob clockwise until the current meter reads the appropriate current as determined from Table 2. The meter reads in Amperes.
10. The panel is now being plated

**Note:**

- Do not leave the panel in the solution beyond the timers set time. This will cause irreversible damage to the board.

11. Once the timer shuts off on the plating tank, turn the main power switch off.

**Caution: Wait 30 seconds before removing the cover.**

If you have a QP-912:

12. Loosen the two thumbscrews, and remove the plated panel from the plating tank. Hold the panel over the plating tank until the dripping slows. Draining the panel reduces the amount of drag out.

If you have a QP-1812:

12. Remove Handle Assembly from Cathode bar by loosening thumbscrews and sliding Handle Assembly out. See Figure 10. Hold the panel over the plating tank until the dripping slows. Loosen thumbscrews on Cathode Clamp and remove the plated panel from between Cathode Clamp and Angle.
13. Lower the panel in the rinse tank and swirl it around vigorously for approximately one minute.
14. Remove the panel from the rinse tank and dry the panel immediately by blowing compressed air over the entire panel surface until no moisture is left. The panel may also be dried in the oven at 100°C for 30 minutes however some oxidation may occur.

**NOTE:**

- If the panel is not dried immediately, some discoloration may occur due to oxidation. This oxidation may be removed by buffing the panel with a cleaning pad.

### *Plating Speed Table*

The following table gives plating speeds for copper at 100% cathode current efficiency. The plating times shown in columns 3, 4, 5, & 6 of Table 2 are theoretical values that are intended to serve only as a guide for estimating purposes.

| Plating Thickness (inches) | Ounces of Copper per Sq. Ft. | Plating Time in Minutes @ 10 Amp. / Sq. Ft. | Plating Time in Minutes @ 15 Amp. / Sq. Ft. | Plating Time in Minutes @ 20 Amp. / Sq. Ft. | Plating Time in Minutes @ 25 Amp. / Sq. Ft. |
|----------------------------|------------------------------|---|---|---|---|
| 0.0001                     | 0.075                        | 11  | 7   | 5   | 4   |
| 0.0002                     | 0.150                        | 21  | 14  | 11  | 8   |
| 0.00025                    | 0.188                        | 27  | 18  | 14  | 11  |
| 0.0003                     | 0.225                        | 32  | 21  | 16  | 13  |
| 0.0004                     | 0.300                        | 42  | 28  | 21  | 17  |
| 0.0005                     | 0.375                        | 53  | 35  | 27  | 21  |
| 0.0006                     | 0.450                        | 64  | 42  | 32  | 25  |
| 0.0007                     | 0.520                        | 74  | 50  | 37  | 30  |
| 0.00075                    | 0.560                        | 80  | 53  | 40  | 32  |
| 0.0008                     | 0.600                        | 85  | 57  | 42  | 34  |
| 0.0009                     | 0.670                        | 95  | 64  | 48  | 38  |
| 0.0010                     | 0.750                        | 106   | 71  | 53  | 42  |
| 0.00125                    | 0.930                        | 133   | 89  | 67  | 54  |
| 0.0015                     | 1.130                        | 160   | 106   | 80  | 64  |
| 0.00175                    | 1.310                        | 186   | 124   | 93  | 74  |
| 0.00200                    | 1.500                        | 212   | 142   | 106   | 84  |

**Table 2: Plating speed table.**

### *Plating Area*

The affective plating area of the Quick Plate systems is approximately as follows:

- QP-912:

$$9" \times (12" - 1.5") \text{ Board} = 0.656 \text{ ft}^2 \text{ per side} = 1.31 \text{ total ft}^2$$

- QP-1812:

$$12" \times (18" - 1.625") \text{ Board} = 1.365 \text{ ft}^2 \text{ per side} = 2.73 \text{ total ft}^2$$



**NOTES:**

- The plating area is equal to the total area of the board submersed in the electrolyte solution. On the QP-912, approximately 1.5" of the board remains above the electrolyte while on the QP-1812, approximately 1.625" of the board remains above the electrolyte.
- In order to maintain these values, it is important that the electrolyte level be maintained so that it is approximately 1" below the cathode and anode bars.

**EXAMPLE:**

|                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| Desired plated hole wall thickness | = | ½ ounce   |
| Board Area (both sides)            | = | $((9 \text{ in} \times 10.5 \text{ in}) * 2) / (144 \text{ in}^2/\text{ft}^2) = 1.31 \text{ ft}^2$  |
| Amperage Setting                   | = | 26 A  |
| Amperage per Sq. Ft.               | = | $26 \text{ A} / 1.31 \text{ ft}^2 = 19.8 \text{ A}/\text{ft}^2$                                     |
| Time to plate ½ ounce copper       | = | approximately 37 minutes from Table 2<br>(From 20 A per sq. ft. column and 0.560 oz of copper row.) |

**NOTES:**

1. For best results, limit the plating current to 20 A/ft<sup>2</sup>.
2. The diameter of the hole will decrease by two times the desired wall thickness during plating.
3. The board will be plated the desired wall thickness on each side of the board. If the board in the example above started at ½ oz. over ½ oz. it would be 1 oz. over 1 oz. after plating.

---

### *Conclusion of the Quick Plate Process*

The plating of a double-sided board in the Quick Plate System has just been completed. Inspect the panel to make sure all of the holes were plated.

**NOTE:**

- The use of a magnifying lens and natural light may be required for thorough and complete inspection.

The next step is to use the Quick Circuit to mill the component and solder sides of the circuit board. Before doing so, make sure the board is properly aligned on the Quick Circuit machine.

# ANEXO 9



*Fotografía: Cortesía de la Escuela de Comunicaciones Militares de Colombia.*

# MANUAL PRÁCTICO DE USUARIO QUICK PLATE

2016

*En la presente guía se ilustrará el funcionamiento de la máquina Quick Plate, sus ventajas y desventajas, así como, una práctica para facilitar la comprensión de los alcances de la máquina.*

# TABLA DE CONTENIDO

## Tabla de contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capítulo 1 Introducción</b> .....                        | <b>3</b>  |
| <b>Capítulo 2 descripción del sistema</b> .....             | <b>4</b>  |
| Requerimientos y restricciones .....                        | 4         |
| Galvanoplastia .....  | 5         |
| Quick Plate.....  | 6         |
| Panel frontal de la Quick Plate.....                        | 7         |
| <b>Capítulo 3 Mantenimiento</b> .....                       | <b>10</b> |
| Limpieza del tanque de electrolito .....                    | 10        |
| limpieza del ánodo .....                                    | 12        |
| Cambio de líquido des ionizado del tanque de enjuague ..... | 12        |
| <b>Capítulo 4 Practica 1</b> .....                          | <b>13</b> |
| Desarrollo de Through Hole en baquela doble capa .....      | 13        |
| <b>Capítulo 5 Referencias</b> .....                         | <b>25</b> |

## INTRODUCCIÓN

Un tema muy importante en la producción de PCBs, es el hecho de poder generar circuitos con varias capas y que exista una comunicación eléctrica entre ellas, la galvanoplastia es un proceso efectivo, rápido y simple para realizar conexiones entre capas, a diferencia del método de hueco pasante (Through Hole) tradicional, este método usa una relación menor de baños químicos, además de ser más amigable con el medio ambiente.

La máquina Quick Plate cuenta con un panel frontal que proporciona al proceso características de funcionamiento como Corriente y tiempo, además cuenta con ventajas económicas para el usuario a diferencia otros métodos como el uso de aleaciones de plata. Este sistema se basa en el proceso de galvanoplastia para generar una capa de metal que recubre las zonas de material aislante, permitiendo obtener conductividad en diferentes puntos de la PCB.

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

## Requerimientos y restricciones.

- ✓ Recomendaciones técnicas para la Quick Plate.
  - Voltaje: 110 VAC.
  - Frecuencia: 50/60Hz.
  - Potencia: 1500W.
  - Gama de temperaturas: 100-350° C.
  - Duración del ciclo: 1- 8 minutos.
  
- ✓ Restricciones del Quick Plate 9-12.
  - La máquina realiza solamente hueco pasante (Through hole).
  - Corriente máxima que produce es de 30 A.
  - Trabaja sobre superficies máximo de 230 x 305 mm (9" x 12").
  - Para PCB de cobre solamente.
  - Aplica para perforaciones entre 0.1 y 2 mm de diámetro.
  
- ✓ Recomendaciones de seguridad.
  - Utilizar guantes de caucho, gafas de seguridad, tapabocas, bata y cubre zapatos para la manipulación del químico.
  - No coma o fume mientras realiza el procedimiento.

Nota: los químicos manipulados pueden producir irritación en ojos y manos, lave sus manos y rostro inmediatamente después de usar la máquina.

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

## Galvanoplastia

Es un proceso en el cual una superficie es recubierta con iones metálicos que pasan desde el ánodo hasta el cátodo mediante baños químicos, usa una capa de grafito fino para revestir las superficies y generar conducción en el material ver figura 1.

Para este procedimiento se usa un contenedor con sulfato de cobre y ácido sulfúrico. El ánodo debe ser del mismo material conductor contenido en la baquelita (Cobre) y se usa una tinta conductora a base de grafito que sirve de cátodo en el procedimiento. Se usa activación eléctrica con corrientes altas y tiempos específicos dependiendo del diámetro de los huecos.

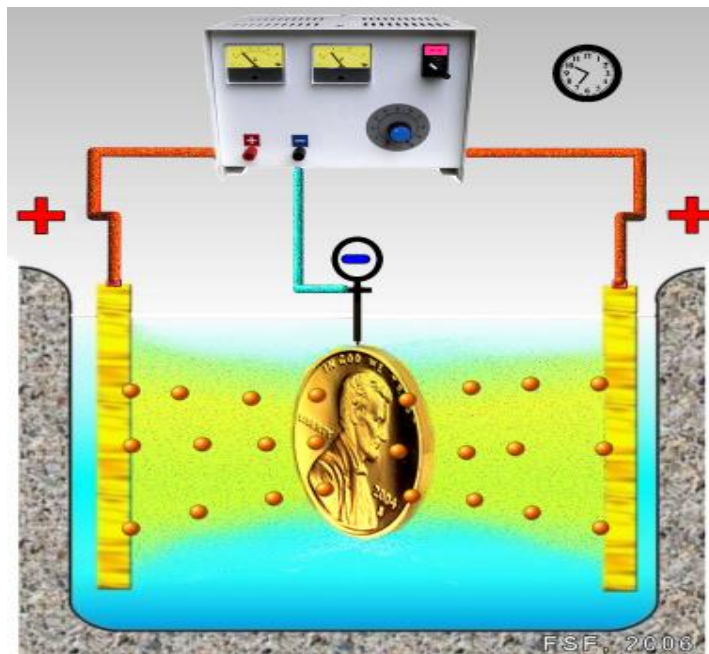


Figura 1. Proceso de galvanoplastia. (Novedades Guillers, 2016)



# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

## Quick Plate

El Quick Plate es un sistema usado para la producción de circuitos de dos o más capas, por medio del proceso de galvanoplastia la maquina realiza una conexión eléctrica entre las capas de un circuito, reemplazando los pads de plata que tiene el proceso de through Hole habitual. Este sistema está compuesto por:

- A. Tanque de galvanoplastia con tapa.
- B. Tanque de enjuague con tapa.
- C. Cable de poder.
- D. Cordón de poder.
- E. Dos platos ánodos de cobre con bolsas.
- F. Bloque de lijado plano.
- G. Boquilla de vacío.
- H. Electrolito.



Figura 2. Componentes del sistema Quick Plate. (T-TECH, Inc., 2001)

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

- I. esferas de anti evaporación.
- J. 50 gramos de tinta conductiva.

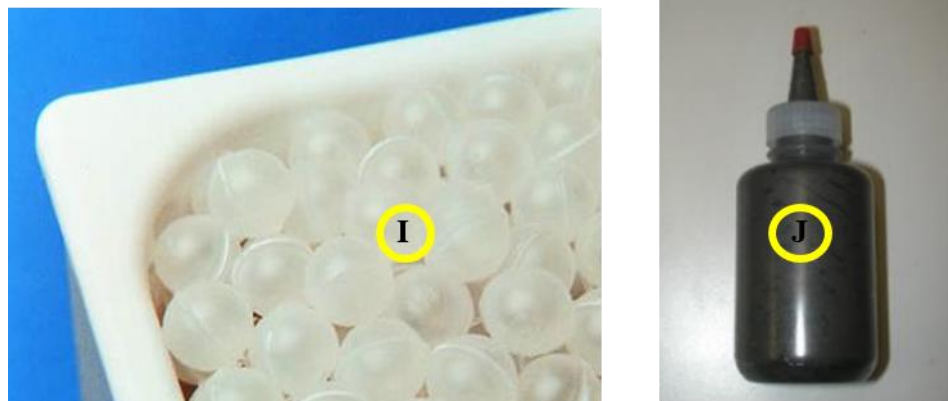
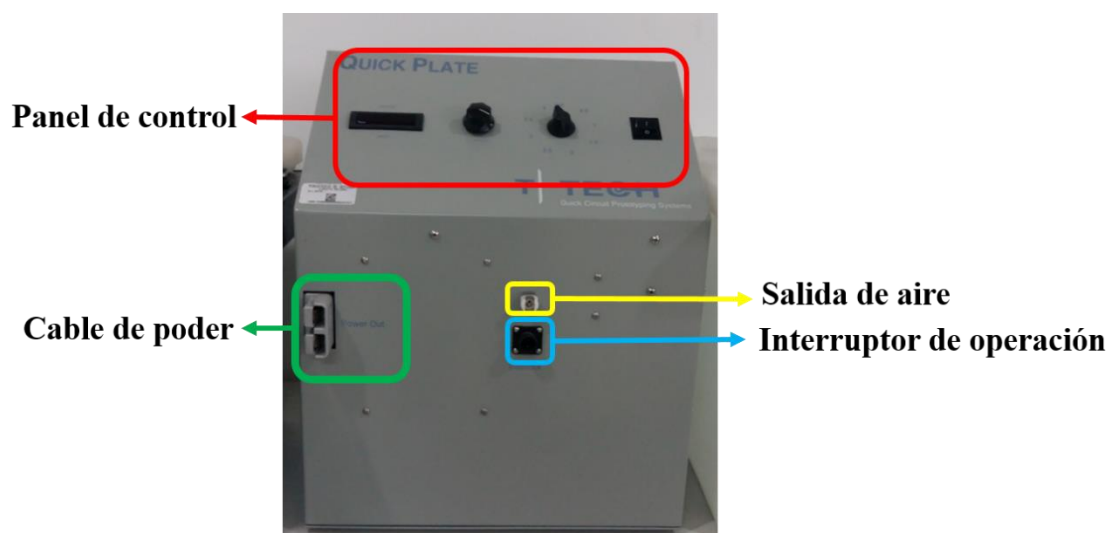


Figura 3. Esferas anti-evaporación y tinta conductiva. (VWR We Enable Science , s.f.)

## Panel frontal de la Quick Plate

En el panel frontal de la quick plate se encuentran todas las configuraciones principales para realizar el procedimiento de hueco pasante (Through Hole). En la figura 4 se muestra el panel frontal señalando sus partes.



## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Figura 4. Panel frontal.

**Cable de poder:** Se encarga de llevar corriente al tanque que contiene el sulfato de cobre.

**Salida de aire:** Es la parte de la Quick Plate encargada de generar aire para que el procedimiento sea más ágil.

**Interruptor de operación:** El tanque de galvanoplastia tiene un sensor de contacto magnético que se activa al cerrar la tapa, automáticamente inicia el proceso.

**Panel de control:** El panel de control tiene todas las perillas y objetos para delegar las funciones de corriente, tiempo y visualización en el proceso de hueco pasante (Through Hole). En la figura 5 se muestra el panel de control y sus partes.

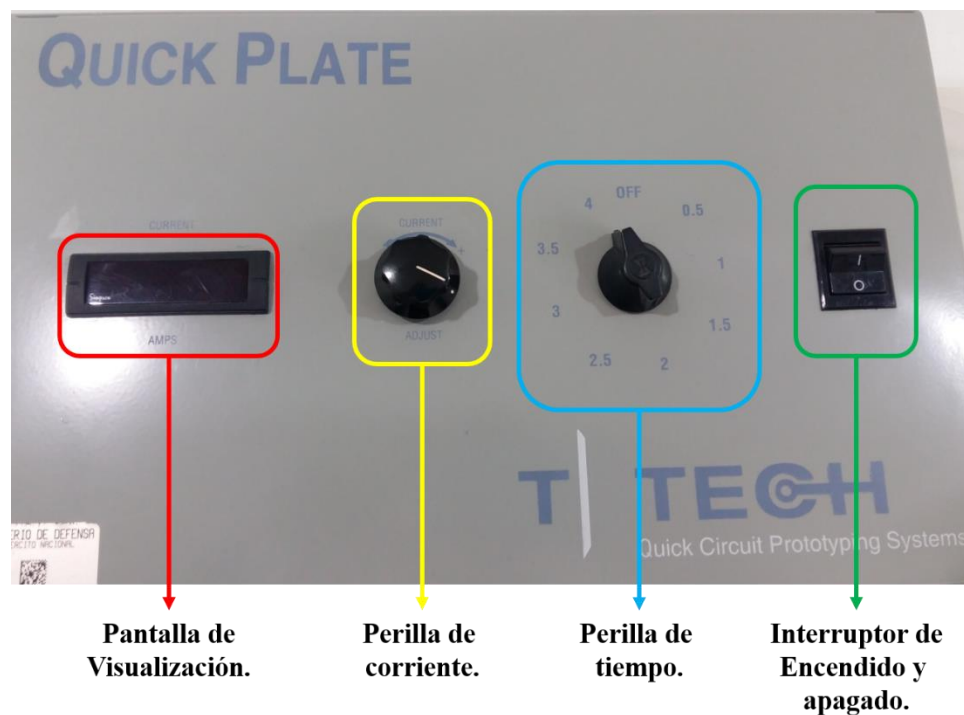


Figura 5. Panel de control.

En la pantalla de visualización se observa la cantidad de corriente que se está regulando con la perilla, la maquina proporciona un máximo de 15 amperios.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La perilla de tiempo permite señalar la cantidad de horas usadas en el procedimiento.

# MANTENIMIENTO

## Limpeza del tanque de electrolito.

Al no usar con frecuencia la maquina se crean cristales de electrolito en el fondo del tanque, por esto es necesario periódicamente realizar una limpieza. Para esto usar los siguientes elementos:

- ✓ Guantes de caucho.
- ✓ Bata.
- ✓ Botas de caucho.
- ✓ Gafas de seguridad.
- ✓ Tapabocas.

Siga los siguientes pasos:

1. Desconecte el cable de poder.
2. Levante la tapa, en la figura 6 se muestra el tanque con las esferas anti-evaporación y el sulfato de cobre.



Figura 6. Tanque de galvanoplastia sin tapa.

3. Comience por extraer las esferas anti-evaporación y deposítelas en un recipiente.
4. Extraiga el sulfato de cobre del tanque.

## MANTENIMIENTO

5. Limpie y juague con abundante agua todas las zonas del tanque hasta que quede como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Tanque de galvanoplastia limpio.

6. Añada nuevamente el sulfato de cobre.
7. Agregue las esferas anti-evaporación.
8. Conecte el cable de poder.

**Nota:** agite el sulfato de cobre periódicamente evitando la condensación del mismo. Es necesario cambiar el sulfato de cobre después de 7 a 10 años dependiendo del uso de la máquina.

### **Limpieza del ánodo.**

La limpieza de las láminas de cobre (ánodos), es necesaria ya que tiende a generar oxido, ocasionando su descomposición, si las placas presentan deterioro puede ocasionar un mal funcionamiento en el proceso.

Realice los siguientes pasos para la limpieza del ánodo:

## MANTENIMIENTO

1. Retire la tapa del tanque de galvanoplastia.
2. Abra la bolsa del ánodo, puede requerir humedecer y lavar el nudo hasta soltarlo completamente.
3. Remueva los tornillos que sostienen el ánodo.
4. Coloque los ánodos en un tanque vacío.
5. Retire los excesos de cristal de sulfato de cobre del ánodo.
6. Limpie los ánodos con alcohol removiendo aceites y óxidos de la superficie.
7. Lave las bolsas de los ánodos.
8. Inserte los ánodos en las bolsas.
9. Introduzca los ánodos en el tanque.
10. Asegure las placas con los tornillos de seguridad.
11. Ligue las bolsas de los ánodos.
12. Proceso terminado.

**NOTA:** cuando las placas (ánodos) estén muy delgadas es necesario cambiarlas por unas nuevas.

### **Cambio de líquido del tanque de enjuague**

El cambio de líquido des ionizado de enjuague es necesario cuando el color pase de ser transparente a azulado, para realizar este cambio retire todo el líquido y envase el tanque nuevamente con liquido nuevo.

**NOTA:** no use agua normal del grifo, use agua des ionizada, que puede adquirir con el proveedor de la máquina.

# PRACTICA #1

## Desarrollo de Through Hole en baquela doble capa.

En esta práctica se muestra el procedimiento para realizar un Through Hole en una baquela con huecos de varios tamaños.

Recuerde usar los utensilios de seguridad como:

- ✓ Gafas de seguridad.
  - ✓ Tapabocas.
  - ✓ Bata.
  - ✓ Guantes de goma.
  - ✓ Cubre zapatos o botas de goma.
  - ✓ La baquela debe estar libre de soldadura ya que esto podría dañar el químico.
1. Realice las perforaciones en una baquela doble capa.
  2. Verifique el diámetro de las perforaciones.
  3. Diríjase a la maquina e iníciela con el botón de encendido y apagado Ver figura 8.



Figura 8. Maquina iniciada.

4. Seleccione el valor de la corriente que va a usar teniendo como valores 10, 15, 20 y 25 Amperios.



## PRACTICA #1

**NOTA:** Se aconseja escoger el valor de 10 ASF para huecos de 0.1 y 0.2 mm de diámetro y para huecos entre los 0.3 y 1mm usar 15 ASF. No sobrepasar la corriente a más de 30 ASF.

Dependiendo del diámetro de las perforaciones y la corriente escogida para el procedimiento el fabricante provee la siguiente tabla con los valores de tiempo aproximado en minutos.

| Diámetro de la perforación (mm) | Tiempo de blindado con 10 ASF(Amperios por pie cuadrado) | Tiempo de blindado con 15 ASF(Amperios por pie cuadrado) | Tiempo de blindado con 20 ASF(Amperios por pie cuadrado) | Tiempo de blindado con 25 ASF(Amperios por pie cuadrado) |
|---------------------------------|--|--|--|--|
| 0.1                             | 11   | 7  | 5  | 4  |
| 0.2                             | 22   | 14   | 11   | 9  |
| 0.25                            | 27   | 18   | 14   | 11   |
| 0.3                             | 32   | 22   | 16   | 13   |
| 0.4                             | 44   | 29   | 22   | 17   |
| 0.5                             | 54   | 36   | 27   | 22   |
| 0.65                            | 70   | 47   | 35   | 27   |
| 0.7                             | 76   | 50   | 38   | 30   |
| 0.75                            | 81   | 54   | 41   | 32   |
| 0.8                             | 86   | 57   | 43   | 35   |
| 0.9                             | 97   | 65   | 49   | 39   |
| 1.0                             | 108  | 72   | 54   | 42   |
| 1.25                            | 135  | 90   | 68   | 54   |
| 1.5                             | 162  | 108  | 81   | 65   |
| 1.75                            | 189  | 126  | 95   | 76   |
| 2.0                             | 211  | 144  | 108  | 86   |

Tabla 1. Tabla de tiempos respecto al diámetro de las perforaciones. (T-TECH, Inc, 2006)

## PRACTICA #1

Si no se tiene certeza se puede calcular el tiempo de blindado con la siguiente formula.

$$d * \frac{1080}{ASF} = t(\text{min})$$

Siendo:

d= diámetro de la perforación.

ASF= Amperios por pie cuadrado.

t= tiempo en minutos.

Por ejemplo, se tiene una PCB con perforaciones de 1.5mm y se va a usar una corriente de 20 ASF (Amperios Por Pie cuadrado).

Se reemplazan los valores en la Ecuación como se muestra a continuación:

$$1.5 * \frac{1080}{20} = 81.2 \text{ min}$$

También se puede hallar la corriente de blindaje con la siguiente formula.

$$\left[ \frac{L * W * 2}{144} \right] * ASF = I$$

Siendo:

L= longitud del circuito.

W= grosor de la baquela.

## PRACTICA #1

ASF= amperios por pie cuadrado.

I= corriente de blindaje

Por ejemplo, se tiene una board con huecos de longitud 120mm, el grosor de la baquela es de 0.3 mm y la corriente usada es de 20 ASF.

Se reemplazan los valores en la Ecuación como se muestra a continuación:

$$\left[ \frac{120 * 0.3 * 2}{144} \right] * 20 = 10 \text{ Amperios}$$

5. Limpie la baquela con el bloque de lijado plano como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Limpiando la baquela con el bloque de lijado plano.

## PRACTICA #1

6. Con un soplador de aire o un extracto de residuos retire posibles residuos en los huecos o en la superficie de la baqueta como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Retirando residuos con un secador.

7. Aplique una línea delgada de la tinta conductiva paralela al borde del circuito como se muestra en la figura 11.

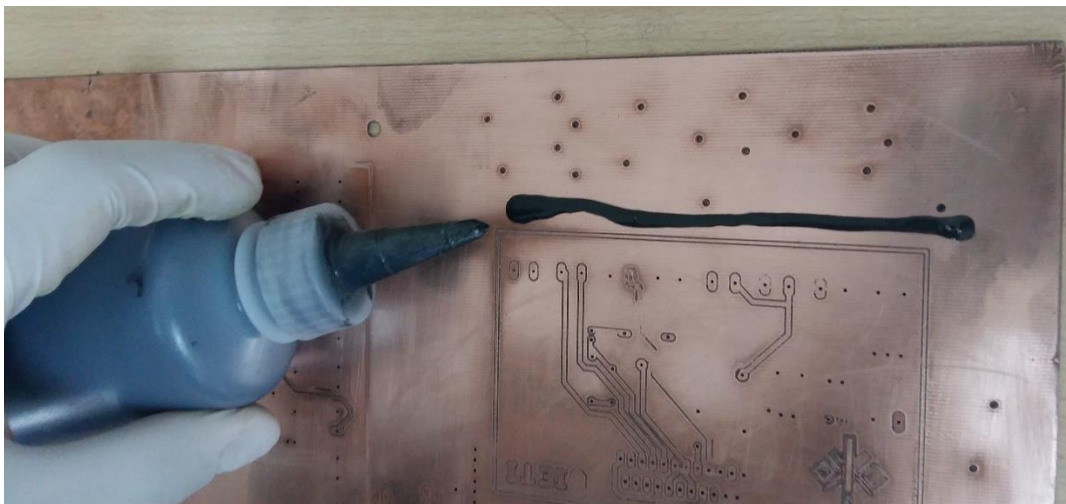


Figura 11. Aplicación de tinta conductiva.

## PRACTICA #1

8. Distribuir uniformemente la tinta con una espátula de plástico como se muestra en la figura 12, realice el procedimiento varias veces sobre los huecos.



Figura 12. Esparciendo tinta con la espátula plástica.

9. Gire la baqueta y verifique que los huecos tengan en su interior una capa de tinta conductiva.
10. Desplace el extractor de residuos o el soplador de aire por los huecos para retirar excesos de tinta como se muestra en la figura 13.

## PRACTICA #1

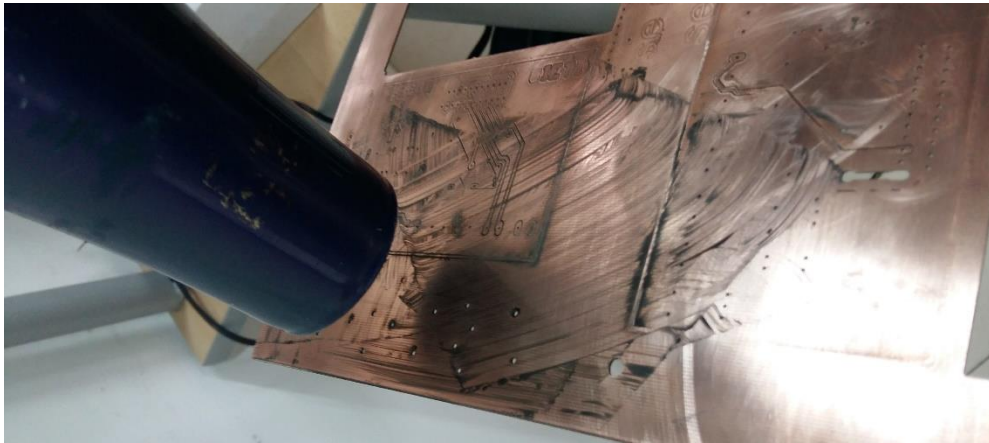


Figura 13. Retirando el exceso de tinta con el soplador de aire.

11. Verifique que los huecos no tengan obstrucciones ni excesos de tinta.
12. Ingrese la baqueta al horno T-962A e inicie el horno a 100°C por 20 minutos.  
En la figura 14 se muestra la baqueta en el horno T-962A.



Figura 14. Baqueta en el horno T-962A.

13. Limpie las manchas de tinta seca con el bloque de lijado plano ver figura 15.

## PRACTICA #1



Figura 15. Limpieza de la Baquelita con bloque de lija plana.

14. Con el soplador de aire retire residuos en la superficie.
15. Ingrese la baquela en el tanque de líquido des ionizado.
16. Agite la baquela suavemente, verifique que no se generen burbujas de tinta de los huecos como se muestra en la figura 16.

## PRACTICA #1

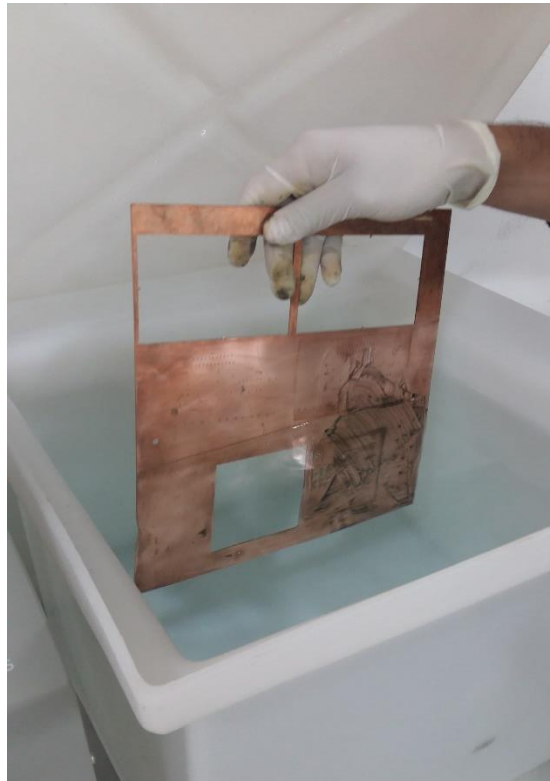


Figura 16. Baquela en el tanque de líquido des ionizado.

17. Retire la baquela del tanque de líquido des ionizado.
18. Introduzca la baquela en el tanque de galvanoplastia por la hendidura del cátodo como se muestra en la figura 17.



## PRACTICA #1



Figura 17. Baquela en el tanque de galvanoplastia.

19. Asegure la baquela del filo con los tornillos metálicos, permitiendo cerrar la tapa.
20. Inicie la maquina con el interruptor de encendido y apagado.
21. Ajuste la corriente calculada en la ecuación del inicio de la práctica. Mueva la perilla de corriente hasta 10A.
22. Ajuste el tiempo calculado al inicio de la práctica. Mueva la perilla de tiempo hasta 81 minutos (1 hora y 21 minutos). En la figura 18 se muestra la maquina configurada y funcionando.

## PRACTICA #1



Figura 18. Panel de control configurado y funcionando.

23. Cierre la tapa del tanque de galvanizado.
24. El proceso inicia.
25. Al terminar el proceso apague la máquina.
26. Espere 30 segundos después de apagar la máquina para retirar la placa.
27. Desajuste los tornillos de seguridad y retire la baqueta.
28. Los huecos se visualizan con cobre por dentro como se ve en la figura 19.

## PRACTICA #1

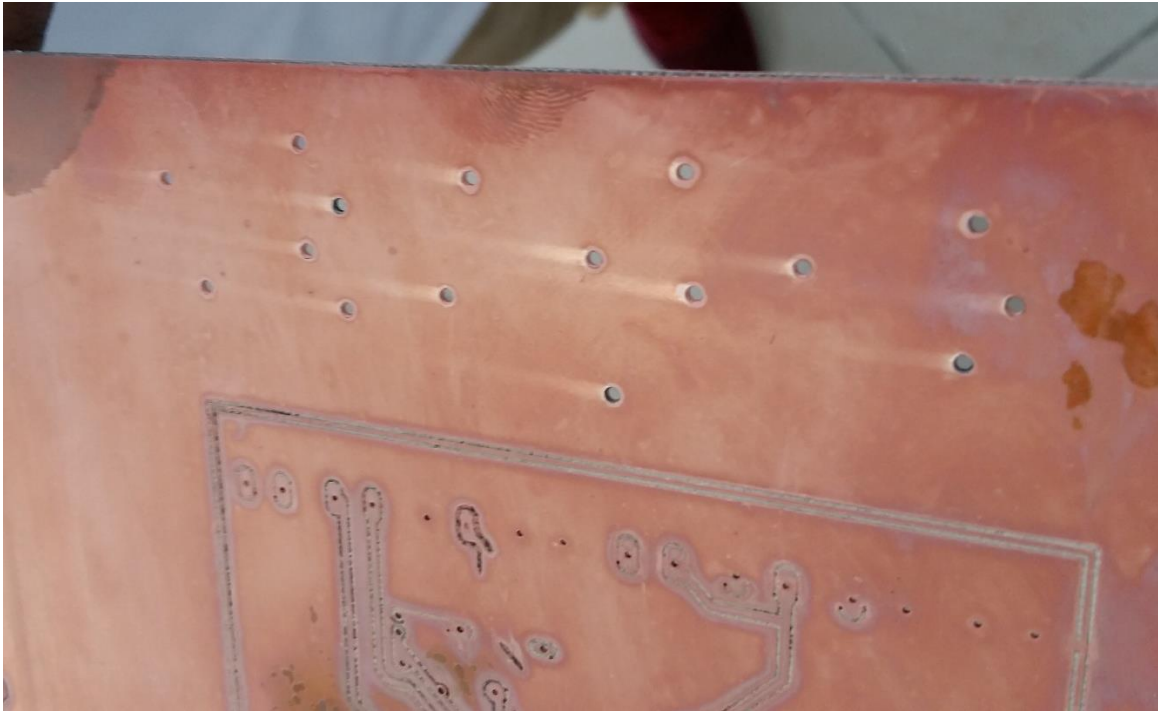


Figura 19. Proceso terminado.

29. Verifique que los huecos tienen cobre en las paredes internas.

30. Limpie con el bloque de lija plana la baquela.

31. Fin del proceso

**NOTA:** si al final del procedimiento las paredes internas de los huecos no están totalmente recubiertas de cobre repita el proceso. Recuerde que este procedimiento no es reversible.

## Bibliografía

3M™. (s.f.). *3M*. Obtenido de 3M:

[http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/EmbeddedCapacitanceMaterial/Home/Learn2/WhatIsECM/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/EmbeddedCapacitanceMaterial/Home/Learn2/WhatIsECM/)

*ALIEXPRESS*. (s.f.). Obtenido de ALIEXPRESS: <http://www.aliexpress.com/item-img/New-10Pcs-set-PCB-Print-Circuit-Board-Carbide-Micro-Drill-Bits-0-3mm-to-1-2mm/32566683575.html?spm=2114.10010408.0.57.9X72xr#>

*ALIEXPRESS*. (s.f.). Obtenido de ALIEXPRESS: [http://es.aliexpress.com/store/product/10x-20-Degree-0-3mm-V-shape-Carbide-Engraving-Bits-CNC-Router-Tool-for-PCB-board/1873332\\_32411230977.html](http://es.aliexpress.com/store/product/10x-20-Degree-0-3mm-V-shape-Carbide-Engraving-Bits-CNC-Router-Tool-for-PCB-board/1873332_32411230977.html)

*ALIEXPRESS*. (s.f.). Obtenido de ALIEXPRESS: [http://es.aliexpress.com/promotion/promotion\\_1-straight-router-bit-promotion.html](http://es.aliexpress.com/promotion/promotion_1-straight-router-bit-promotion.html)

*DefinicionesABC*. (s.f.). Obtenido de DefinicionesABC: <http://www.definicionabc.com/general/broca.php>

*HETPRO*. (2009-2016). Obtenido de HETPRO: <https://hetpro-store.com/broca-de-corte-de-pcb-de-2.0mm/>

*Novedades Guillers*. (2016). Obtenido de Novedades Guillers: <http://www.nguillers.com.co/wiki/63>

T-Tech Quick Circuit Prototyping Systems. (s.f.). *T-Tech*. Obtenido de T-Tech: [http://t-techtools.com/store/index.php?main\\_page=index&cPath=14](http://t-techtools.com/store/index.php?main_page=index&cPath=14)

T-Tech Quick Circuit Prototyping Systems. (s.f.). *T-TECH*. Obtenido de T-TECH: [http://t-techtools.com/store/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=14\\_18&products\\_id=287](http://t-techtools.com/store/index.php?main_page=product_info&cPath=14_18&products_id=287)

T-Tech Quick Circuit Prototyping Systems. (s.f.). *T-TECH*. Obtenido de T-TECH: [http://t-techtools.com/store/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=7&products\\_id=38](http://t-techtools.com/store/index.php?main_page=product_info&cPath=7&products_id=38)

T-TECH, Inc. (2001). Quick Circuit System User's Manual. Atalnta, Georgia, Estados Unidos de America.

*VWR We Enable Science*. (s.f.). Obtenido de VWR We Enable Science:

<https://es.vwr.com/store/product/2305402/perlas-de-aislamiento-anti-evaporacion-para-banos>

*Wikipedia*. (2016). Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Galvanoplastia>

# ANEXO 10

**Nombre:** TE. Hernández Avellaneda Mauricio

**Cargo:** Estudiante de Ingeniería Electrónica

**Maquina:** Quick Plate.

1) En escala de 1 a 10 que tan entendible fue el manual siendo 10 excelente y 1 malo:

R: 7

2) Que sugerencias o cambios le haría al manual:

- Dividir las recomendaciones entre el documento (Practica, proceso y previas a la práctica).
- Cambiar figura 1.
- Organizar por conjuntos para organización de materiales (Maquina, Insumos químicos y herramientas).
- Relacionar proceso de galvanoplastia con electrolitos en el mantenimiento.
- Realizar una introducción y los objetivos de la práctica.

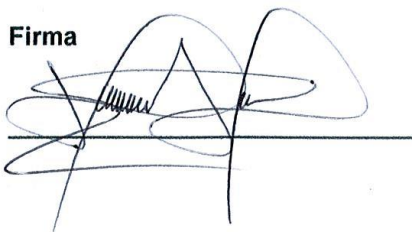
3) En escala de 1 a 10 aprendió a utilizar la maquina:

R: 8

4) Que partes del manual leería:

R: Todos los ítem.

**Firma**

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a horizontal line at the bottom, positioned above a horizontal line.

# ANEXO 11



---

**TP series pick and place machine**

# **User Manual**

**Termway (Beijing) High Precision  
Technology Co.,Ltd**

**Service Phone: 400-688-1964**

**Service Email : [tech@termway.com](mailto:tech@termway.com)**

**Ver:4.0.7.0**



## Copyright

All parts of this manual, of the work economic rights belongs to Termway Co., Ltd. (hereinafter referred to as Termway), all without the Termway approval, no unit or individual can be done any imitation, copy, extract, or translation. This manual is without any kinds of warranty, express or implied position. If product information mentioned in this manual directly or indirectly caused by the data output, loss of profits or cause of termination, Termway is not responsible for them. Products information or reference mentioned in this manual, is subject to updates without notice. All rights reserved Termway Co., Ltd. Branch

## Scope

**The User Manual applies to Termway SMT machine TP Series (including single or multiple heads), please note different parts on the specific models description.**

## I. Overview

Desktop automatic pick and place machine is a universal electronic equipment with main features of compact structure, easy operation, stable performance, economic and practical advantages, it integrated a motion control technology, image processing technology and mounting chip control technique in one of the electrical and mechanical product. It can be widely used in electronic component manufacturing, circuit board assembly, electrical products manufacturing, IC packaging, and precision machinery, bio-medicine, light industry, packaging, food and other industries.

## II. Structure

Please see the structure (picture 1), it is made up of controlling computer, X, Y, Z and R axis , PCB support or transmission, vision collection and analysis system, motion system and feeders. The electric part is in the bottom base or separate box which is convenient to main and install.



Figure (i)

### III. Specification

| Model                          | TP210  | TP210 +   | TP220           |
|--------------------------------|--|---|-----------------|
| PCB size(mm <sup>2</sup> )     | 200*300  | 200*300   | 200*300         |
| Moving range(mm <sup>2</sup> ) | 380*350  | 380*350   | 380*350         |
| Z range(mm)                    | 10   | 10  | 10              |
| Z axis                         | air cylinder+motor                               | Motor   | MOTOR           |
| Ideal speed (cph)              | 1500   | 2000--2500  | 2500-3500       |
| Place accuracy                 | ±0.2mm   | ±0.2mm  | ±0.2mm          |
| Program                        | Complementary light position and manual position | Complementary position camera and manual position |                 |
| Position                       | Mechanical                                       | Vision position (option)                          | Vision position |
| Feeder                         | Manual tape feeder                               | Automatic GF feeder                               |                 |

▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

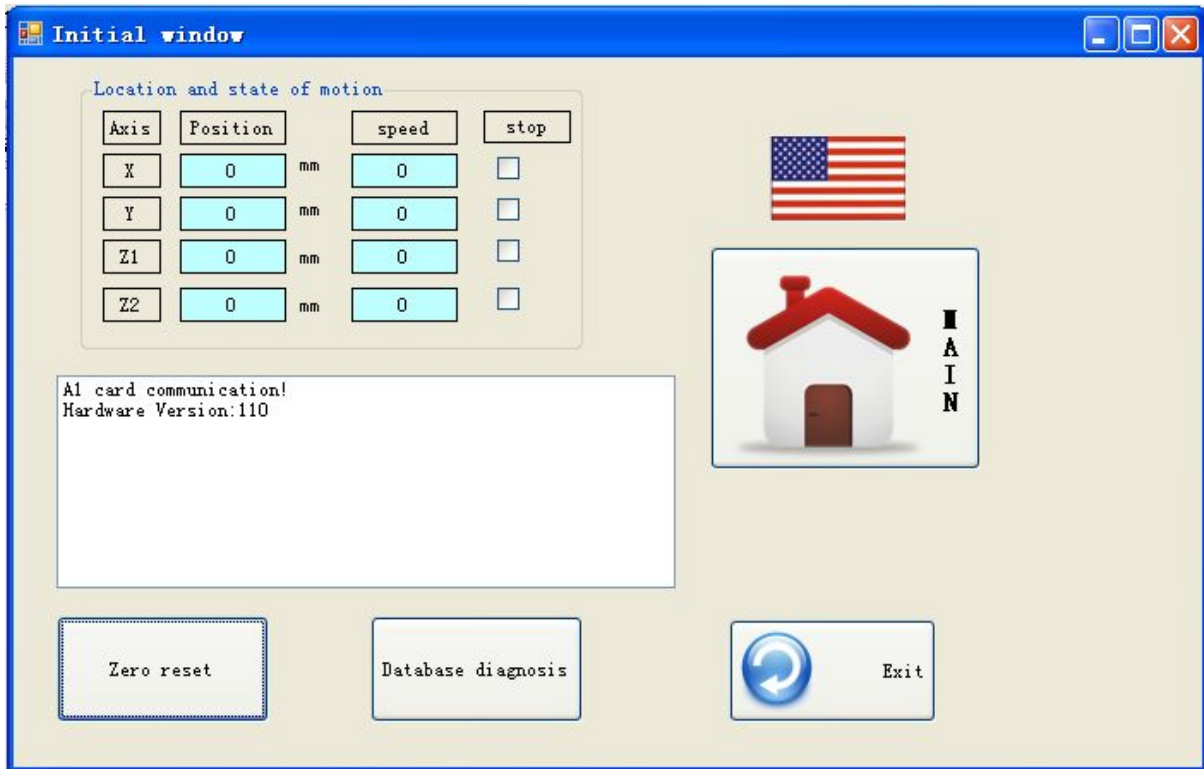
|                       |   |                                  |
|-----------------------|---|----------------------------------|
|                       | 8mm,12mm,16mm,24mm, optional.                                   | 8mm,12mm,16mm,24mm, are optional |
| Feeder feeding method | Setting needle  | Automatic feeding                |
| IC plate              | 2 At Most   |                                  |
| operation system      | WINDOWS XP  |                                  |
| Compression air       | 0.6—0.8Mpa, dry compression air , Flow is greater than 100L/min |                                  |
| Power                 | AC220V, 1kw   |                                  |
| Weight                | 95kg  |                                  |
| Dimension             | 980×1000×590mm  |                                  |

Tailor-made is allowed if has special required

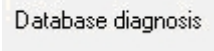
## IV. Application Instruction

### 4.1.0 Start

Before start software, please zero X, Y and Z axis to keep machine safe. If not back to zero, other operation is forbidden.




# TERMWAY®

- Click  to enter diagnose, checking whether all motions are ok. This function is usually used in main and test.

- Click  to exit.



- Click  to zero and enter main interface, then the wait interface will pop up



After to the zero ,this interface will gone ,then turn to the main interface

-if it can't to the zero after 20 seconds, and pop up error dialog ,please check the power supply and and emergency stop switch is turned on.

| Location and state of motion |          |   |       |                                     |
|------------------------------|----------|---|-------|-------------------------------------|
| Axis                         | Position |   | speed | stop                                |
| X                            | 0        | m | 0     | <input type="checkbox"/>            |
| Y                            | 0        | m | 0     | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Z                            | 0        | m | 0     | <input checked="" type="checkbox"/> |

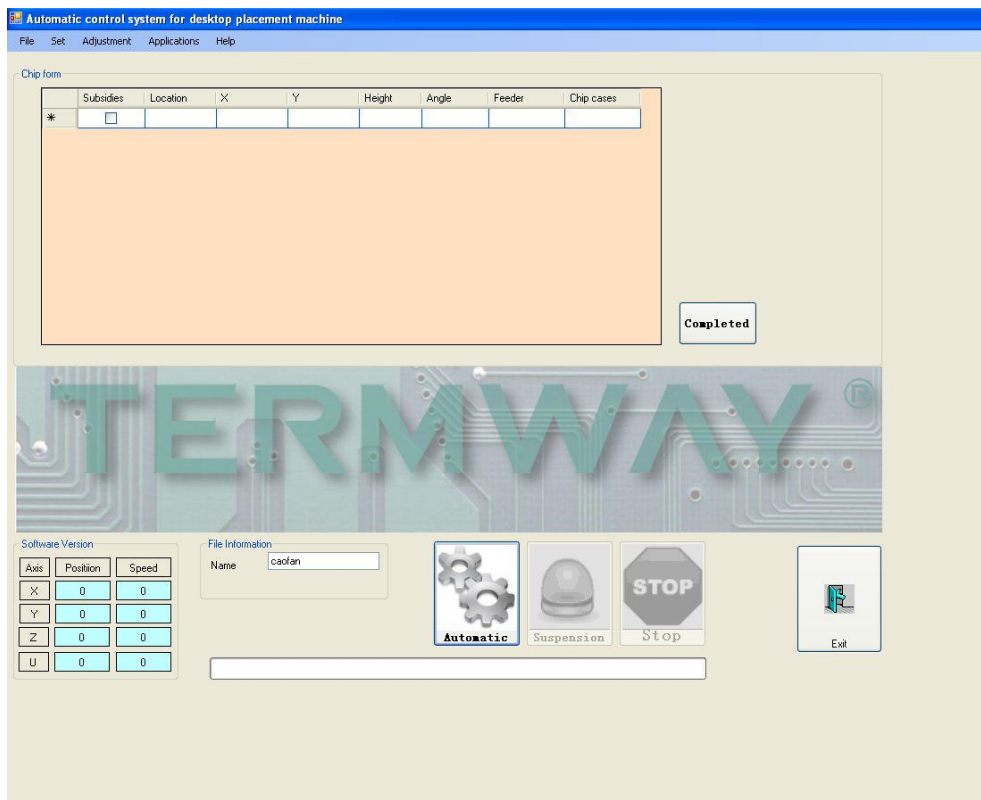
The table shows axis, moving speed and position.

# TERMWAY®

Please reset, and then enter the main interface  
8940A1 card communication!  
Hardware Version:110  
Axis X reset successfully!  
Axis Y reset successfully!  
Axis Z reset successfully!

The table shows the connection between the computer and equipments, hardware version, X、Y、Z axis.

## 4.2.0 Main Men



Please see some titles on the menu:

- File (Manage file)

▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

- Set (PCB setting)
- Product (Manual/Automatic)
- Test (Mechanical test)
- Application (Special function)
- Instruction (Help and history)

Pick data and file description:



Status of each axis

| Axis status |          |       |
|-------------|----------|-------|
| Axis        | Position | Speed |
| X           | 0        | 0     |
| Y           | 0        | 0     |
| Z           | 0        | 0     |
| U           | 0        | 0     |



Using the above three button for automatically produce, suspension and stop.

Automatically produce: machine will enter into production automatically, if not under "0", please Zero "0" it.

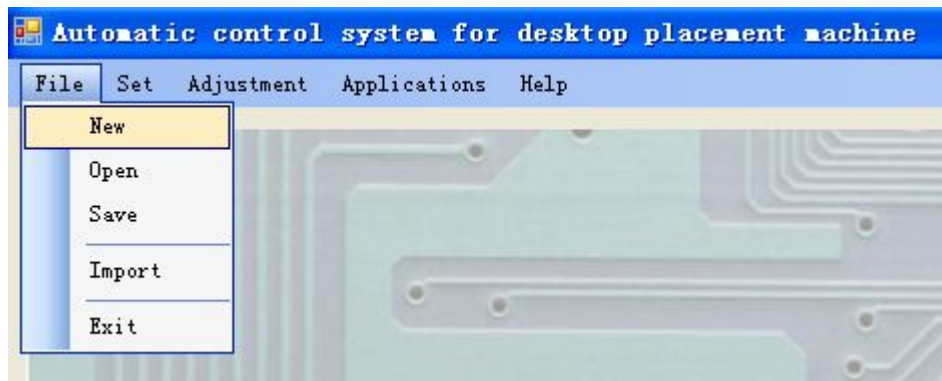
**Note: press "emergency stop" on the operation, when power is on next time, you should return to "zero" it and then produce, Z axis height down when placing will damage the machine.**

**If there is board that had not mount after the first power-off, when click automatic produce again, there will remind of "continue or not", you can select according to your requirement.**

Emergency stop: on the running, press emergency stop, in generally for changing feeder. component not working, analyze problem, board position error.

Stop production: you can return movement after the machine finish the present movement, and then stop production finally.

## 4.3.0 Document (manage files)



### 4.3.1 Document – create a new one

This can delete all data and input new data.



New file, there is a tip like , please see file name.

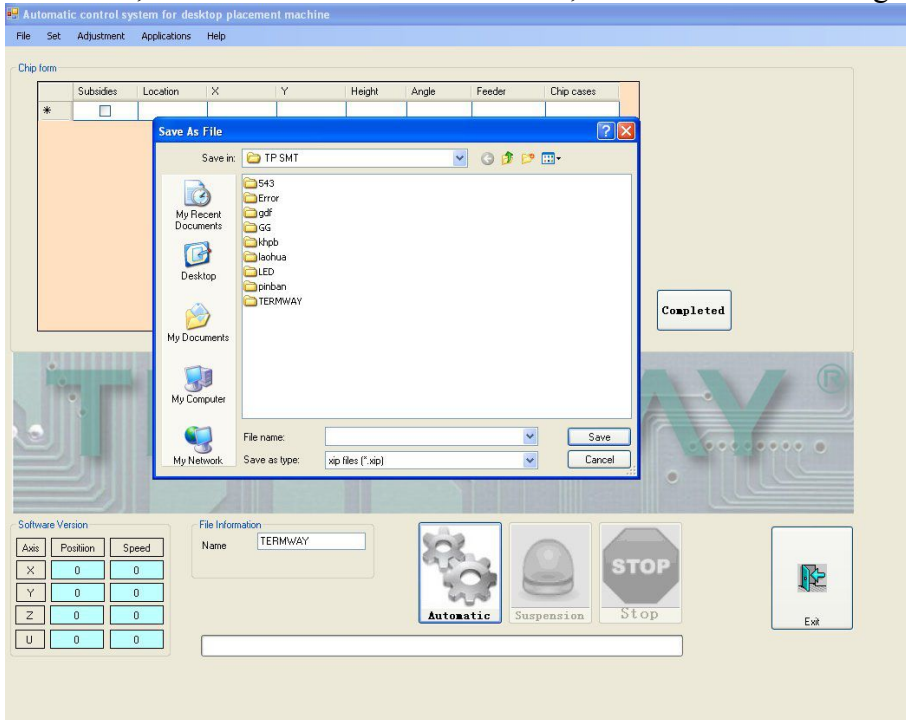
Fill in the created programme name in blank.

Attention: saving information will be deleted because of new file, so please save it and then

have a new one. Please click OK, there is a new file.

## 4.3.2 Document - save

This is used to save data to disk, SMD Software will ask the file name and a description of this file, if the file name exists in the disk, the software will ask again for confirmation.

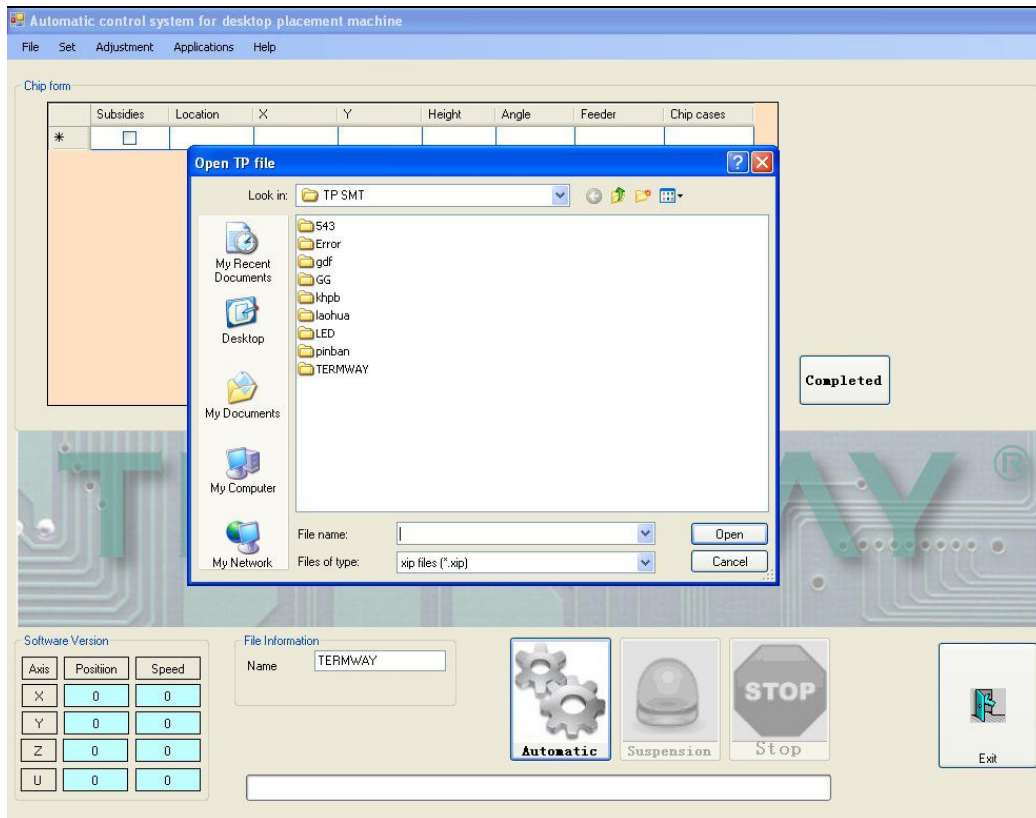


The suffix name of saved file is “tp.”

## 4.3.3 File – Open

Open the saved file \*.tp for calling it at any time

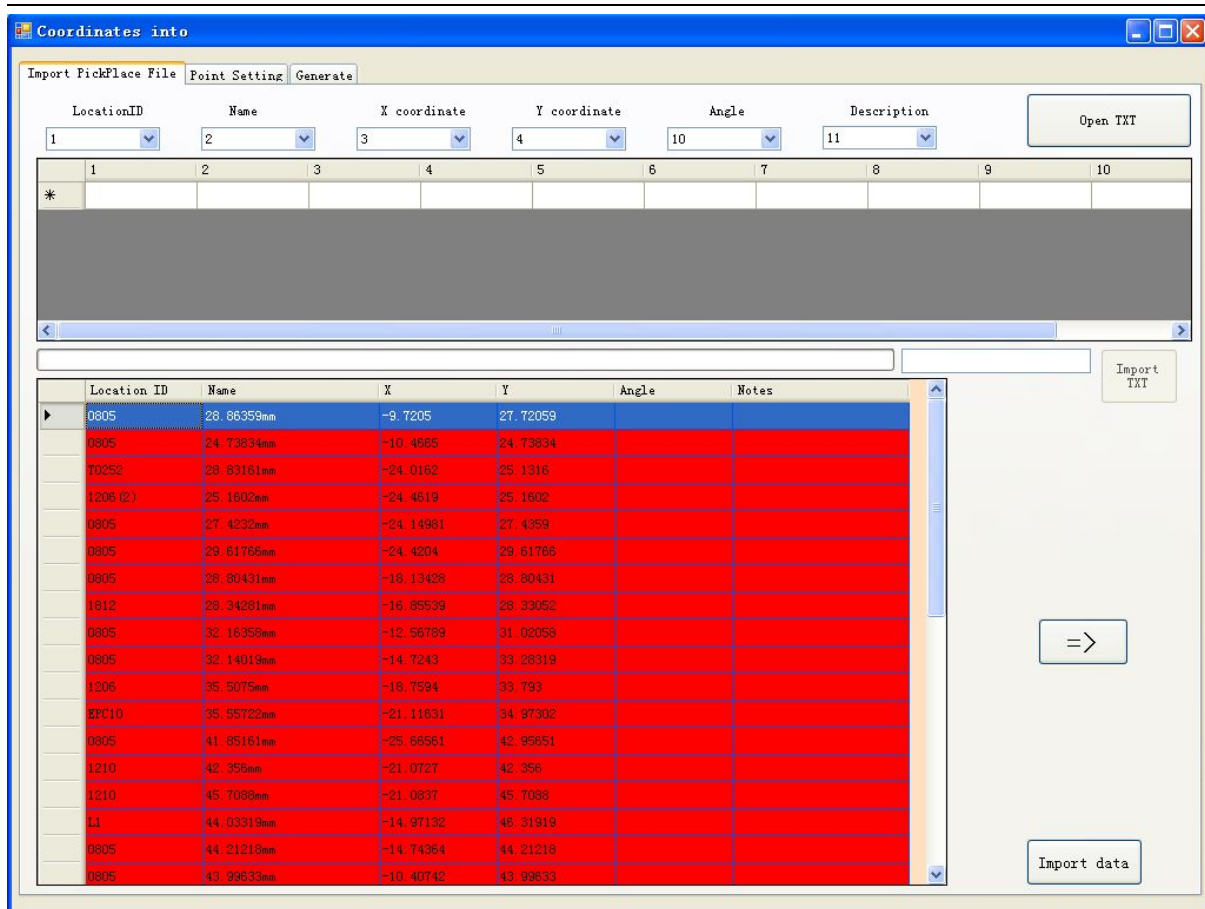





## 4.3.4 Import

4.3.4.1. It uses txt file to import coordinate:

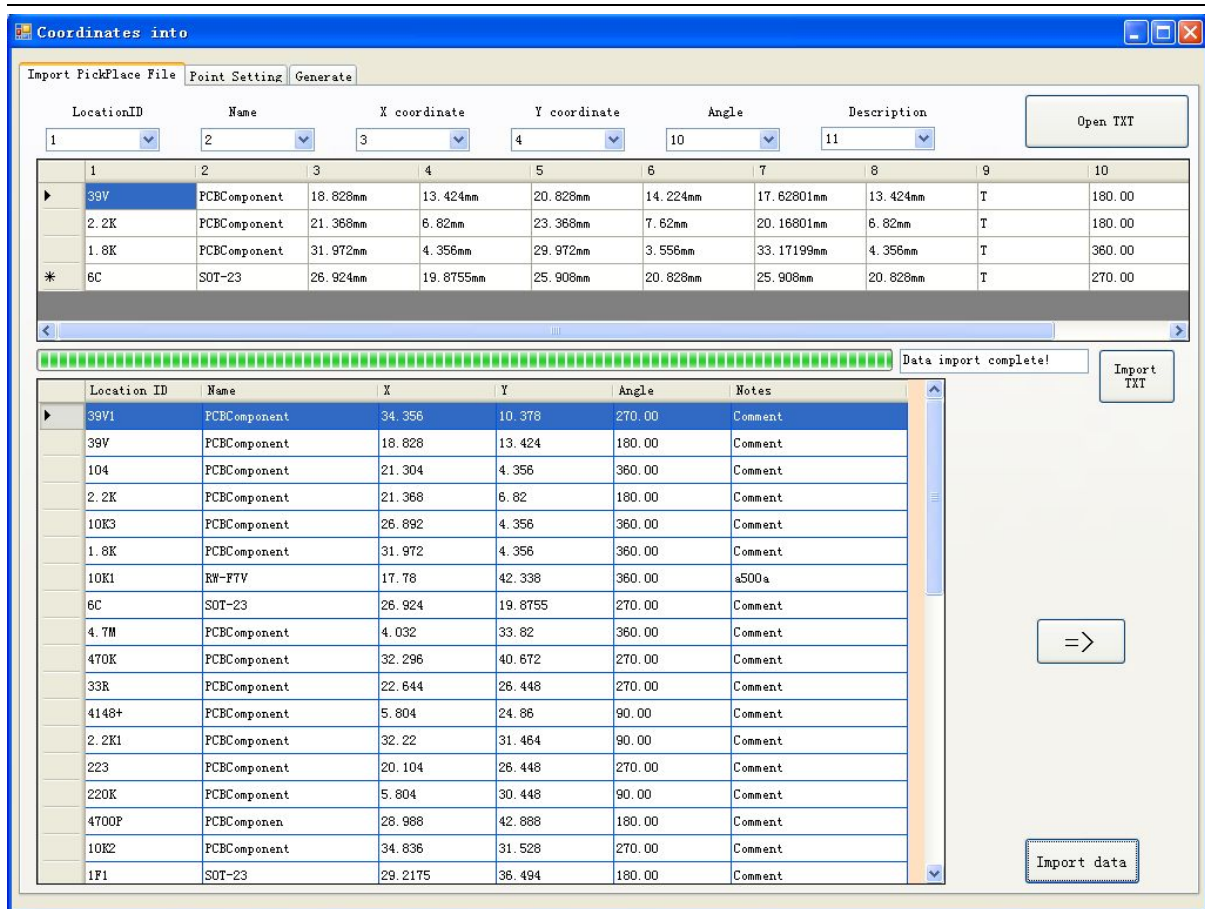
Click “import” interface.




New interface is blank.

Choose , you can open your \*.txt file and choose interface

import, choose the transferred PCB TXT coordinate file, the following interface appears



According to the column number listed on the form, select the location identification, component name, X coordinates, Y coordinates, angle and components described in

number, click  after selecting, start to import, Progress bar is displayed after finish:

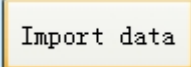
# TERMWAY®

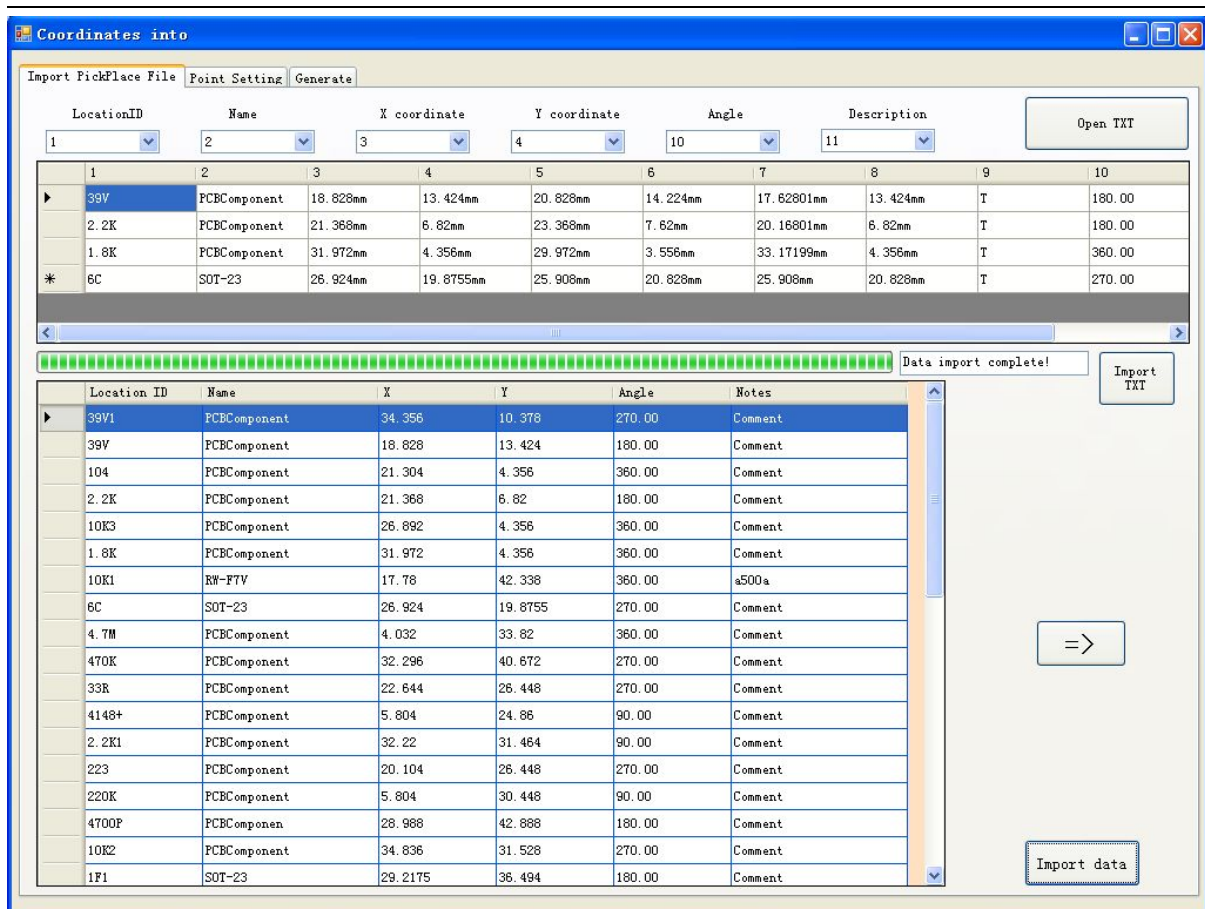
The screenshot shows the 'Coordinates into' software window. It features a menu bar with 'Import PickPlace File', 'Point Setting', and 'Generate'. Below the menu is a table with columns for LocationID, Name, X coordinate, Y coordinate, Angle, and Description. A status bar at the bottom indicates 'Data import complete!' and includes an 'Import TXT' button. A large table below the status bar lists imported data with columns for Location ID, Name, X, Y, Angle, and Notes. An 'Import data' button is located at the bottom right of the interface.

| LocationID | Name         | X coordinate | Y coordinate | Angle    | Description |
|------------|--------------|--------------|--------------|----------|-------------|
| 1          | 2            | 3            | 4            | 10       | 11          |
| 39V        | PCBComponent | 18.828mm     | 13.424mm     | 20.828mm | 14.224mm    |
| 2.2K       | PCBComponent | 21.368mm     | 6.82mm       | 23.368mm | 7.62mm      |
| 1.8K       | PCBComponent | 31.972mm     | 4.356mm      | 29.972mm | 3.556mm     |
| 6C         | SOT-23       | 26.924mm     | 19.8755mm    | 25.906mm | 20.828mm    |

| Location ID | Name         | X       | Y       | Angle  | Notes   |
|-------------|--------------|---------|---------|--------|---------|
| 39V1        | PCBComponent | 34.356  | 10.378  | 270.00 | Comment |
| 39V         | PCBComponent | 18.828  | 13.424  | 180.00 | Comment |
| 104         | PCBComponent | 21.304  | 4.356   | 360.00 | Comment |
| 2.2K        | PCBComponent | 21.368  | 6.82    | 180.00 | Comment |
| 10K3        | PCBComponent | 26.892  | 4.356   | 360.00 | Comment |
| 1.8K        | PCBComponent | 31.972  | 4.356   | 360.00 | Comment |
| 10K1        | RW-F7V       | 17.78   | 42.338  | 360.00 | a500a   |
| 6C          | SOT-23       | 26.924  | 19.8755 | 270.00 | Comment |
| 4.7M        | PCBComponent | 4.032   | 33.82   | 360.00 | Comment |
| 470K        | PCBComponent | 32.296  | 40.672  | 270.00 | Comment |
| 33R         | PCBComponent | 22.644  | 26.448  | 270.00 | Comment |
| 4148+       | PCBComponent | 5.804   | 24.86   | 90.00  | Comment |
| 2.2K1       | PCBComponent | 32.22   | 31.464  | 90.00  | Comment |
| 223         | PCBComponent | 20.104  | 26.448  | 270.00 | Comment |
| 220K        | PCBComponent | 5.804   | 30.448  | 90.00  | Comment |
| 4700P       | PCBComponent | 28.988  | 42.888  | 180.00 | Comment |
| 10K2        | PCBComponent | 34.636  | 31.528  | 270.00 | Comment |
| 1F1         | SOT-23       | 29.2175 | 36.494  | 180.00 | Comment |

Click , then you can see the data you have imported



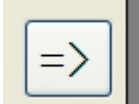
The line in red means there is problem that judged by system, it will be not be processed when importing the data .If the red line should to be mounted ,then then you need to modify the contents of the corresponding txt until the red does not show up,which is generally need to observe the different formats between upper and lower rows ,so as to be modified.

You can choose which component you want to pick and place ,for example:



will be selected ,to be like , if you want to selet more just click mouse's left button and press "shift"together.. After all selection ,click

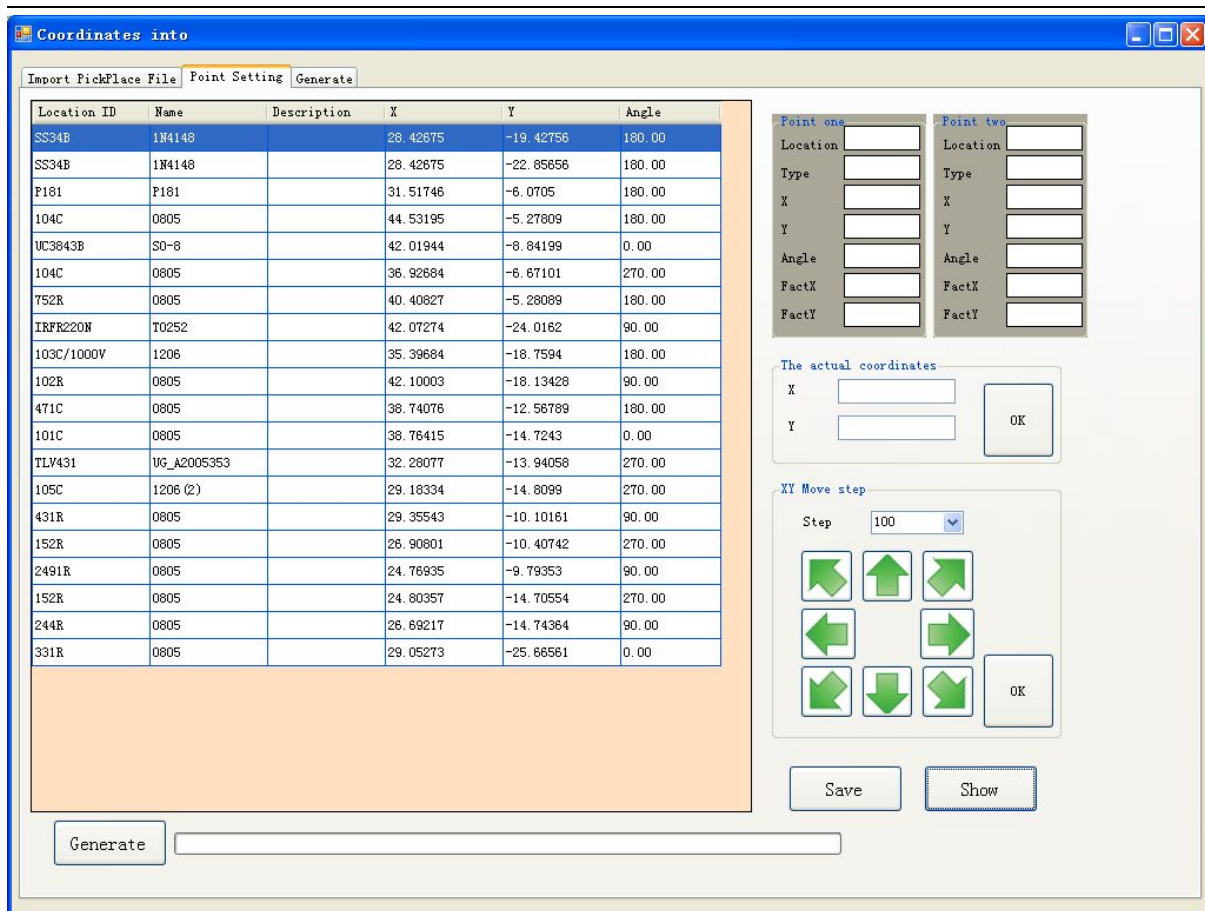
 you will find the final data you import.make sure there is no

problem the click , the following interface appears

▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

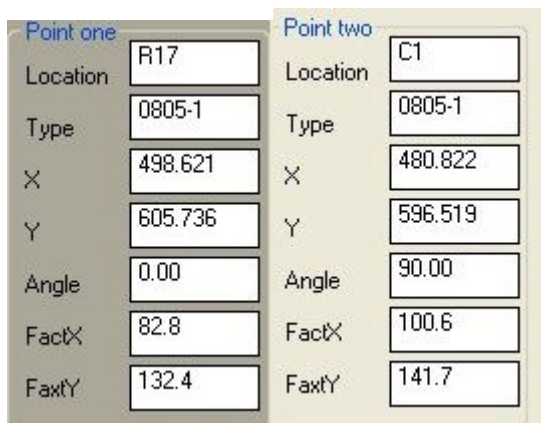
▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China



choose well the components need to mount

Click “x center coordinate”  and , order in line by x center coordinate or Y center coordinate or the both sides point of actual board coordinate, such as we choose R17 and C1 as reference point.



The left is on non-concern status, the right is concern status.

Point one

|          |         |
|----------|---------|
| Location | R17     |
| Type     | 0805-1  |
| X        | 498.621 |
| Y        | 605.736 |
| Angle    | 0.00    |
| FactX    |         |
| FactY    |         |

Firstly, select R17 as concern point, ,due to without making actual

|       |  |
|-------|--|
| FactX |  |
| FactY |  |

coordinate, so is blank, the coordinate of reference point as follows:

|       |         |
|-------|---------|
| X     | 498.621 |
| Y     | 605.736 |
| Angle | 0.00    |

Input PCB board and fix it well, move the camera to the center of C17 by the using of the following windows.

XY-axis step

step 0.1

|   |   |   |
|---|---|---|
| ↖ | ↑ | ↗ |
| ← |   | → |
| ↙ | ↓ | ↘ |

|    |
|----|
| OK |
|----|

Click the button on the right you will got the coordinate of C17 coordinate shown as follows:

|        |       |
|--------|-------|
| X dir. | 82.8  |
| Y dir. | 132.4 |



|       |       |
|-------|-------|
| FactX | 82.8  |
| FactY | 132.4 |

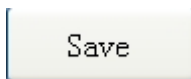
Click "OK", coordinate can be write into the position of

A preference point is set well.

You can get the second reference point by the same way.

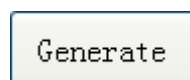
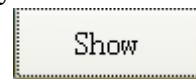
|           |         |
|-----------|---------|
| Point two |         |
| Location  | C1      |
| Type      | 0805-1  |
| X         | 480.822 |
| Y         | 596.519 |
| Angle     | 90.00   |
| FactX     | 100.6   |
| FactY     | 141.7   |

The actual coordinates of two reference points set well.



Click "Save" you can save any modification in the left position, including duplicate names, etc., can also modify and delete information, which is generally used to confirm the

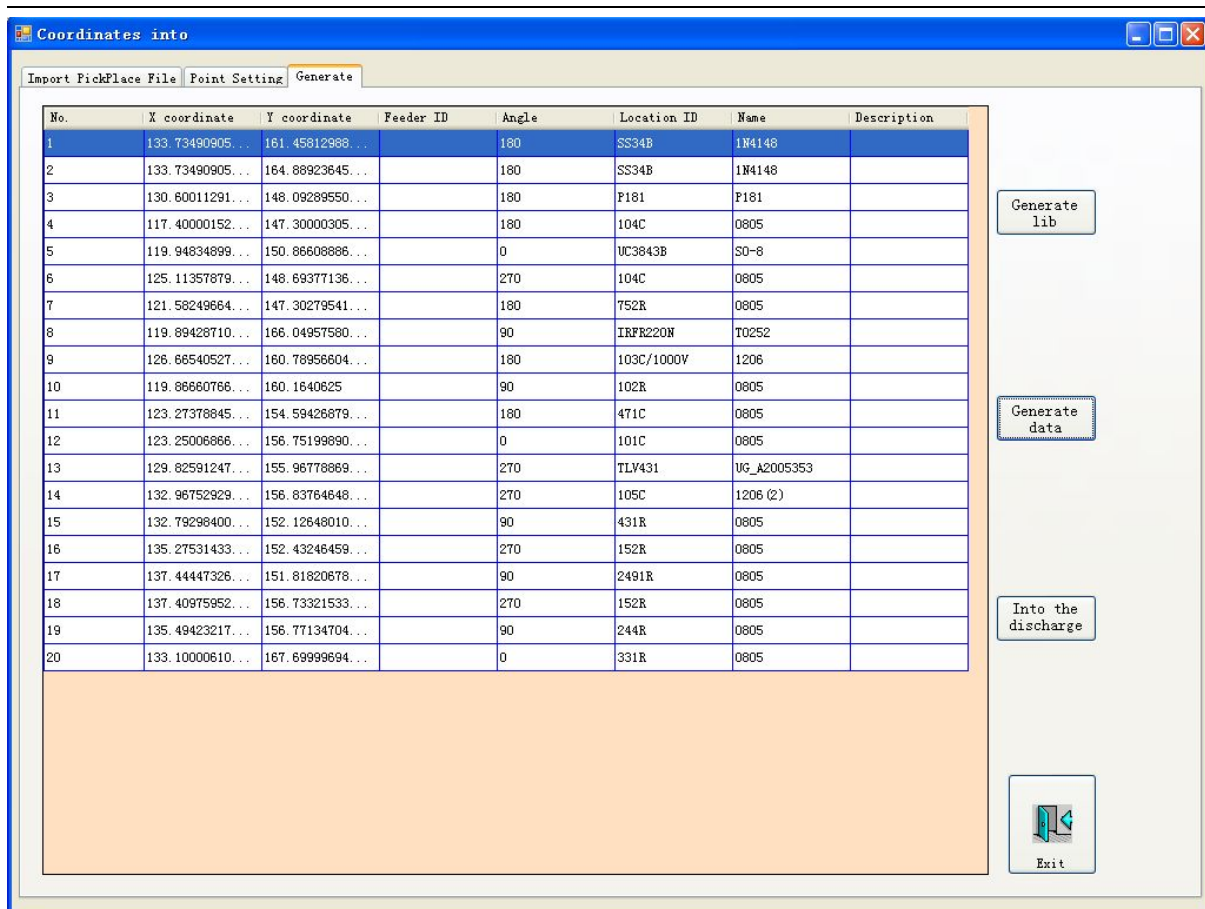
uniqueness of patch information to facilitate the final operation. Click "Show", Will call the database before saving the data information, which is generally used to modify the case of misuse.

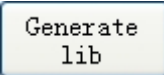


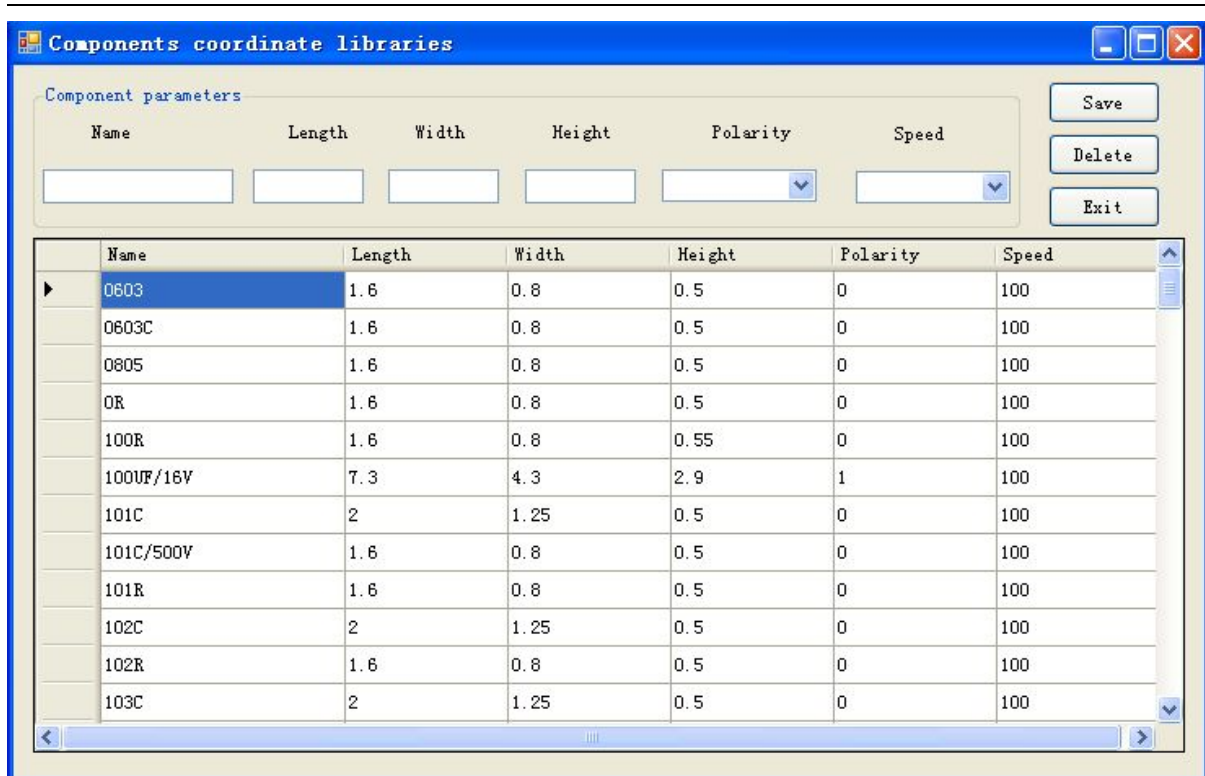
After confirmation, click the below button "Generate", the progress bar will be conducted, after the progress bar finished ,entering the discharge parameters generated interface.



# TERMWAY®



Click , the system will automatically library system does not exist in the name of generating new components to the component library. Then enter into the library interface.



Starting to produce only after improve these these components library

Click **Generate data**. you will find the coordinate list ,after confirmation ,click **Into the discharge** component transferred, The following chapters will describe how to optimize specific reclaimer settings and discharge settings.

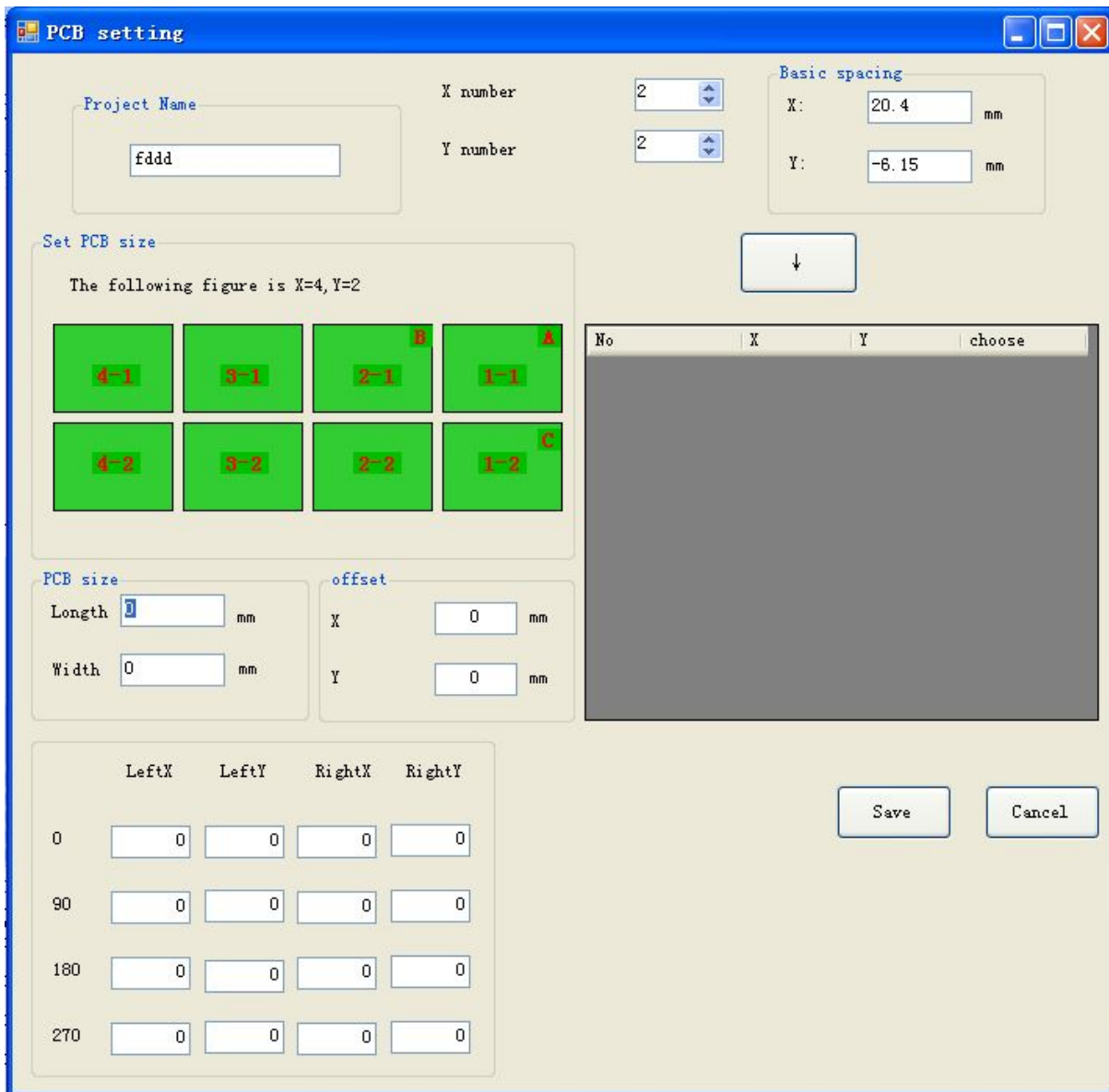
4.3.4.2 CAD document settlement details see Attachment 2

4.3.5 Document file - exit

Press the button to exit the software

## 4.4.0 File set (set PCB for production automatically)

### 4.4.1 Set menu – PCB setting



#### 4.4.1.1 single PCB board production setting method

Output responding programme name,   “panel num on X direction”,  
 ▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine 20  
 ▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com  
 ▲Beijing Factory:NO. 15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

chose "1", Y number  "panel num on X direction, chose "1", and the set board

PCB size

length  mm

Width  mm

size (L and W as picture), , unit is mm.

#### 4.4.1.2 PCB Panel setting method

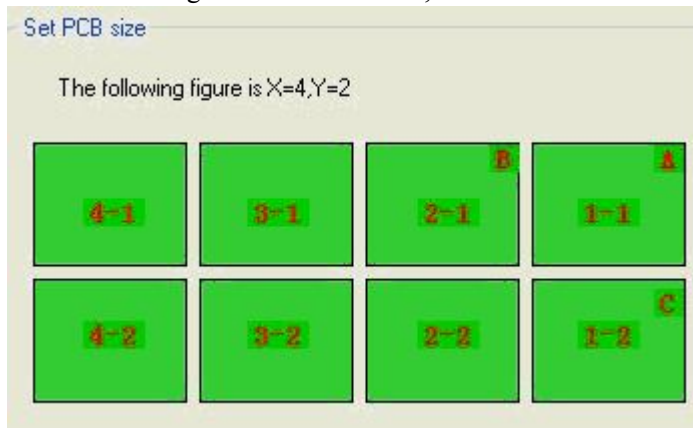
- If board is panel boards, please set panel quantity on X direction and Y direction.  
Board identification: if 4x2 PCB panel boards
- . Panel quantity on X direction X=4, Panel quantity on Y direction=2

If it is panel boards: 4\*2

X piece board=4, Y piece board=2

board 1-1 = board A  
 board 1-2 = board B  
 board 1-3 =  
 board 1-4 =  
 board 2-1 = board C  
 board 2-2 =  
 board 2-3 =  
 board 2-4 =

Mounting order is board 1-1,1-2, 1-3, 1-4, 2-1,2-2,2-3,2-4。



Note: please identify circuit board information before setting mounting data.

X number:

Y number:

Basic spacing

X:  mm

Y:  mm

Such as input , generating the related coordinate as follows:

| No  | X  | Y    | choose                              |
|-----|----|------|-------------------------------------|
| 1-1 | 0  | 0    | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 1-2 | 0  | 57.5 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2-1 | 63 | 0    | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2-2 | 63 | 57.5 | <input checked="" type="checkbox"/> |

choose

select the board that need to mount according to your requirement at this moment.

1-2 | 0 | 57.5 , if need to all component offset on certain panel board, you can settle it through modify the related value.

Offset Setting

X\_offset:  mm

Y\_offset:  mm

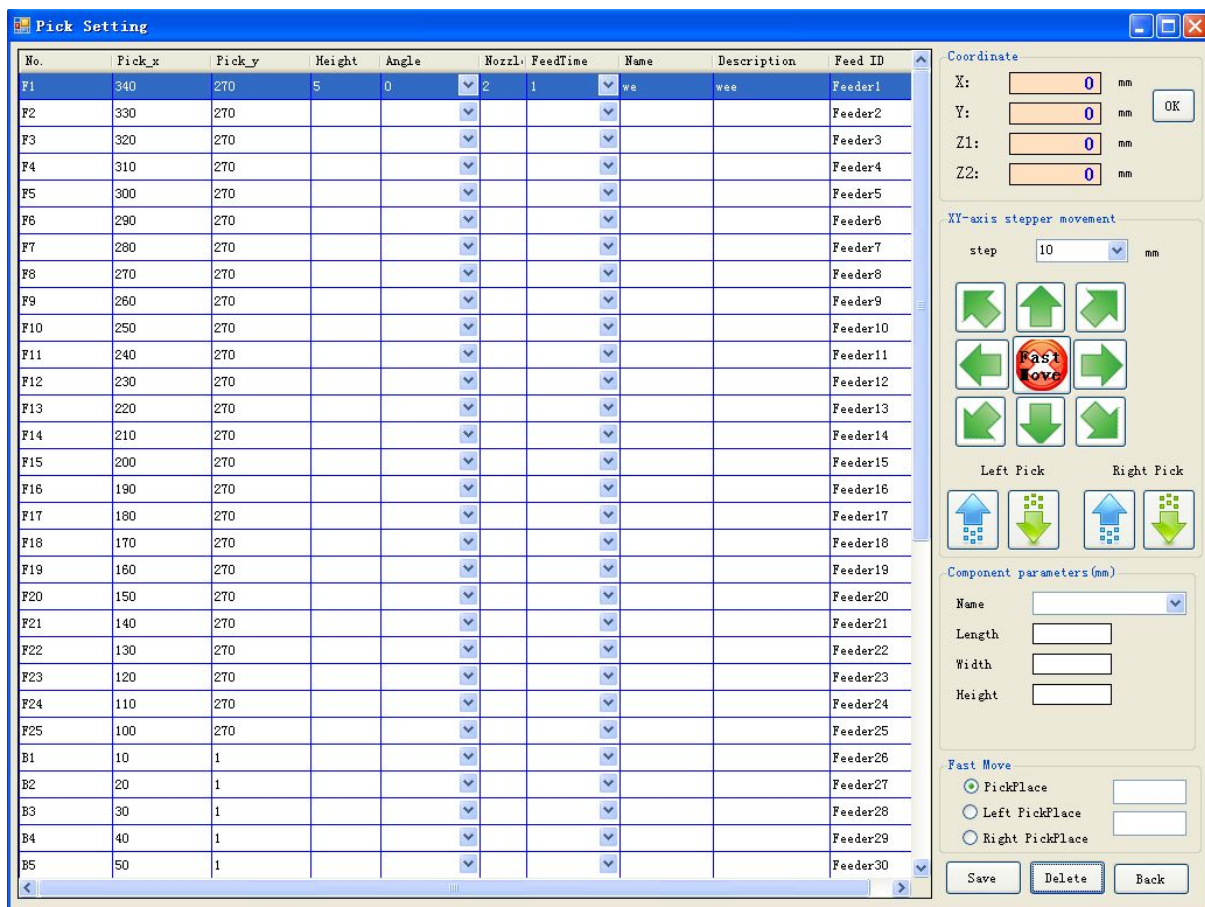
can modify all offset coordinate of place position, default value is 0.

#### 4.4.1.3 0 degrees, 90 degrees, 180 degrees, 270 degrees angle compensation

|     | LeftX                          | LeftY                          | RightX                         | RightY                         |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 0   | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| 90  | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| 180 | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| 270 | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |

Overall shift the four angle :0 degrees, 90 degrees, 180 degrees, 270 degrees of component situation respectively.

## 4.4.2 Set – pick component



The follow button help you design mounting information:

- click **Delete** Delete to delete selected picking information.
- Click **Save**, save the latest modify record into database.

| 序号 | 取料坐标x | 取料坐标y | 取料高度 | 包装角度 | 元件名称 | 元件描述 | 喂料器ID | 划料坐标X | 划料坐标Y | 划料高度 | 划料距离 |
|----|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| F1 | 340   | 270   | 1    | 1    | 1    | 1    | 喂料器1  | 1     | 1     | 1    | 1    |

1, the feeder ID: fixed settings, "F" -Representative feeders front, "B" represents the rear feeders. Number from left to right in front of the feeder. Front feeder numbers from right to left.

2, Component picking coordinate X, component coordinate Y, they are commonly light position light picking place

3, Component picking height: the distance of Z axis down when pick component.

4, packing angle: If a patch when a polar components on the PCB discharge coordinates of 0,90, 180 and 270.

1、 Feeder No.: it is set by customers, please make sure it is >0 like 1,2, 3 and so on. Please don't set same feeder No. 1

2、 .

3、 Component picking height: the distance of Z axis down when pick component.

4、 Package angle: due to the machine has no rotate axis, so when mounts, if one component with placing coordinate is 90,270and 180 ° on PCB boards, it need to settle as follows:

Package angle is 0°and 180° in front of feeder, left is 90°and 270°, details as follows:



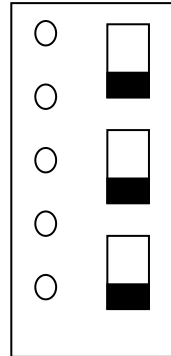
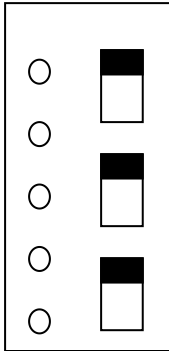
The picture above is present situation in front of feeder. Left picture is 0 °, right is 180°.

The above picture is present situation in left side of feeder, Left is 90 °, right is 270°.

Modify the package angle will effect the final placement angle of all the components

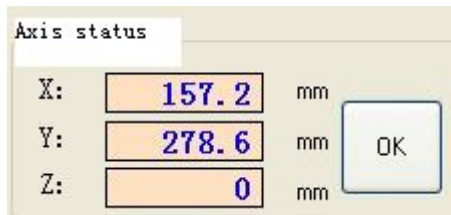
Final placement angle =setting angle -package angle

| 序号 | 取料坐标x | 取料坐标y | 取料高度 | 包装角度 | 元件名称 | 元件描述 | 喂料器ID | 划料坐标X | 划料坐标Y | 划料高度 | 划料距离 |
|----|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| F1 | 340   | 270   | 1    | 1    | 1    | 1    | 喂料器1  | 1     | 1     | 1    | 1    |



- 5、component description: please input component feeder No or component type, if use 470k, 1μF ect
- 6、 component name: that is component package type ,can been choosen
- 7、 Feeder ID: Feeders corresponding ID, which will correspond to the physical location of the feeder..
- 8、 Feeding frequency, GF feeder choose 0, CF feeders select 1,2,3,4 feeders feed times.

#### 4.4.2.2 present coordinate



Display working arm coordinate.

Modify any coordinates, click on this right button, select the corresponding need to modify the data, you can make the current coordinate values update to the corresponding position, then use the database operation button to database updates.

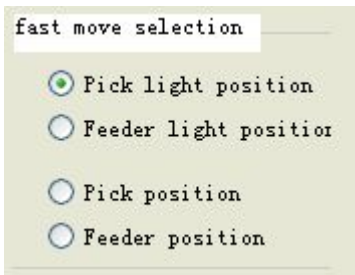
#### 4.4.2.3 Step control

Stepping control of working arm, click machinery arm each time, work forwards (backwards) related distance, left is X, Y axis control, right is Z axis control.





#### 4.4.2.4 position rapidly



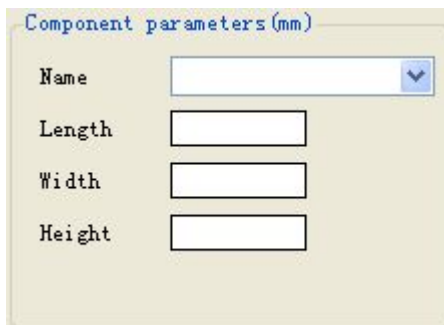
choose rapidly to the pointed place.

“optional”, and then click



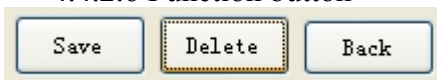
, you can move

#### 4.4.2.5 component corresponding parameter



Displays the currently selected library name, which will help check and set

#### 4.4.2.6 Function button



Use these buttons for functional operation

#### 4.4.3 Menu– place set

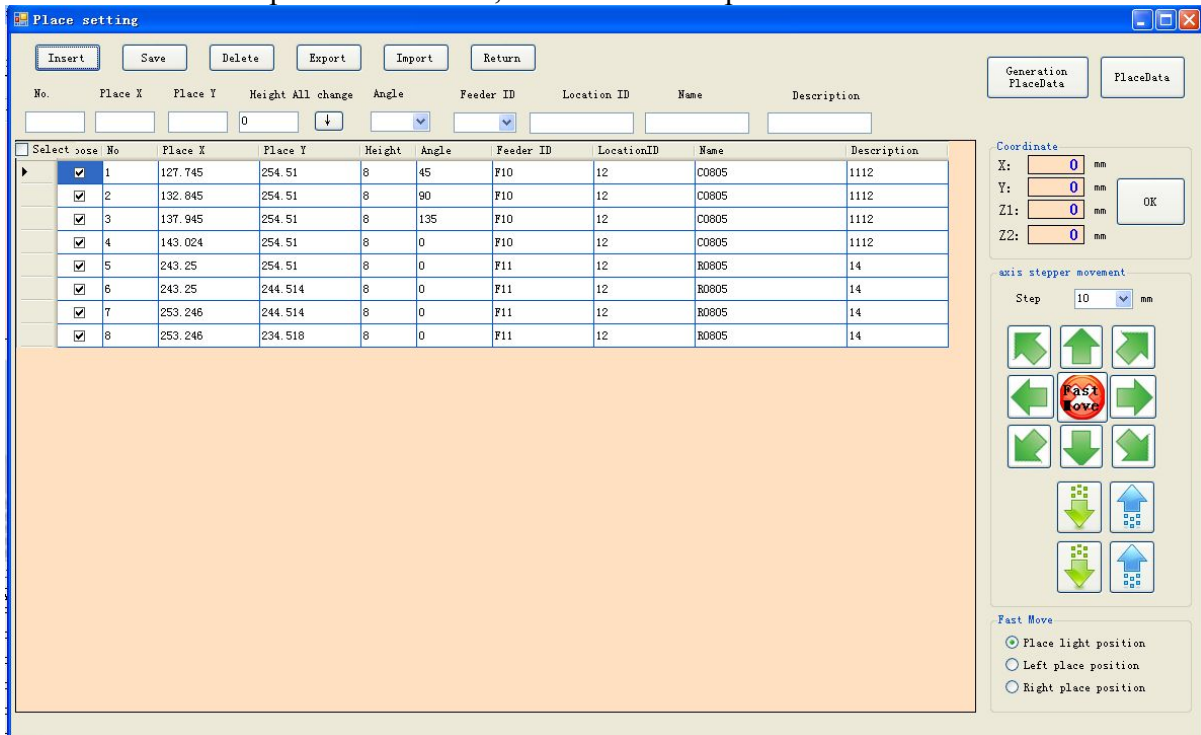
- It is used to place components. All place record can be program in this mode.

▲screen printer ▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

- The max place No. is 9999, customers can input all PCBs information.



Placing components position are saved in the place component data library. When you select one of them, it will be seen on the table.

| 选择                                  | 编号 | 放料坐标X | 放料坐标Y | 高度 | 角度 | 层数 | 喂料器ID | 位置标示 | 元件名称   | 元件描述 |
|-------------------------------------|----|-------|-------|----|----|----|-------|------|--------|------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1  | 501   | 597   | 0  | 90 | 0  | 1     | R8   | 0805-1 | 100k |

Position No.: Starting from 1, please don't repeat any number. The position No. can decide place sequence.

Place coordinate X and Y: with position light, the parameter is place position.

Place height: it is place height of nozzle.

Whole change: you can change its height

Component place angle: set 0,90,180,270 all is ok, if a special angle you can input manually

Layers: using for setting the order of placement .0 is the first layer component to be placed , a total of five layers: 0,1,2,3,4 and so on.

Feeder ID: it is the feeder position where nozzle will pick components.

Component Description: indicating this component's position in the PCB for easy maintenance and feeding.

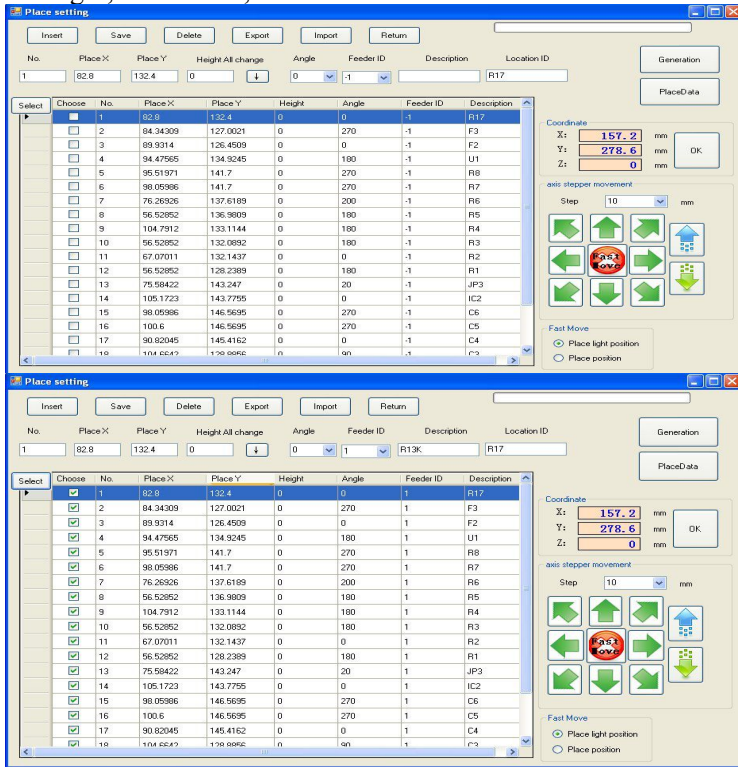
Click insert  to save, there will be tips said successfully setting.

Click delete  to delete chosen place information.



Click **Fast Move**, you can rapidly position the select mounting position.  
Light switch control complementary position light.

After each point position confirm, you can select out that which component need not to mount through marking  $\surd$ , meanwhile, click **Select** to realize all selection or not.



The above picture is all selection and all non-selection.

Now you have finish all mounting position confirmation of each panel board, after the generation of all coordinate of the whole panel board. The operation is must, even if you just have one board. Click

**Generation**

, the speed will generate



till it completes.

The following picture came out:

# TERMWAY®

**All PickPlace**

| No | X       | Y      | Height | Angle | Pick Number | Location ID |
|----|---------|--------|--------|-------|-------------|-------------|
| 1  | 127.745 | 254.51 | 8      | 45    | F10         | 12 (1-1)    |
| 2  | 132.845 | 254.51 | 8      | 90    | F10         | 12 (1-1)    |
| 3  | 137.945 | 254.51 | 8      | 135   | F10         | 12 (1-1)    |
| 4  | 143.024 | 254.51 | 8      | 0     | F10         | 12 (1-1)    |
| 5  | 127.745 | 248.36 | 8      | 45    | F10         | 12 (1-2)    |
| 6  | 132.845 | 248.36 | 8      | 90    | F10         | 12 (1-2)    |
| 7  | 137.945 | 248.36 | 8      | 135   | F10         | 12 (1-2)    |
| 8  | 143.024 | 248.36 | 8      | 0     | F10         | 12 (1-2)    |
| 9  | 148.145 | 254.51 | 8      | 45    | F10         | 12 (2-1)    |
| 10 | 153.245 | 254.51 | 8      | 90    | F10         | 12 (2-1)    |

| No | X       | Y       | Height | Angle | Pick Number | Location ID |
|----|---------|---------|--------|-------|-------------|-------------|
| 1  | 243.25  | 254.51  | 8      | 0     | F11         | 12 (1-1)    |
| 2  | 243.25  | 244.514 | 8      | 0     | F11         | 12 (1-1)    |
| 3  | 253.246 | 244.514 | 8      | 0     | F11         | 12 (1-1)    |
| 4  | 253.246 | 234.518 | 8      | 0     | F11         | 12 (1-1)    |
| 5  | 243.25  | 248.36  | 8      | 0     | F11         | 12 (1-2)    |
| 6  | 243.25  | 238.364 | 8      | 0     | F11         | 12 (1-2)    |
| 7  | 253.246 | 238.364 | 8      | 0     | F11         | 12 (1-2)    |
| 8  | 253.246 | 228.368 | 8      | 0     | F11         | 12 (1-2)    |
| 9  | 263.65  | 254.51  | 8      | 0     | F11         | 12 (2-1)    |
| 10 | 263.65  | 244.514 | 8      | 0     | F11         | 12 (2-1)    |
| 11 | 273.646 | 244.514 | 8      | 0     | F11         | 12 (2-1)    |

**Step move**

step: 10 mm

Fast Move

X: 0 mm

Y: 0 mm

**Change Data**

No: [ ]

X: [ ] mm

Y: [ ] mm

Change

Save

Back

This includes all of the board on the final placement location (covered before you do all the offset value), and of course you can also modify a discharge device coordinates.

Exit or close this interface, you can still pass on the layer menu "patch data" to open this interface.

# TERMWAY®

All PickPlace

| 选择                                  | choose                              | No | X                 | Y                 | Height | Angle | Feeder | Nozzle | Location |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----|-------------------|-------------------|--------|-------|--------|--------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 1  | 82.80000305175... | 132.3999938964... | 0      | 0     | 1      | 1      | R17(1-1) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 2  | 84.34308624267... | 127.0020980834... | 0      | 270   | 1      | 1      | F3(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 3  | 89.931396484375   | 126.4508972167... | 0      | 0     | 1      | 1      | F2(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4  | 94.47564697265... | 134.9244995117... | 0      | 180   | 1      | 1      | U1(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 5  | 95.51970672607... | 141.6999969482... | 0      | 270   | 1      | 1      | R8(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 6  | 98.05986022949... | 141.6999969482... | 0      | 270   | 1      | 1      | R7(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 7  | 76.26925659179... | 137.6188964843... | 0      | 200   | 1      | 1      | R6(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 8  | 56.52851867675... | 136.9808959960... | 0      | 180   | 1      | 1      | R5(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 9  | 104.7911987304... | 133.1143951416... | 0      | 180   | 1      | 1      | R4(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 10 | 56.52851867675... | 132.0892028808... | 0      | 180   | 1      | 1      | R3(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 11 | 67.07010650634... | 132.1437072753... | 0      | 0     | 1      | 1      | R2(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 12 | 56.52851867675... | 128.2389068603... | 0      | 180   | 1      | 1      | R1(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 13 | 75.58422088623... | 143.2469940185... | 0      | 20    | 1      | 1      | JP3(1-1) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 14 | 105.1723022460... | 143.7754974365... | 0      | 0     | 1      | 1      | IC2(1-1) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 15 | 98.05986022949... | 146.56950378418   | 0      | 270   | 1      | 1      | C6(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 16 | 100.5999984741... | 146.56950378418   | 0      | 270   | 1      | 1      | C5(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 17 | 90.82044982910... | 145.4161987304... | 0      | 0     | 1      | 1      | C4(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 18 | 104.6641998291... | 128.8856048583... | 0      | 90    | 1      | 1      | C3(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 19 | 67.07010650634... | 129.5263977050... | 0      | 180   | 1      | 1      | C2(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 20 | 100.5999984741... | 141.6999969482... | 0      | 90    | 1      | 1      | C1(1-1)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 21 | 84.34308624267... | 130.3497009277... | 0      | 0     | 1      | 1      | R16(1-1) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 22 | 82.80000305175... | 189.8999938964... | 0      | 0     | 1      | 1      | R17(1-2) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 23 | 84.34308624267... | 184.5020904541... | 0      | 270   | 1      | 1      | F3(1-2)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 24 | 89.931396484375   | 183.9508972167... | 0      | 0     | 1      | 1      | F2(1-2)  |

Step move  
step 10 mm

X: 157.2 mm  
Y: 278.6 mm

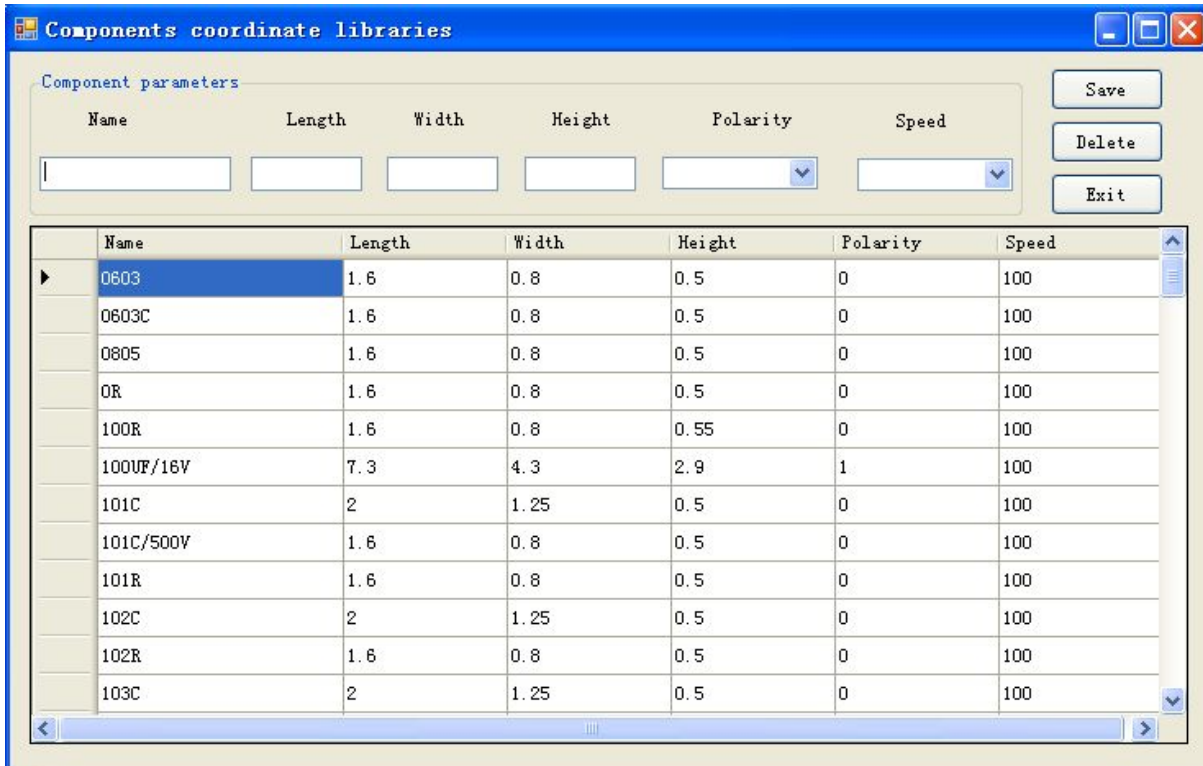
coordinate  
No:   
X:  mm  
Y:  mm

▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

## 4.4.4 Component



Component name: component package in commonly

Component type: resistance, capacitor, IC ect

Nozzle: Mount components are many types of cases, and sometimes need to replace the nozzle, the system will prompt you to choose the nozzle, a program that uses the same nozzle, you can improve efficiency.

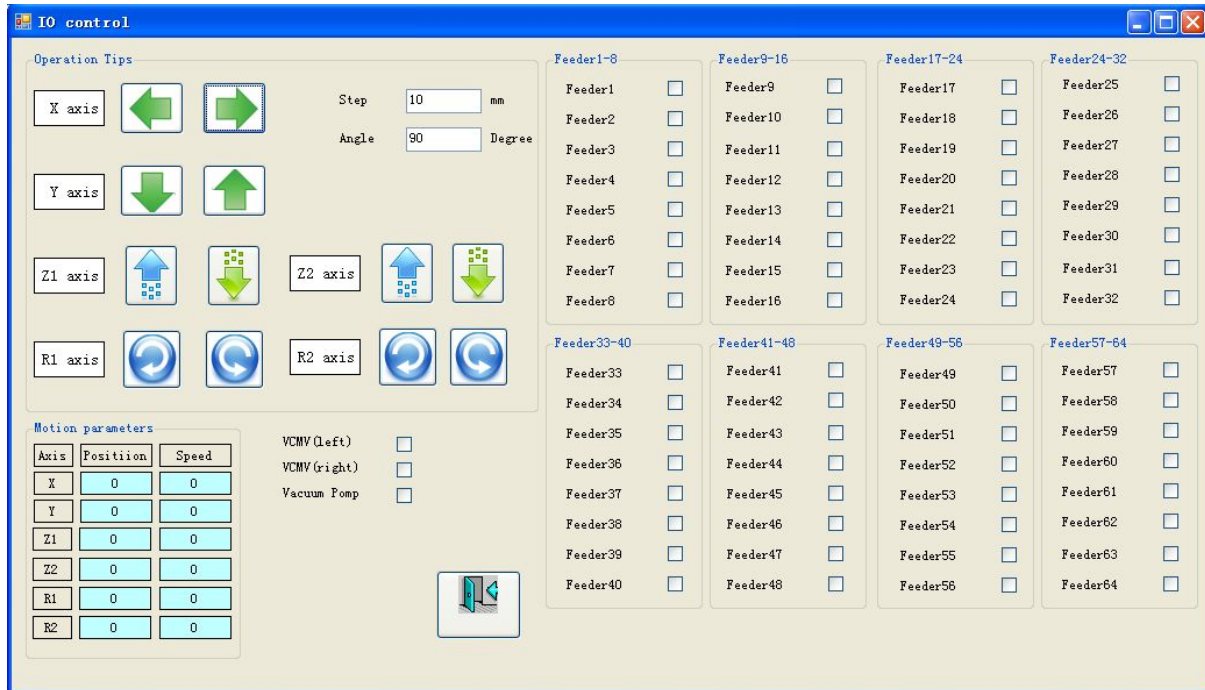
Component length, height, width: input component length, height, width.

Mounting speed, blade speed: when different component mount, using speed ierent for stable mounting, the max speed is 1, other speeds should be adjusted according to actual situation. Speed is percentage.

## 4.4.5 process is completed

After all of the above settings, you can carry out the project file → save a corresponding file name folder in “D: \ tp smt ”, always do a backup, to avoid unnecessary trouble and repetitive work.

## 4.5.0 Menu Adjustment



By these buttons, controlling working arm right, left, up and down; controlling nozzle air breath, down, feeder in, position light and image identify running.  
 By adjusting the machine to know whether the problems.  
 During working, you can click left button to stop.  
 Feeder power is used to control the power of feeder.  
 Each control feeder for testing.

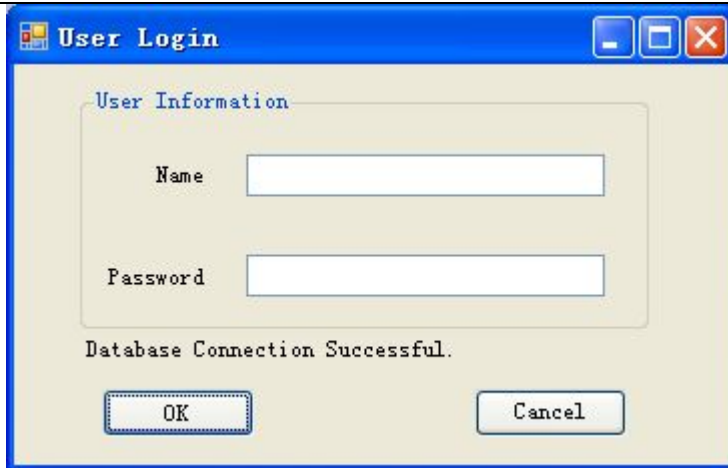
## 4.6.0 Application

### 4.6.1 Application – Zero

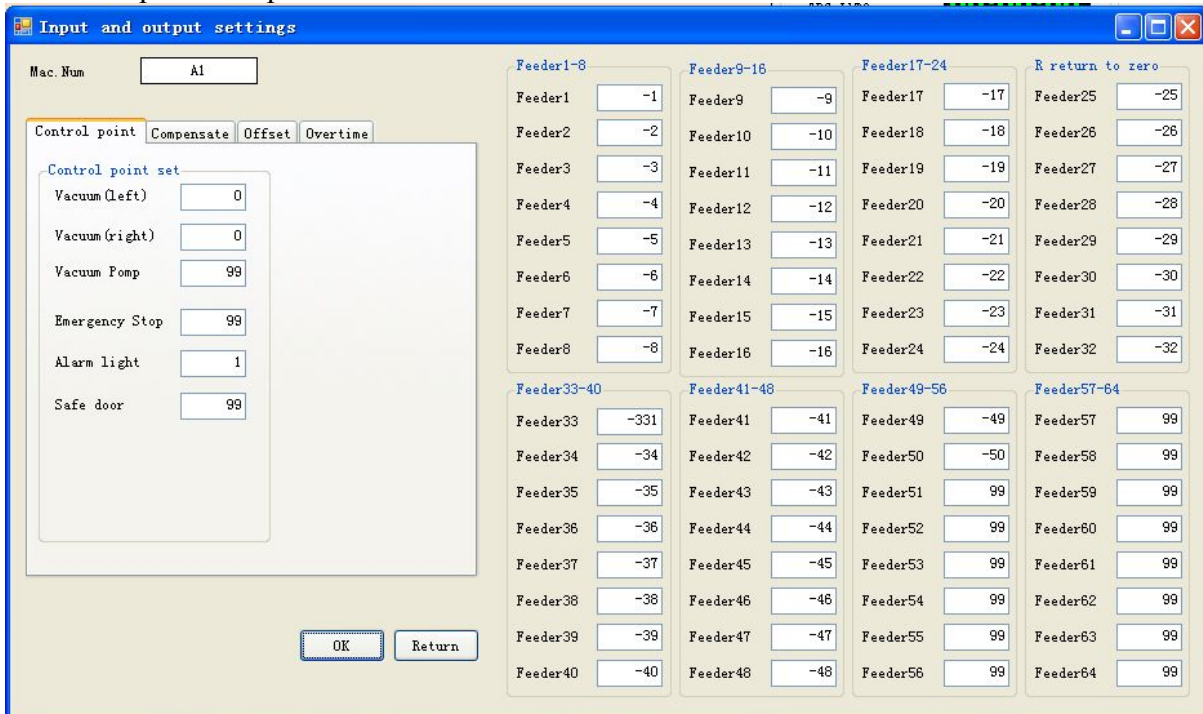
It is zero the machine (X Y and Z zero position)  
 Before starting the software, the equipment will enter the mode to zero. Normally, it is not necessary to zero again.

### 4.6.2 Application – special set

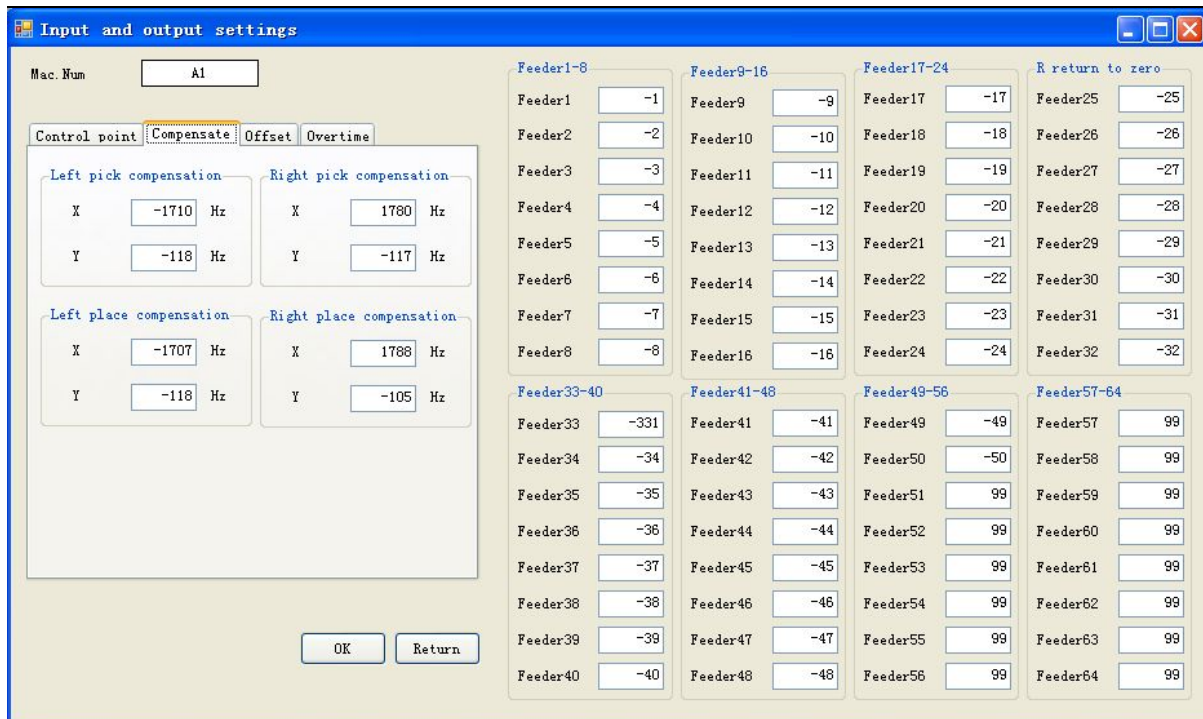
It is used for administrator to set the machine, operator can't change it. With user and passwords can set it.



TP220 output and input interface







Left axis picking compensation: defines the compensation value of picking position between the left axis and the camera.

Left axis placing compensation: defines the compensation value of placing position between the left axis and the camera.

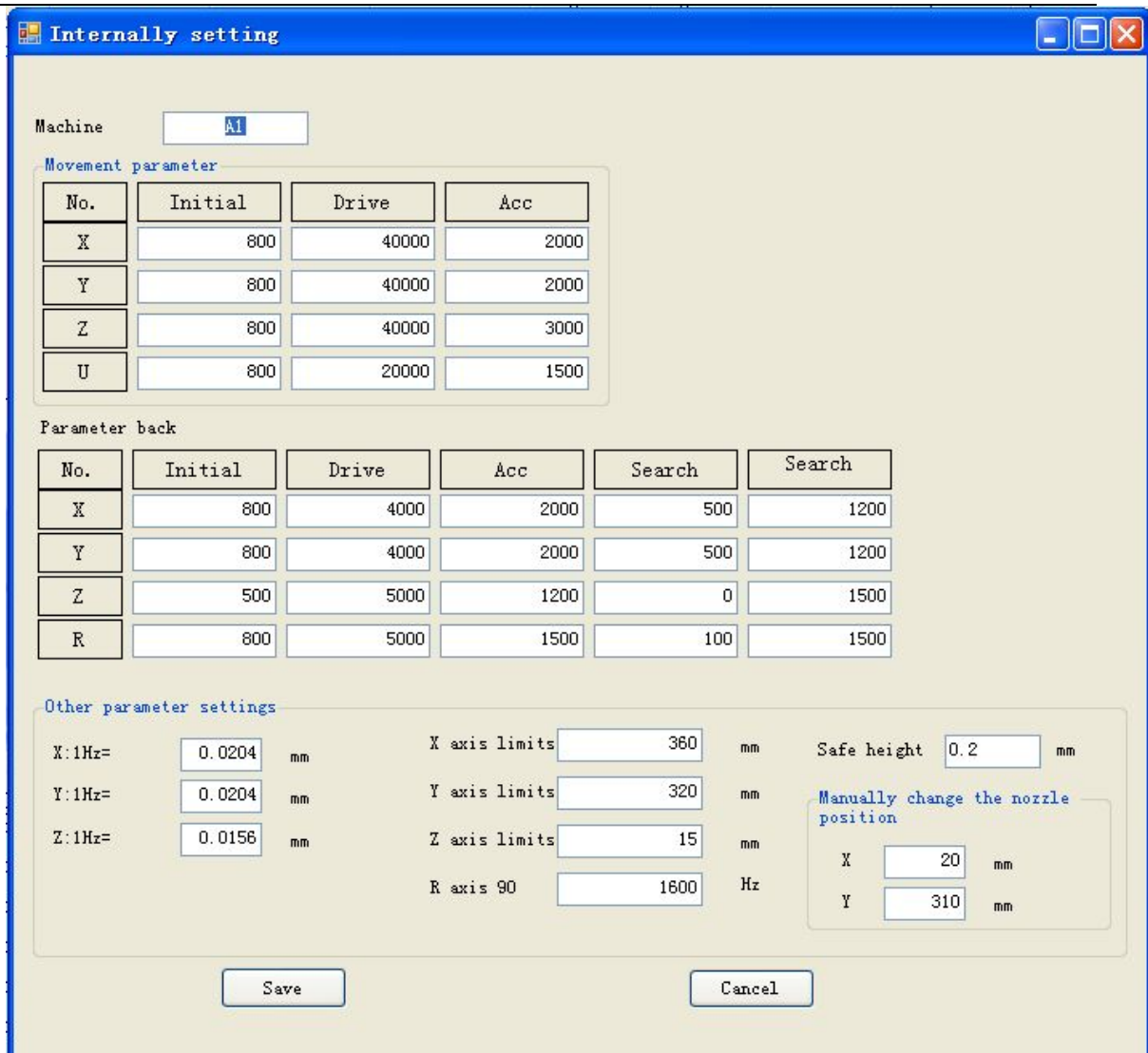
Right axis picking compensation: defines the compensation value of picking position between the right axis and the camera.

Right axis placing compensation: defines the compensation value of placing position between the right axis and the camera.

At left side of picking component: offset is used to modify deviation.

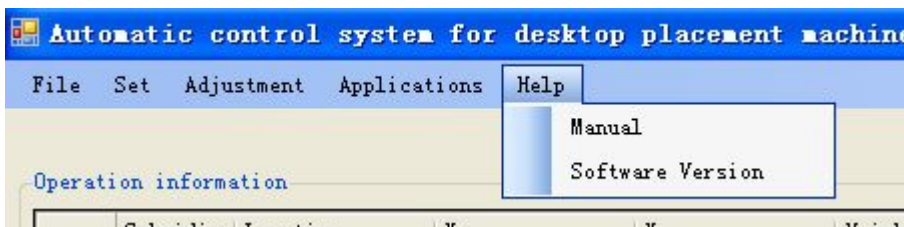
Input and output settings is the factory-level permissions, when enters, the parameters can be corrected.

Special setting page



Special set parameters are fixed off factory at the time, can not be modified!

## 4.7.0 Instruction



### 4.7.1 Instruction – user manual

It will say the version.

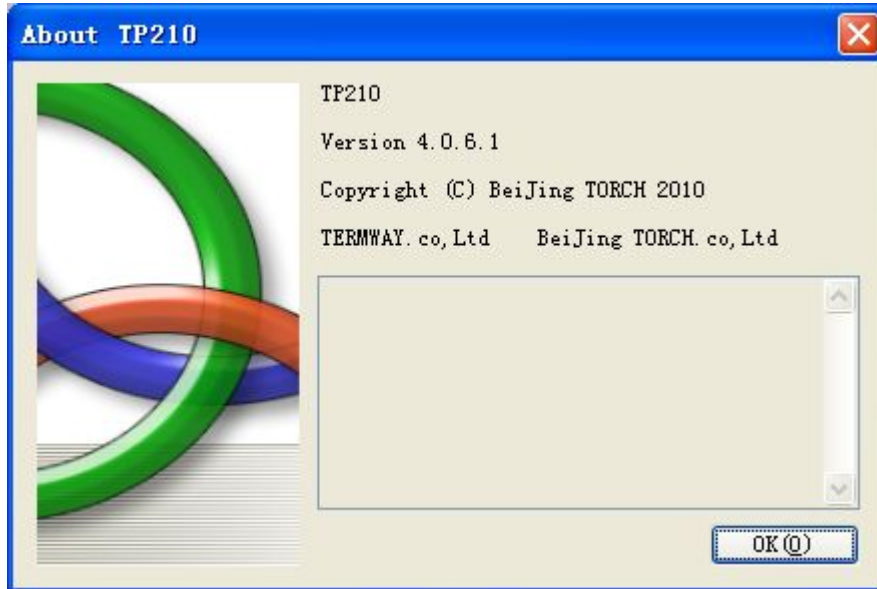
▲screen printer ▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

If want to see it on the computer, please see the TP200 user manual.pdf in the appendix file.

## 4.7.2 Instruction- About



It is about software information.

## V、 Malfunction and solution

| Problem                       | Cause  | Solution  |
|-------------------------------|--|---|
| Can't back to original point  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Check whether there is signal from original sensor. For example, if indication light is on/off when it is backing to original.</li> <li>2. Indication light of drive is on/off</li> <li>3. It can't back original, it always shows backing screen shot.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1、 Adjust position to get signal and check the sensor line connected well.</li> <li>2、 Contact manufacture</li> <li>3、 The speed is slow of X Y in parameters set; drive burn damage.</li> </ol> |
| Can't pick                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The vacuum is on/off</li> <li>2. The air pressure is ok or not</li> <li>3. The program is ok or not (setting pick position)</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.open vacuum</li> <li>2.adjust air pressure</li> <li>3.correct program</li> </ol>   |
| Motor can't run               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The program is ok or not</li> <li>2. The motor is hot seriously or not</li> <li>3. The motor wire is on or drop off</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.adjust program;</li> <li>2.turn off the power and contact manufacture;</li> <li>3.connect it again;</li> </ol>   |
| place position is not correct | <ol style="list-style-type: none"> <li>1、 Correct parameters whether they are correct.</li> <li>2、 Correct program setting.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.the problem is compensate between nozzle and prism;</li> <li>2.correct program;</li> </ol>   |
| Emergency Stop is             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Whether the device is powered</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Power to the equipment</li> </ol>  |

|                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| pressed and prompt error | 2. Emergency Stop is pressed<br>3. 24v power supply is not normal | 2. Check whether there is 24v power output |
|--------------------------|---|--|

## VI Maintain

- 6.1 Please don't put anything into the machine
- 6.2 Please kept machine clean and clean it every day.
- 6.3 Please oil onto the straight-line guide. After oil, please running empty(Gas supply, but not for components) to lubricate.
- 6.4 Please don't give outside pressure to run axis if there is no power supply.
- 6.5 Please reset nozzle after working, and maintain nozzles every week, the nozzle cleaner is good to clean to make sure long life; the medical alcohol and cotton clean light piece, using compress air to flow nozzle air hole. Do not use sharp or hard objects for nozzle maintenance, to prevent nozzle clogging.
- 6.6 Please cut off air supply after working, please keep the compress air are not in the filter system, and clean the dirty every week.
- 6.7 Please clean the air fan every month.
- 6.8 During shipping and moving, please fix axis to avoid hit.
- 6.9 Cotton of filter vacuum generator should be weekly cleaned, cleaning method: take it down and use alcohol soaked, then dry it and install it back.
- 6.10 Camera and grim should keep clean. you need to use special wipes with no residual alcohol to wipe clean without excessive force.

## VII、 NOTICE

- 7.1 Running machine has certain dangerous, even if we provide safe locks, guards, limit switches and other security, user has the duty to establish a good security publish and eliminate the illegal operations.
- 7.2 Pay attention to protect the nozzle and the suction pen installed on Z axis.  
Z-axis in the software are the set safe height, it is not allow to move x, y-axis under the situation of Z-axis is lower than the security height; after confirm the feeding height and

meanwhile in identifying and reclaiming the same time Z-axis within the feeding range of the feeder, x, y movement distance each time should be less than 0.1mm

7.3 machine is of identification automatically, so there is no order of several port; it need to ensure secure after that the installation of camera cord plug

7.4 Please do not move the IPC freely, if move, please and cut off power, and plug the mouse, keyboard and other external devices after turn off computer, Please do not uninstall the software and drivers.

7.5 Always backup the data to other storage devices to facilitate recovery.

7.6 front and back cap should be turned off before start the program

7.7 Please be away from the device operating range when moves machinery arm, and can not allow any other objects inside the device.

7.8 when the machine reach the maximum working range, which will result to the limit back, please move by the opposite direction, and zero the machine.

## VIII、WORK ENVIRONMENT

### Environment

Work temperature : 0°C—60°C

Save temperature: -20°C—80°C

Work humidity: 20%—95%

Save humidity: 0%—95%

Power supply: 220V, 50Hz, 10A

Air supply: < 0.6MPa Dry, no oil and compress air , flow is greater than 100L/min.

2.5m\*2.5m table, the load weight of every m<sup>2</sup> is more than 200kg.

### Attachment 1 Hardware and software

#### 1、Install hardware

Card is not installed, the software will prompt, "8940A1 card is not installed."

1.1 install 8940A1 , 4 axis PCI motion control card, turn off the power and then open the machine box, connect the 8940A1 to PCI of one main board, start the power, new hardware reminds as follows:

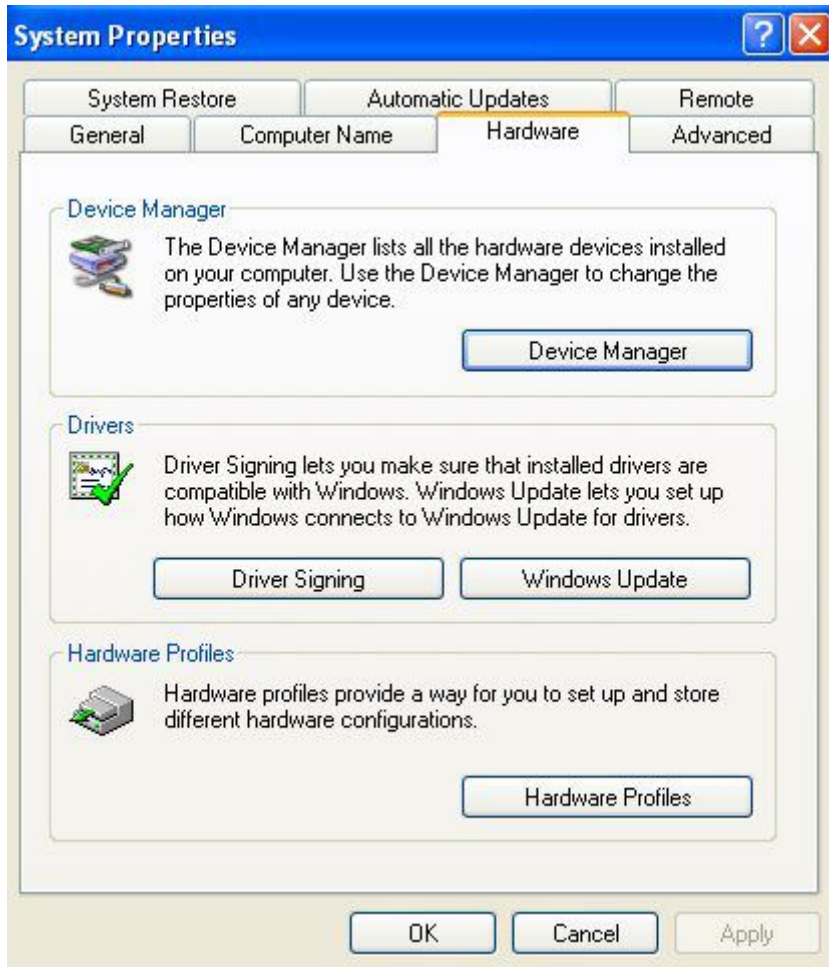
▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

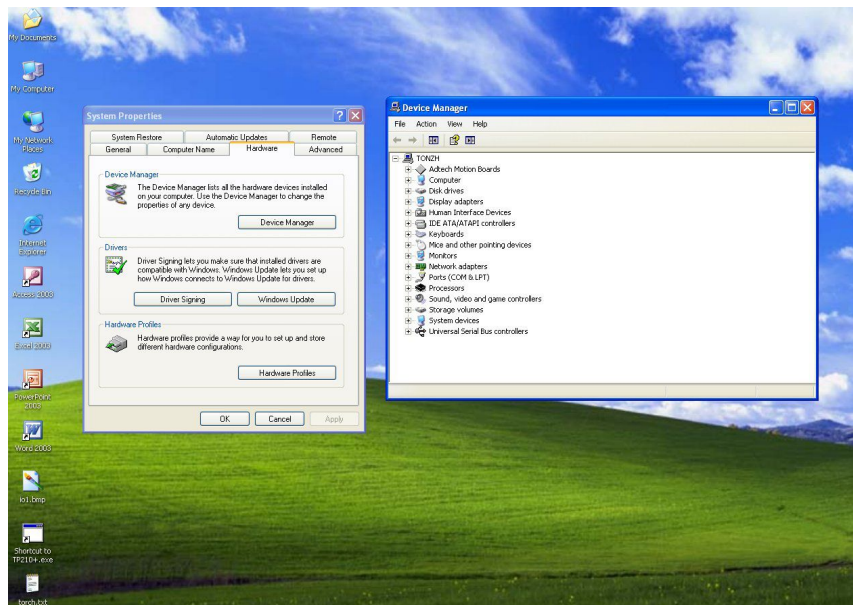
▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China



If without remind, so you can select the following interface.



Select "device manager"

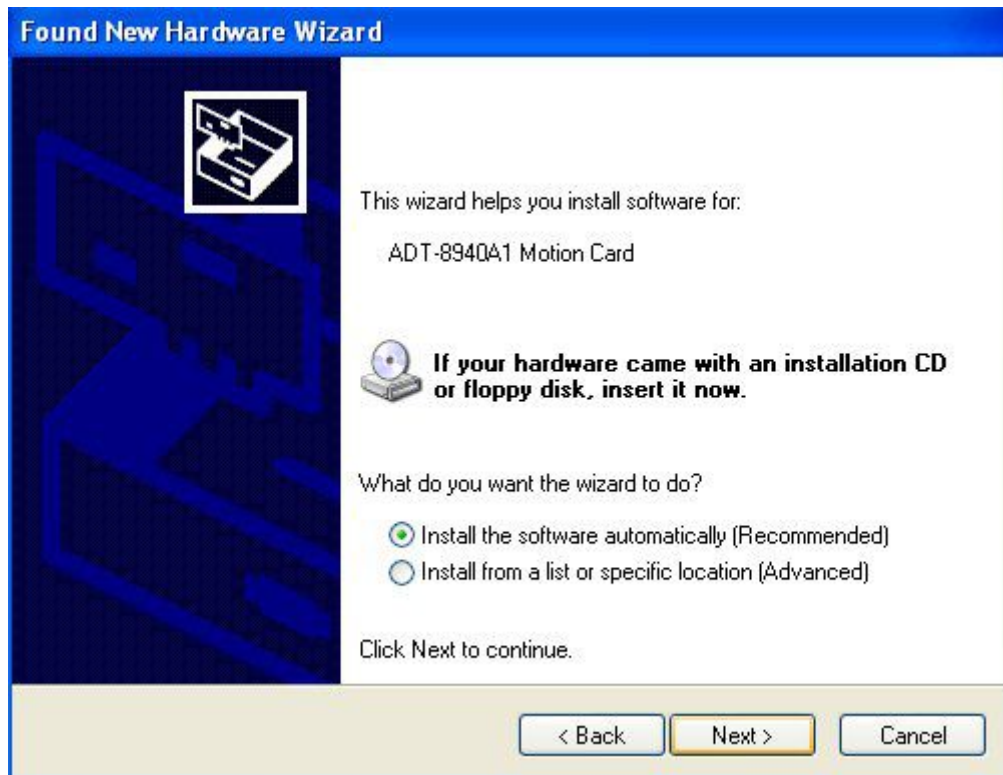


Select the related PCI set, the following picture shown:

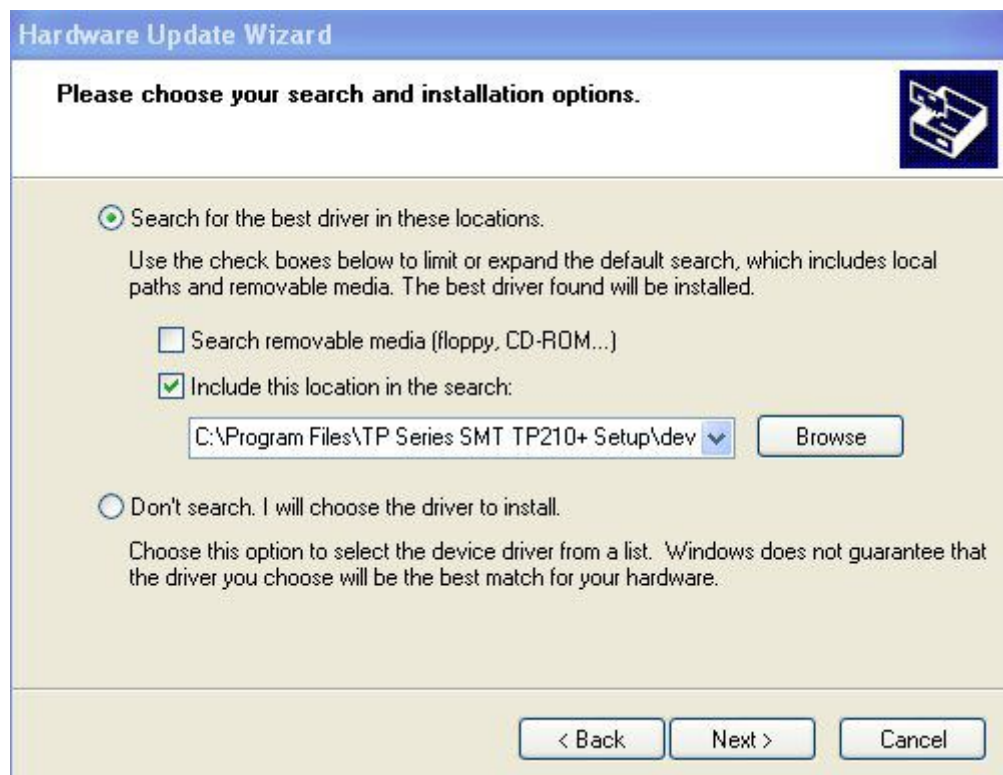
▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

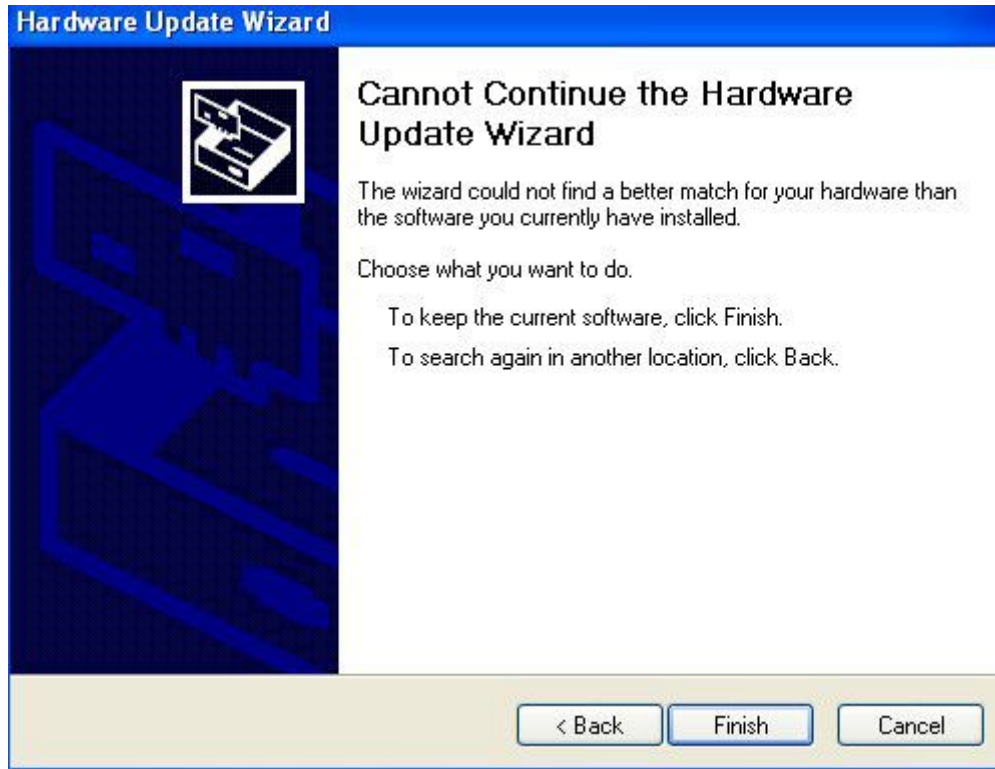


Select, and click “next” and then picture shown:



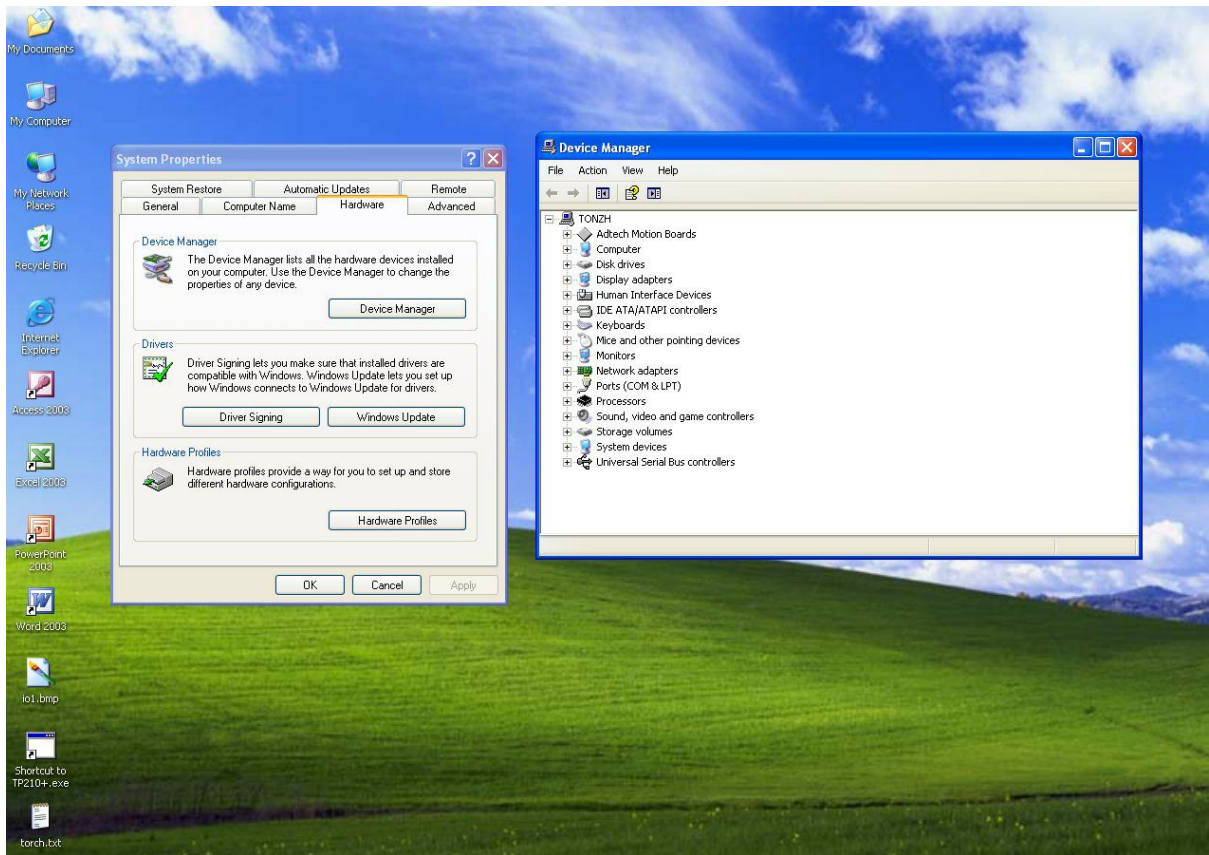
Click “next” till it finish.





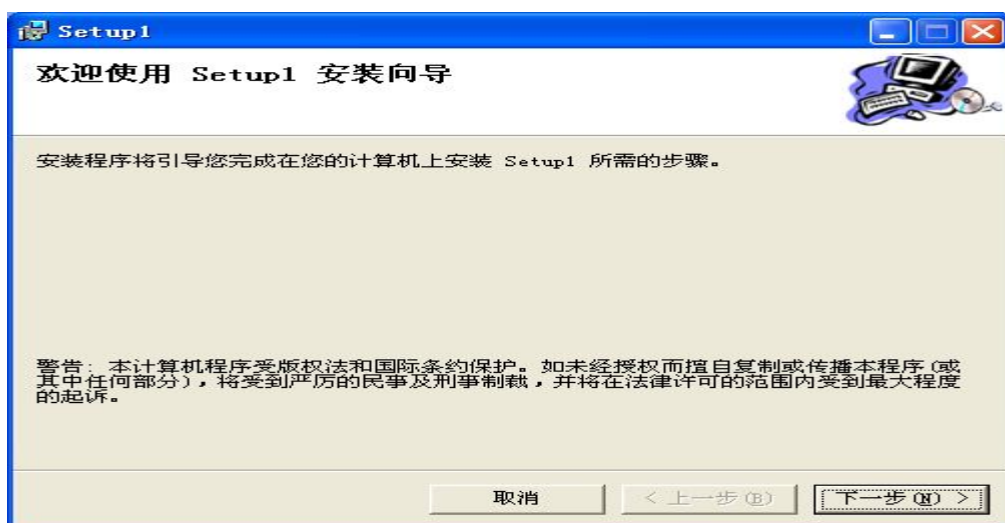
Click “browse”, select “develop bag/ drive/ control card driving program” in software content or backup desic. You can find out the road of file 8940A1.INF, click “next”, the interface shows: Click “finish” to complete the installation of ADT-8940A1.

After the installation, click “my computer”, select “management”, you can see the control card.



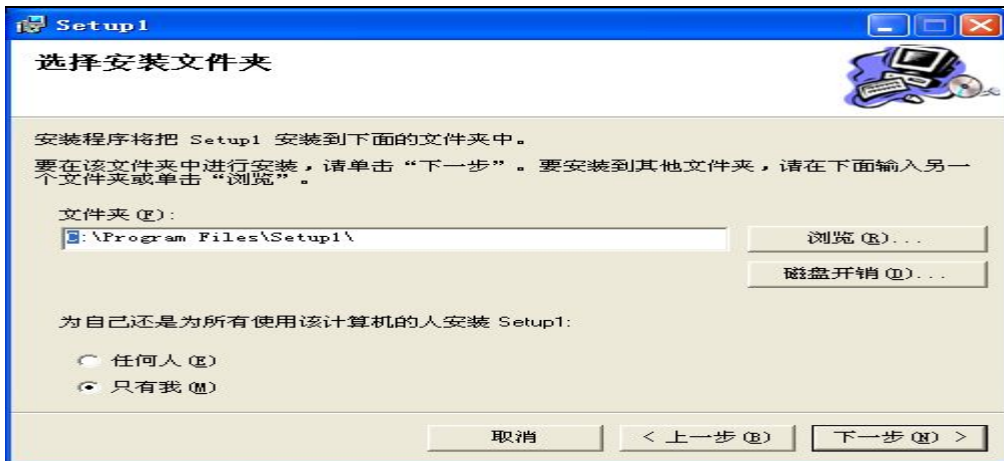
## 1.2 Installation of software

The file is [\\TPXXX\Debug\setup.exe](#) which is in the running disk or spare disk.

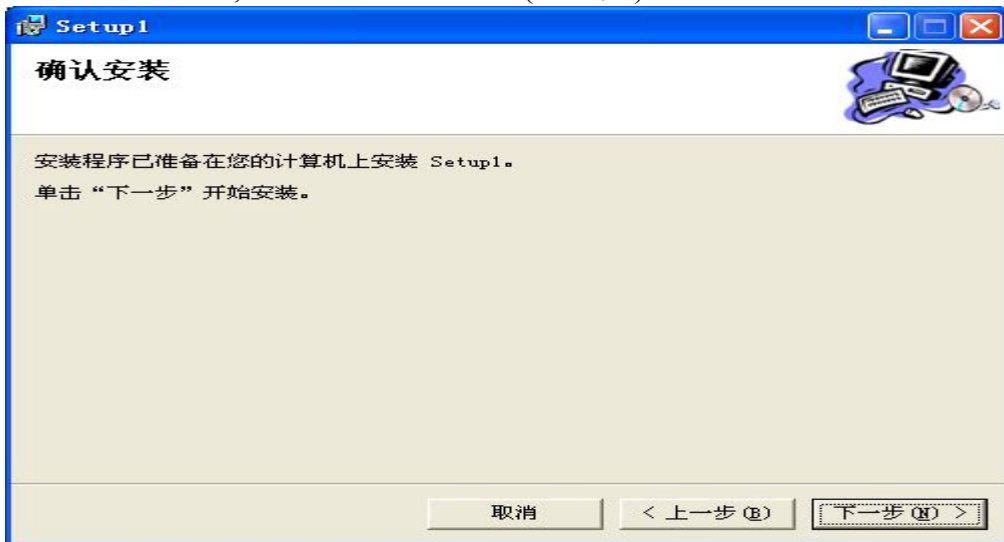


Please click NEXT (下一步).

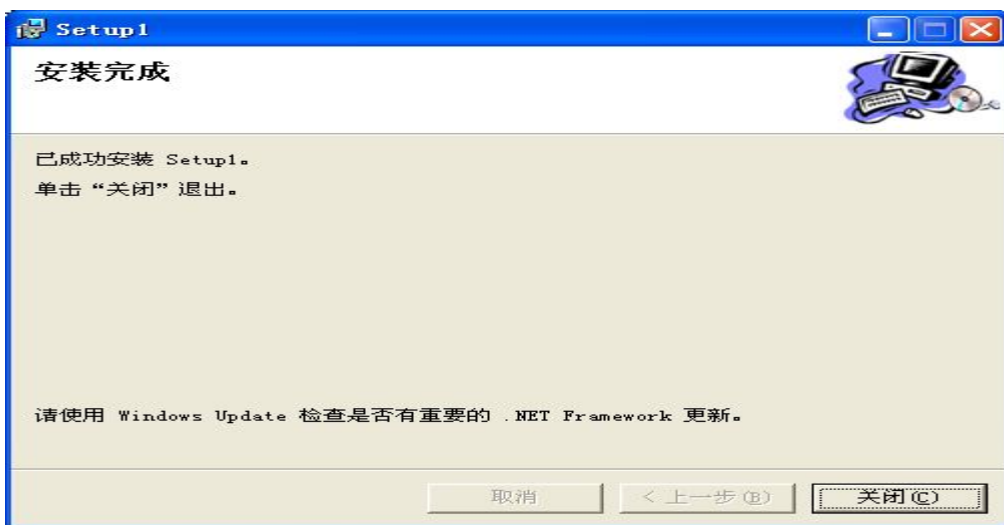
# TERMWAY®



Select installation, and then click NEXT(下一步).



Click NEXT(下一步)



The installation is ok.

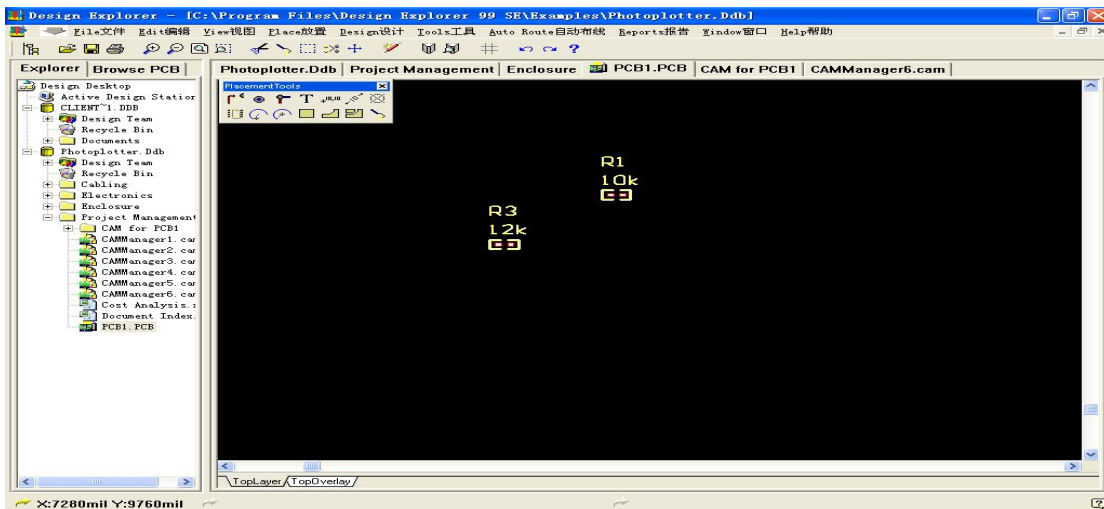
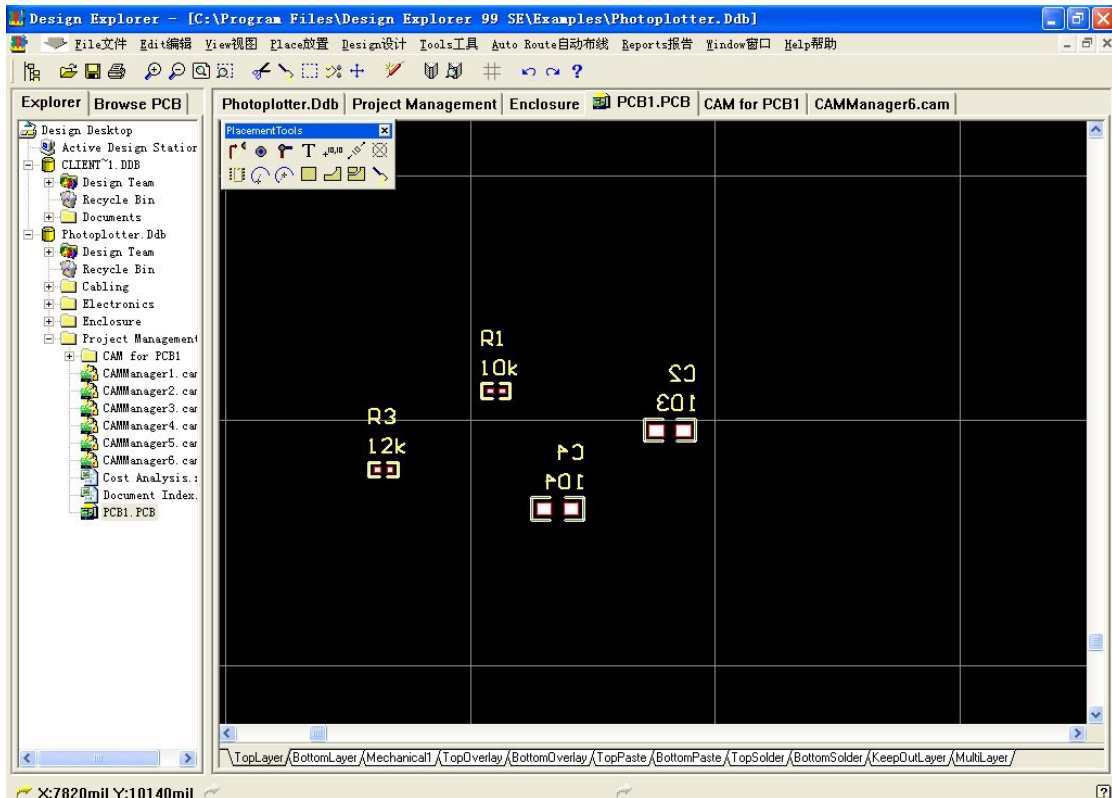
▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

## 2: CAD file import

- 1、 Take Protel 99se for example to introduce the process.
- 2 Build new file includes 4 parts. There are top and bottom. Top are 2 resistances, bottom are 2 capacitances. Please see below:



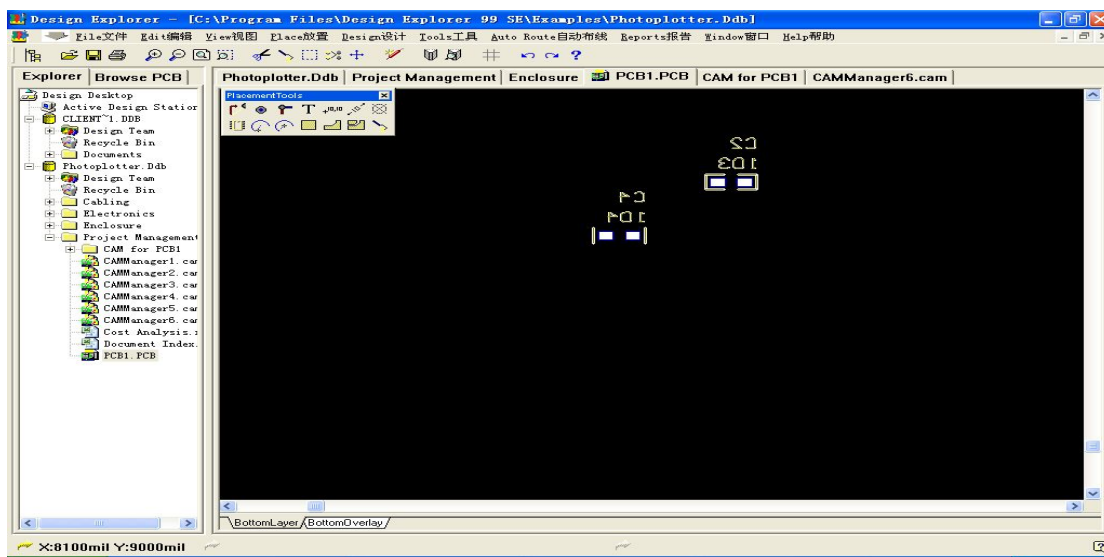
So, bottom file change into BOTPCB1. Pcb

▲screen printer ▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

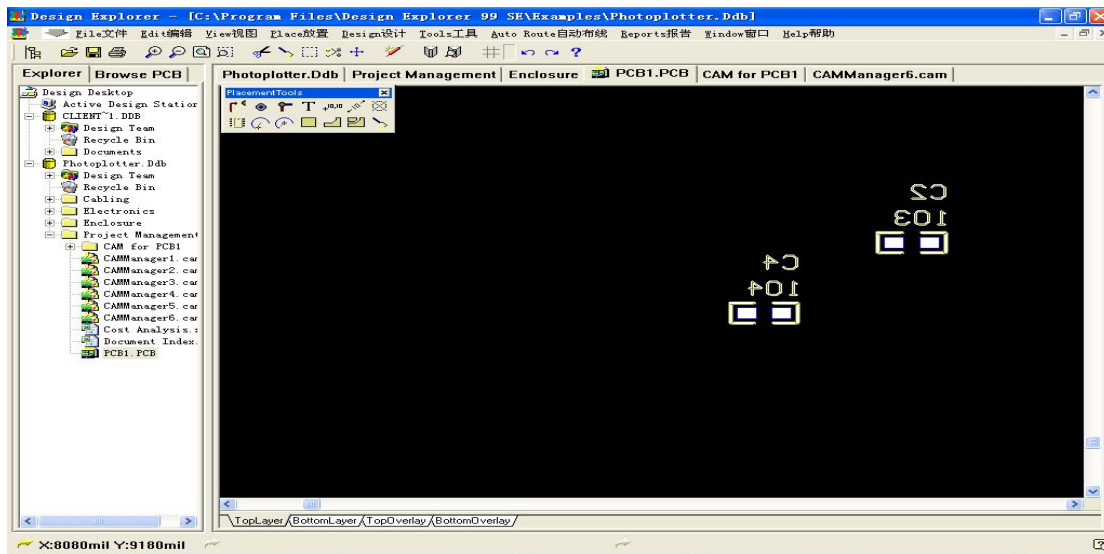
▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

# TERMWAY®



In order to facilitate the import, the underlying files need to be flipped in any center, the process is as follows:

Select all the underlying documents



To cut and select Cut button, move the mouse to the top of the selected component, press the left button.

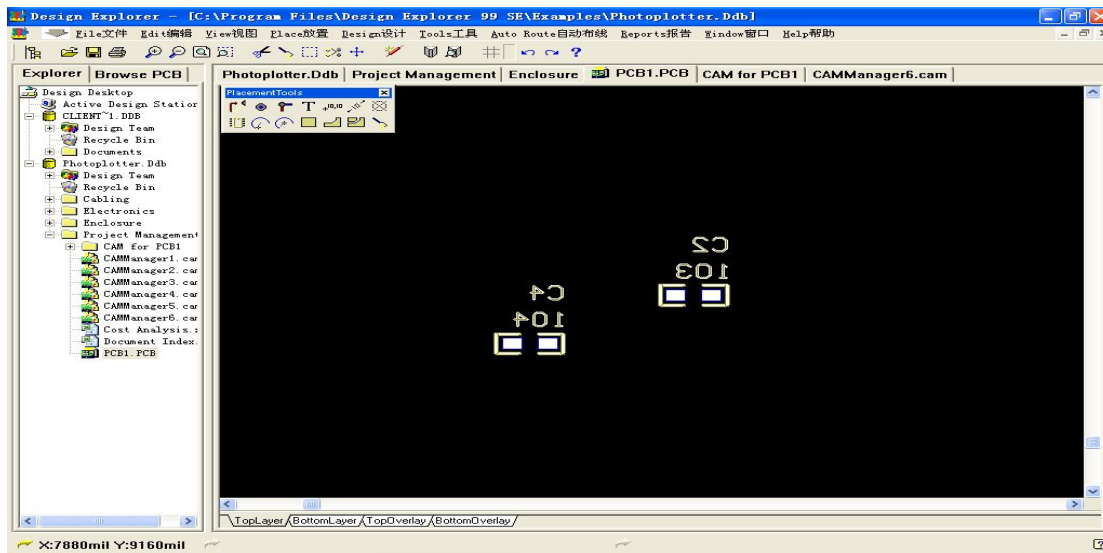
Switch to the top label.

Choose Paste Special

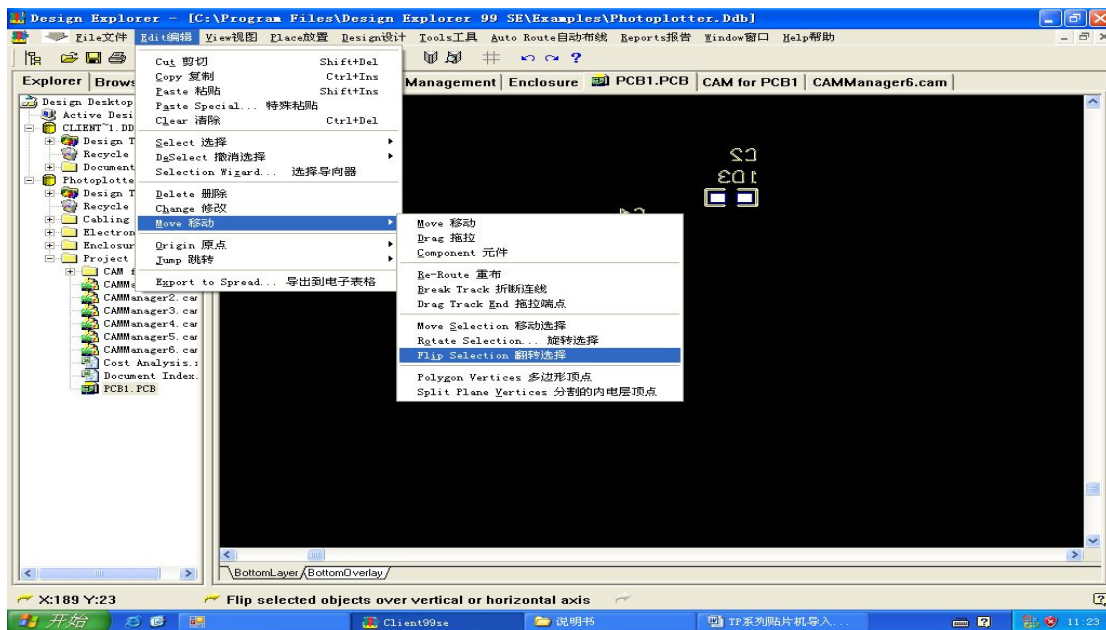
# TERMWAY®



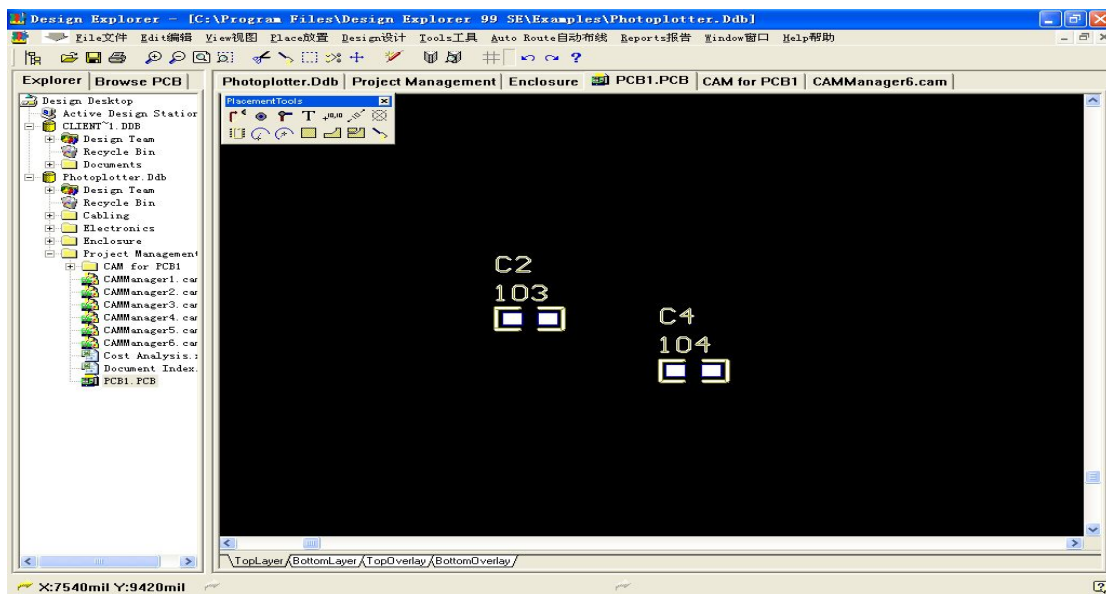
Left-click PASTE, the bottom of the original paste on top of the blank



Choose Edit - Move - Flip selected



The following results appear



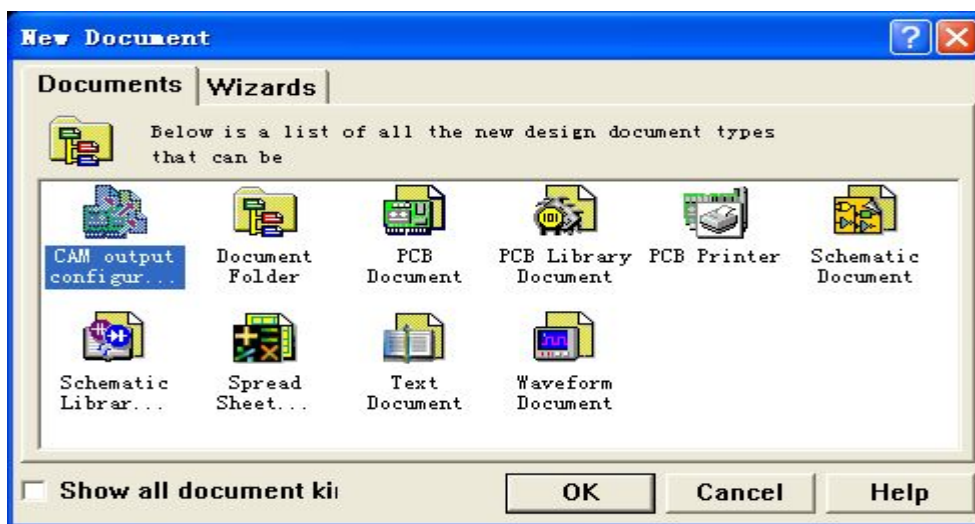
Both sides (positive and negative sides) of PCB document will become a positive, for us to import the data.

#### 4, Import:

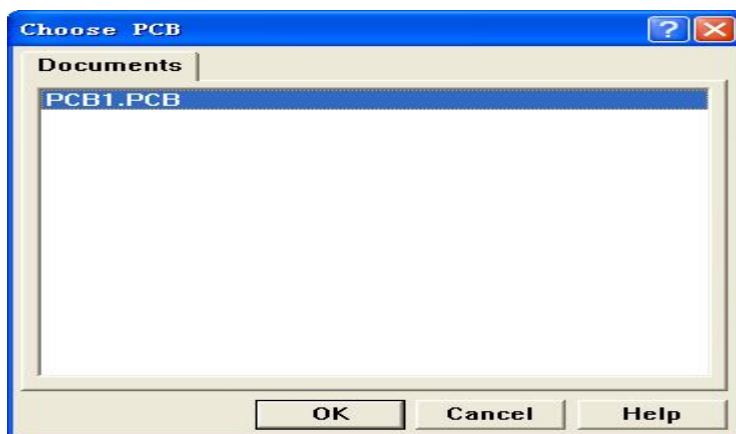
take the turned bottom for example:

Please build PICK AND PLACE file and then generate Gerber file which are consist;

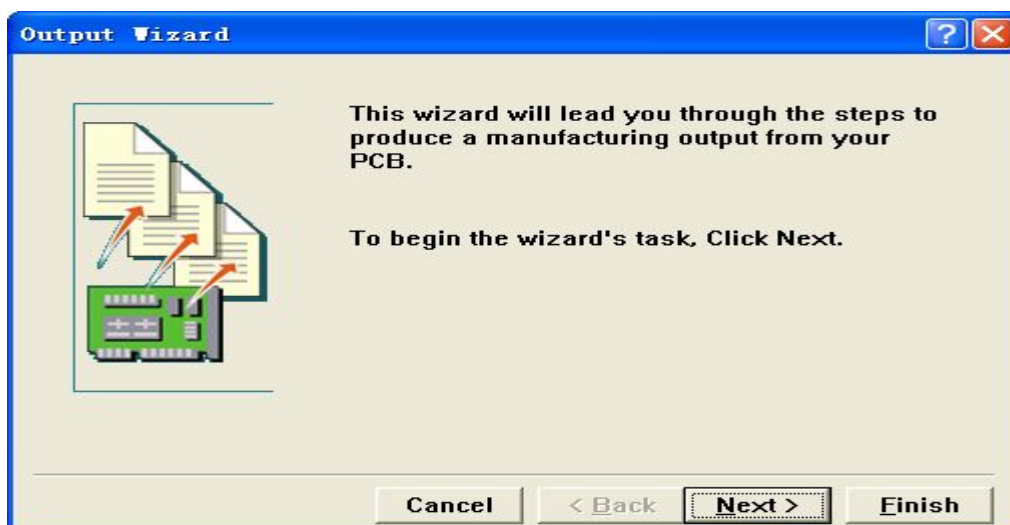
Build new CAM file;



Click "OK".

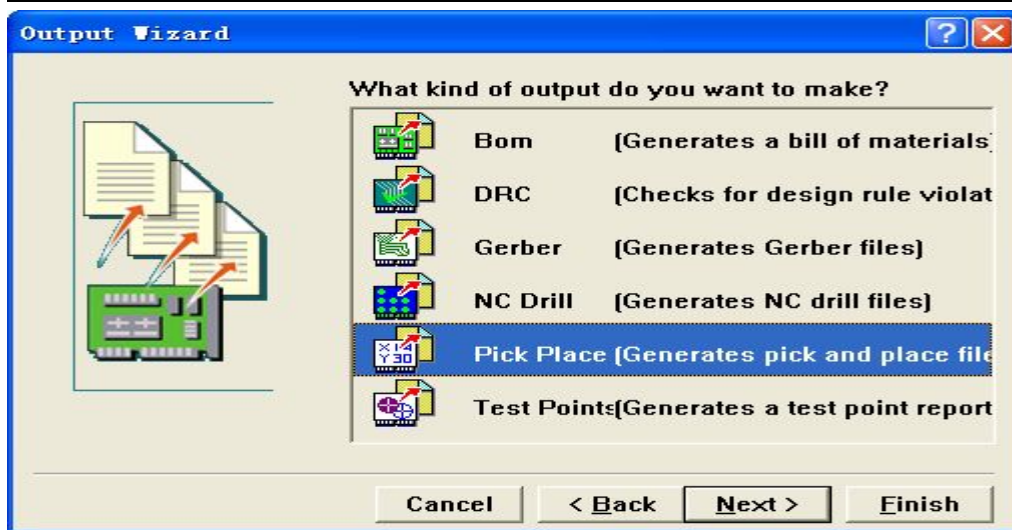


please select files, it is that the present open file is default, please click OK



click "NEXT".





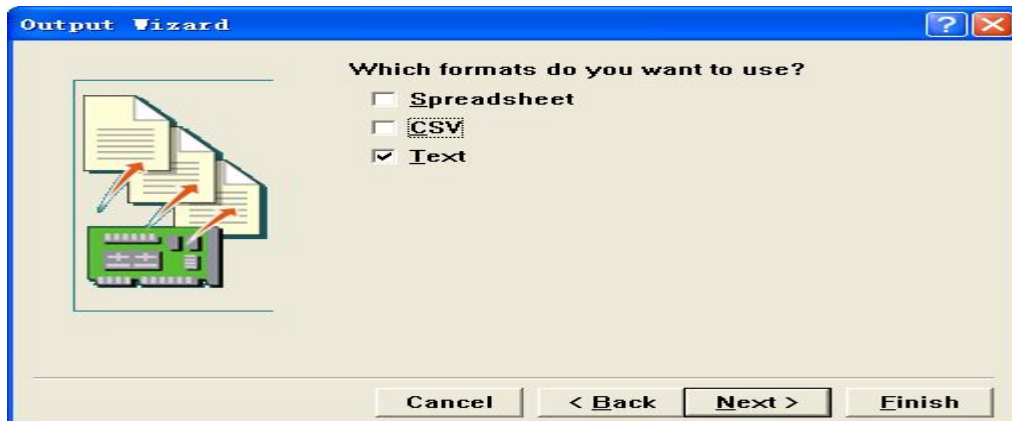
Choose "PICK PLACE (GENERATES PICK AND PLACE FILE)", click "NEXT".



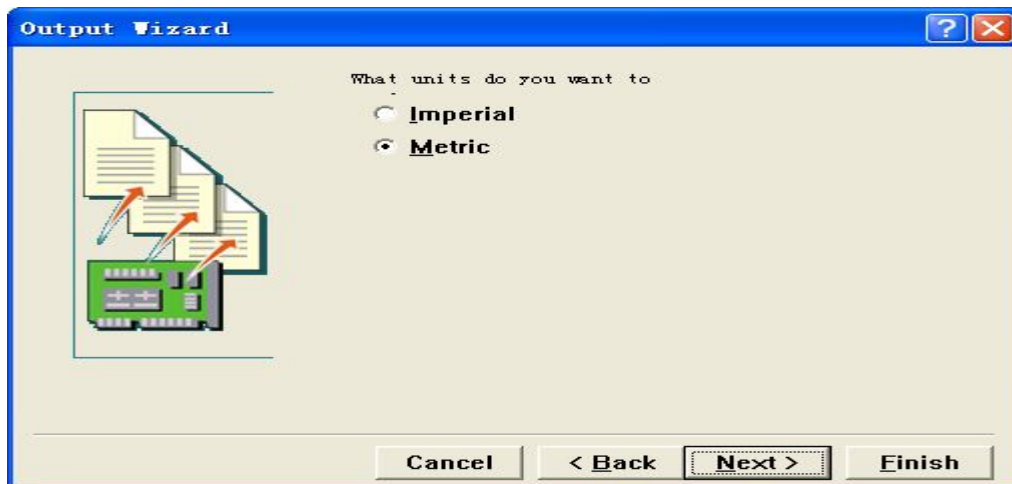
Select PICK PLACE (GENERATES PICK AND PLACE FILE), click "NEXT".



Click "NEXT"



Click "NEXT"

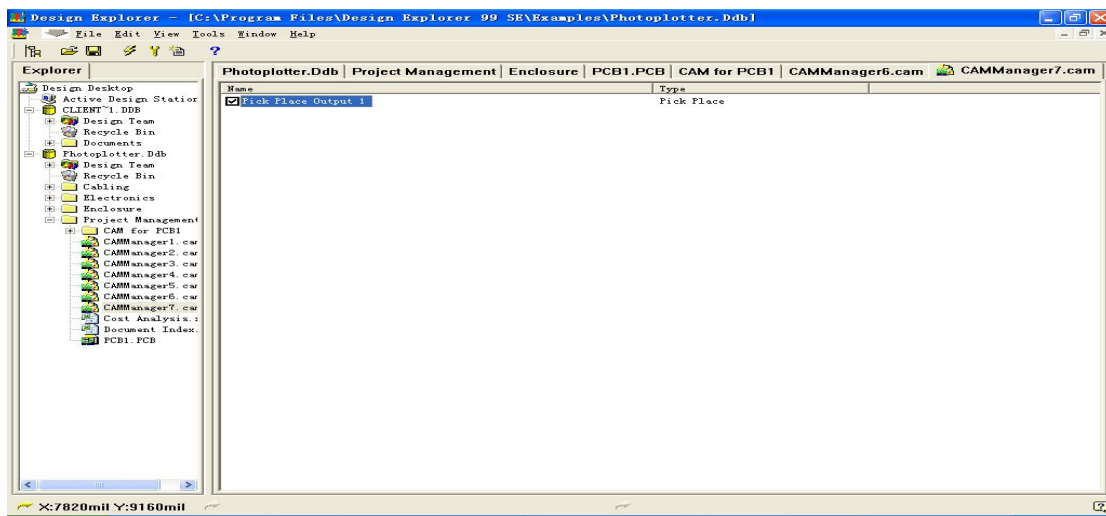


Select "METRIC", the unit is MM

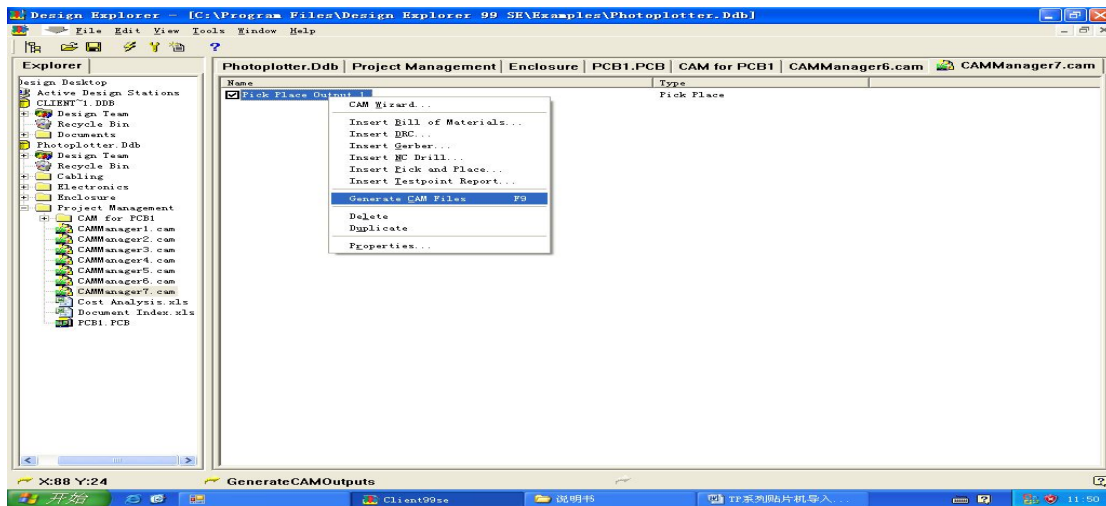


click "FINISH", generate PICK PLACE OUTPUT1

# TERMWAY®



please click the file by right button of the mouse;



It will generate the file and then see file content, customers will see \\Pick Place for PCB1.TXT.

▲screen printer ▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

# TERMWAY®



The screenshot shows a software window titled "Pick Place for PCB1 - 记事本" (Pick Place for PCB1 - Notepad). The window contains a table with the following data:

| Designator | Footprint | Mid X     | Mid Y     | Ref X     |     |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| C4         | 1005      | 206.629mm | 241.3mm   | 205.232mm | 2   |
| C2         | 1005      | 193.675mm | 246.888mm | 192.278mm | 246 |

▲screen printer▲pick and place machine ▲reflow oven ▲wave solder machine

▲Tel:400-688-1964 ▲E-mail:bj@termway.com

▲Beijing Factory:NO.15 Bulding, lianDong U Valley Industrial Park, Tongzhou District, Beijing, China

# ANEXO 12



*Fotografía: Cortesía de la Escuela de Comunicaciones Militares de Colombia.*

# MANUAL PRÁCTICO DE USUARIO PICK AND PLACE TP220

2016

---

*En la presente guía se busca ilustrar el funcionamiento de la máquina Pick and Place TP220, se mostrarán algunas prácticas que ayuden a comprender los alcances que puede tener la máquina.*

# TABLA DE CONTENIDO

## Tabla de contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capitulo 1 Introduccion</b> .....                                      | <b>3</b>  |
| Que es SMD.....   | 4         |
| <b>Capitulo 2 Descripcion del sistema</b> .....                           | <b>5</b>  |
| Requerimientos y restricciones .....                                      | 5         |
| Pick and Place TP220 .....  | 6         |
| Brazo de soporte .....  | 7         |
| Rollo de componentes SMD .....  | 8         |
| Token o memoria encriptada.....   | 9         |
| <b>Capitulo 3 Instalacion del software</b> .....                          | <b>10</b> |
| Instalación TP220 .....   | 10        |
| <b>Capitulo 4 descripcion de operaciones de menu</b> .....                | <b>14</b> |
| Interfaz de usuario TP220 .....   | 14        |
| <b>Capitulo 5 Practica #1</b> .....                                       | <b>23</b> |
| Ubicación de los componentes en una PCB con la Pick and Place TP220 ..... | 23        |
| <b>Capitulo 6 Referencias</b> .....                                       | <b>47</b> |

## INTRODUCCION

La producción de PCB se ha convertido en un tema novedoso que abre puertas hacia la producción de nuevos equipos con bastante auge a nivel mundial, gracias a esta industrialización aparecen tecnologías de apoyo para realizar y mejorar procesos de diseño, producción y montaje de circuitos impresos. Con el avance tecnológico y la miniaturización de componentes que conlleva el mismo, surge la necesidad de crear procesos que permitan ensamblar y producir PCB a gran velocidad, calidad y a distintas escalas. Por esta razón, surge la tecnología Pick and Place para la postura y ensamble de componentes con precisión. El sistema pick and Place nace como una solución dada al problema de la ubicación manual de los componentes tradicionales (Through Hole) y de montaje superficial SMD (Surface Mount Device), este sistema presenta ventajas notables al industrializar procesos, evitando posibles accidentes y errores humanos en el ensamble de componentes en las PCB.

El objetivo de este manual de usuario es servir como orientación en el funcionamiento y aplicación de la máquina pick and Place TP220 de marca TERMWAY, para la ubicación de componentes SMD. La máquina cuenta con un software amigable al usuario que le permite realizar configuraciones previas al procedimiento, también tiene un sistema de visión en tiempo real por cámara que permite al usuario verificar el correcto funcionamiento del sistema.



## **Que es SMD (Surface Mount Device)**

El montaje superficial es una tecnología que se basa en la ubicación de los componentes electrónicos en la parte superior de las PCB, a diferencia de los elementos normales de la tecnología “Through Hole”, los componentes SMD son más pequeños y utilizan contactos planos para la soldadura de los mismos.

En esta tecnología se han encontrado muchas ventajas como lo son:

- ✓ El encapsulado y miniaturizado de los circuitos.
- ✓ No necesita realizar perforaciones en las PCB.
- ✓ Reduce los costos de fabricación.
- ✓ Permite mayor automatización en los procesos.
- ✓ Reduce la interferencia electromagnética por el tamaño minúsculo de los contactos.
- ✓ Reduce peso y dimensiones.
- ✓ Permite integrar ambas caras de un circuito.

Las principales desventajas son:

- ✓ El procedimiento de armado manual es complicado.
- ✓ Generalmente necesita de un proceso automatizado.
- ✓ Requiere un mayor control de temperatura.
- ✓ Los componentes en su mayoría no resisten altas potencias por lo que en algunos circuitos es necesario combinarla con la tecnología Through Hole.
- ✓ Es complicada la reparación de un circuito SMD.

## DESCRIPCION DEL SISTEMA

### Requerimientos y restricciones

- ✓ El sistema funciona a 220V AC/1kW.
- ✓ Trabaja en PCBs hasta 200 x 300 mm.
- ✓ El rango de movimiento de la máquina es de 350 x 380 mm.
- ✓ El rango de movimiento en el eje Z es de 12 mm.
- ✓ Velocidad ideal de trabajo en los motores de 2500 a 3500 RPM.
- ✓ Exactitud de  $\pm 0,2$ mm.
- ✓ Usa visualización por cámara.
- ✓ El software funciona solamente en sistema operativo Windows XP.
- ✓ Usa aire comprimido de 0.6 a 0.8 Mpa, con un flujo mayor a 100L/min.
- ✓ Solamente usa componentes de montaje superficial.
- ✓ Esta máquina necesita una lubricación periódica (Cada 2 días de uso continuo) en los ejes de desplazamiento.

La máquina Pick and Place hace parte de un sistema compuesto por:

- ✓ Pick and Place TP220.
- ✓ Brazos de soporte.
- ✓ Rollo de componentes SMD.
- ✓ Token o memoria encriptada.

# DESCRIPCION DEL SISTEMA

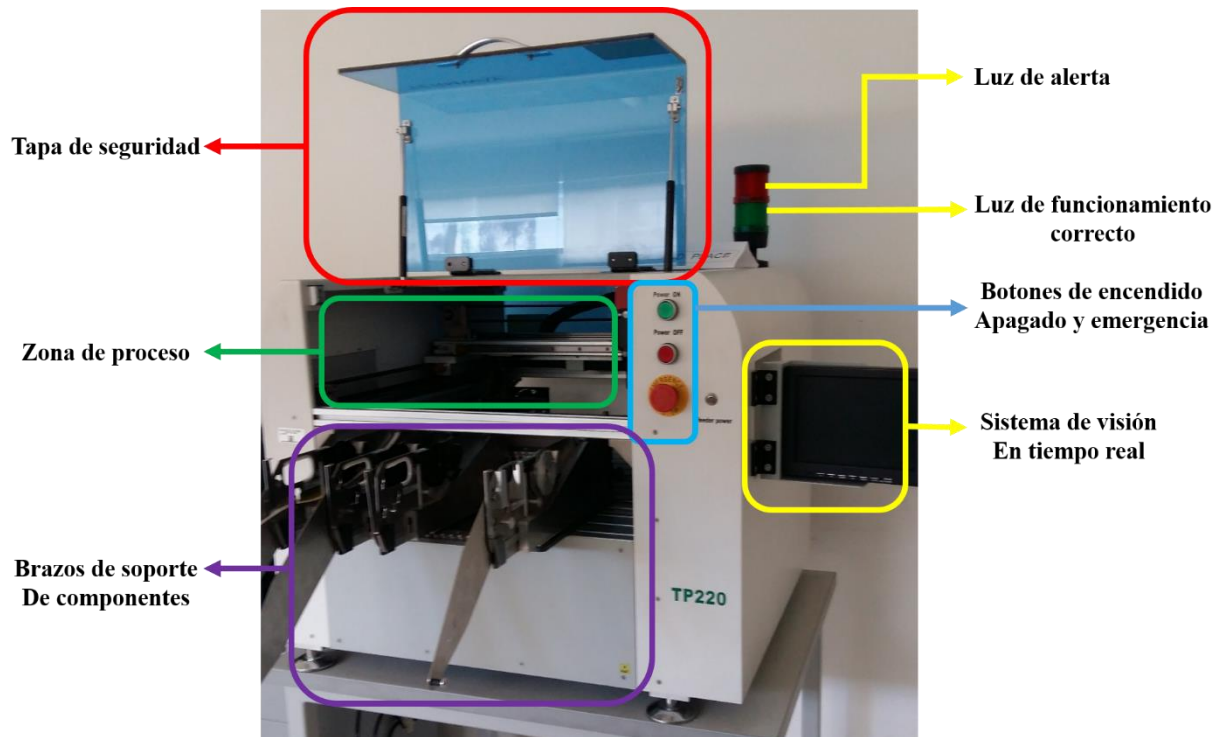


Figura 1. Sistema de la Pick and Place.

## Pick and Place TP220

La máquina Pick and Place genera un sistema de vacío que le permite retirar los componentes desde el brazo de soporte y llevarlos a la PCB de manera automática. Esta máquina utiliza ejes para desplazarse en las coordenadas X, Y, y utiliza motores para mover los tubos de vacío en el eje Z. En la figura 2 se muestra la parte principal de la Pick and Place TP220.

# DESCRIPCION DEL SISTEMA

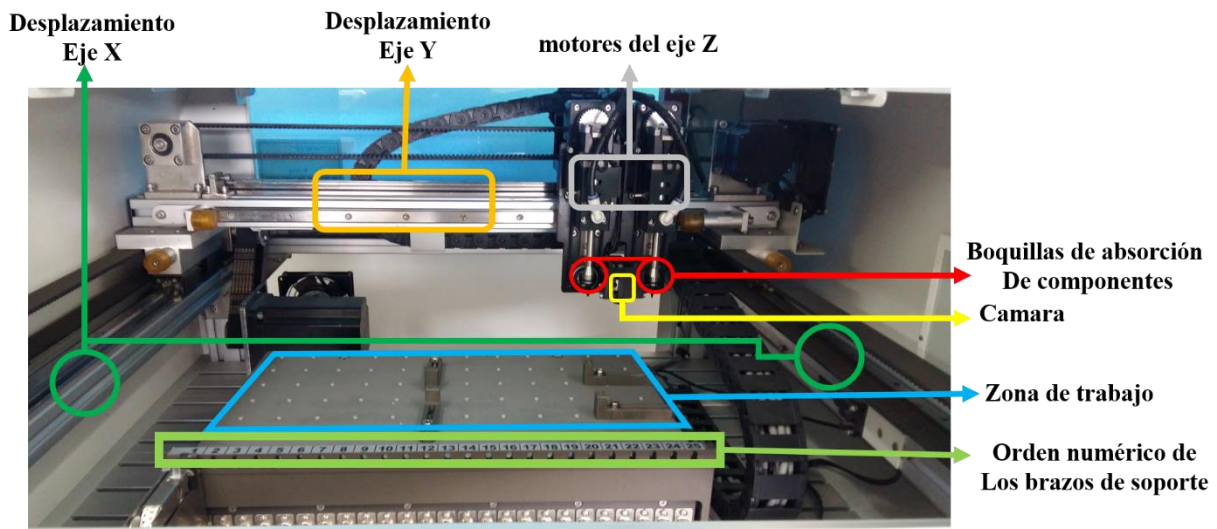


Figura 2. Parte principal de la Pick and Place.

## Brazos de soporte

El brazo de soporte está conformado por un sistema electromecánico que sostiene los componentes de montaje superficial, este brazo utiliza un sistema de rotación que carga los componentes mientras se están extrayendo del rollo. En la figura 3 se muestra el brazo de soporte con sus principales partes.

## DESCRIPCION DEL SISTEMA

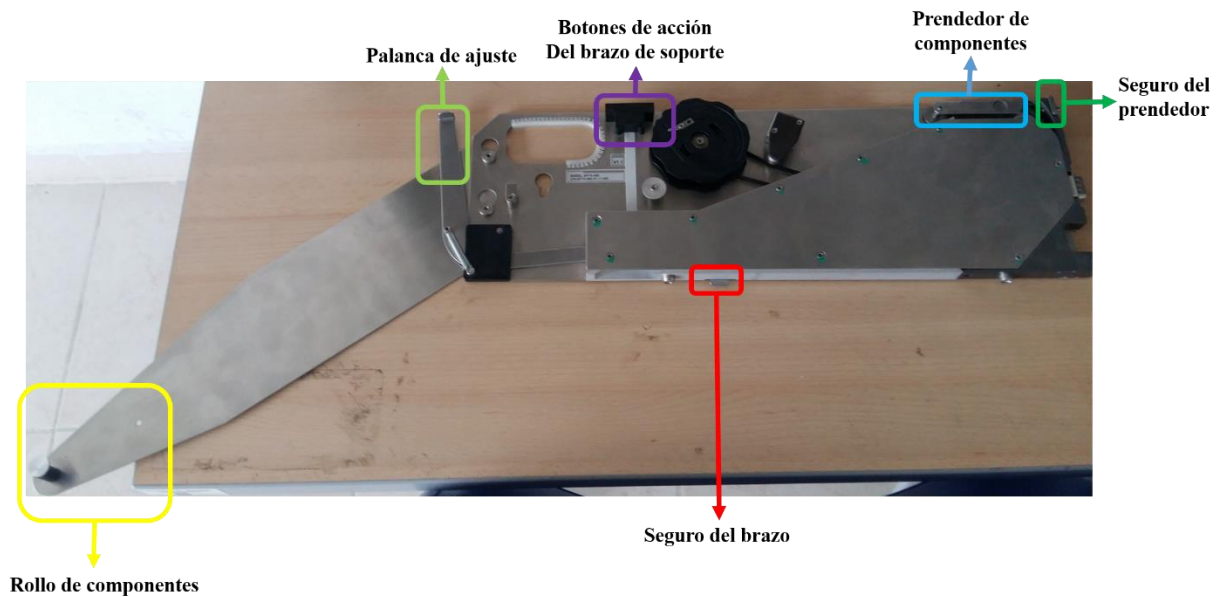


Figura 3. Partes del brazo de soporte.

La palanca de ajuste permite enclavar el seguro del brazo para posicionar el brazo y asegurarlo a la máquina, en la ubicación de los componentes se sujetan para que la máquina pueda retirar los componentes.

### **Rollo de componentes**

Los componentes SMD generalmente son distribuidos en rollos de componentes o en tirillas donde son ubicados por su tamaño reducido, estos rollos pueden tener hasta diez mil componentes. En la figura 4 se muestra el rollo de componentes con sus respectivas partes.

## DESCRIPCION DEL SISTEMA

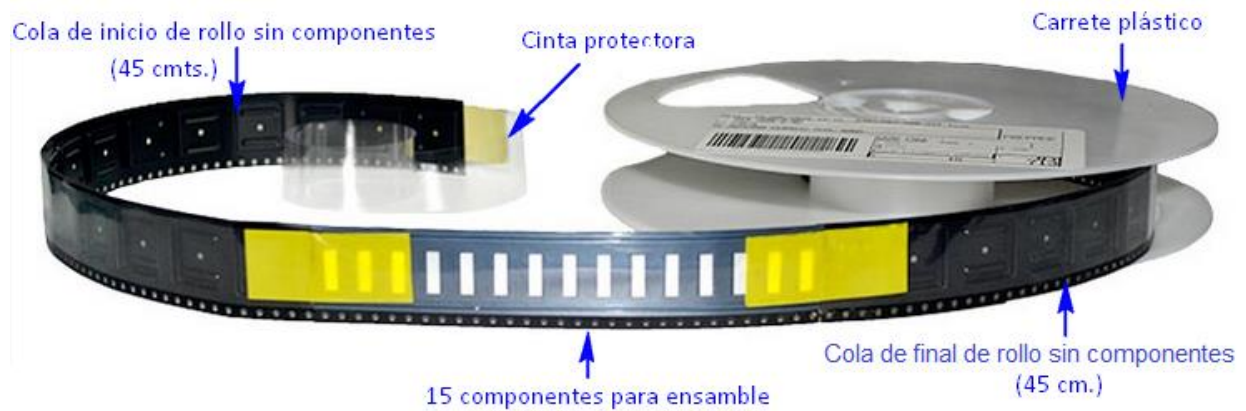


Figura 4. Rollo de componentes SMD con sus respectivas partes.

### **Token o memoria encriptada.**

El token es un sistema de archivos que otorga permisos a un ordenador o computador para poder usar a disposición todas las características que el sistema puede brindar.

Cabe resaltar que, aunque parece una simple USB no tiene las funcionalidades de la misma y que el token tiene funciones que solamente afectan esta máquina, también se debe tener en cuenta que sin esta memoria encriptada no se podrán realizar las funciones más importantes del software.

# INSTALACION DEL SOFTWARE

## Instalación TP220

El sistema de la máquina Pick and Place TP220 necesita un software que será el encargado de generar la conexión entre el diseño y la máquina. Este programa permite realizar la configuración de coordenadas para que la máquina recoja los implementos del brazo de soporte y los lleve a la ubicación en la PCB.

### Instalación del software

- ✓ En el computador que provee el fabricante diríjase al disco local E:\
- ✓ Ingrese a la carpeta con nombre **TP220+Setup+1.3.1.0**
- ✓ Ingrese a la carpeta **TP Series SMT TP220 Setup**.
- ✓ Clic en la carpeta **Debug**. En la figura 5 se muestra el acceso a las carpetas de los pasos anteriores.

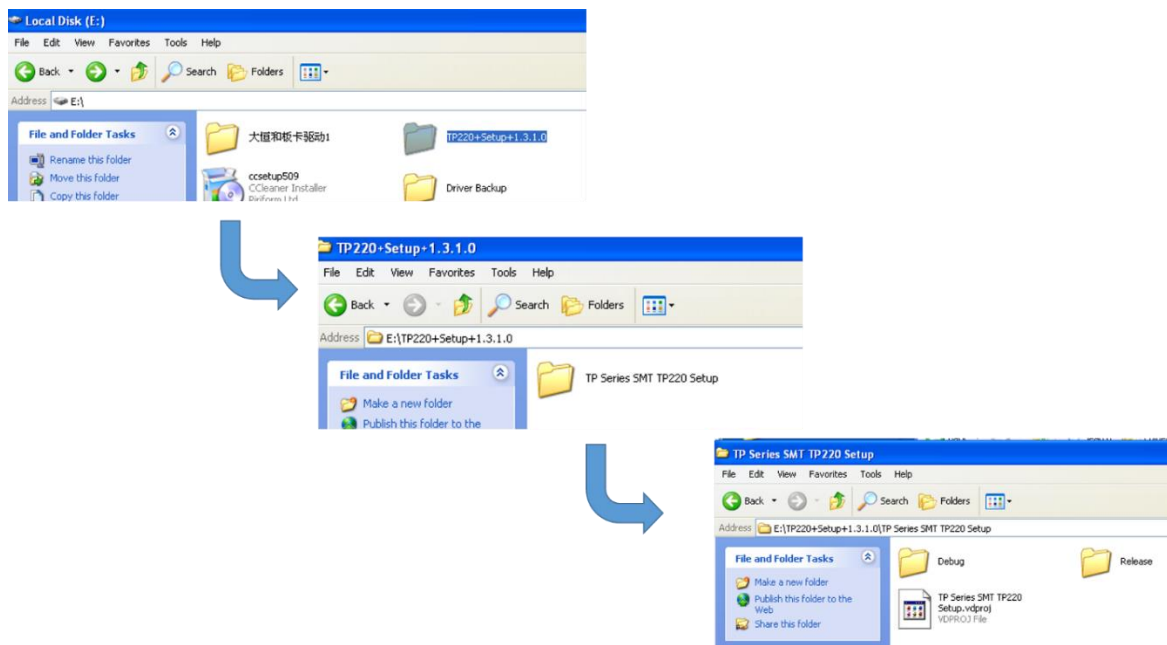


Figura 5. Acceso a las carpetas.

# INSTALACION DEL SOFTWARE

- ✓ Clic en la **TP Series SMT TP220Setup.exe** como se muestra en la figura 6.

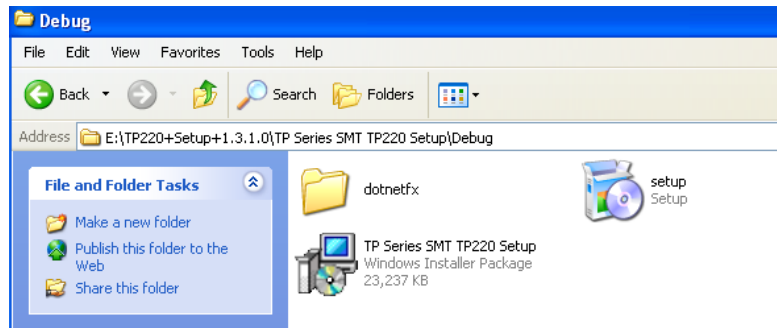


Figura 6. Instalador del software TP220.

- ✓ Se inicia la instalación.
- ✓ Clic en siguiente (Next) ver figura 7.

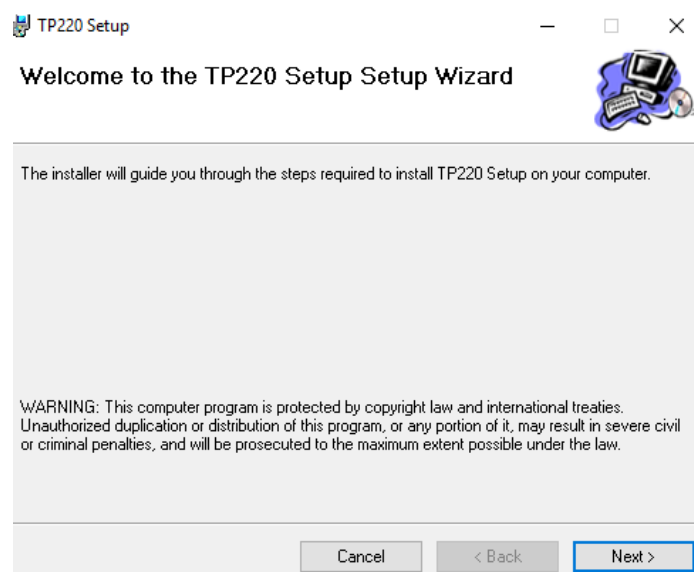


Figura 7. Inicio de la instalación de TP220.

- ✓ Elige la ubicación de instalación del programa y siguiente (Next) ver figura 8.



# INSTALACION DEL SOFTWARE

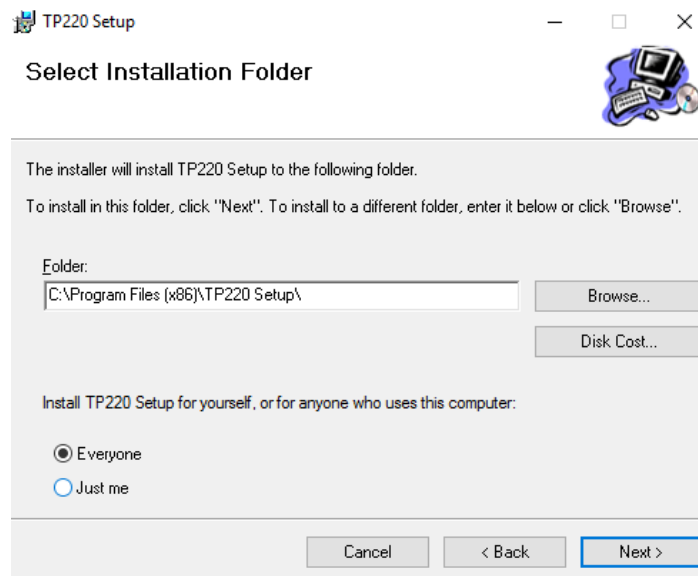


Figura 8. Lugar de instalación.

- ✓ Se confirma la instalación pulsando siguiente (Next) ver figura 9.

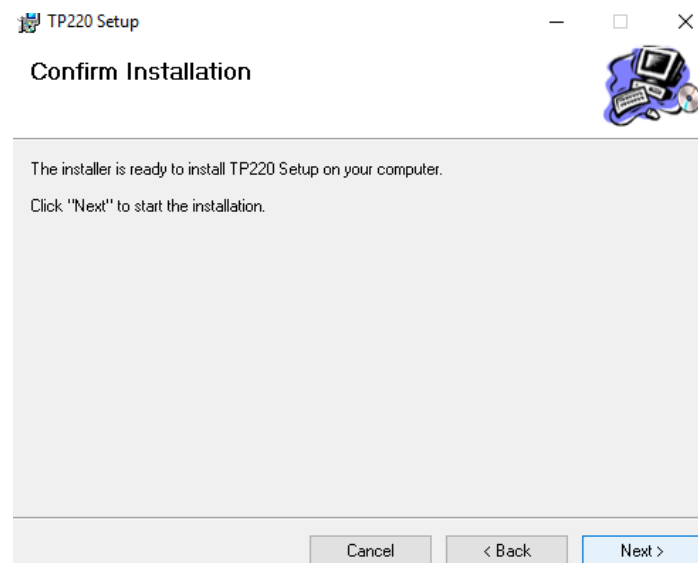


Figura 9. Confirmación de instalación de TP220.

- ✓ Finaliza la instalación y pulse close (cerrar) como se muestra en la figura 10.

# INSTALACION DEL SOFTWARE

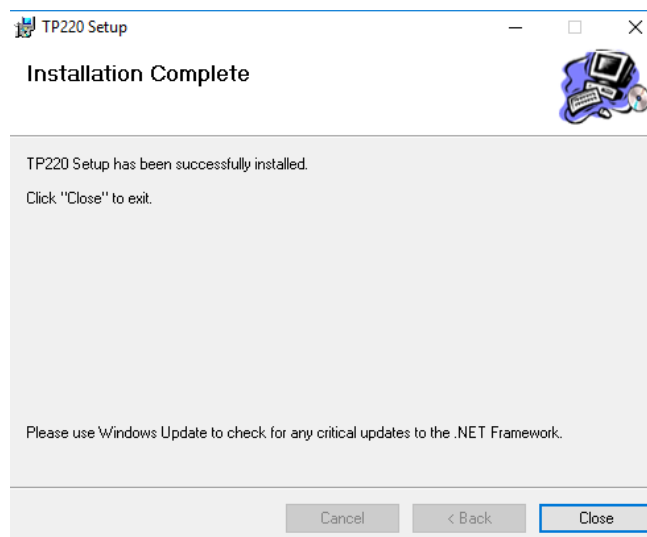


Figura 10. Fin de la instalación de TP220.

# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

## Interfaz de usuario TP220

El software TP220 es un programa robusto y a la vez amigable, su interfaz gráfica permite al usuario comprender el funcionamiento de la máquina de forma sencilla. En este software se configura la posición de los componentes y las coordenadas de la PCB donde van ubicados.

En la figura 11 se muestra la pantalla inicial del software con sus partes.

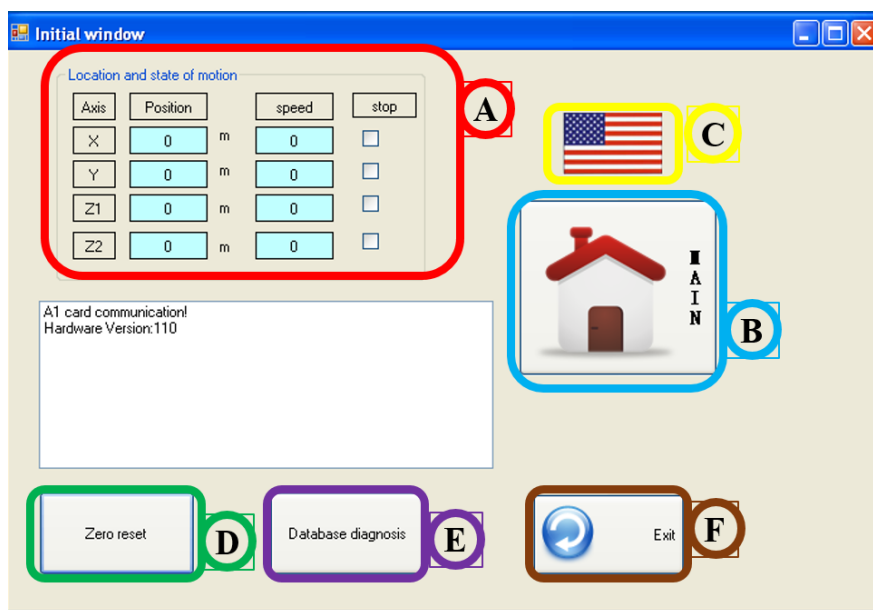


Figura 11. Pantalla principal de TP220.

- A. Localización y estado actual de la máquina.
- B. Main (Principal): Es el botón que genera la ventana principal del programa.
- C. Bandera que muestra el idioma en que el programa está configurado.
- D. Zero Reset (Reinicio a cero): reinicia la máquina volviendo al punto de inicio.

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

- E. Database diagnosis (Datos de diagnóstico): permite verificar el funcionamiento de la máquina, con sus botones se puede mover el cabezal principal de la TP220 en los ejes X, Y, Z.
- F. Exit (Salida): permite salir del programa.

Pulse el botón Main. En la figura 12 se muestra la ventana principal del programa y sus partes.

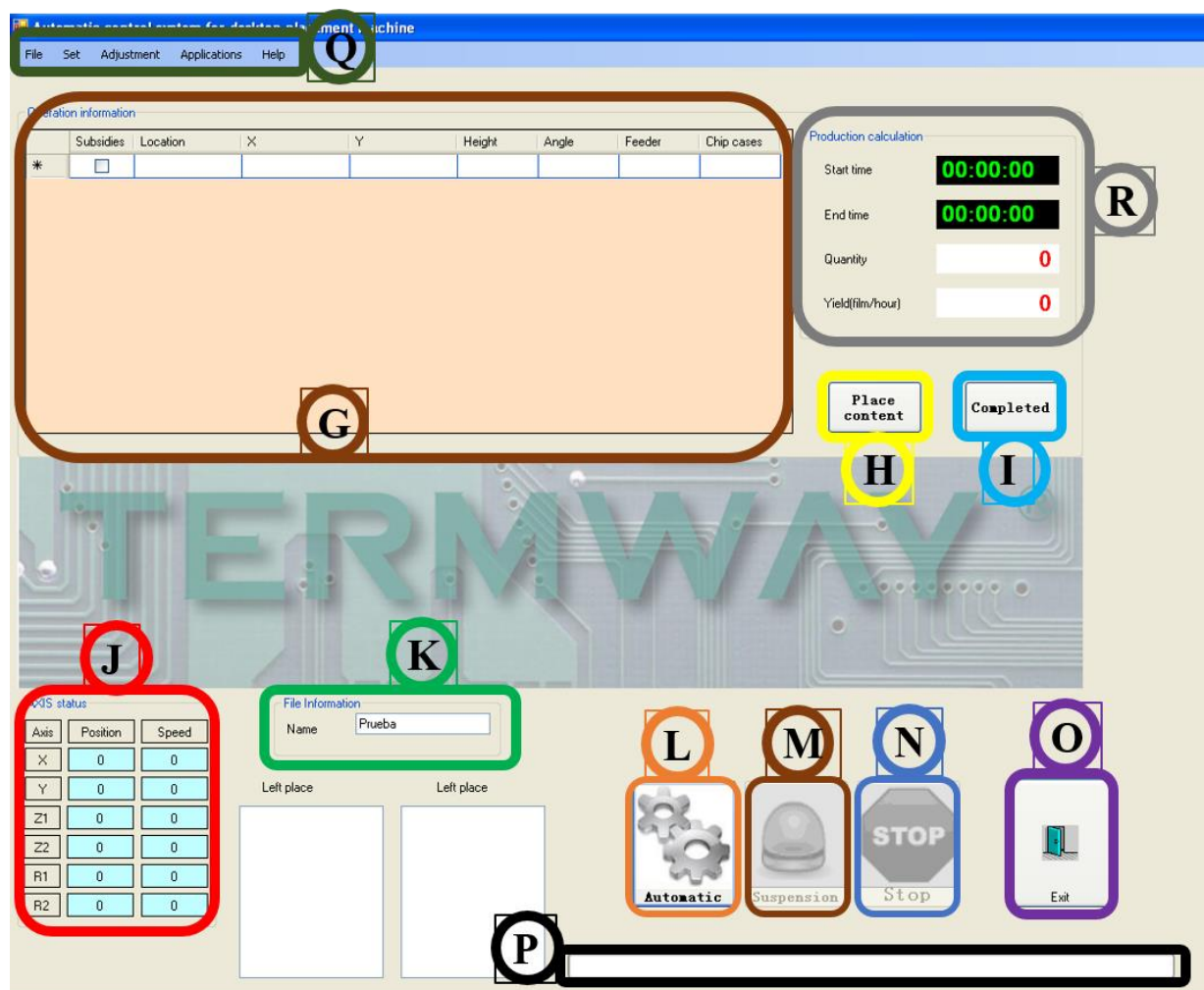


Figura 12. Ventana de configuración TP220.

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

- G. Información del procedimiento (Coordenadas, componentes, ubicación y cantidad).
- H. Place Content (colocar contenido): Este botón sirve para colocar la configuración establecida en el proyecto.
- I. Completed (Completado): Este botón permite finalizar el proceso de configuración de la máquina.
- J. Estado de la máquina en los tres ejes (X, Y, Z).
- K. Nombre del proyecto.
- L. Automatic (Automático): Con este botón se inicia el proceso de retirar y poner los componentes.
- M. Suspensión: Con este botón se pausa el procedimiento parcialmente.
- N. Stop (Parar): Con este botón se detiene el procedimiento y se vuelve al punto de inicio.
- O. Exit (Salir): Con este botón se sale del programa.
- P. Barra que muestra el progreso en el procedimiento.
- Q. Barra de menús desplegables.
- R. Calculo del tiempo del proceso.

Para la configuración del procedimiento se van a explicar brevemente las opciones de la barra de menús desplegables que se muestra en la figura 13.

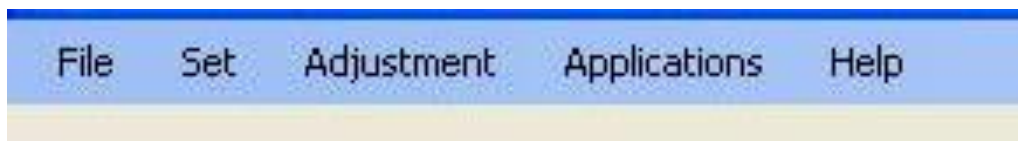


Figura 13. Ventana de configuración TP220.

# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

## Menú desplegable File (Archivo)

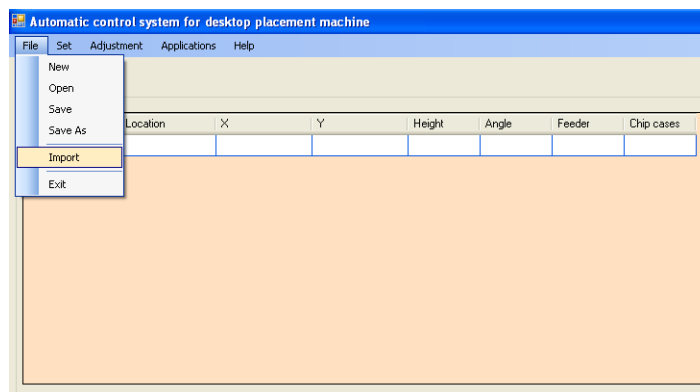


Figura 14. Menú desplegable File(Archivo).

En esta opción se encuentran las opciones expuestas en la siguiente tabla.

| <b>Menú File(archivo)</b> |   |
|---------------------------|---|
| <b>Nombre</b>             | <b>Descripción</b>  |
| New (Nuevo)               | Genera una nueva ventana para realizar un proyecto nuevo.   |
| Open (Abrir)              | Permite abrir un archivo hecho y organizado en el software. Solo admite archivos con extensión .Xip           |
| Save (Guardar)            | Guarda las configuraciones realizadas con el software en un archivo con extensión .Xip existente.             |
| Save As (Guardar Como)    | Guarda las configuraciones realizadas con el software en un archivo nuevo con extensión .Xip.                 |
| Import (importar)         | Permite importar archivos con extensión .txt donde se alojan las coordenadas de los componentes del circuito. |

# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| Exit (salir) | Sale del programa. |
|--------------|--------------------|

Tabla 1. Tabla de opciones del menú File (Archivo)

## Menú desplegable Set (Ajuste)

En la figura 15 se muestra el menú desplegable Set(Ajuste).

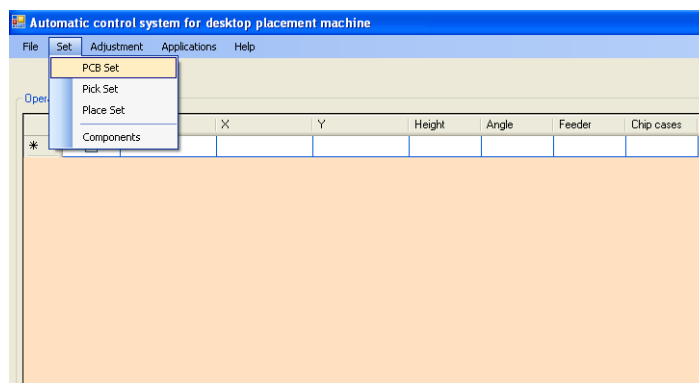


Figura 15. Menú desplegable Set(Ajuste).

Se describen las configuraciones que se encuentran en el menú SET.

## PCB set (ajuste PCB)

Esta opción permite realizar la configuración de las coordenadas en las que está ubicada la PCB y se realiza en la pantalla que se muestra en la figura 16.

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

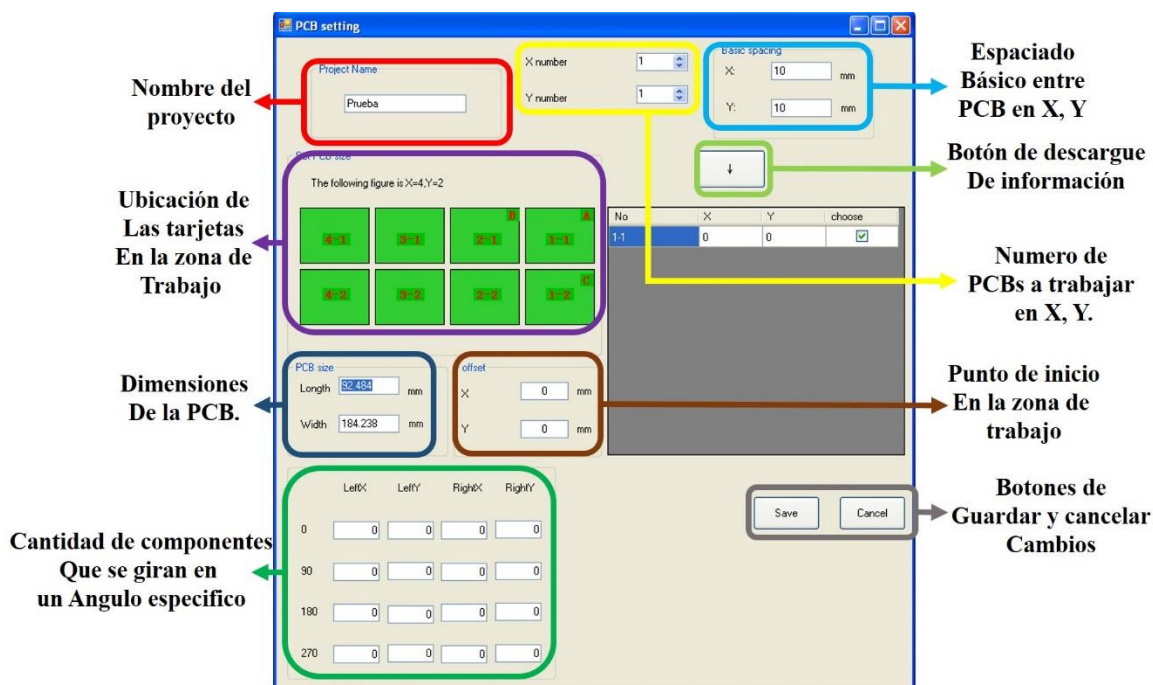


Figura 16. Ventana del menú PCB set.

Con esta ventana se puede configurar el número de placas en las que se va a trabajar (**recuadro amarillo**), el espacio existente entre las placas (**recuadro azul claro**), las dimensiones de la placa (**recuadro azul oscuro**), las coordenadas de inicio entre las placas (**recuadro café**). Se encuentran datos del proyecto como el nombre en el **recuadro rojo** y la cantidad de componentes que se posicionan en la PCB con un ángulo específico (**recuadro verde oscuro**).

Cabe resaltar que la ubicación de las PCB y los componentes se puede realizar desde el menú Place Set (ajustar lugar).



# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

## Pick Set (Ajuste de selección)

Esta opción permite realizar la configuración de las coordenadas de los brazos de soporte, en los cuales están alojados los componentes SMD. En la figura 17 se muestra la ventana de configuración con la señalación de sus respectivas partes.

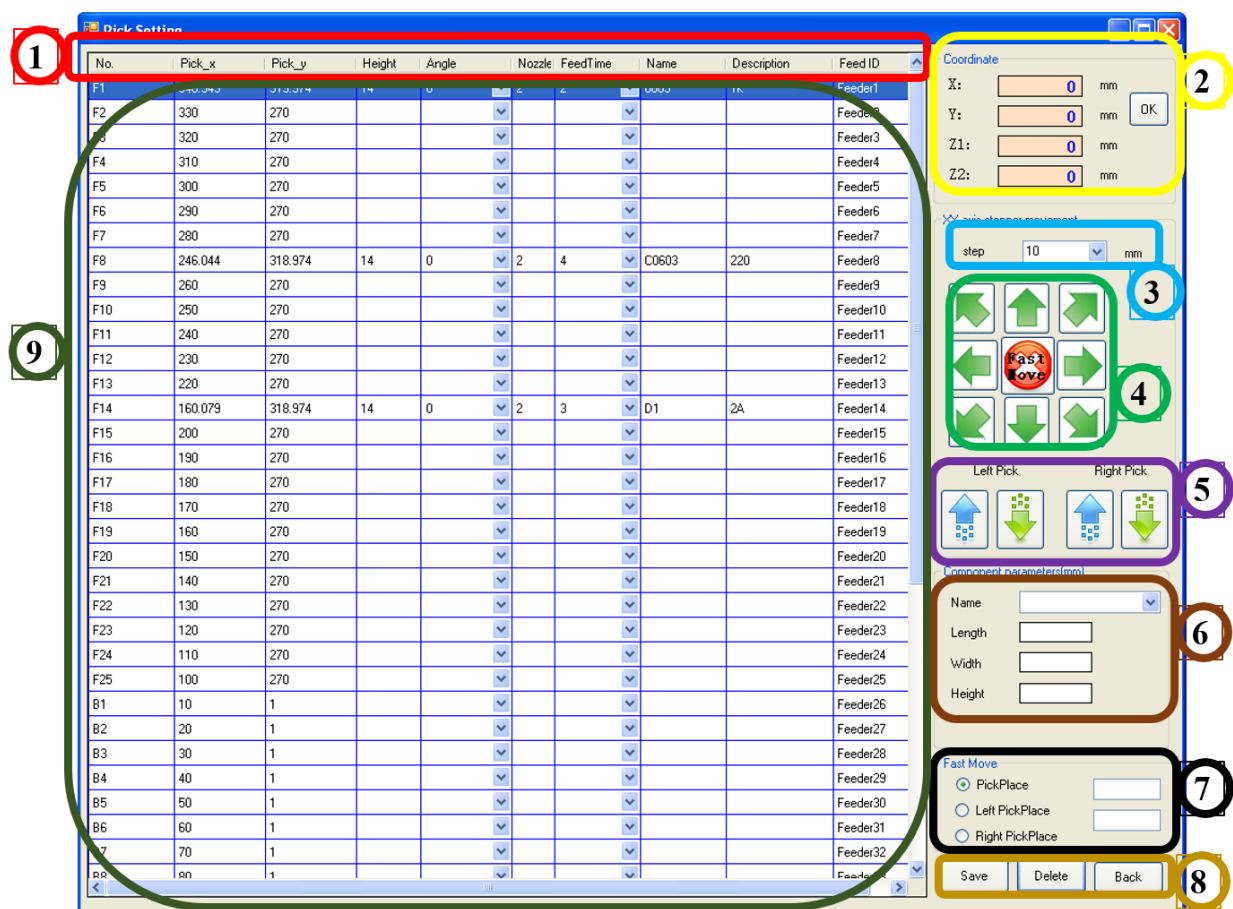


Figura 17. Ventana de Pick Set (Ajuste de selección).

1. Nombre de las opciones de configuración.
2. Son las coordenadas en las que se encuentra la máquina y un botón de aceptar (Ok) que ingresa los valores automáticamente en la tabla.

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

3. Es la distancia en milímetros que va a moverse la máquina al oprimirle el botón.
4. Botones de flechas que permiten mover la máquina en la dirección específica.
5. Botones de flechas que permiten subir y bajar las boquillas de la máquina.
6. Son los datos necesarios para agregar un nuevo componente a la lista.
7. En esta opción se elige el modo de trabajo de la pick ad place.
8. Botones que sirven para **Save** (guardar), **Delete** (borrar) o **Back** (devolver a un punto anterior) la configuración.
9. Son los datos de los componentes incluyendo la ubicación en los ejes X, Y, la altura, la inclinación, la boquilla y el brazo en el que se encuentran alojados.

### **Set Place (Ajustar lugar)**

Esta opción permite realizar la configuración de las coordenadas donde van a ubicarse los componentes SMD en la PCB. En la figura 18 se muestra la ventana de configuración del ajuste de lugar y sus respectivas partes.

# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

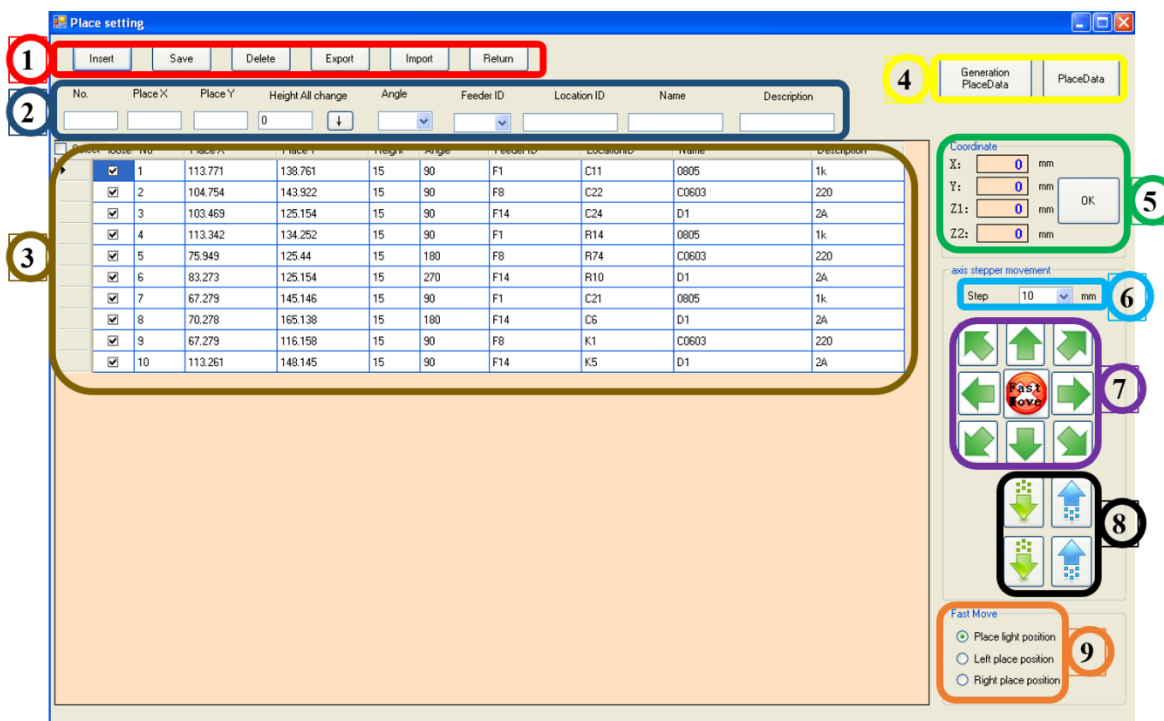


Figura 18. Ventana de Set Place (Ajuste de lugar).

1. Botones de **insert** (insertar), **Save** (Guardar), **Delete** (Borrar), **Export** (Exportar), **import** (importar) y **return** (Retornar), estos botones permiten configurar la posición de descargue de los componentes.
2. Son los datos necesarios para agregar un nuevo componente a la lista.
3. Es la información de los componentes incluyendo la ubicación en los ejes X, Y, la altura, la inclinación, el número del brazo de soporte, el nombre del componente y la descripción.
4. Botones de generación de datos en la tabla. **Generation Place Data** (Generación de datos del lugar) para generar los que vienen por defecto en el archivo o proyecto y **Place Data** (datos del lugar) para agregar una nueva ubicación de un componente.
5. Coordenadas en las que se encuentra la máquina y un botón de aceptar (Ok) que ingresa los valores automáticamente en la tabla.

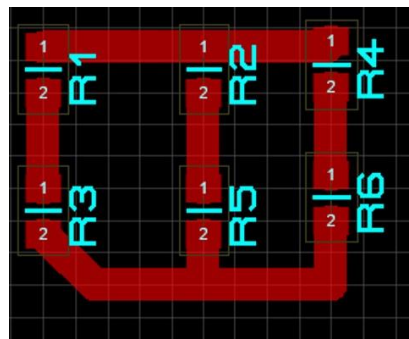
## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MENÚ

6. Es la distancia en milímetros que va a moverse la máquina al oprimirle el botón.
7. Botones de flechas que permiten mover la máquina en la dirección específica.
8. Botones de flechas que permiten subir y bajar las boquillas de la máquina.
9. En esta opción se elige el modo de trabajo de la pick ad place.

## PRACTICA #1

### Ubicación de los componentes en una PCB con la Pick and Place TP220

Para esta práctica se debe realizar una simulación en el software “**Protel 99SE**”, ya que este simulador genera un archivo con todos los parámetros necesarios para el uso de esta máquina. Se debe implementar la PCB para componentes de montaje superficial por el método de su elección. En la figura 19 se muestra la simulación del circuito PCB y la placa resultante implementada por una máquina QC-5000.



**Simulación PCB**



**Circuito implementado**

Figura 19. Simulación y PCB para el procedimiento.

Después de haber realizado la PCB es necesario poner pasta de soldadura para que los componentes se adhieran a la Placa. En la figura 20 se muestra la pasta de soldadura usada en el procedimiento.

## PRACTICA #1



Figura 20. Pasta de soldadura. (CHIPQUIK, 2016)

Aplique una pequeña cantidad de pasta de soldadura en los Pads (Almohadillas) donde se ubicarán las resistencias como se muestra en la figura 21.

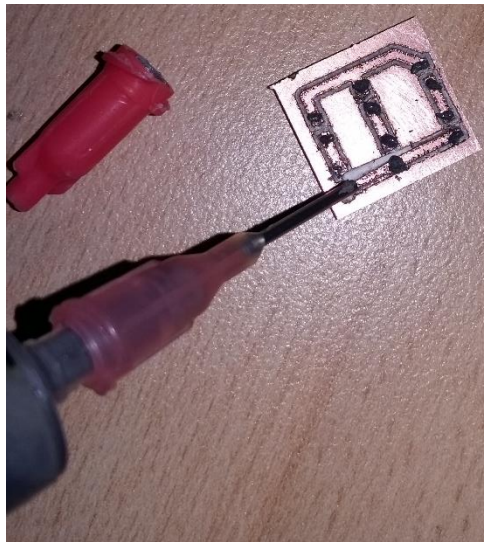


Figura 21. Aplicación de pasta de soldadura.

# PRACTICA #1

Se debe generar un archivo para Pick and Place desde el simulador, este generara un archivo .txt con las coordenadas de los componentes en el circuito como se muestra en la figura 22.

PICKAND: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

| Designator | Footprint | Mid X      | Mid Y      | Ref X      | Ref Y      | Pad X      | Pad Y TB   | Rotation | Comment     |
|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|-------------|
| R6         | AXIAL0.5  | 1257.808mm | 1268.222mm | 1257.808mm | 1274.572mm | 1257.808mm | 1274.572mm | T        | 270.00 RES1 |
| R5         | AXIAL0.5  | 1257.808mm | 1287.018mm | 1257.808mm | 1293.368mm | 1257.808mm | 1293.368mm | T        | 270.00 RES1 |
| R4         | AXIAL0.5  | 1279.652mm | 1268.222mm | 1279.652mm | 1274.572mm | 1279.652mm | 1274.572mm | T        | 270.00 RES1 |
| R3         | AXIAL0.5  | 1279.652mm | 1287.018mm | 1279.652mm | 1293.368mm | 1279.652mm | 1293.368mm | T        | 270.00 RES1 |
| R2         | AXIAL0.5  | 1294.892mm | 1268.222mm | 1294.892mm | 1274.572mm | 1294.892mm | 1274.572mm | T        | 270.00 RES1 |
| R1         | AXIAL0.5  | 1294.892mm | 1287.018mm | 1294.892mm | 1293.368mm | 1294.892mm | 1293.368mm | T        | 270.00 RES1 |

Figura 22. Coordenadas de los componentes del circuito para la Pick and Place.

Para situar los componentes en el brazo se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Coloque el rollo de componentes en el soporte de rollo como se muestra en la figura 23.



Figura 23. Rollo de componentes en el soporte.

- Sostenga la tira de componentes y deslícela por las zonas señaladas en la figura 24 para ajustar los componentes al brazo.

## PRACTICA #1

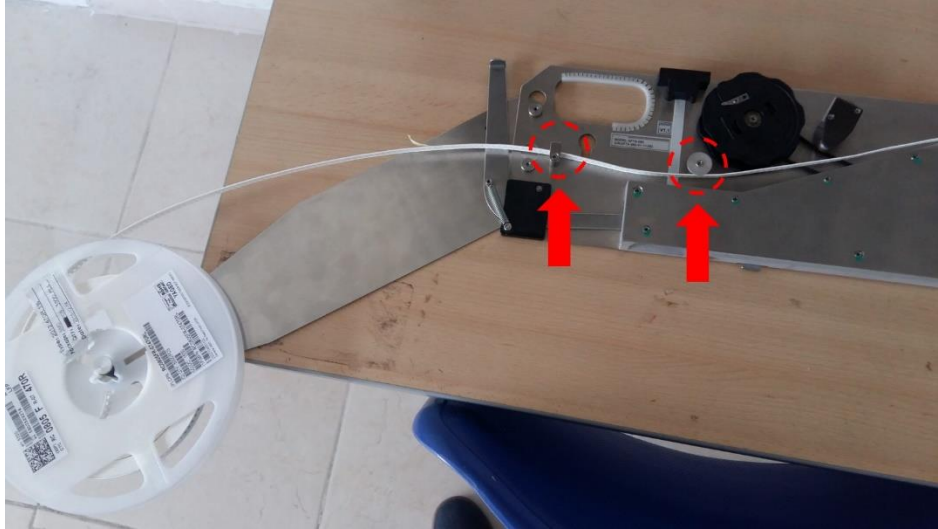


Figura 24. Zonas de ajuste de componentes al brazo.

- c. Mueva el seguro de prendedor como se señala con la flecha roja y levante el prendedor como se señala con la flecha azul que ajusta los componentes como se visualiza en la figura 25.

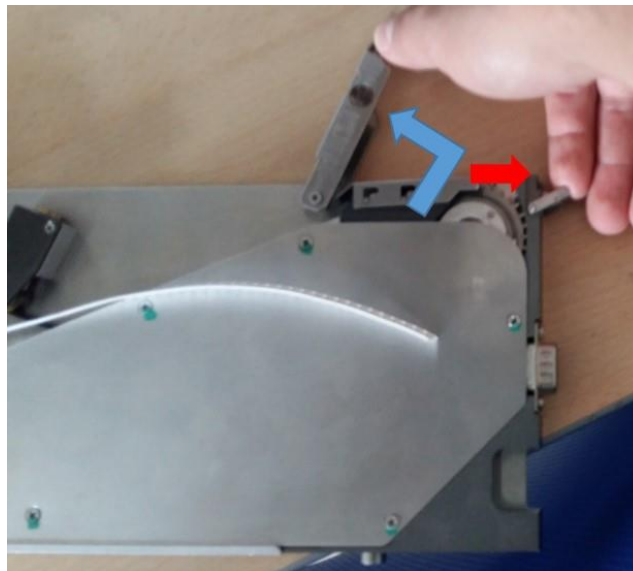


Figura 25. Seguro de prendedor y prendedor de ajuste.



## PRACTICA #1

- d. Deslice la tira de componentes por debajo del prendedor y levante la capa plástica superior de la tira de componentes provenientes de rollo como se muestran en la figura 26.



Figura 26. Posición correcta de la tira de componentes.

- e. Posicione la tira de componentes introduciendo los huecos de la tira de componentes en el piñón del brazo de soporte como se muestra en la figura 27.



Figura 27. Introduzca los huecos de la tira en el piñón del brazo.

- f. Pase la tira por la hendidura del prendedor, cierre el prendedor ajustándolo y asegúrese de sacar la tira de plástico por la fisura en el prendedor señalada con la flecha roja ver figura 28.

## PRACTICA #1



Figura 28. Componentes correctamente puestos en el brazo de soporte.

- g. Empuñe el brazo y empuje la palanca de acoplamiento con la dirección de la flecha para subir el seguro del brazo como se ve en la figura 29.



Figura 29. Palanca de acoplamiento y seguro del brazo.

- h. Coloque el brazo de soporte en el canal de la máquina que se va a utilizar y luego de ubicarlo suelte la palanca de acoplamiento.
- i. Asegúrese que el brazo de soporte quedo ajustado como se visualiza en la figura 30.

## PRACTICA #1

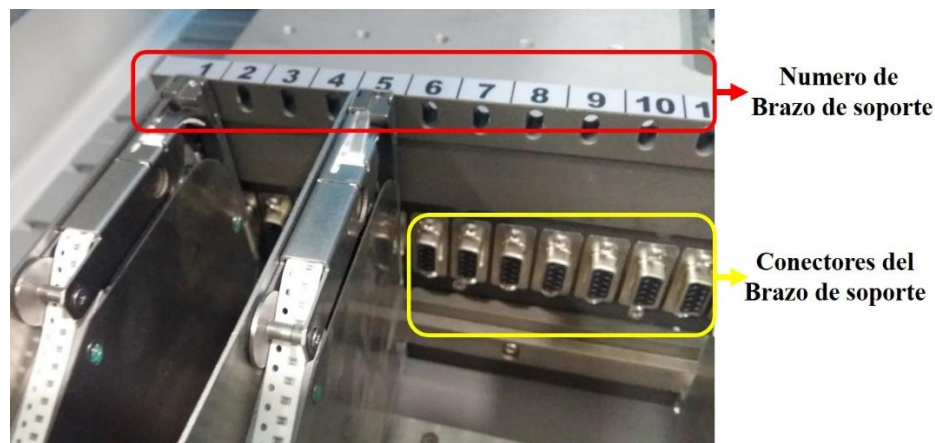


Figura 30. Brazo de soporte ubicado en la máquina Pick and Place.

**NOTA:** Los botones del brazo de soporte sirven para mover la tira de componentes hacia adelante y hacia atrás. Por motivos de seguridad se tiene un botón que cambia el sentido de dirección, en otras palabras, solo se puede mover la tira de componentes en una dirección a la vez y para cambiar de dirección se oprime el botón de cambio de sentido y posteriormente el botón de la dirección (adelante o atrás). Visualice la figura 31 para ver los botones de acción del brazo de soporte.



Figura 31. Botones del brazo de soporte.

- j. Oprima los botones de acción del brazo de soporte hacia adelante y verifique que el procedimiento sea exitoso.

## PRACTICA #1

Ahora siga los pasos para realizar la practica en la Pick and Place TP220.

1. Ubiqué la PCB con pasta de soldadura en la máquina como se muestra en la figura 32.

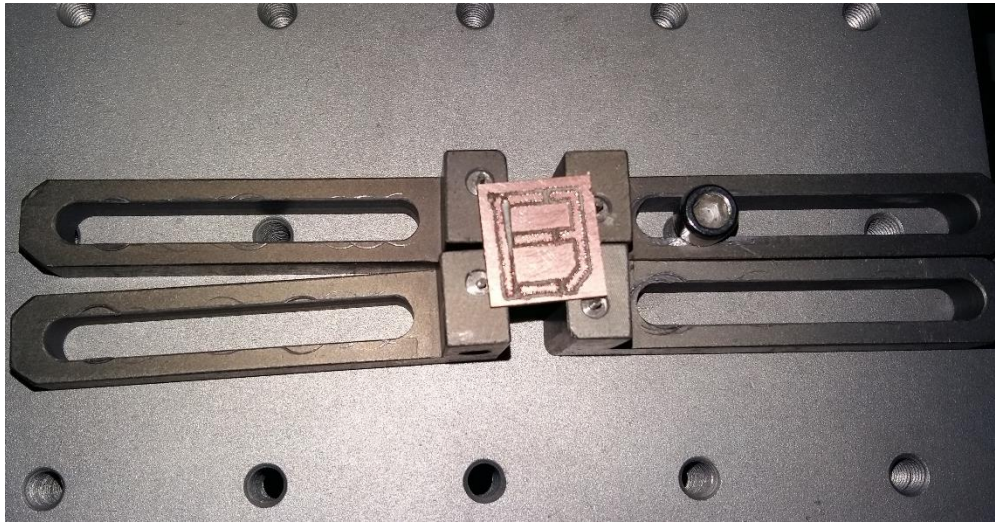


Figura 32. Ubicación de la PCB en la maquina Pick and Place TP220.

2. Ejecute el programa TP220.
3. En la ventana de inicio pulse el botón **Zero Reset** (retorno a cero) que está señalado con una flecha en la figura 33 para que la máquina vuelva al punto de inicio.

# PRACTICA #1

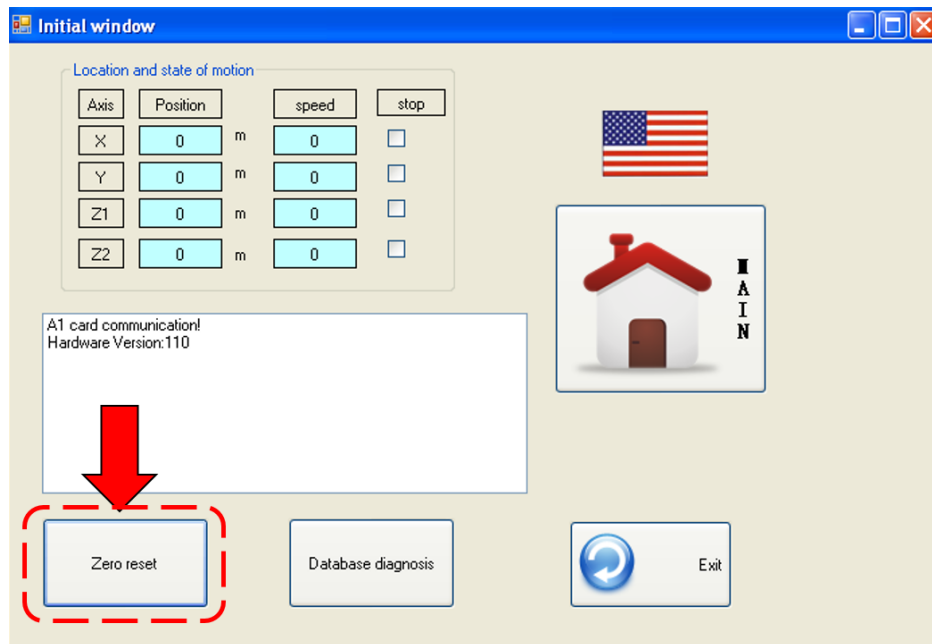


Figura 33. En la ventana inicial pulse Zero Reset.

4. Cuando la máquina se ubicó en el punto de inicio pulse el botón **MAIN** que se señala en la figura 34.

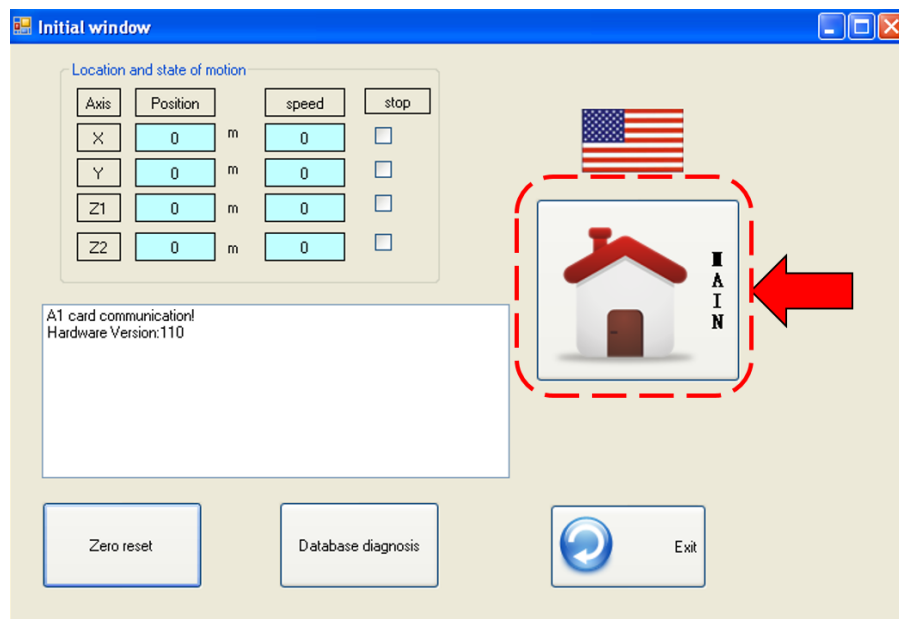


Figura 34. En la ventana inicial pulse **Main**.

## PRACTICA #1

5. En la ventana principal ingrese al menú desplegable **File** y pulse en la opción **Import** que se muestra en la figura 35.

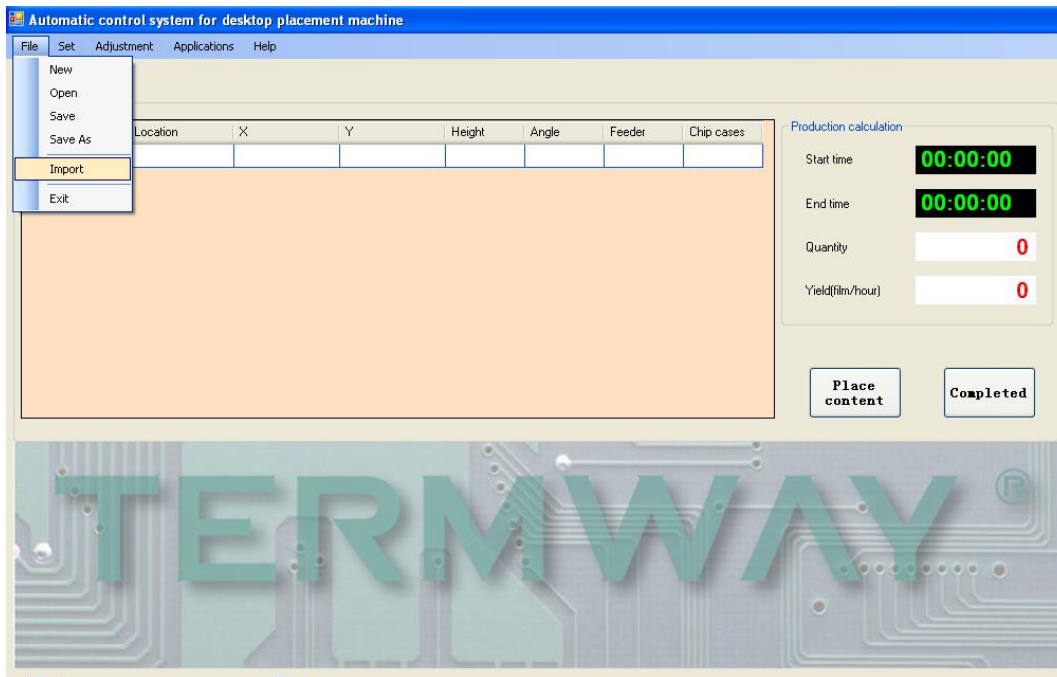


Figura 35. En la ventana principal menú desplegable **File** opción **Import**.

6. Aparece una ventana de nombre “**Coordenates into**”, en ella pulse el botón **Open TXT** como está señalado en la figura 36.

# PRACTICA #1

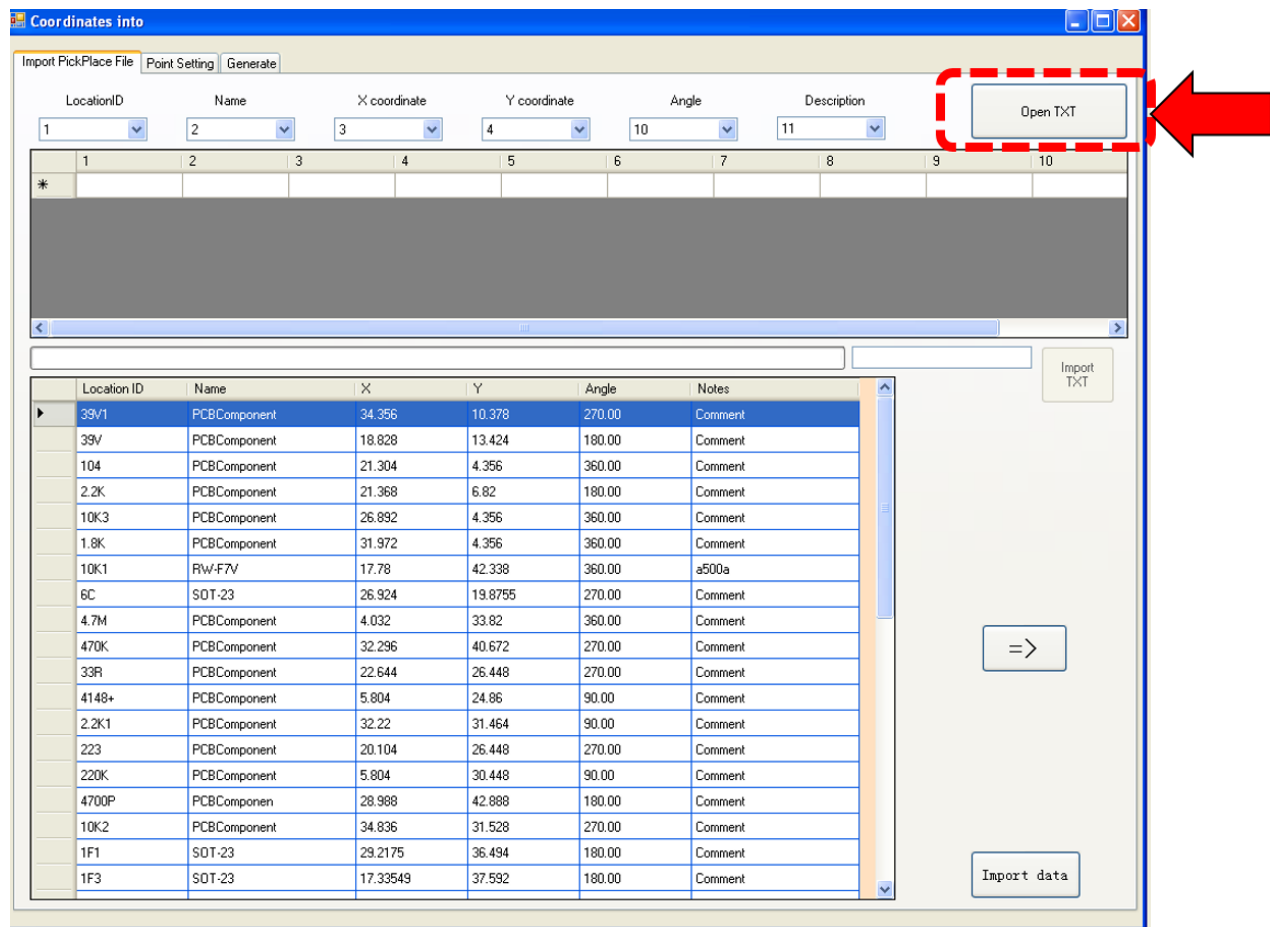


Figura 36. Ventana **Coordinates Into**.

7. Busque la ubicación del archivo .txt que se generó en el software Protel 99SE para la máquina Pick and Place y pulse **Open** (abrir).
8. Pulse el botón **Import TXT** que se muestra en la figura 37.

# PRACTICA #1

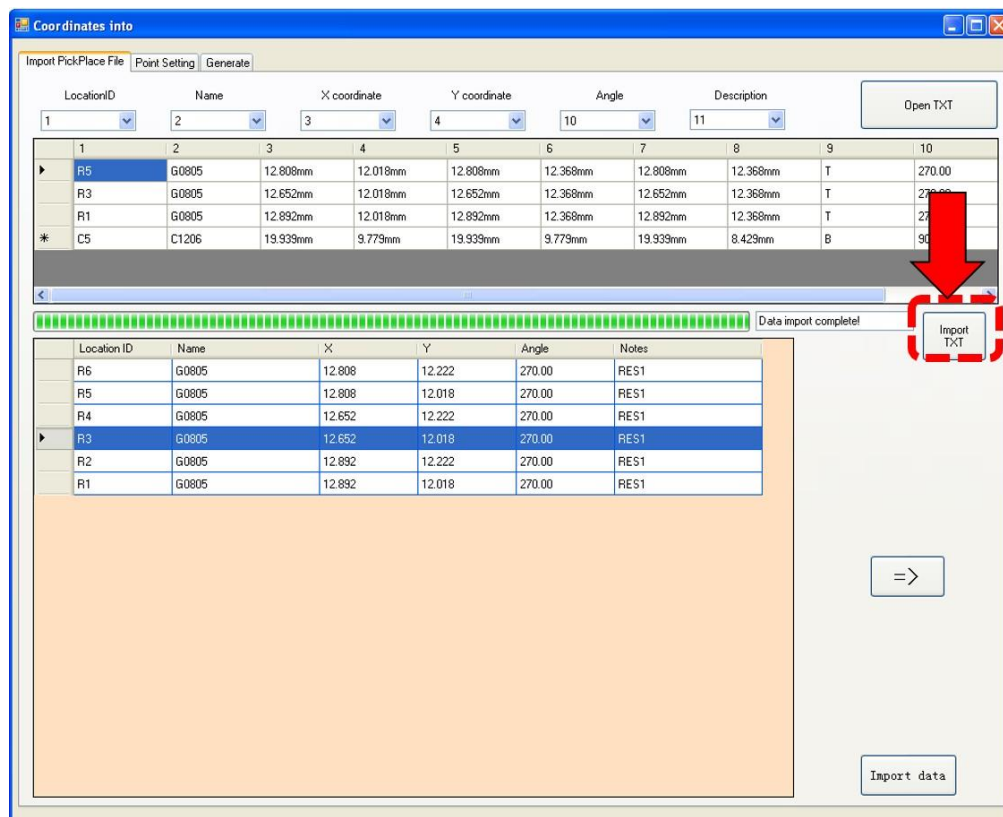


Figura 37. Señalización del botón **import txt** en la ventana.

9. Espere a que culmine el proceso y pulse el botón **import Data** que se indica en la figura 38.



# PRACTICA #1

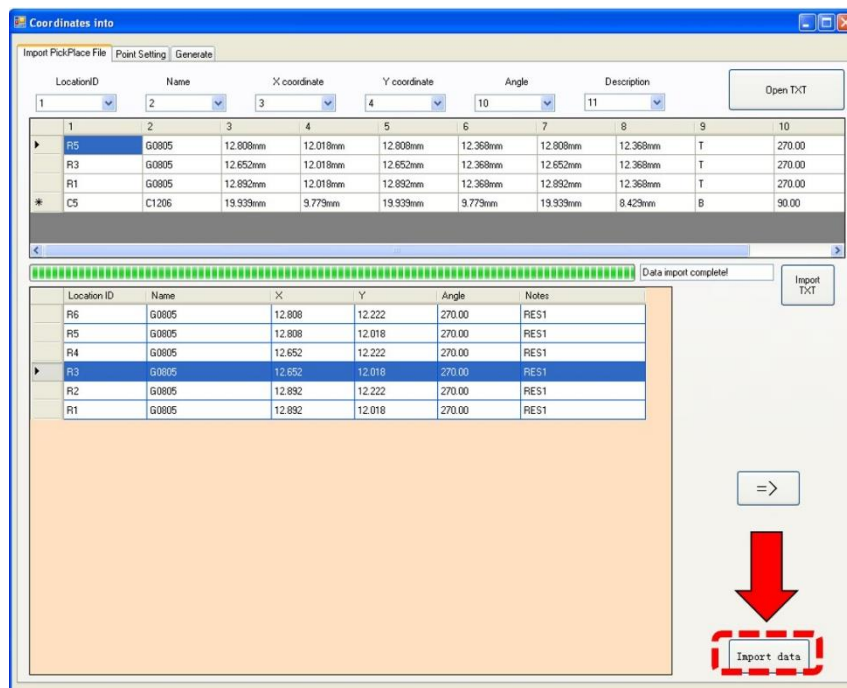


Figura 38. Señalización del botón **import data** en la ventana.

10. Seleccione los componentes que va a ubicar y presione el botón de flecha que está señalado con rojo ver figura 39.

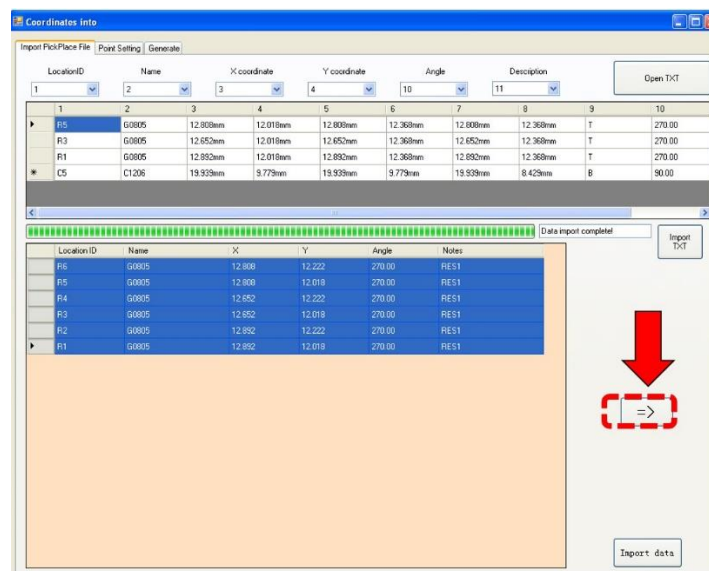


Figura 39. Selección de componentes a usar y botón de flecha.

# PRACTICA #1

11. Aparece otra ventana nueva con los componentes a usar como se muestra en la figura 40.

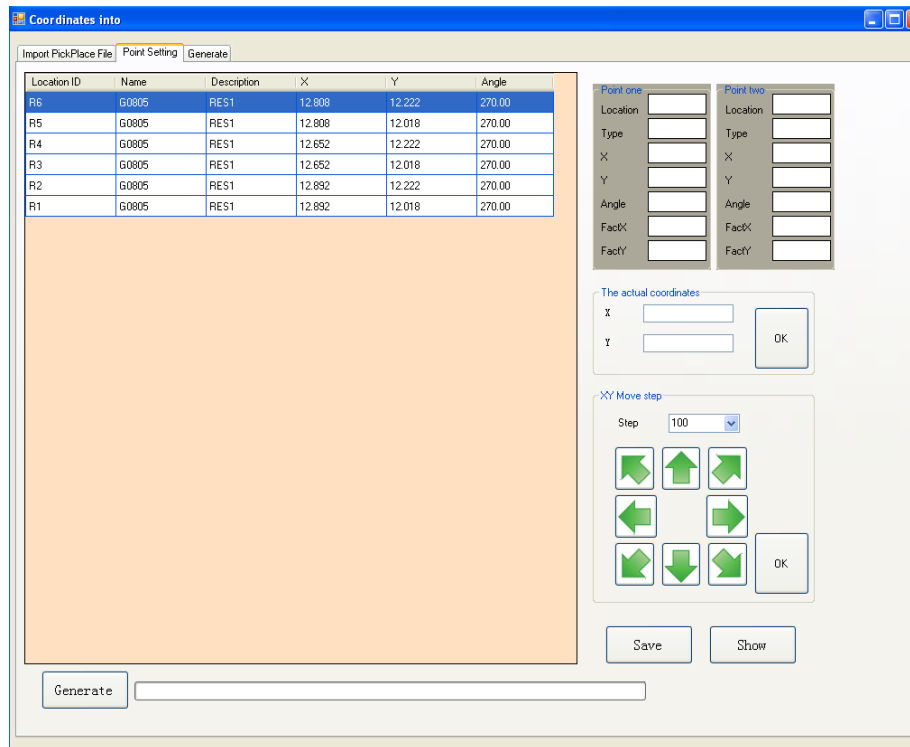


Figura 40. Ventana de ubicación de los componentes.

12. Ahora se deben ubicar dos componentes del listado en el punto exacto donde serán depositados, esto con el fin de servir de guía para la máquina. Clic izquierdo en el menú que se señala con la línea punteada roja en la figura 41.

# PRACTICA #1

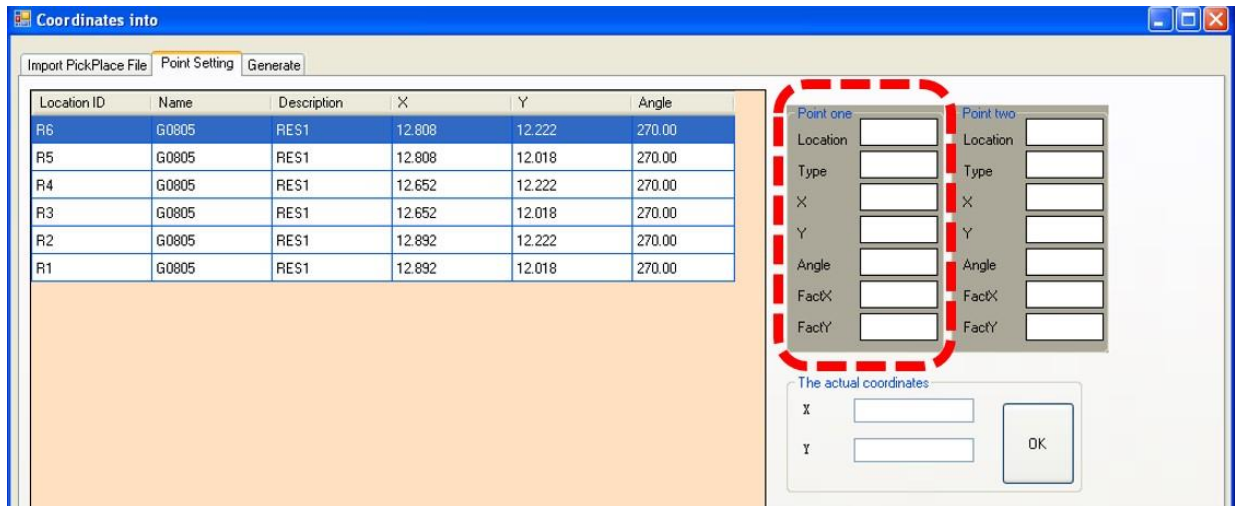


Figura 41. Selección del primer componente a ubicar.

13. Seleccione el componente. Los datos del mismo aparecerán en la pantalla como señala el recuadro de color rojo en la figura 42.

# PRACTICA #1

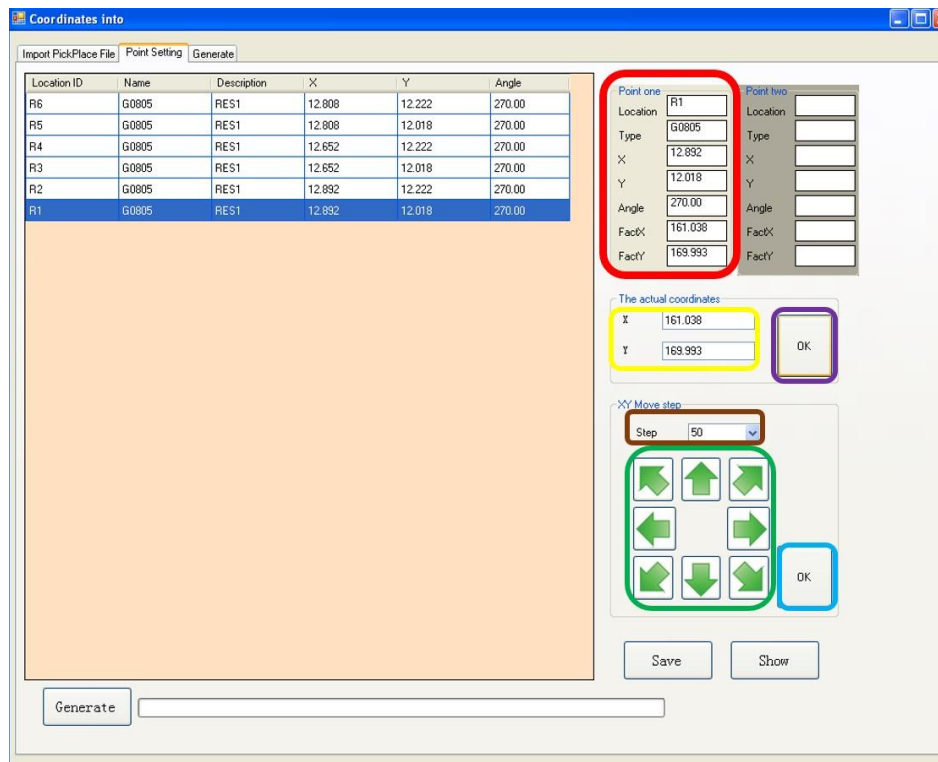


Figura 42. Configuración para la ubicación del primer componente.

14. Ahora mueva la máquina con las flechas señaladas con un recuadro verde en la figura 42.
15. Desplace la máquina hasta que visualice en la pantalla de visión en tiempo real el lugar donde va ubicado el componente. En la figura 43 se muestra la pantalla de visión en tiempo real con las ubicaciones donde se debe poner la máquina.

## PRACTICA #1

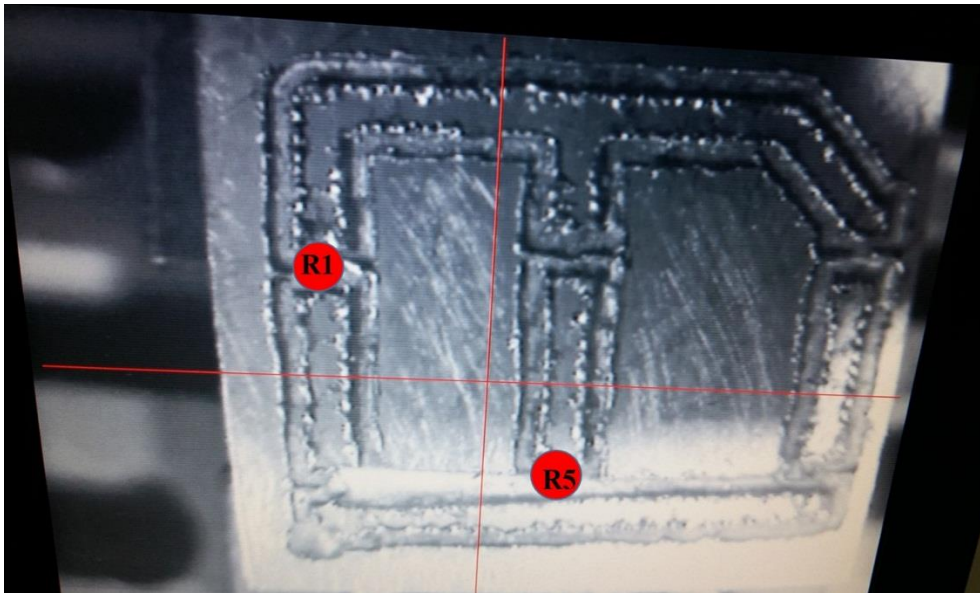


Figura 43. Ubicación del primer componente en la pantalla de visión en tiempo real.

16. Seleccione el botón Ok que está señalado con un recuadro de color azul claro de la figura 42.
17. En el recuadro de color amarillo de la figura 42 se visualizarán las coordenadas obtenidas.
18. Pulse el botón Ok señalado con el recuadro de color morado en la figura 42.
19. Ahora pulse sobre la opción del segundo componente. Ver recuadro seleccionado de la figura 44.

# PRACTICA #1

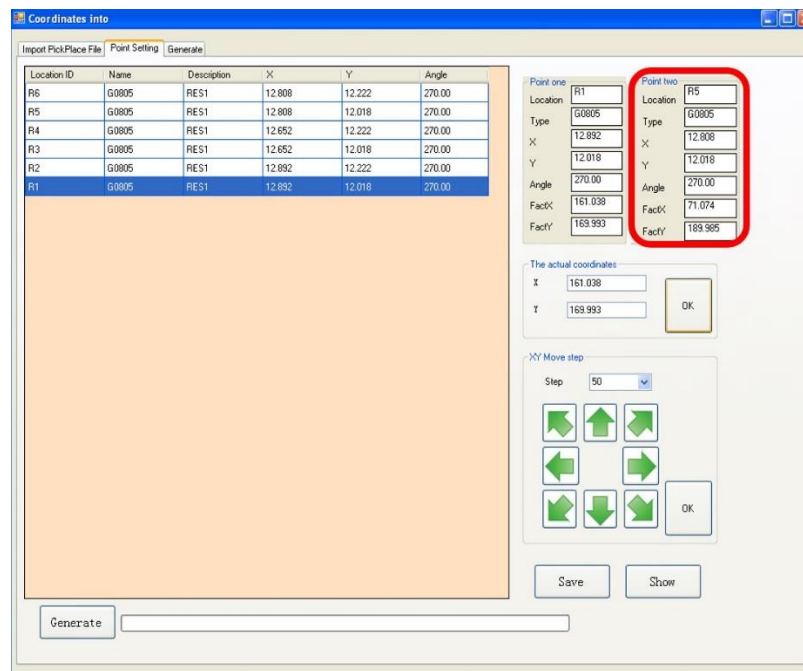


Figura 44. Configuración para la ubicación del segundo componente.

20. Repita los pasos desde el 12 hasta el 17 seleccionando otro componente distinto, para este caso particular la “R5”.
21. Pulse el botón **save** (Guardar).
22. Pulse el botón **Generate** (Generar).
23. Aparece una nueva pantalla que se visualiza en la figura 45.
24. Pulse el botón **Generate Data** (Generar datos) del recuadro color rojo en la figura 45.
25. Aparecerán los componentes como se ven en el recuadro amarillo de la figura 45. A continuación pulse el botón **Into the Discharge** (ingrese la descarga) ver recuadro color azul claro.

# PRACTICA #1

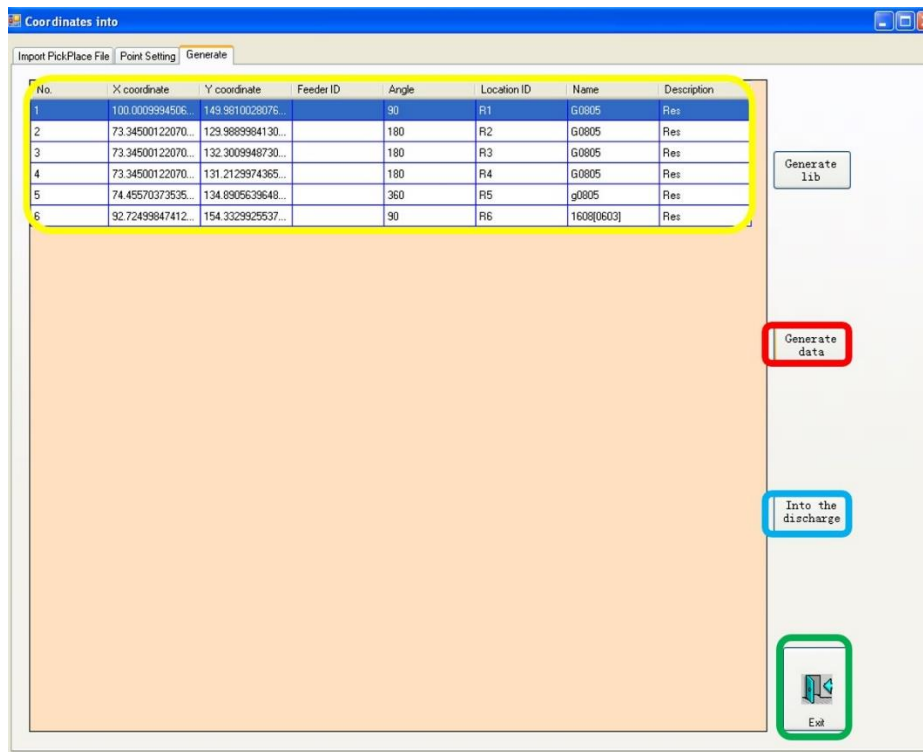


Figura 45. Ventana de generar descarga.

26. Pulse el botón **Exit** (salir).

27. En la pantalla principal pulse el botón **place content** (información de descargar) como se señala el recuadro rojo en la figura 46.

# PRACTICA #1

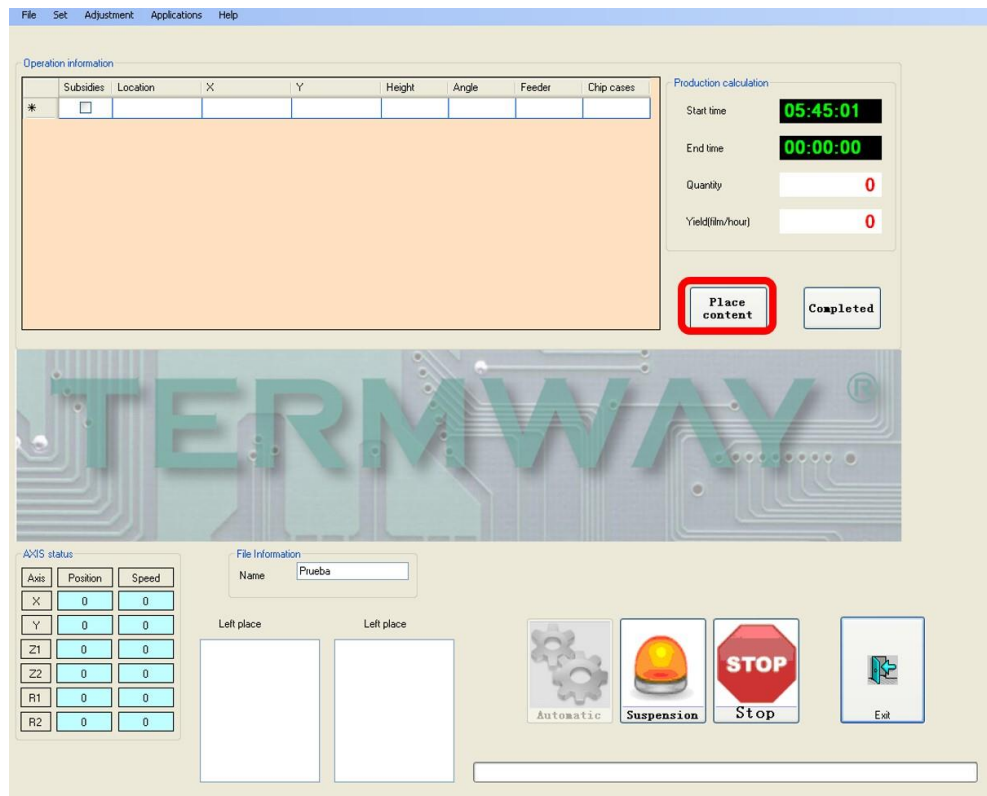


Figura 46. Ventana de principal señalando el botón **Place Content**.

28. Aparecerán los componentes con todos los datos necesarios para realizar el procedimiento como se muestra en el recuadro verde de la figura 47.



# PRACTICA #1

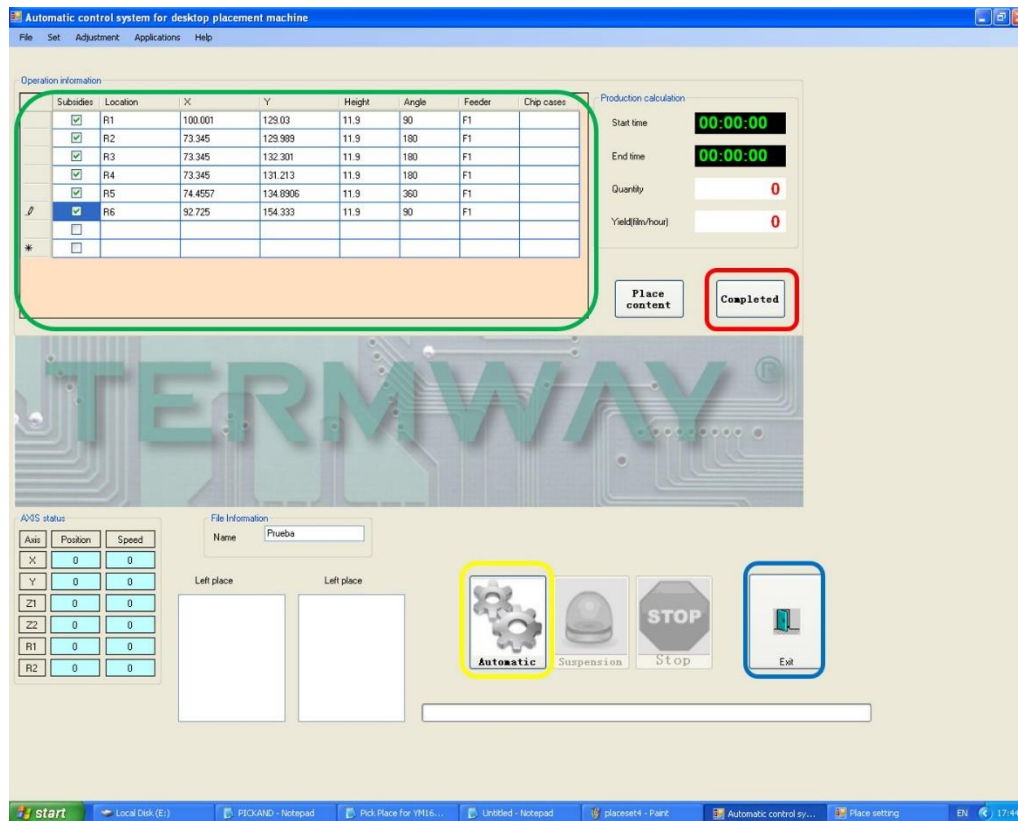


Figura 47. Ventana de principal señalando el botón **Place Content**.

29. Pulse el botón **completed** (Completado).

30. Pulse el botón **automatic** (automático).

31. La máquina empezara a realizar el procedimiento sobre la baquela como observa en la figura 48.

## PRACTICA #1

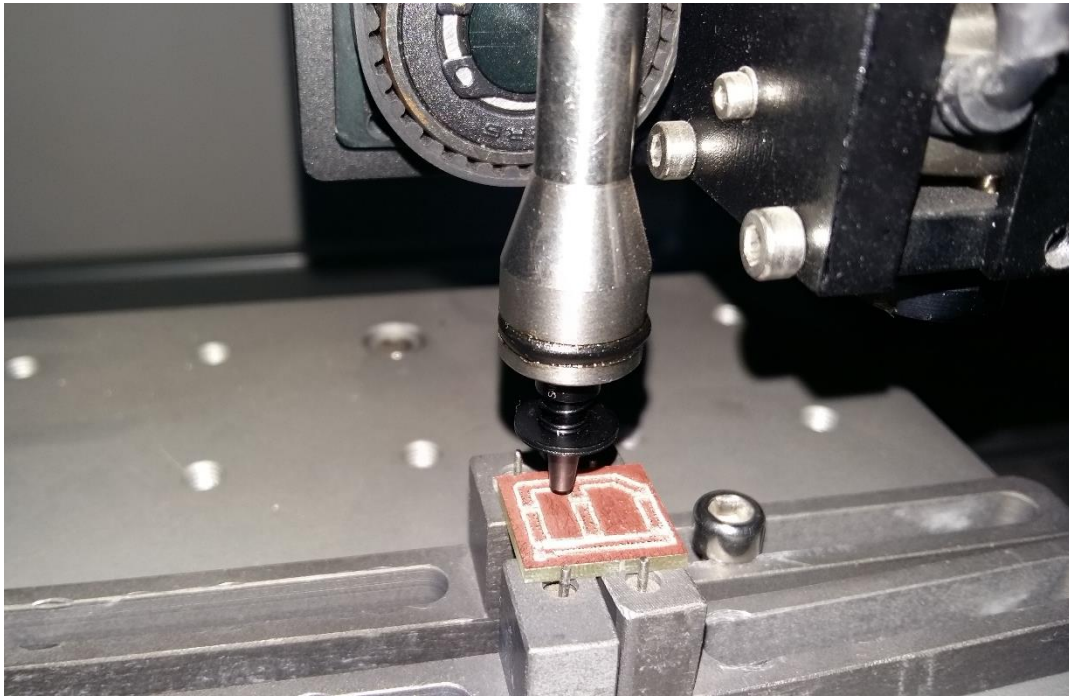


Figura 48. Pick and Place TP220 poniendo los componentes en la PCB.

32. Cuando el proceso termine y la máquina se posicione en el punto de inicio retire la PCB con los componentes.
33. Coloque la PCB en el horno de rayos infrarrojos T962-A. diríjase al **manual de usuario del horno T962-A** que se muestra en la figura 49.

# PRACTICA #1



Figura 49. Horno infrarrojo T962-A.

34. Saque la PCB del horno.
35. Final del proceso. En la figura 50 se muestra la PCB con los componentes de superficie (Resistencias).

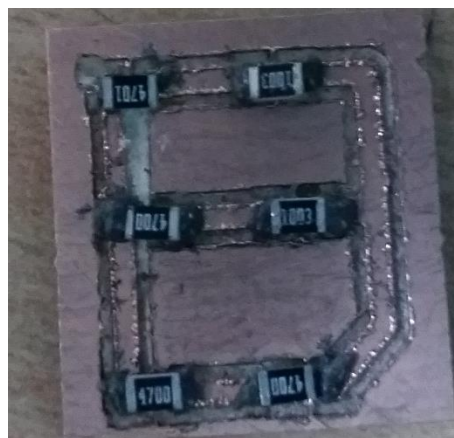


Figura 50. PCB resultante.

# REFERENCIAS

## Bibliografía

*CHIPQUIK*. (15 de 07 de 2016). Obtenido de CHIPQUICK:  
[http://www.chipquik.com/store/product\\_info.php?products\\_id=440001](http://www.chipquik.com/store/product_info.php?products_id=440001)

# ANEXO 13

# Quick Circuit Systems

## User's Manual

Developed and Manufactured by:



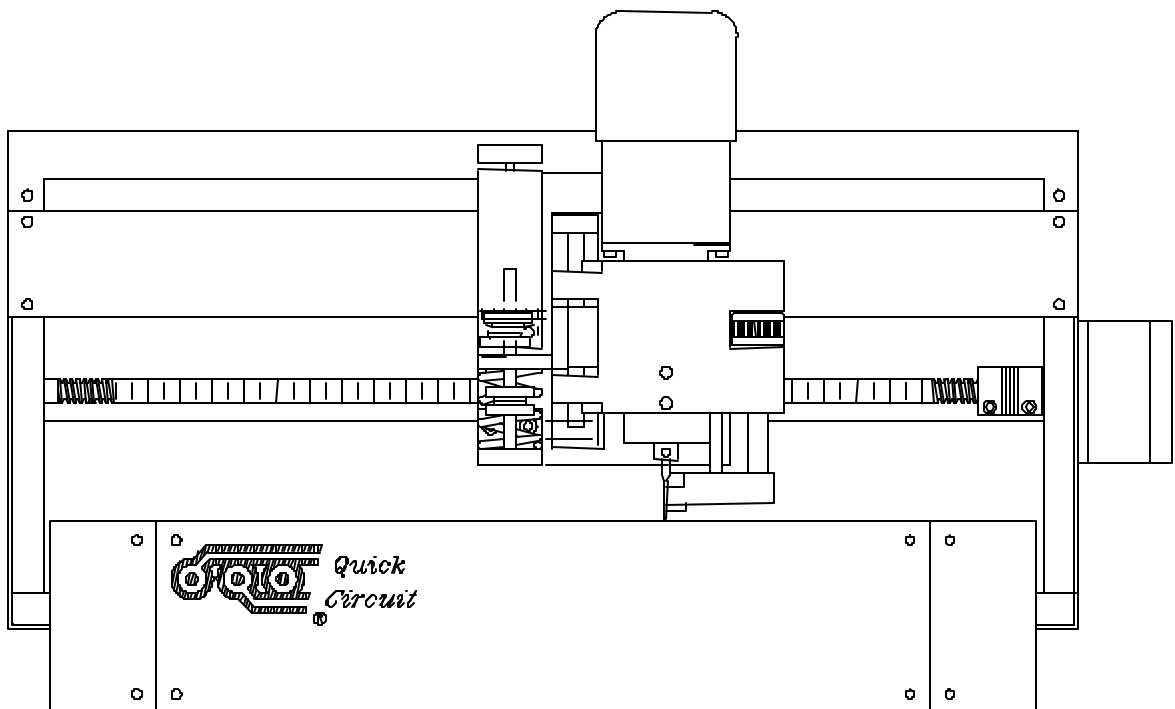
**T-Tech, Inc.**

5591-B New Peachtree Road  
Atlanta, GA 30341

TEL (770)455-0676 FAX (770)455-0970

[www.t-tech.com](http://www.t-tech.com)

[info@t-tech.com](mailto:info@t-tech.com)



**Version 3.0**

**Revision A**

**Published by:**

**T-Tech, Inc.  
5591 B New Peachtree Road  
Atlanta, GA 30341**

**Phone: 770-455-0676  
Fax: 770-455-0970  
Internet: <http://www.t-tech.com>  
[info@t-tech.com](mailto:info@t-tech.com)**

**Copyright 1990-2001**

Dear User:

If you have a suggestion on how a particular aspect of the Quick Circuit System might be improved, please send or e-mail a description of your ideas to T-Tech, Inc. Any thoughts or articles would be appreciated.

Correspondence may be sent to:

T-Tech, Inc.  
Quick Circuit Technical Support  
5591 B New Peachtree Road  
Atlanta, GA 30341

Tel: 770-455-0676  
Fax: 770-455-0970

[info@t-tech.com](mailto:info@t-tech.com)





---

## REGISTRATION SHEET

Thank you for purchasing your Quick Circuit Prototyping System. Please take a few moments to fill out and return this card to T-Tech, Inc. This will ensure that your warranty will be in effect. In addition, by registering as a Quick Circuit end user, T-Tech will be able to supply you with future system updates.

Name \_\_\_\_\_

Company Name \_\_\_\_\_

Address \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Phone Number \_\_\_\_\_

Fax Number \_\_\_\_\_

E-Mail address \_\_\_\_\_

IsoPro / Isolator Software Serial Number \_\_\_\_\_  
(Labeled on Key)

Quick Circuit Serial Number \_\_\_\_\_

AMC2500 Serial Number \_\_\_\_\_

**Mail to:**

**T-Tech, Inc.  
5591 B New Peachtree Road  
Atlanta, GA 30341**

**Or Fax to: (770) 455-0970**

---

**TABLE OF CONTENTS**

**INTRODUCTION.....1**

- Quick Circuit System Description ..... 1
  - Optional High-Speed Spindle .....2
  - Air Cylinder Configuration.....2
- Electrical System Description..... 2
- IsoPro Software Description..... 3

**BEFORE YOU BEGIN .....4**

- Unpacking Check Lists..... 4
  - Quick Circuit System .....4
  - Standard Package of Materials .....5
  - Optional Clean Room Vacuum System.....7
- Training..... 7
- Hardware and Software Contract..... 7
- Needed Equipment..... 7
  - Computer Requirements .....8

**INSTALLATION.....9**

- Hardware Installation..... 9
  - Setting Up Your Computer .....9
  - Connecting the Communication Cables .....9
  - Setting up the Air Cylinder.....10
  - Connecting the Optional Vacuum System.....11
  - Setting Up the High-Speed Spindle Power Converter .....14
  - Connecting Power.....15
- IsoPro Software Installation..... 15

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ISOPRO SOFTWARE TUTORIAL .....</b>              | <b>17</b> |
| Overview.....                                      | 17        |
| Importing Gerber Data Files .....                  | 18        |
| Working with Layers.....                           | 21        |
| Layer Registration .....                           | 22        |
| Saving Your Work.....                              | 24        |
| Verifying the Aperture List.....                   | 25        |
| Editing the Tool Table .....                       | 26        |
| Changing a Board Entity .....                      | 27        |
| Isolating the Layers .....                         | 29        |
| Remove Redundant Function .....                    | 32        |
| Force Isolation Function.....                      | 34        |
| Expand Pads Function.....                          | 35        |
| Inspecting the Isolations .....                    | 36        |
| Rubbing Out the Base Copper .....                  | 36        |
| Creating the Board Outline.....                    | 38        |
| Creating Text .....                                | 39        |
| "Mill" Drop Down Menu.....                         | 43        |
| Right-Click Menu .....                             | 44        |
| Manual configuration of IsoPro Machine Drive ..... | 45        |
| Additional Features.....                           | 47        |
| <br>   |           |
| <b>QUICK CIRCUIT SYSTEM OPERATIONS .....</b>       | <b>48</b> |
| Initial System Checkout .....                      | 49        |
| Pinning a Board.....                               | 52        |
| Drilling Through-Holes using a Drill Press .....   | 52        |
| Drilling Through-Holes using Quick Circuit.....    | 54        |
| Placing a Board on the Milling Table.....          | 55        |
| Preparing Your *.iso File .....                    | 56        |
| Cutting Tools.....                                 | 57        |

|   |           |
|---|-----------|
| Adjusting the Head Assembly.....                        | 58        |
| Setting the Upper Travel Limit.....                     | 58        |
| Setting the Lower Travel Limit.....                     | 59        |
| Setting the Vacuum Inlet Tube .....                     | 59        |
| Setting the Solenoid Stroke.....                        | 62        |
| Setting the Air Cylinder Travel.....                    | 59        |
| Setting Speed on a the High-Speed Spindle.....          | 59        |
| Setting Tool Height.....                                | 60        |
| Setting Depth of Cut for Drilling .....                 | 60        |
| Drilling Your Board .....                               | 62        |
| Changing a Tool on a Standard Spindle .....             | 63        |
| Changing a Tool on a High-Speed Spindle .....           | 64        |
| Adjusting Depth of Cut for Milling .....                | 65        |
| Setting End Mill Depth of Cut .....                     | 65        |
| Setting the Depth of Cut of a Pointed Milling Tool..... | 66        |
| Milling Your Board .....                                | 68        |
| Milling Text and Symbols.....                           | 69        |
| Adjusting Depth of Cut for Routing .....                | 69        |
| Cutting the Board Outline .....                         | 70        |
| Finishing Your Board .....                              | 70        |
| <b>TROUBLESHOOTING .....</b>                            | <b>71</b> |
| Diagnostics.....  | 73        |
| <b>SERVICE AND MAINTENANCE .....</b>                    | <b>75</b> |
| Schedule of Maintenance.....                            | 75        |
| Lead Screws .....                                       | 75        |
| Linear bearings.....                                    | 75        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>TECHNICAL TIPS .....</b>                       | <b>76</b> |
| Wide Path Milling .....                           | 76        |
| Offsetting the Second Mill Path.....              | 78        |
| Exporting Files to Fit on the Board Material..... | 79        |
| Use of Quick Circuit for Engraving .....          | 80        |
| <b>APPENDIX A .....</b>                           | <b>81</b> |
| Gerber and CAM Essentials .....                   | 81        |
| <b>APPENDIX B .....</b>                           | <b>95</b> |
| License Agreement and Warranty.....               | 95        |

## INTRODUCTION

Congratulations on your purchase of the Quick Circuit system - the fastest, most economical circuit board prototyping system available. This system allows you to produce single- and double-sided circuit boards in about an hour, from standard CAD output files.

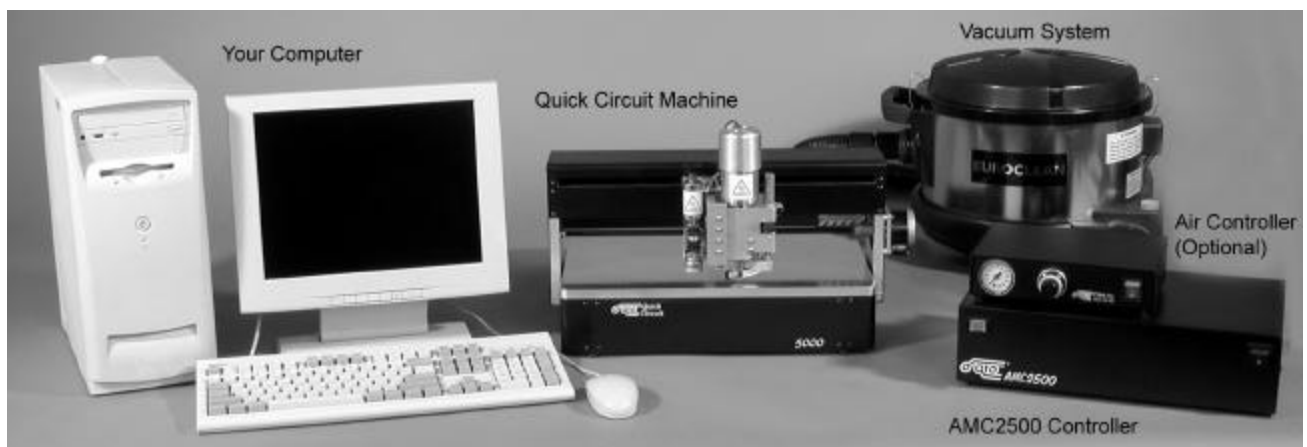
The main focus of this manual, however, is the production of circuit boards in the quickest and most cost-effective manner. Please read this manual before you attempt to mill your first board.

If you are attempting your first board, without receiving training from T-Tech, or an authorized dealer, please pay particular attention to the suggestions in this manual. Refer to Training on page 7 for more information.

If problems occur that you are unable to solve, the Technical Support number is **(770) 455-0676**. It is important to have a phone within reach of the computer and the Quick Circuit system when you call. Also have the serial number of your Quick Circuit machine available before calling technical support.

## QUICK CIRCUIT SYSTEM DESCRIPTION

The Quick Circuit Model 5000 system is composed of two main assemblies: the milling table with the standard spindle assembly, and the controller. The controller supplies the power to the milling table and acts as the communication link between the table and your personal computer.



**Figure 1 - Quick Circuit Main Assemblies**



Some kind of vacuum system is also required for the proper operation of the Quick Circuit system. This can either be your own vacuum setup or one purchased from T-Tech, Inc. The vacuum system is used to remove particles generated by the operation of the Quick Circuit. Proper use of the vacuum will help ensure accurate milling of board features as well as increase tool life.

An optional sound enclosure is also available from T-Tech, Inc. Its purpose is to reduce the amount of noise made during the operation of the Quick Circuit. Through the top panel of the enclosure, you can follow the milling operations on the table, while the front door assembly provides access to the spindle head assembly for tool changes.

### **Optional High-Speed Spindle**

The high-speed spindle option allows you to work with a wider range of speeds, both above and below the speed range of the standard spindle. The advantage of the high-speed spindle becomes evident if you are working with a variety of different board materials.

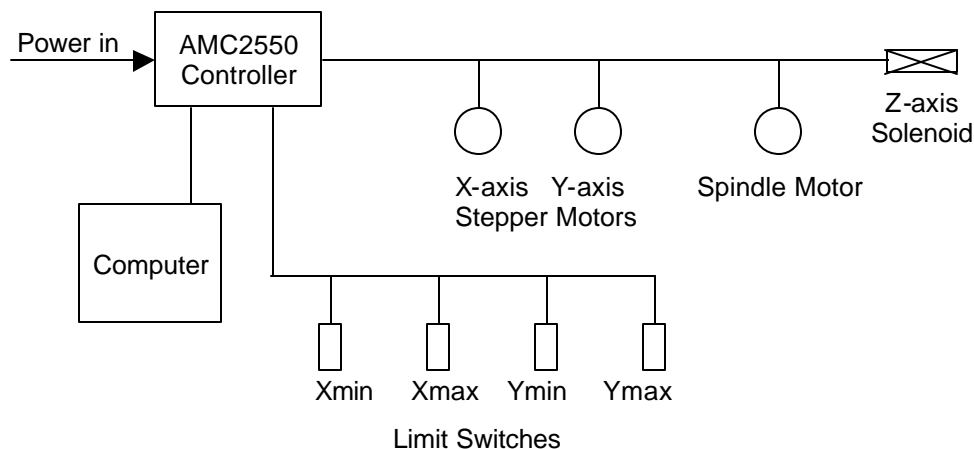
### **Air Cylinder Configuration**

A solenoid or an air cylinder controls the spindle head assembly. A pneumatic controller regulates the air cylinder on the Quick Circuit. The controller houses an air valve, regulator and pressure gage.

## ELECTRICAL SYSTEM DESCRIPTION

The Quick Circuit controller connected to your computer and the milling table produces the power to drive the X- and Y- axis stepper motors, the solenoid or air cylinder (depending on your configuration), and the drill (spindle) motor.

The stepper motors turn the lead screws in precise amounts to position the spindle head assembly above the table. The solenoid raises and lowers the spindle above the table. The drill motor rotates the chuck. Signals from the four limit switches on the table are sent back to the computer via the controller.



**Figure 2 -** Block Diagram of the Quick Circuit System

## ISOPRO SOFTWARE DESCRIPTION

IsoPro programs the Quick Circuit system to drill, mill and route your circuit board design. The number of computers on which the IsoPro software can be installed depends on the license key you purchased. Only the computer connected to the controller will actually be initialized to run the milling table.

A tutorial for the IsoPro software is provided on page 17 of this manual. The sample files used in the tutorial are on the installation diskettes or CD.

Your CAD design files are translated into Gerber plot files for the CAM process. A general understanding of Computer Aided Manufacturing (CAM) and Gerber files in particular is needed to use the IsoPro software. Refer to the Appendix A: Gerber and CAM Essentials, and Photoplotting Principles for detailed explanations.

## BEFORE YOU BEGIN

### UNPACKING CHECK LISTS

#### Quick Circuit System

If you ordered a Quick Circuit system you should have received the following:

- 1 Milling table
- 1 AMC2500 controller
- 1 37-pin cable
- 1 Serial computer cable (9-pin female to female NULL modem cable)
- 1 AC power cord
- 1 AC power cord adapter for vacuum

Small vacuum hose

- 1 Vacuum reducer/adapter and silicon plugs
- 1 Set of IsoPro software installation disks or CD with copy protect key
- 1 Startup tool kit, that includes
  - 1 3-IN-1 oil can
  - 1 Buff pad
  - 1 1/16" (1,6 mm) Allen wrench for tool changes
  - 1 Package of eight SIP sockets
  - 1 Package of eight dowel pins
  - 1 Package of three set screws
  - 1 Package of two 2.5 A fuses
  - 1 Package of two 8 A fuses
  - 1 Package of tools (10 pieces)
- Package of boards (2 pieces)

If your machine is equipped with an air cylinder, you will also receive the following items:

- 1 Pneumatic controller
- 1 5-pin round connector cable
- 1 AC power cord

### Standard Package of Materials

If you purchased the Quick Circuit Standard Package of Materials, you should have received a standard package of tools, including:

| Qty | Description                          | Part Number |
|-----|--------------------------------------|-------------|
| 10  | Milling tools                        | MILL-T-1    |
| 10  | Contour routers                      | CR-0062-R2  |
| 10  | No. 67 Drill bits (0,8 mm) [0.032"]  | DB-0320     |
| 5   | No. 60 Drill bits (1 mm) [0.040"]    | DB-0400     |
| 5   | No. 53 Drill bits (1,5 mm) [0.0595"] | DB-0595     |
| 5   | 0.125 Drill bits (3,2 mm) [0.125"]   | DB-1250     |
| 10  | Dowel pins                           | GM-DP-1250  |
| 32  | SIP sockets                          | Sips        |

And a standard package of board materials:

#### AS-KIT-STD for the QC 7000 Model

|   |                         |             |
|---|-------------------------|-------------|
| 3 | Pieces backup material  | BM-BACKUP   |
| 1 | Piece of entry material | BM-ENTRY    |
| 3 | Pieces board material   | BM-FR 4-1DS |

#### AS-KIT-STD-B for the QC 5000 Model

|   |                         |               |
|---|-------------------------|---------------|
| 3 | Pieces backup material  | BM-BACKUP-2   |
| 1 | Piece of entry material | BM-ENTRY-2    |
| 3 | Pieces board material   | BM-FR 4-1DS-B |

T-Tech stocks a wide variety of drill bits, milling tools, contour routers, board material, and other supplies. Stocked items are available for same-day shipment. A full catalog is available describing the tools and supplies for use with the Quick Circuit machine. If you do not have this catalog, please **call (770) 455-0676** and request a **free copy of the Quick Circuit Materials Catalog**. This information is also available over the World Wide Web at **<http://www.t-tech.com>**.

### **Optional HEPA 3 Clean Room Vacuum System**

If you purchased a Clean Room Vacuum System you should have received:

- 1 Vacuum
- 1 Large 31,75 mm (1 ¼") inner diameter vacuum hose and hand tools
- 1 HEPA 3 filter (to remove the fiberglass particles from the air)
- 2 Black twist ties (with high-speed spindle option only)

### **TRAINING**

If you purchased training from T-Tech you should have received one day of training on the Quick Circuit system or an appointment for a future date in which training is to take place. The price does not include travel expenses of T-Tech personnel.

Prior to your training date, you should set up your Quick Circuit system and become familiar with it; this will make the most of your training time. Training will be performed using your files, if possible and can be performed for as many operators as you desire (two or three are recommended).

### **HARDWARE AND SOFTWARE CONTRACT**

T-Tech offers an annually renewable service agreement. For specific details and pricing please contact a T-Tech customer support representative

## NEEDED EQUIPMENT

You need the following equipment before you can start:

- ?? A stable workbench
- ?? 15 amp, 115 Volt standard duplex outlet  
or a 220-240 VAC, 50/60 HZ power outlet
- ?? A vacuum source to eliminate board particles  
(unless you purchased the Clean Room Vacuum System)
- ?? For machines equipped with an air cylinder, a compressed air source that delivers dry, filtered air at 5,5-10,3 bar (80-150 psi) and 126 ml/sec (3.75 SCFM). Failure to limit the inlet air pressure to 10,3 bar (150 psi) may result in damage to the pneumatic controller
- ?? An IBM-compatible PC to run the IsoPro software
- ?? Gerber files and NC (Excellon) drill files generated from your CAD software for the boards that you wish to make

## Computer Requirements

The IsoPro software requires:

- ?? An IBM-compatible PC with a Pentium processor or higher CPU
- ?? Microsoft Windows 95/98/ME/2000/NT
- ?? 32 MB of RAM or more
- ?? 50 MB of free hard disk space
- ?? A mouse or other pointing device
- ?? An SVGA graphics card
- ?? One free 9-pin serial port

## INSTALLATION

### HARDWARE INSTALLATION

#### Setting Up Your Computer

The Quick Circuit controller connects to your computer through an RS-232-C compatible serial communications port. A reliable connection between the controller and the computer's serial port is essential to correct machine operation.

If you have other peripherals (e.g. a mouse) requiring a serial port, then they should be connected to alternate serial ports on your computer. If no alternate ports are available then you will need to purchase and install another card containing serial ports into your computer or do without the use of the peripheral in question while the Quick Circuit is connected.

Before purchasing any additional card for your computer, verify that the card is compatible with your computer and your computer's peripherals.

#### Connecting the Communication Cables

Follow the steps below to connect the Quick Circuit milling table and controller to your computer.

- Step 1:** Remove the AMC2500 controller and milling table from the packing material according to the Unpacking Instructions that came with the system. Place them on the workbench, side-by-side. Save all packing materials for warranty work, if needed.
- Step 2:** If you are using an air cylinder configuration, also unpack the pneumatic controller and cables. Save all packing materials for warranty work, if needed.
- Step 3:** Place the computer, keyboard, and monitor on or very near the workbench. The pneumatic controller should be placed in an area where the front controls are accessible
- Step 4:** Make sure that your computer, the controller(s), and any other peripherals are turned off.
- Step 5:** Connect one end of the provided 9-pin serial cable to the controller and the other end to a serial communications port on your personal computer.

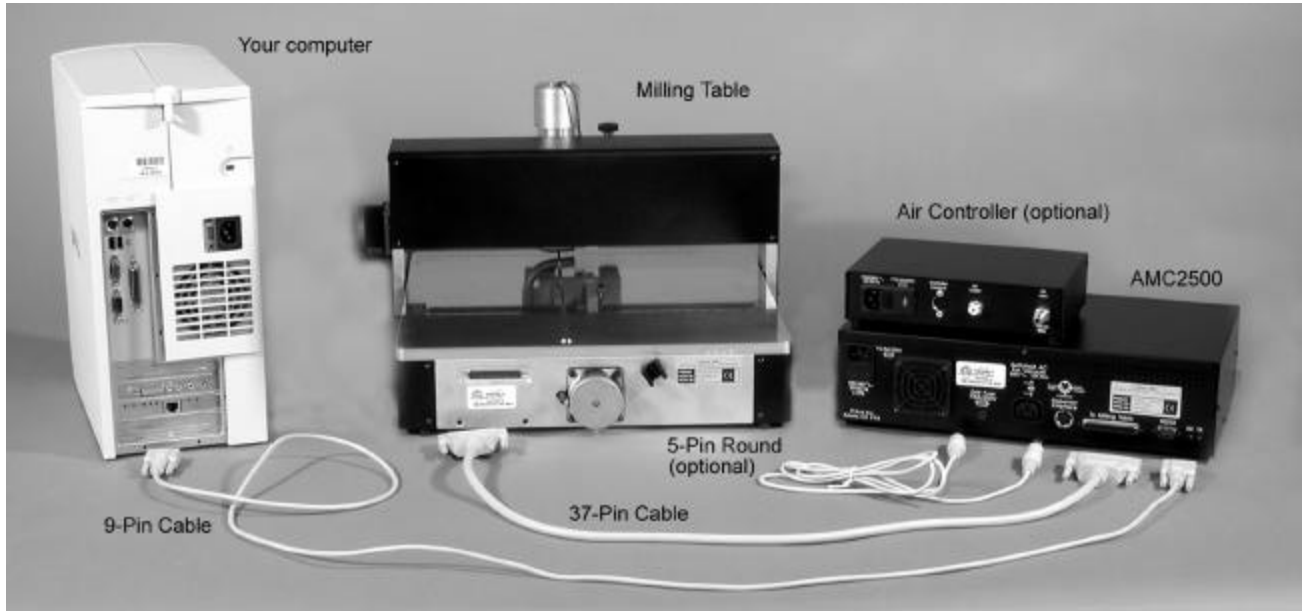
Use only the serial cable provided with the Quick Circuit machine.  
**Do not** connect multiple serial cables in series.



**Step 6:** Connect the 37-pin communication cable from the back of the controller to the back of the milling table. The cable connector is keyed and will only fit in one way.

**Step 7:** Connect the 5-pin round connector cable from the back of the pneumatic controller to the back of the AMC2500 controller.

The pneumatic interface connection on the back of the milling table controller is labeled either “Dispenser Interface” or “Options Interface”.



**Figure 3 -** Connecting Communication Cables

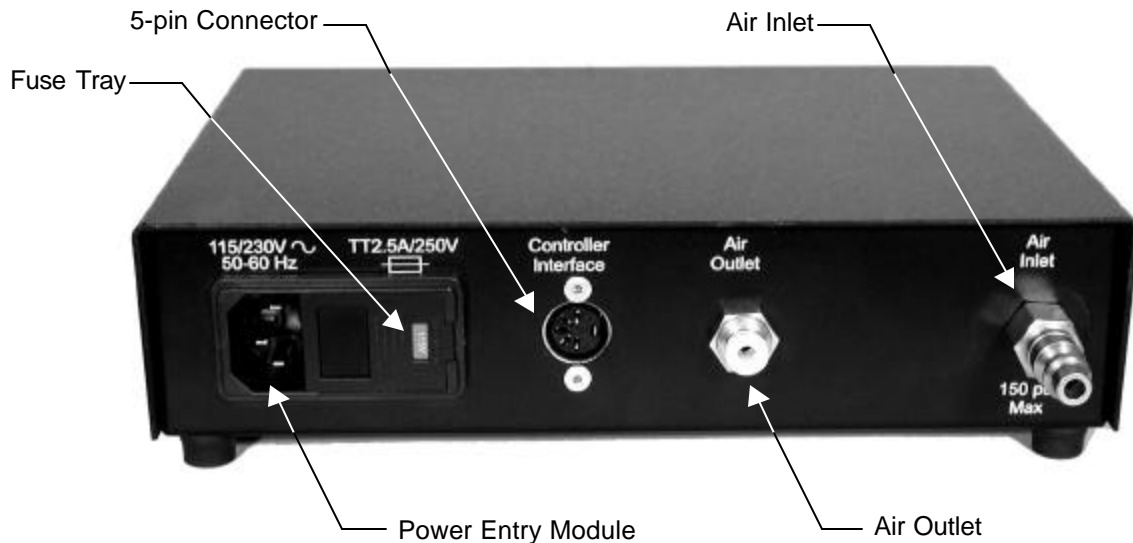
### Setting up the Air Cylinder

If your milling table is equipped with an air cylinder to control the head assembly, follow the instructions below to set up your system:

**Step 1:** Adjust the voltage selector on the pneumatic controller.

The controller accepts the following voltages: 100, 120, 220 or 240 VAC. The voltage selector is located in the power entry module and should be set to the correct voltage for your location.

The factory default is 120 volts. An alternate voltage is set by removing the fuse tray and unplugging the white selector block. Turn the selector block until the correct voltage appears in the window of the fuse tray, and plug it back in. The fuse tray can then be replaced.



**Figure 4 -** Back of the Pneumatic Controller

**Step 2:** Connect the 4 mm ( $\frac{5}{32}$ " ) polyurethane tube to the speed controller on the air cylinder and route the tube down the vacuum hose. Use the black plastic twist ties to fix the tube to the hose.

**Step 3:** The tube should then be connected to the air outlet fitting on the back of the pneumatic controller.

To connect the tube to the fittings, simply press the tube into the fitting and gently pull back to ensure that it is properly seated.

To remove the tube, press in on both the tube and the ring and then pull the tube out while continuing to press in on the ring.

The tube can be trimmed to a shorter length if necessary using scissors.

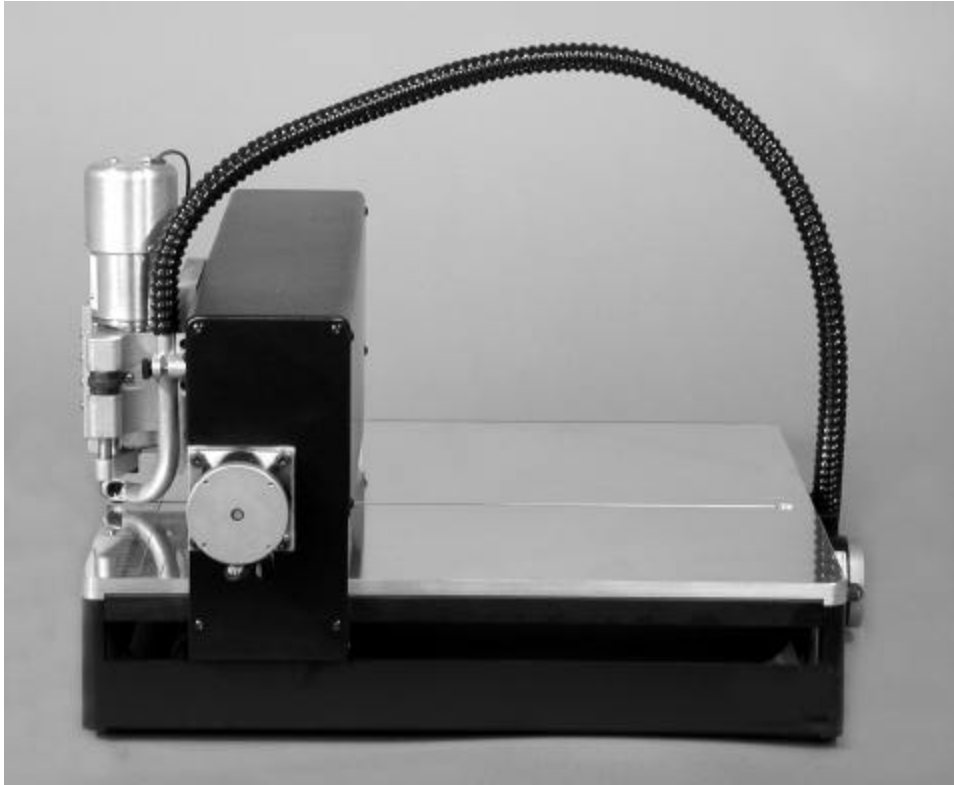
**Step 4:** Connect the compressed air line to the air inlet on the back of the pneumatic controller using a 6,35 mm ( $\frac{1}{4}$ " ) industrial quick-disconnect fitting.

The inlet air pressure should **not exceed 10,3 bar (150 psi)**. Failure to limit the inlet air pressure to 10,3 bar (150 psi) may result in damage to the pneumatic controller. Adjustments to the air pressure are made later on.

### Connecting the Optional HEPA 3 Clean Room Vacuum System

The vacuum system removes particles generated by the milling machine, helps ensure the accuracy of your boards, and prolongs tool life. At the right of the head of the Quick Circuit, is a

curved aluminum tube that runs vertically down towards the spindle. This is the vacuum inlet tube. This is where you affix the hose from your vacuum source.



**Figure 5 -** Connecting the Vacuum System

Follow the steps below to connect the T-Tech vacuum system:

- Step 1:** Set up the Quick Circuit machine as described earlier.
- Step 2:** Slip the small black vacuum hose with vinyl spiral reinforcements onto the vacuum inlet tube. The vacuum inlet tube is the curved aluminum tube that runs vertically down the right side of the Quick Circuit milling head. The hose will fit tightly onto the tube. A helpful technique is to turn the hose clockwise to expand the hose reinforcement while slipping the hose on or off the tube.
- Step 3:** Allow the natural curvature of the small vacuum hose to bow upward and then down to the rear of the Quick Circuit table. To position the hose with its natural curvature, twist the hose left of the desired final position, then twist the hose clockwise over the tube into the final position.
- Step 4:** Use the hose clip at the rear surface of the table to hold the small vacuum hose in position. A rolling motion will aid in the insertion of the hose into the clip.

- Step 5:** Check positioning of the small vacuum hose over the full range of motion of the Quick Circuit by jogging the machine left and right and forward and back. If the hose appears to tighten or restrict motion of the machine, loosen the hose at the rear clip and reposition hose.
- Step 6:** Set up the vacuum according to the vacuum User's Manual. The vacuum power cord should be plugged into the AC outlet on the back of the controller and the power switched on. This allows for automatic operation of the vacuum by the Quick Circuit.
- Step 7:** Remove the hand tool from the large vacuum hose by twisting the hand tool clockwise on the hose. The fit of the hose on the hand tool will be tight at first. Be careful not to crimp the hose. Note that the hand tools are attached to the large vacuum hose by left handed threads. The hand tools are provided in case the user wishes to use the vacuum for conventional uses.
- Step 8:** Insert the larger ribbed end of the aluminum reducer/adaptor into the large vacuum hose.
- Step 9:** Insert the smaller smooth end of the aluminum reducer/adaptor into the small black vacuum hose using the same technique outlined in step 2.



**Figure 6 -** Vacuum Adapter Assembly

**Step 10:** Please note that the aluminum reducer/adaptor has several bleed holes. The bleed holes can be plugged with the provided silicon tapered plugs to optimize the suction at the vacuum inlet tube depending on your needs. Do not plug all of the holes because the function of the reducer/adaptor bleed holes is to allow air flow for cooling of the vacuum.

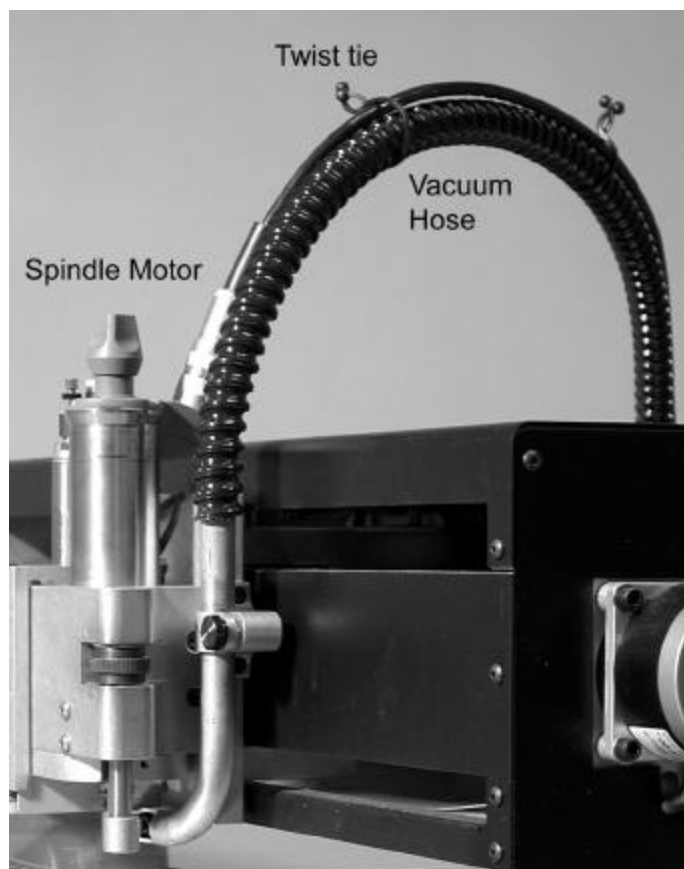
### Setting Up the High-Speed Spindle Power Converter

The power supply of the AMC2500 controller self-adjusts for input voltage. No setting action is required when the high-speed spindle option is used. However, the spindle's power converter voltage may need to be adjusted.

**Step 1:** Connect the converter end of the motor power cable to the power converter back panel. Either of the two motor connection points may be used.

**Step 2:** Connect the motor end of the motor power cable to the motor.

**Step 3:** Use the two plastic twist ties provided to hold the motor power cable to the small vacuum hose.



**Figure 7 -** High-Speed Spindle Motor Connections

## Connecting Power

**Step 1:** Plug the vacuum power cord into the AC outlet on the back of the controller. This allows for automatic operation of the vacuum by the Quick Circuit.

If you are not using a vacuum system provided by T-Tech, Inc, make sure that the electrical requirements of your system are compatible with the maximum current limits noted on the back panel of the controller.

**Step 2:** If you have an air cylinder on your head assembly, plug the pneumatic controller AC power cord into an available standard outlet.

**Step 3:** If you have a high-speed spindle assembly, plug the power converter into an available standard outlet.

**Step 4:** Plug the AMC2500 controller AC power cord into an available outlet, then connect power to your computer.

## ISOPRO SOFTWARE INSTALLATION

The IsoPro software is copy-protected with a hardware protection device or key that resides on the computer's parallel port. This software allows users to import their Gerber and Excellon Drill files and calculates the needed isolation or mill paths from the circuit board data.

To install the IsoPro software:

- Step 1:** Turn on your computer and let it boot up completely.
- Step 2:** Insert the first IsoPro floppy disk or the CD into your disk drive.
- Step 3:** Run the Setup program (SETUP.EXE) from within Windows.
- Step 4:** Follow the instructions in the Setup program.

You will be prompted to select the types of files registered to IsoPro. File types registered to a software application will be identified with the IsoPro icon and can be opened with a double-click.

If you have never used the IsoPro software to create a prototype board, complete the tutorial provided in the next section before continuing.

## ISOPRO SOFTWARE TUTORIAL

### OVERVIEW

This tutorial provides a training procedure for using T-Tech's IsoPro software. The sample case involves a typical design with a component side, a solder side and a drill file. This tutorial describes how to:

- ?? Load your CAD data (importing Gerber files)
- ?? Mirror the solder side
- ?? Register the component and solder sides  
(for this tutorial the component and solder layers are purposefully input as Gerber files that do not register with each other)
- ?? Correctly size the tools required by editing the Tool Table
- ?? Perform a clearance test
- ?? Perform a 0,25 mm (0.010") and a 0,78 mm (0.031") isolation  
(for use as a mill path to outline all of the pads and traces on the board)
- ?? Perform a 0,78 mm (0.031") rubout that can also be used as a mill path to remove all excess copper
- ?? Create a board outline

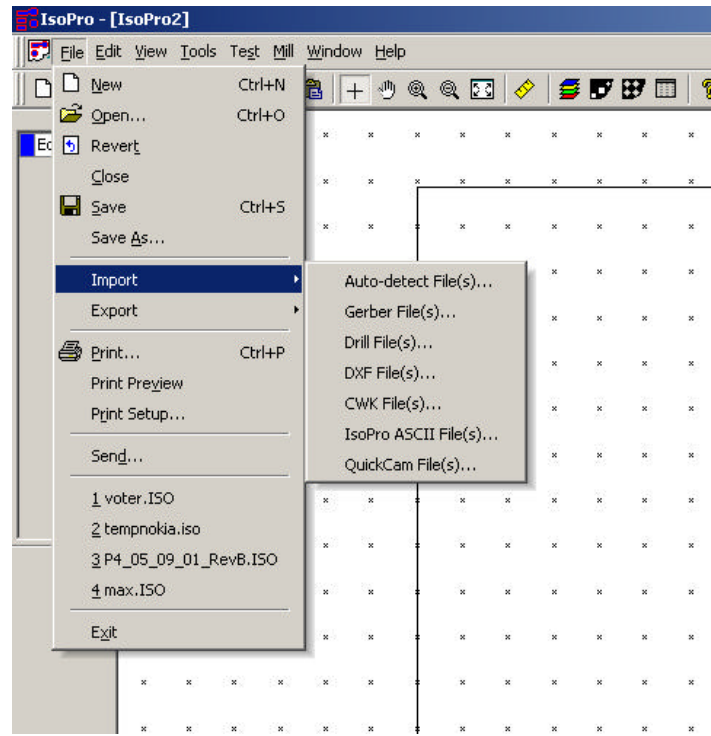
The hardware protection device [dongle] must be installed on the computer's printer port in order to fully use IsoPro.

To actually machine the board, follow the instructions in on page 48.

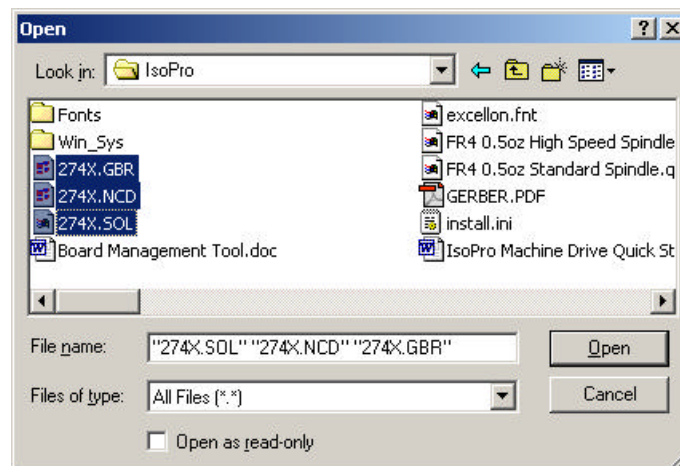


## IMPORTING GERBER DATA FILES

**Step 1:** To import your CAD design files, select **File > Import** from the tool bar.



**Step 2:** We recommend that you use the Auto-detect File(s) feature to load your files. Click on **Auto-detect Files...**, then, select the folder that contains your files (in this case **C:\IsoPro**)

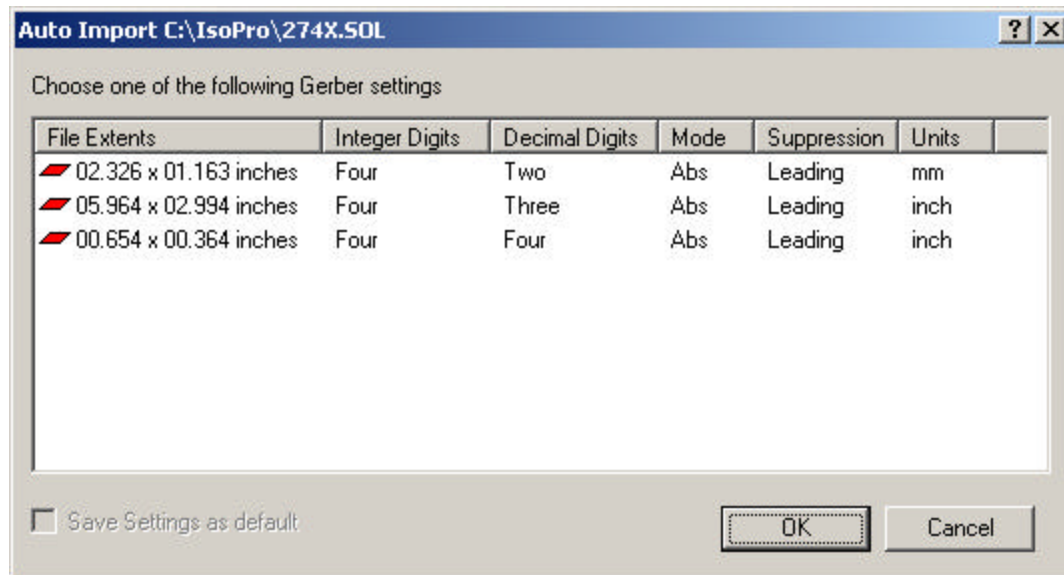


**Step 3:** Select the following files:

|          |                       |
|----------|-----------------------|
| 274X.GBR | <i>component file</i> |
| 274X.SOL | <i>solder file</i>    |
| 274X.NCD | <i>drill file</i>     |

To import all three files at the same time, hold down the **CTRL** key and click on each file.

**Step 4:** Click **Open**. The Auto Import window lists various parameters; including board dimensions (file extents), whole digits, precision digits, and zero suppression methods.



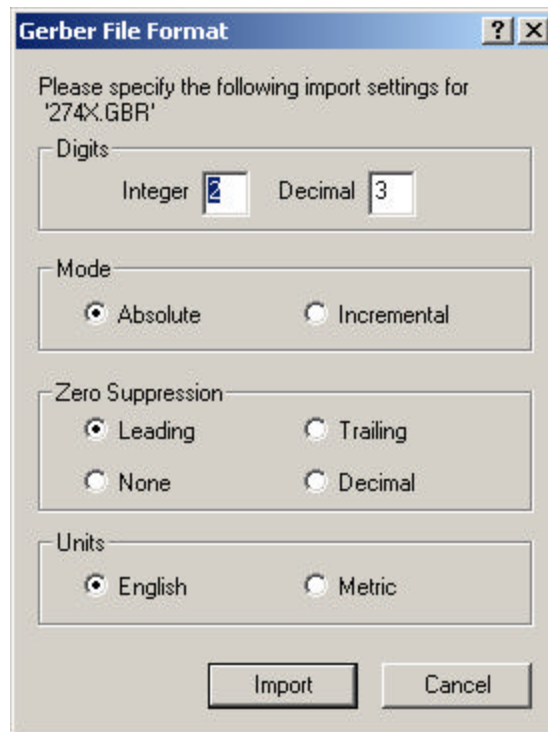
change screen capture to show the 6 x 3 board that we will be using

You can identify the correct parameters by noting the file extents, which are approximately the same as the board size.

**Step 5:** Double-click on the file extents that represent the approximate size of your board. For our purposes, select a board size of **6.0 x 3.0 inches using 4.3 absolute mode and leading zero suppression**.

When using your own CAD files, rather than the samples provided with this tutorial, select the file extents closest to the size of your circuit board data. Please note that file extents are approximate only. The Auto-detect File(s) feature does a quick estimate rather than an exact calculation of the board size.

You may also bring in your file by using **File > Open** on the toolbar and specifying the import settings.



IsoPro also has an optional DXF import feature. If your IsoPro software is licensed for DXF import, click on **File > Import > DXF File(s)...** to import DXF data.

A single DXF file often contains all the layers of a circuit board. IsoPro automatically imports each imbedded layer separately. Use the Layer List (explained hereafter) to identify your layers as '*Component*', '*Solder*', or '*Drill*' as appropriate.

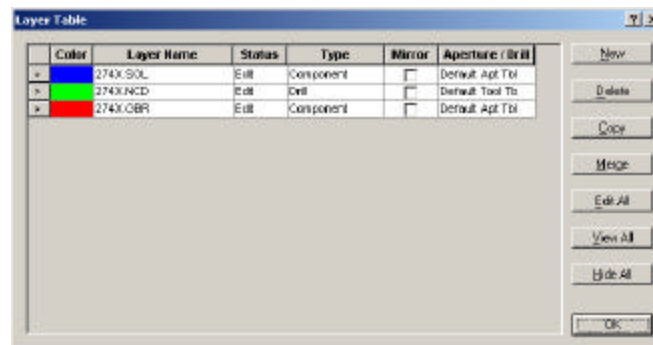
Layers containing unnecessary information, such as unwanted text, should simply be set to 'Hide'.

## WORKING WITH LAYERS



IsoPro imports each file into a separate layer represented by a different color. Layers enable you to separate the component, solder, and drill information so that you can edit one without affecting the others.

The Layer List icon looks like a stack of four sheets of colored paper. When clicked, it brings up the Layer Table. From here, you can change the layer color, name, status, and type. You can also specify whether the layer is mirrored and define the aperture table to use.

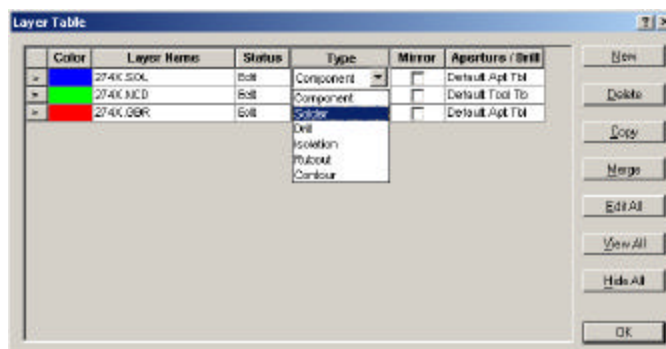


Layer Palette in the left margin of the screen displays the same colors as the ones shown in the Layer Table. This is an easy way to identify data on your screen. Changing a layer color in the Layer Table also changes it in the Layer Palette.

Set the following layer types for the tutorial files imported earlier:

set **274X.gbr** to *Component*

set **274X.sol** to *Solder*



Notice that **274X.ncd** is already identified as *Drill* and that the layer type defined as *Solder* is automatically marked as 'Mirror'.

Mirroring here refers only to the files that are output for use with the Quick Circuit machine. On the screen in IsoPro, all layers are displayed as viewed from the component side of the board. When a layer is mirrored, it means that all future work on the particular layer will also be mirrored automatically.

There are three possible status modes. They are:

**View** - Allows you to see the layer, but not edit the data. This is helpful when using a layer as a logical reference.

**Edit** - Allows you to modify, select, delete, mirror, and edit the data on the layer.

**Hide** - Allows you to hide the layer to prevent confusion while working on other layers.

While in the Layer Table, you can also add a new layer, copy an existing layer, or delete unnecessary layers.

## Layer Registration

**Purpose:** To align the layers so that they line up (register) with one another.

For this tutorial, we purposefully created a component and solder side that did not line up with each other.

Inspect your CAD files to determine if the solder side is mirrored. If your solder side is not mirrored, the holes on each layer will NOT line up.

In the following procedure, you will first hide your drill layer since you will not be working with it for now. Then you will set the status for the component layer to *View* and verify that the status of the solder side layer is set to *Edit*.

Use the following steps to register each layer:

**Step 1:** Set the **274.ncd** layer to *Hide*. It is already registered so there is no need to display it at this time.

**Step 2:** We will be moving the solder data to register with the component data so set the component layer **274x.gbr** to *View* so we do not change it.

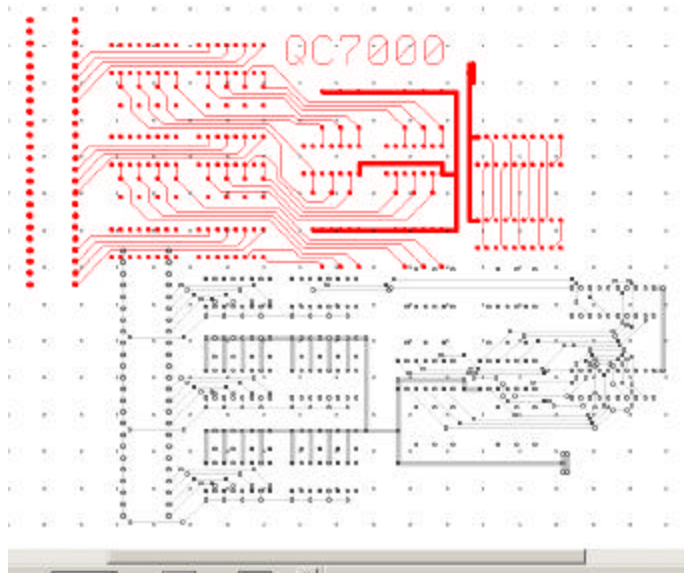
**Step 3:** Set the **274x.sol** layer to *Edit* and make sure the Mirror check box is selected. The only data that can now be edited is the solder layer.

**Note:** You can also change the status of the layers (i.e. Edit, View, Hide) by left clicking on that layer in the Layer Palette.

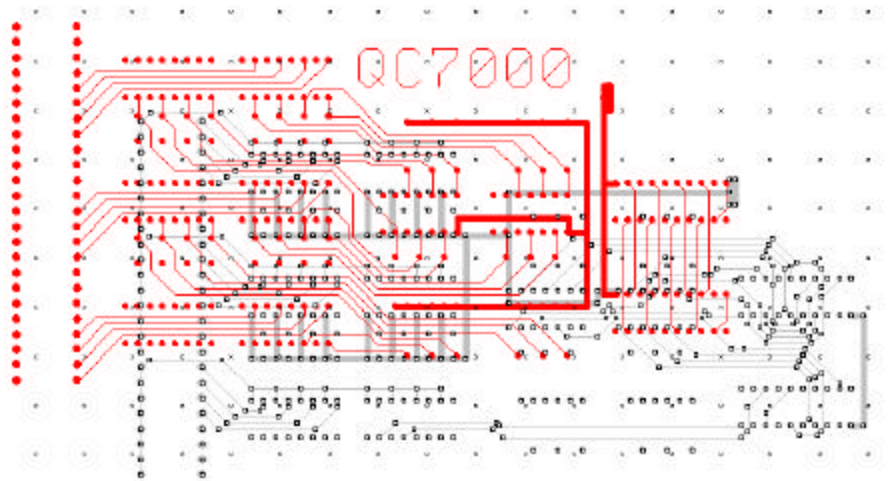
**Step 4:** Close the Layer Table.

**Step 5:** Use your mouse to click and drag a box around the entire solder file (you can also use **Edit > Select All** or press **Ctrl+A**).

Release the mouse. The color of the selected data is now gray and is indicated by white squares called “handles”.



**Step 6:** The next step is to mirror the board. Click on the Mirror icon.

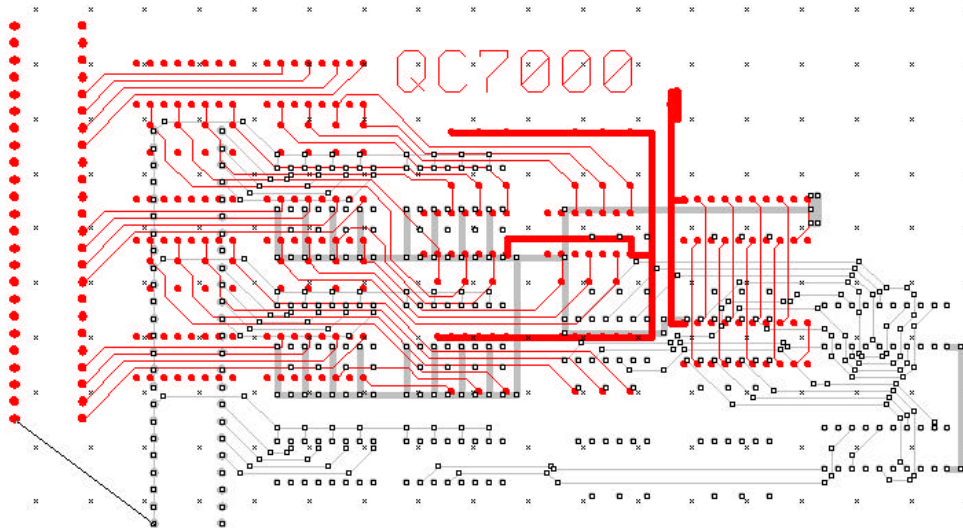


**Step 7:** Click on the Layer Registration icon to select the Register tool.



**Step 8:** Visually identify a pad on the solder layer and the component layer that should be registered with each other. Move the cursor over the pad on the solder layer and click the left mouse button.

While holding the button down, drag the cursor over the matching component pad. You will notice that the line snaps to the center of the pads. Once the line snaps to the correct pad on the component layer, release the mouse button. The data is then offset to the new position.



If you make a mistake, you can use the **Undo** function to undo the previous action and **Redo** to redo a previous action. IsoPro has unlimited Undo and Redo functionality.

**Step 9:** Once you have the layers registered, you can use the Layer List or Layer Palette to set the status of each layer to *Edit*.

In this tutorial the drill layer was already registered with the component side. However, if the drill file was not registered you would repeat this procedure for the drill layer.


## SAVING YOUR WORK

At this point you should save your work. IsoPro files are saved as \*.iso files. Select **File > Save As** in the menu bar and name the file "Tutorial Step1.iso". This will allow you to come back to this step in the tutorial if you wish to practice.

A \*.iso file includes all work done in IsoPro, including layers, aperture lists and tool tables. Work saved in a \*.iso file may be restored at any time by selecting **File > Open** in the menu bar.

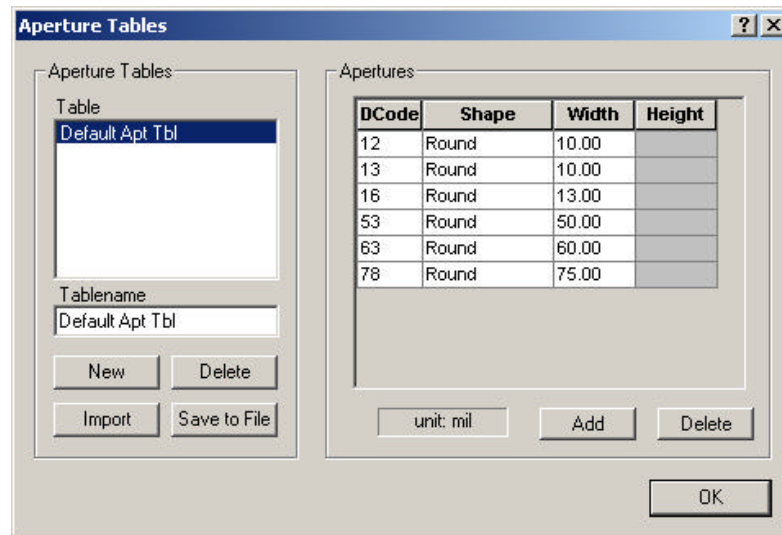
## VERIFYING THE APERTURE LIST

**Purpose:** To verify the aperture shapes and sizes used to draw your circuit board's pads and traces.

To view the aperture list, click the Aperture List icon on your tool bar.  You should verify that your aperture list is correct for your circuit board.

In this tutorial, the imported files use the RS274-x standard. This means that all the apertures were imported directly without intervention from the user. T-TECH STRONGLY RECOMMENDS USING RS274-X FORMAT. Most CAD packages released since 1995 support this format.


If your files do not use RS274-X, and you do not have an aperture list loaded, you will notice that your aperture dimensions default to 9.99 and 49.99. This is a very distinctive size and will probably never be used on a circuit board. If you see these values in your list, manually edit the aperture widths to match the output of your CAD package. Most CAD packages, when not using RS274-X, output the aperture list as a separate report file.

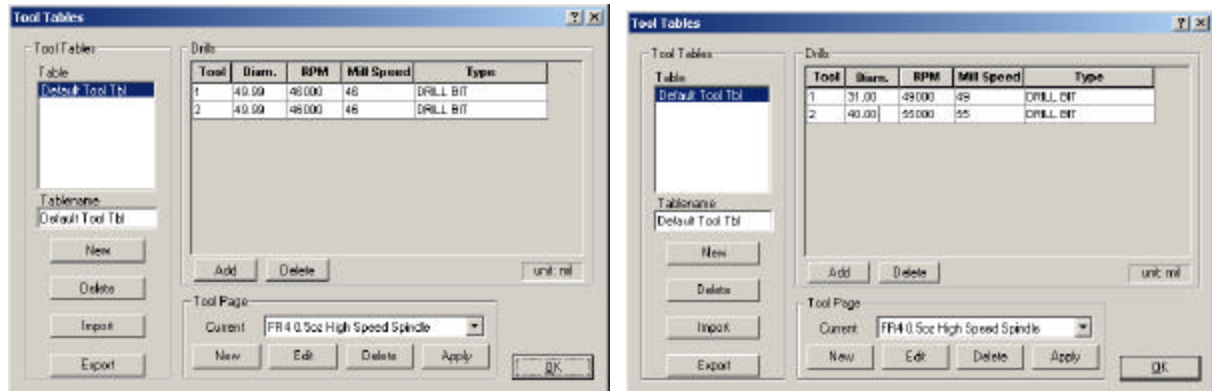




## EDITING THE TOOL TABLE

**Purpose:** To verify the tool sizes used to make your circuit board.

Click on the Tool Table icon on the tool bar.  The tool table usually imports into IsoPro automatically, but on occasion it may not. In that case you must edit the data manually.



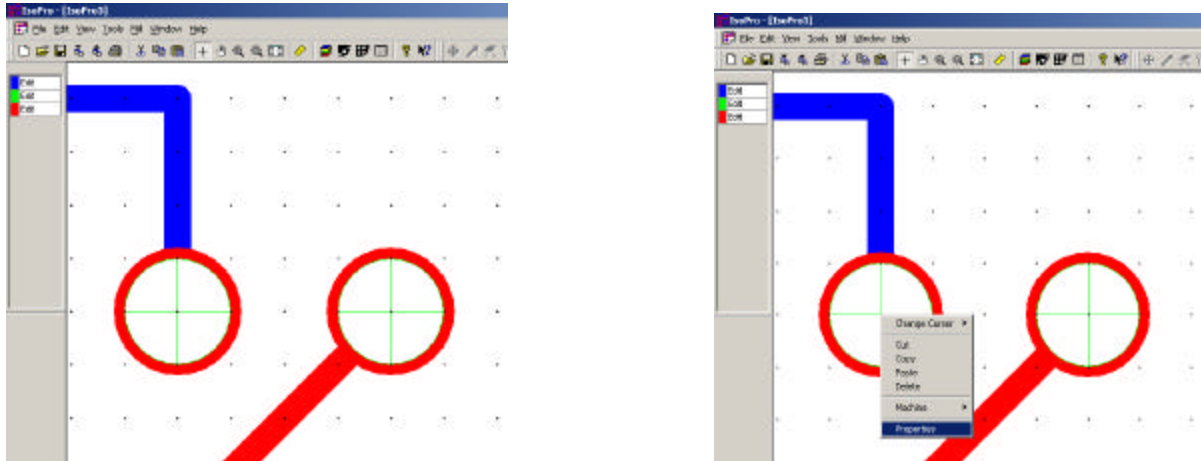
change these screen captures to show current tool table information

If your tool sizes default to 49.99 mils or 1.27 mm, this is a flag that indicates these are the default values. For this tutorial, simply set Tool 1 to 0,78 mm (31.00 mils) and Tool 2 to 1 mm (40.00 mils). Notice how IsoPro automatically selects the appropriate RPM and Mill Speed for the selected tool.

However, for your own applications, you should always match the sizes of the holes in your board to those that your CAD package outputs. These sizes can be determined by either looking at a report file that was output by your CAD package or looking at the header of the drill file itself. If they are in the header of the drill file, you can view it by opening the file using a simple text editor.

## Changing a Board Entity

At times, it may be necessary to manually change the size of an entity in IsoPro. Notice how the default entity size of 49.99 mils in this tutorial makes the drill hole oversized. To change the entity, follow the steps below.

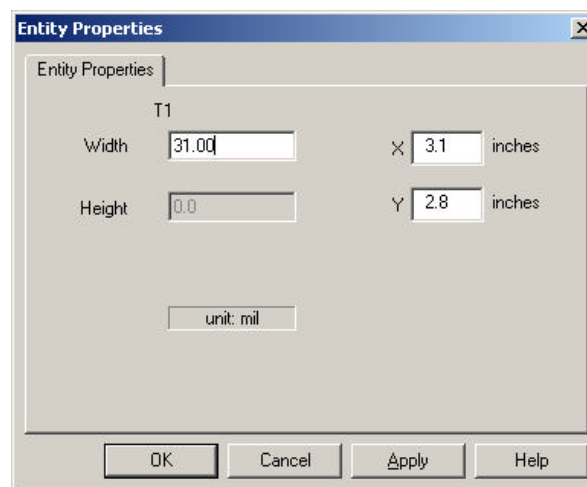


**Step 1:** Place the mouse over the entity to be changed and right click. This will reveal a drop down box. Select **Properties**.

**Step 2:** The Entity Properties dialog box appears.

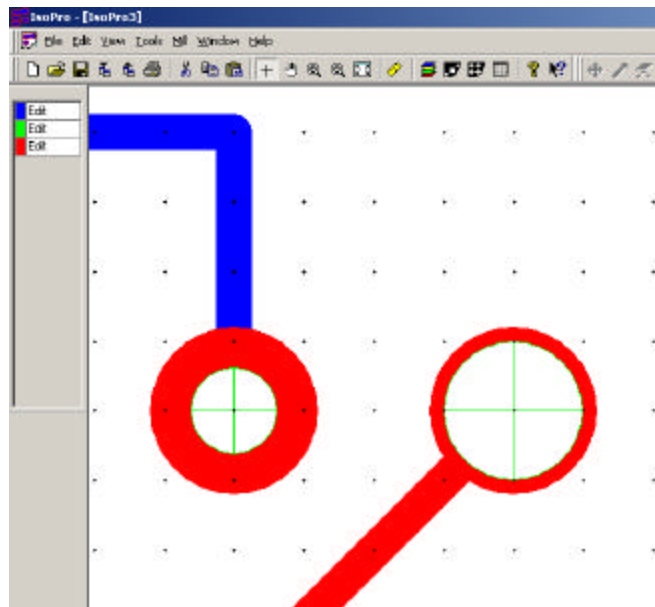
'D' codes refer to the entities such as pads and traces, 'T' codes refer to the tool sizes.

In this example we are going to change the 'T' code (tool size). When a drill hole is centered on a pad, the entity [pad] will be shown first, and the drill size follows. Select OK until you reach the tool size window you want.



In some cases there will be two entities buried on top of each other. In this case, IsoPro will iterate through both entities. Changing the properties of an entity in this manner will not be necessary if the files from your CAD package are correct. (However, if you want to do some last minute editing without going back to your CAD package you can change the size or shape of a single pad or trace using this method. No other pads or traces will be affected.)

**Step 3:** Change the diameter of this hole from 49.99 mils to 0,78 mm (31.00 mils) as shown above, and then select OK. The resulting change in the drill hole is shown below.



**Step 4:** Repeat these steps for each entity you wish to change.

Always remember to change your CAD file accordingly. Otherwise, your prototype board will be correct, but your production boards may not.

## ISOLATING THE LAYERS

**Purpose:** To create an outline around the pads and traces of your design so that a circuit board prototyping system can produce your board.

Now that you have verified that your aperture list and files are correct, you need to isolate the component and solder layers.

**Step 1:** Set the status of the drill and solder layers to *Hide*.

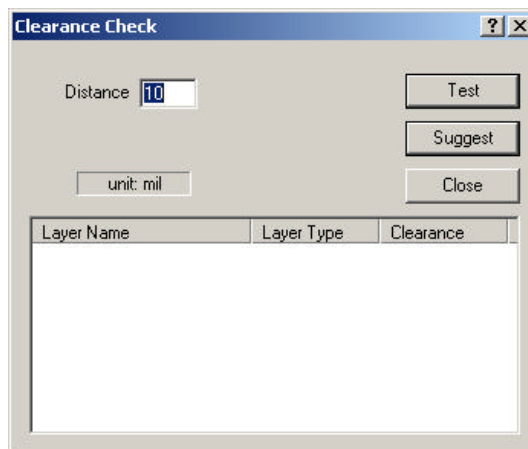
This is not a required step. However, it can help prevent mistakes and makes your first few board designs run a little smoother.

Another way is to set the solder and drill layers to *View*. The important thing is to make sure that only the layer you wish to have in action is in *Edit* mode.

**Step 2:** Determine the minimum clearances for pad-to-pad, pad-to-trace, and trace-to-trace distances.

The initial isolation cannot exceed the minimum clearance. You can determine the minimum clearances in your circuit in IsoPro manually using the measure function or by using the Clearance Check function. Alternatively, you may already know this from your CAD software.

- a) To determine the minimum clearance, select **Tools > Clearance Check** in the menu bar.



- b) At the Clearance Check screen, click on **Test**. IsoPro will automatically determine the minimum clearance on that layer. Areas on the circuit that fail the clearance test will be highlighted. Make sure that the highlighted areas are de-selected before continuing.

IsoPro calculated that the minimum clearance for the component layer at 0,34 mm (13.5 mils).

For the purposes of this tutorial, we will do the initial isolation with a 0,25 mm (10 mil) tool, followed by a 0,78 mm (31 mil) tool. It is necessary to perform an isolation with a tool size equal to or less than the minimum clearance so that all of the nets in your circuit are properly isolated.

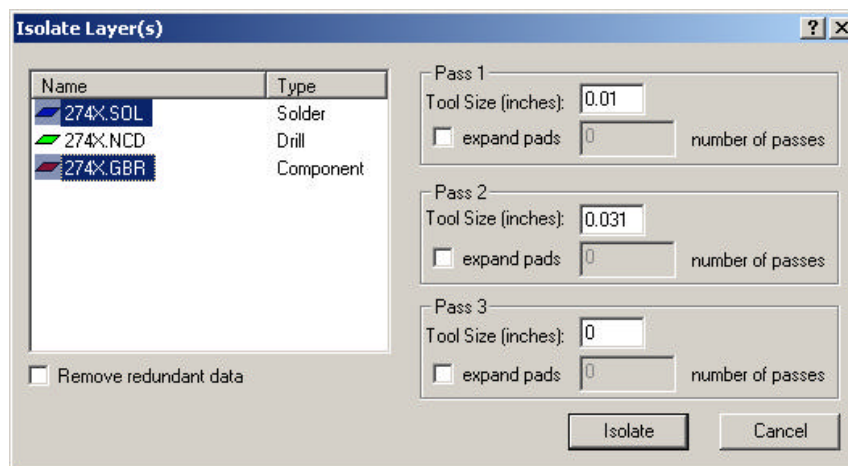
Choosing a diameter that is too large will result in the merging of nets on your board. For easier solderability, a larger second pass, in this case 0,78 mm (31 mils or 0.031"), is recommended.

This is typically all that is required for a digital board but please note that IsoPro can perform up to three different size isolations simultaneously.

**Step 3:** Click on **T**ools > **I**solate in the menu bar.

Enter 0,25 mm (0.010") for Pass 1 and 0,78 mm (0.031") for Pass 2. Set Pass 3 to zero which indicates that this pass is not used.

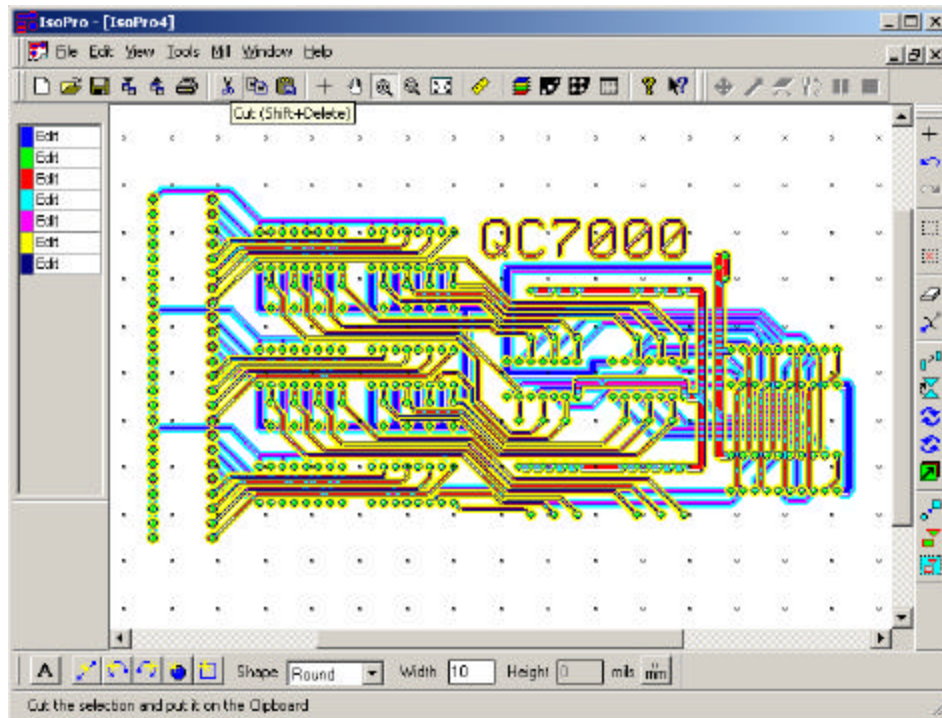
**Note:** Tool sizes can be entered in inches or metric mode [mm]. Metric mode can be selected from **E**dit > **P**references in the menu bar.



**Step 4:** Select the component and solder layer by holding down the **CRTL** key while selecting both layers.

**Step 5:** Click on the **I**solate button.

You will see different color representations (or shades of gray if you did not print this manual in color) of the defined mill paths for both the component and solder layers once the isolation process is completed.



Notice that four additional layers are shown on the Layer Palette. Click on the Layer icon to see the definitions for these new layers.

| Color | Layer Name           | Status | Type      | Mirror                              | Aperture / Drill |
|-------|----------------------|--------|-----------|-------------------------------------|------------------|
| >     | 274X.SOL             | Edit   | Solder    | <input checked="" type="checkbox"/> | Default Apt Tbl  |
| >     | 274X.NCD             | View   | Drill     | <input type="checkbox"/>            | Default Tool Tbl |
| >     | 274X.GER             | Edit   | Component | <input type="checkbox"/>            | Default Apt Tbl  |
| >     | 274X.SOL (31.0 mils) | Edit   | Isolation | <input checked="" type="checkbox"/> | Default Tool Tbl |
| >     | 274X.SOL (10.0 mils) | Edit   | Isolation | <input checked="" type="checkbox"/> | Default Tool Tbl |
| >     | 274X.GER (31.0 mils) | Edit   | Isolation | <input type="checkbox"/>            | Default Tool Tbl |
| >     | 274X.GER (10.0 mils) | Edit   | Isolation | <input type="checkbox"/>            | Default Tool Tbl |

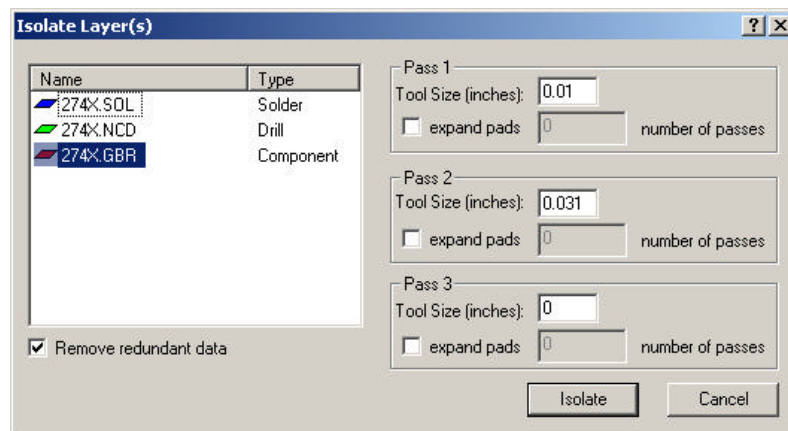
When IsoPro creates the isolation layers, it automatically lists them by tool size. In addition, it defines all isolation layers for the solder layer as mirrored. (This occurs only if you selected *Solder* as the layer type.)

IsoPro also provides several special options for use during the isolation routine. These are **Remove Redundant**, **Force Isolation** and **Expand Pads**.

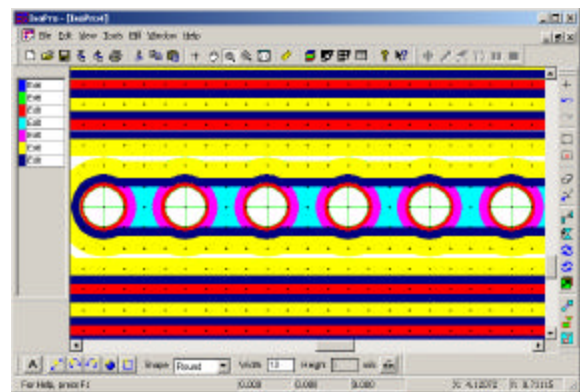
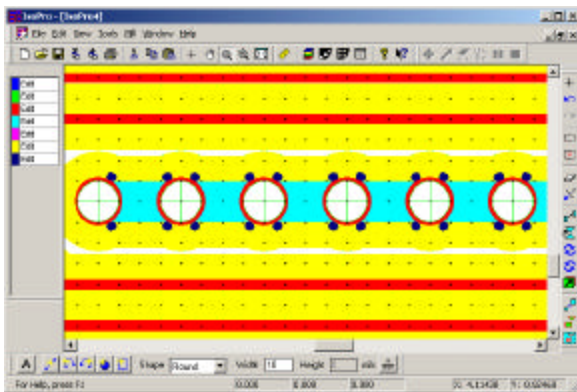
### Remove Redundant Function

Remove Redundant locates and deletes those sections of the smaller tool isolations, which are completely overlapped by larger isolation paths. On some types of circuit boards, the use of Remove Redundant can offer significant savings in machine time and tool wear.

The Remove Redundant option is enabled and disabled in the Isolation dialog box.



In the illustration above, we are isolating only the component Layer by setting the solder layer to *Hide* and the drill layer to *View*. We are making two isolations and have enabled the **Remove Redundant** feature by checking the applicable box in the Isolation dialog.



Enabling the Remove Redundant option prevents redundant isolations from occurring (as shown in the figure on the left). The red (or darker gray) represents the 0,25 mm (10 mil) isolation path. It only appears in those areas where the subsequent isolation, in this case the 0,78 mm (31 mil) represented by the light green (or lighter shade of gray), cannot effectively

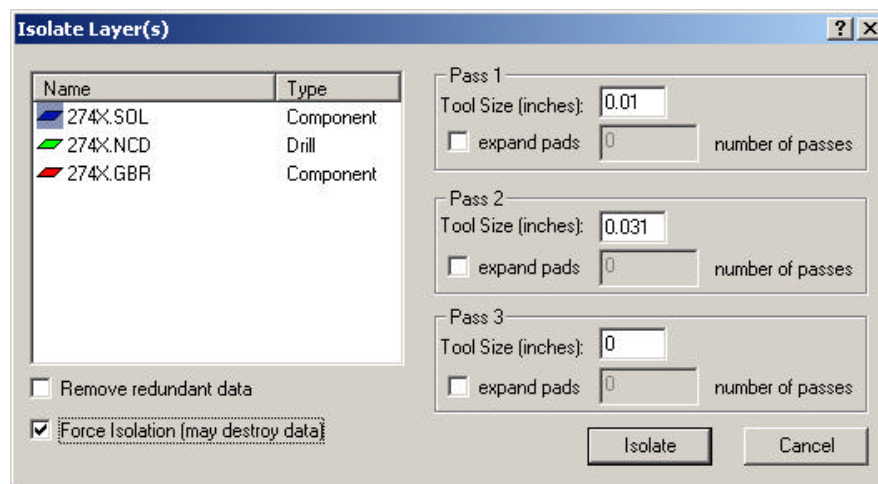
remove the required copper. Without the Remove Redundant feature, your isolation paths appear as shown in the figure on the right.



## Force Isolation Function

If the clearance between entities is less than the smallest tool size available, it is still possible to isolate your layer by using the Force Isolation function. Force Isolation is a feature that allows you to specify a tool width that exceeds the stated gap distance between pads/traces. Under normal circumstances, IsoPro will not allow a tool diameter to pass through a gap that is smaller than the specified tool diameter.

The use of Force Isolation can be risky and therefore is not available by default in the Isolation dialog box. Original CAD data can be destroyed when using this function. Because of the potential for the destruction of data, Force Isolation is not available by default. You can select it through **Edit > Preferences** and selecting the **Advanced** tab.

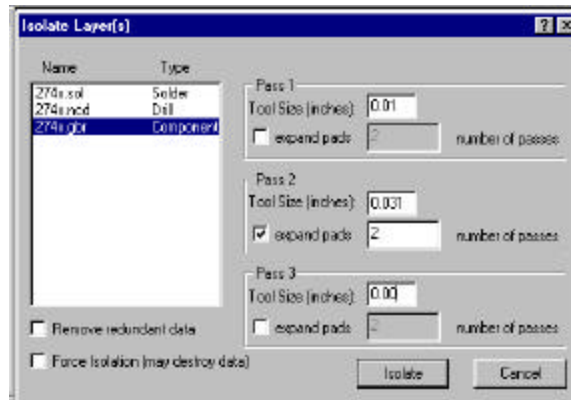


show screen capture with Force isolation selected, and Remove Redundant deselected...

Select your tool size and Force Isolation in the Isolation dialog box when you are ready to isolate a specific layer. **Check the results carefully to make sure that the isolation path does not create short circuits on your board.**

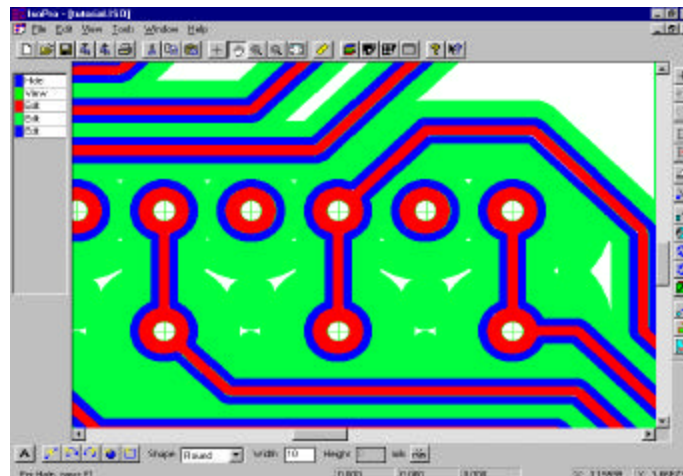
## Expand Pads Function

Expand Pads is used to increase the number of isolation passes around a pad without increasing the number of passes around associated traces. This feature is useful in widening the area around pads to provide additional space for soldering.




As shown above, isolate only the component layer by setting the solder layer to *Hide* and the drill layer to *View*. As before, we want to make two isolations and enable the Expand Pads feature on the second pass since it is the larger one. When **Expand Pads** is selected, you must also specify the number of additional passes you wish to make with that tool.


Looking at the illustration below, we can see that the second isolation paths around the pads are twice as wide as those around the traces.



## Inspecting the Isolations

It is a good idea to zoom in and inspect the isolation to make sure it was done properly. You should see a clean outline around each electrical net.

Use the zoom-in  cursor on the tool bar to drag a window around an area of interest.

Use the pan-hand feature to move around and inspect the data. 

If the isolation path is not completely defined around each entity on your board, or if the isolation path is too large as a result of using the Force Isolation feature, the board will not be electrically correct. Use a smaller tool size and repeat the Layer Isolation procedure as needed.


## RUBBING OUT THE BASE COPPER

The Rubout feature allows you to remove an area of unwanted copper in a single function. Ordinarily, you would not perform a rubout on a digital board; however, if you have a set of fingers (for an edge connector) or an SMT component that requires a rubout, you can take off copper from a particular part of the board, several specific areas of the board or the entire board. The Rubout feature can be useful for many RF/MW applications.

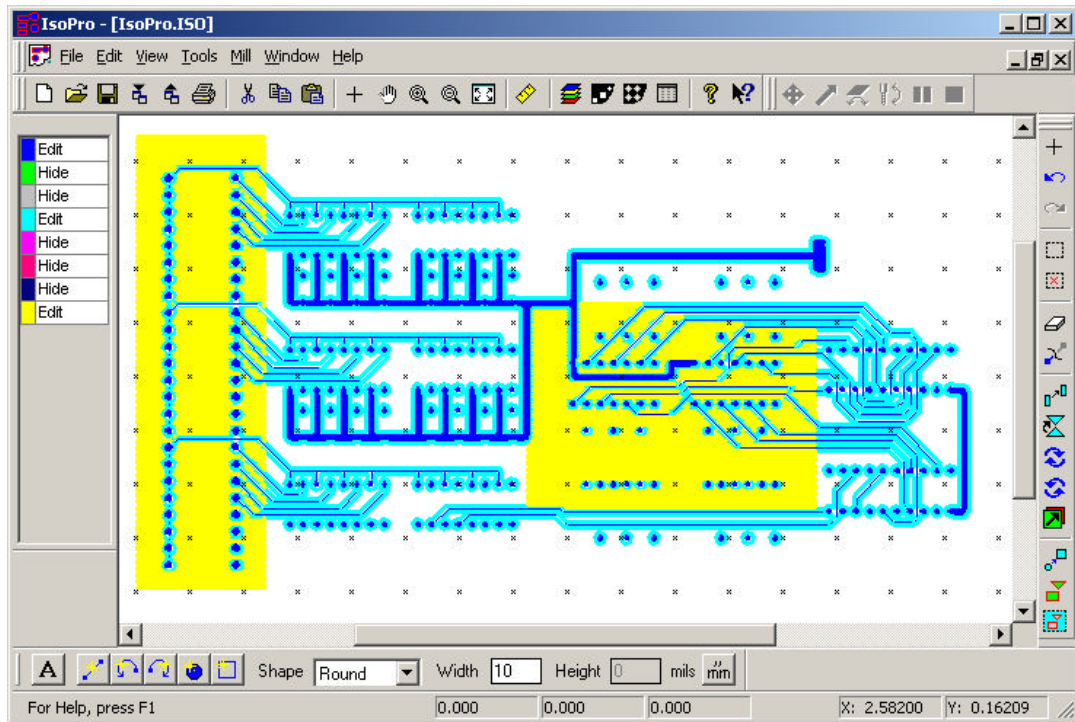
You can also modify the rubout area by using the “**Ball & Stick**” mode under **View** in the menu bar, then selecting unwanted portions of the rubbed out area and deleting them. The “Ball and Stick” view mode allows you to see the exact path of the rubout tool.

Rubout only works one layer at a time. If you want to perform a rubout on both the component and solder layers, you must repeat this procedure for each side.

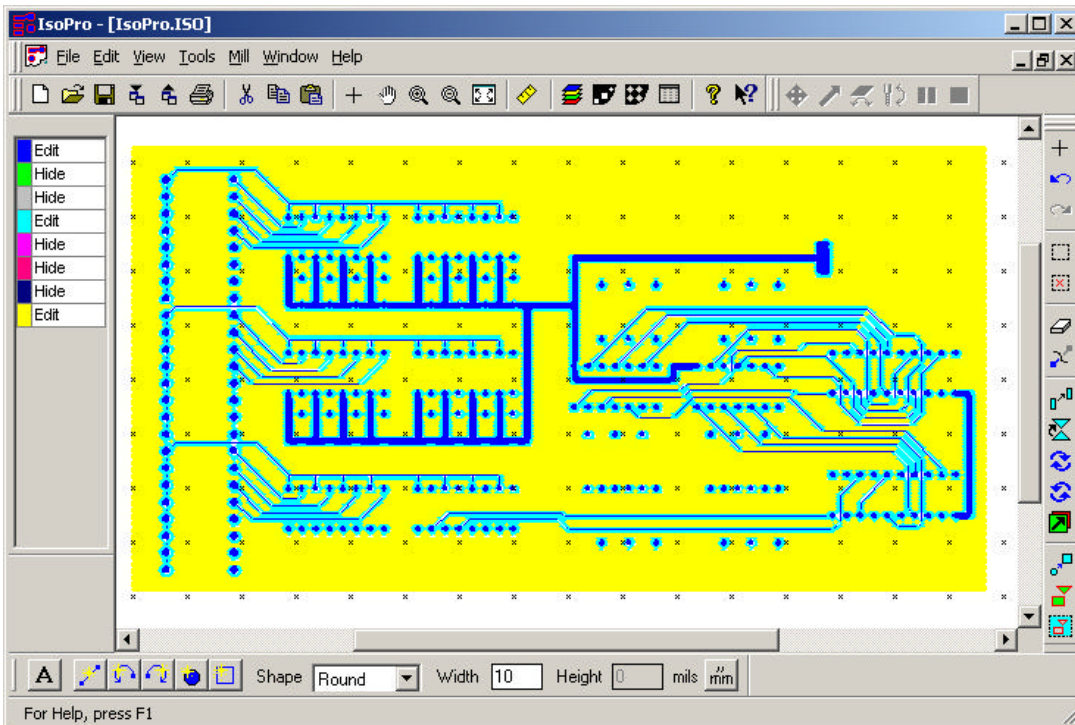
**Step 1:** Set the isolation layers where you want to create a rub out to *Edit*. The Rubout function will automatically select the largest size isolation layer available in *Edit* mode and base the Rubout pattern on this tool size.

**Step 2:** Click the Rubout icon at the bottom of the right vertical tool bar. 

**Step 3:** Drag a box around the area(s), where you want to rub out the base copper. Release the mouse to activate the Rubout.




Yellow (or light gray) areas show the effect of a **partial Rubout** as shown above, or of a **full Rubout** as shown below.



## CREATING THE BOARD OUTLINE

**Purpose:** To create an outline of your board.

You can import the board outline from your CAD package or create it in IsoPro. Using IsoPro, there are two methods for creating the board outline:

?? Click on the *Create New Rectangle* icon on the lower left of the screen , and drag and draw a rectangle for the board outline

?? or lay out individual lines around your circuit if a simple rectangle is not appropriate

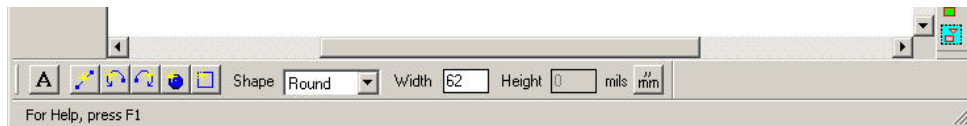
In either case, start by creating a new layer to put information about the board outline.

**Step 1:** Click on the Layer icon and select **N**ew.

**Step 2:** Set the component layer to *View* and all the other layers to *Hide* except for the new layer which should be in *Edit* mode.

**Step 3:** Name the new layer *Board Outline*, then close the dialog window.

**Step 4:** The most common routing tool is the 1,575 mm (62 mil) diameter router. At the bottom of the screen, define the tool shape as **Round** and its Width as **62 mils** (**1.575 mm** if you are in metric mode).



If you are using a different tool size to create your board outline, enter the appropriate information in the Shape and Width boxes.

**Step 5:** For the purpose of this tutorial, we want to use a simple rectangle as the outline for our board.

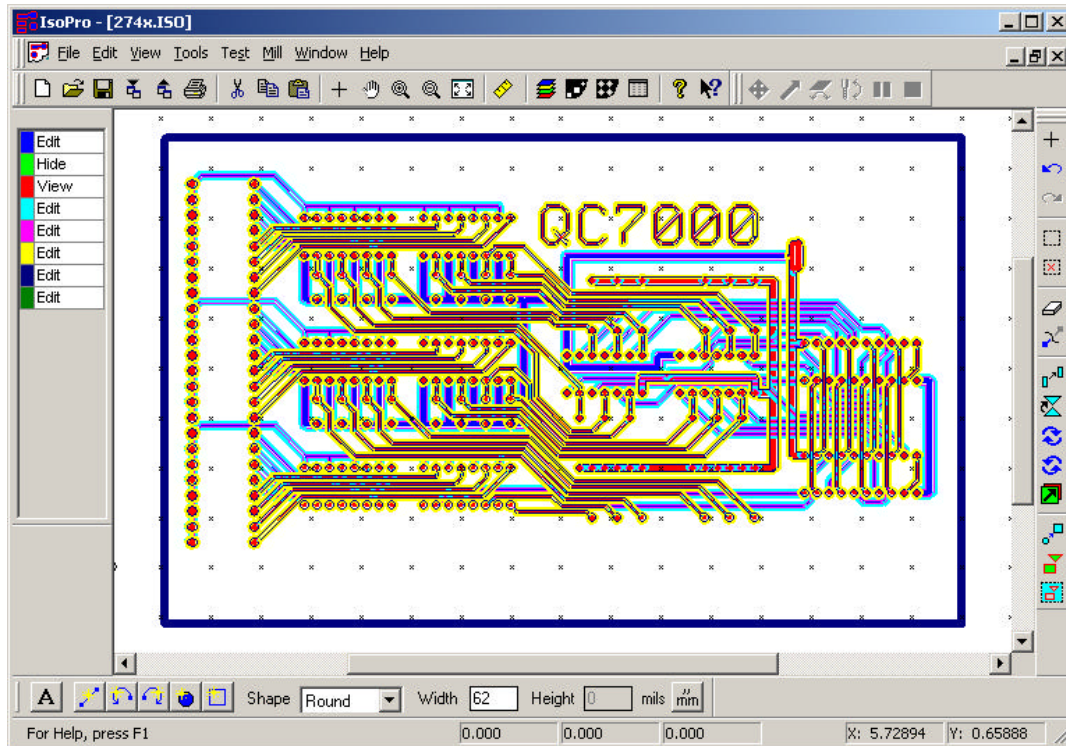
Click on the box shaped icon and bring your cursor to the upper left area of your circuit. Click and drag a box around your circuit. When done, release the mouse.

You can resize the outline as needed, until you are satisfied with the result.

Alternately, if you have your board outline described on a Gerber layer:

**Step 1:** Set the layer that contains your outline data to *Edit* and other layers to *View or Hide*.

- Step 2:** Delete all traces, pads and text that are not part of the outline.
- Step 3:** Select all of the traces that form the outline.
- Step 4:** From the **Edit** menu, select **Convert to Polygon**.
- Step 5:** Now, isolate this layer with a .062 mil tool (or the appropriate diameter for your board)



We recommend that you create the board outline before you perform the Rubout function. This way the board outline will serve as a boundary for creating a full rub out if needed.

## CREATING TEXT

**Purpose:** To create text on a board.

Creating text in IsoPro is very easy. IsoPro offers a wide variety of fonts and sizes. The first step is to create a new layer for the text to reside on. Follow the steps below:

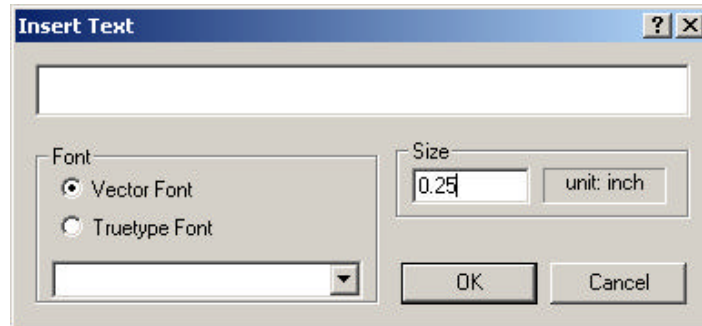
- Step 1:** Click on the Layer icon and select **New**.
- Step 2:** Set all the layers to *View or Hide* except for the new layer which should be in *Edit* mode.

**Step 3:** Name the new layer *Text*.

**Step 4:** At the bottom of the screen, click on the icon containing the letter **A**.

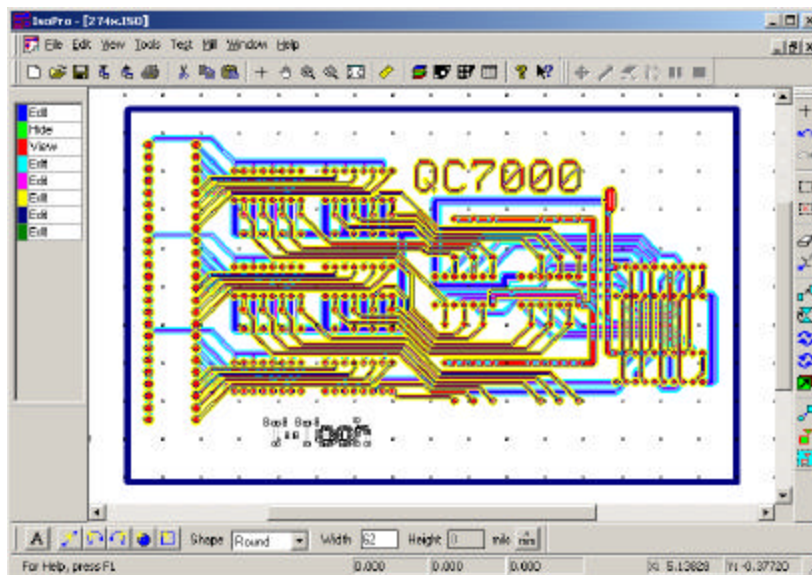


**Step 5:** Place your cursor where you want to locate your text. A dialog box will appear.



**Step 6:** Type in "T-Tech" and select the text font and size as needed. When finished, select **OK**. The text image appears on the board.

Vector fonts are recommended for milling. These are fonts that are made of only center line data as opposed to TrueType fonts which are made of outlines.

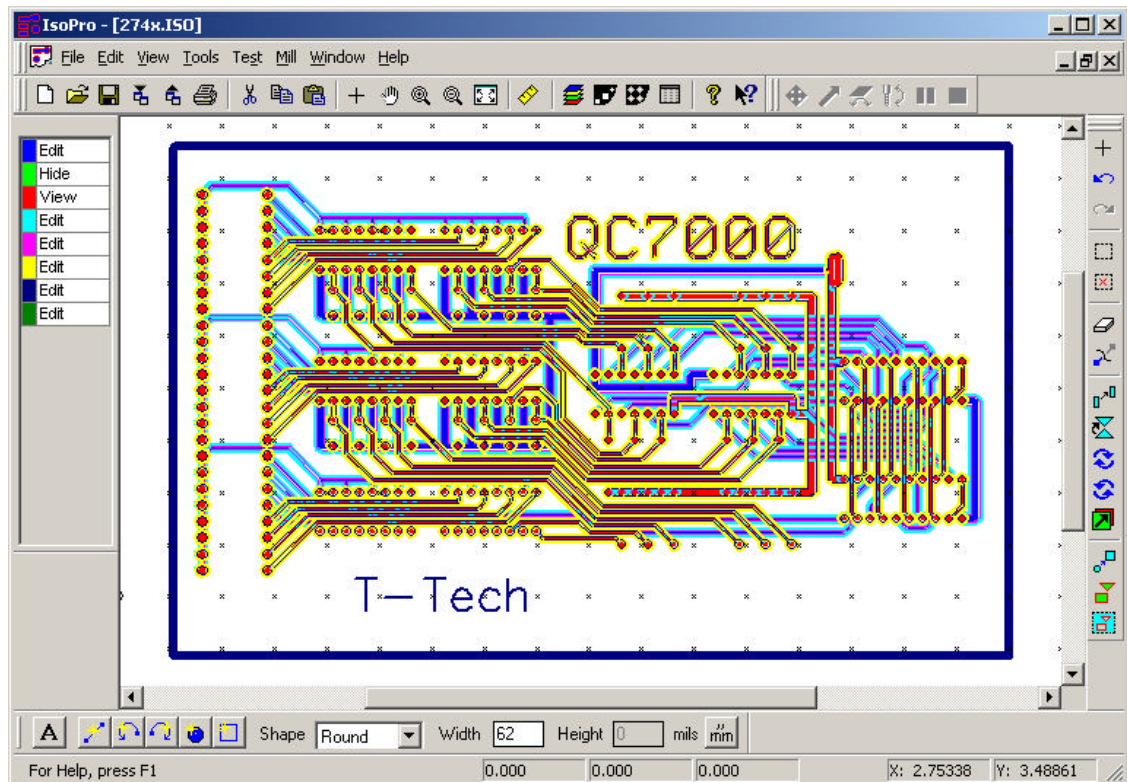


True Type (TTF) fonts should be converted to a polygon to avoid milling an outline instead of a full letter.



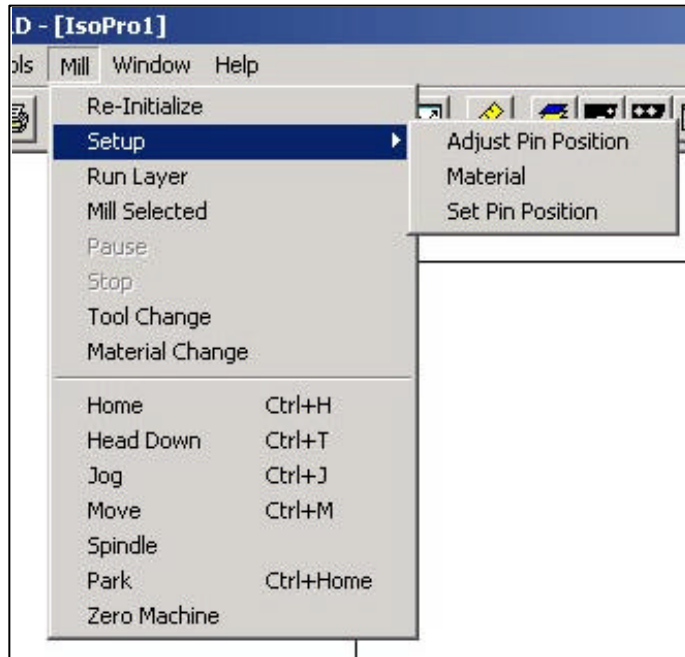
You are now done with your design that will be used by the Quick Circuit prototyping machine. Save this file as "Tutorial complete.iso". If you design on a computer that does not have a Quick Circuit attached, save your .iso file to a disk or copy the file to the computer where your Quick Circuit is located.

Keep a copy of this file in a safe place. If you ever notice Quick Circuit created poor quality boards, having a known "good" file will help you discover if the problem is hardware or software related. See Diagnostics on page 73.



## "MILL" DROP DOWN MENU

The Mill drop down menu is probably the most used function in the menu bar. A brief description of each item associated with this menu is given below.



**Initialize / Re-Initialize** – Prepares IsoPro to run Quick Circuit and zeroes the machine.

**Setup > Adjust Pin Position** – Adjusts the Y-position of the pin to improve hole-to-pad registration on double-sided boards. This is a fine adjustment used with the Set Pin Position feature.

**Setup > Material** – Sets chip load and surface speed.

**Setup > Set Pin Position** – Sets pin position with respect to the current head position. Use the Adjust Pin Position feature to fine-tune the head position.

**Run Layer** – Allows user to select a layer to be machined.

**Mill Selected** – Machines the selected entities on a layer.

**Pause** – Temporarily stops operations to give the user control of the machine.

**Stop** – Stops operations on the milling table.

**Tool Change** – Brings the head assembly to the front of machine to allow for tool change.

**Material Change** – Sends the head assembly to the back of machine to allow for material change. The Material Change position is determined by the size of the board.

**Home** – Returns the head assembly to Home position. (Home is specified under Preferences > Machine Settings in the menu bar.)

**Head Down/Up** – Raises or lowers the head assembly.

**Jog** – Places the machine under user control.

**Move** – Allows an absolute or relative move of the head assembly.

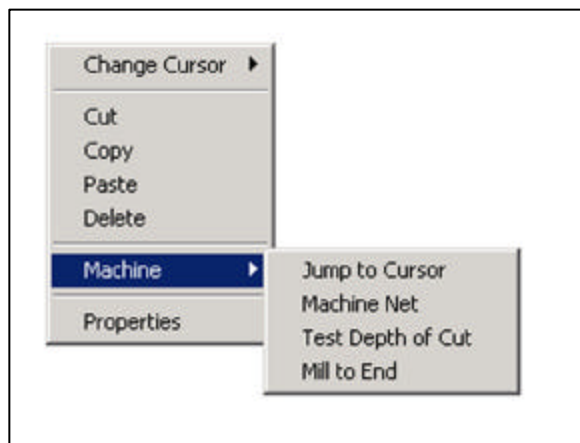
**Spindle** – Turns the spindle on or off. A checkmark next to this item indicates that the spindle is on.

**Park** – Returns the head assembly to the Park position. (The Park position is set under **P**references > **M**achine **S**ettings in the menu bar. The head assembly travels to the designated Park position after completing a drill/mill routine.)

**Zero Machine** – Zeroes the milling table.

## RIGHT-CLICK MENU

Right clicking in the main window and selecting the “Machine” cursor menu gives you the following display.



**Jump to Cursor** – Moves the head assembly to the current X,Y position of the cursor.

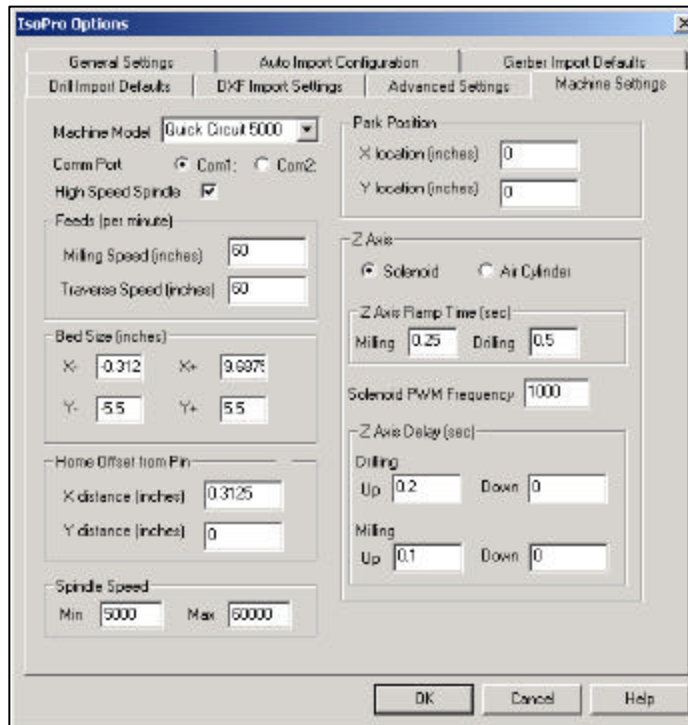
**Machine Net** – After right clicking on an entity, the machine mills all entities contained in connected the net.

**Test Depth of Cut** – Allows you to test the depth of cut of a pointed milling tool. This feature is not available if the machine has not been initialized.

**Mill to End** – If you need to stop machining on a board before the entire layer is finished, this feature allows to specify a new starting point and select Mill to End to finish machining the layer entities.

## MANUAL CONFIGURATION OF ISOPRO MACHINE DRIVE

When you install IsoPro using the CD/disks included with your machine, your machine configuration is set automatically. However, if you need to set or change some of these parameters, you can do so by selecting **Edit > Preferences > Machine Settings** tabs.



**Machine Model** – Allows to select your machine type, QC model 5000 or 7000.

**Comm Port** – Allows you to specify which communications port the AMC2500 controller is connected to

**High Speed Spindle** – Allows you to indicate whether or not you are using a high-speed spindle.

### Feeds (inches per minute)

**Milling Speed** – Indicates the tool speed with the head assembly down during a manual move.

**Traverse Speed** – Indicates the speed at which a tool moves with the head assembly up.

### Bed Size (inches)

**X-** – Indicates the usable bed space in front of the pinning hole. This area is used to prepare mill paths before machining.

**X+** – Indicates the usable bed space behind the pinning hole.

**Y-** – Indicates the usable bed space to the right of the pinning hole.

**Y+** – Indicates the usable bed space to the left of the pinning hole.

### Home Offset from Pin (inches)

The Home position is usually set at  $X = 0$ ,  $Y = 0$ .

**X distance** – Determines the location of the Home position on the X-axis as an offset value from pinning position.

**Y distance** – Determines the location of the Home position on the Y-axis as an offset value from pinning position.

### Spindle Speed (RPM)

**Min** – Indicates the minimum actual speed to be associated with the minimum software speed. This value will be different if you use a high-speed spindle.

**Max** – Indicates the maximum actual speed to be associated with the maximum software speed. This value will be different if you use a high-speed spindle.

### Park Position (inches)

The Park position should be outside the edges of the board. After each layer is machined, the head assembly moves to the Park position.

**X location** – Determines the location of the Park position on the X-axis as an offset from the Home position.

**Y location** – Determines the location of the Park position on the Y-axis as an offset from the Home position.

### Z-Axis

**Solenoid** – Indicates that a solenoid is used to move the head assembly up/down.

**Air Cylinder** – Indicates that an air cylinder is used to move the head assembly up/down.

### Z-Axis Ramp Time (sec)

**Milling** – Indicates the time it takes to ramp the solenoid power from zero to full power while milling.

**Drilling** – Indicates the time it takes to ramp the solenoid power from zero to full power while drilling.

**Solenoid PWM Frequency** – Base frequency that is used by the pulse width modulation of the solenoid. There should not be any reason for you to change this value.

### Z-Axis Delay (sec)

Separate Delay for Drilling and Milling operations.

**Up** – Indicates the amount of time to wait after a head up command before continuing with next command.

**Down** – Indicates the amount of time to wait after a head down command before continuing with next command.

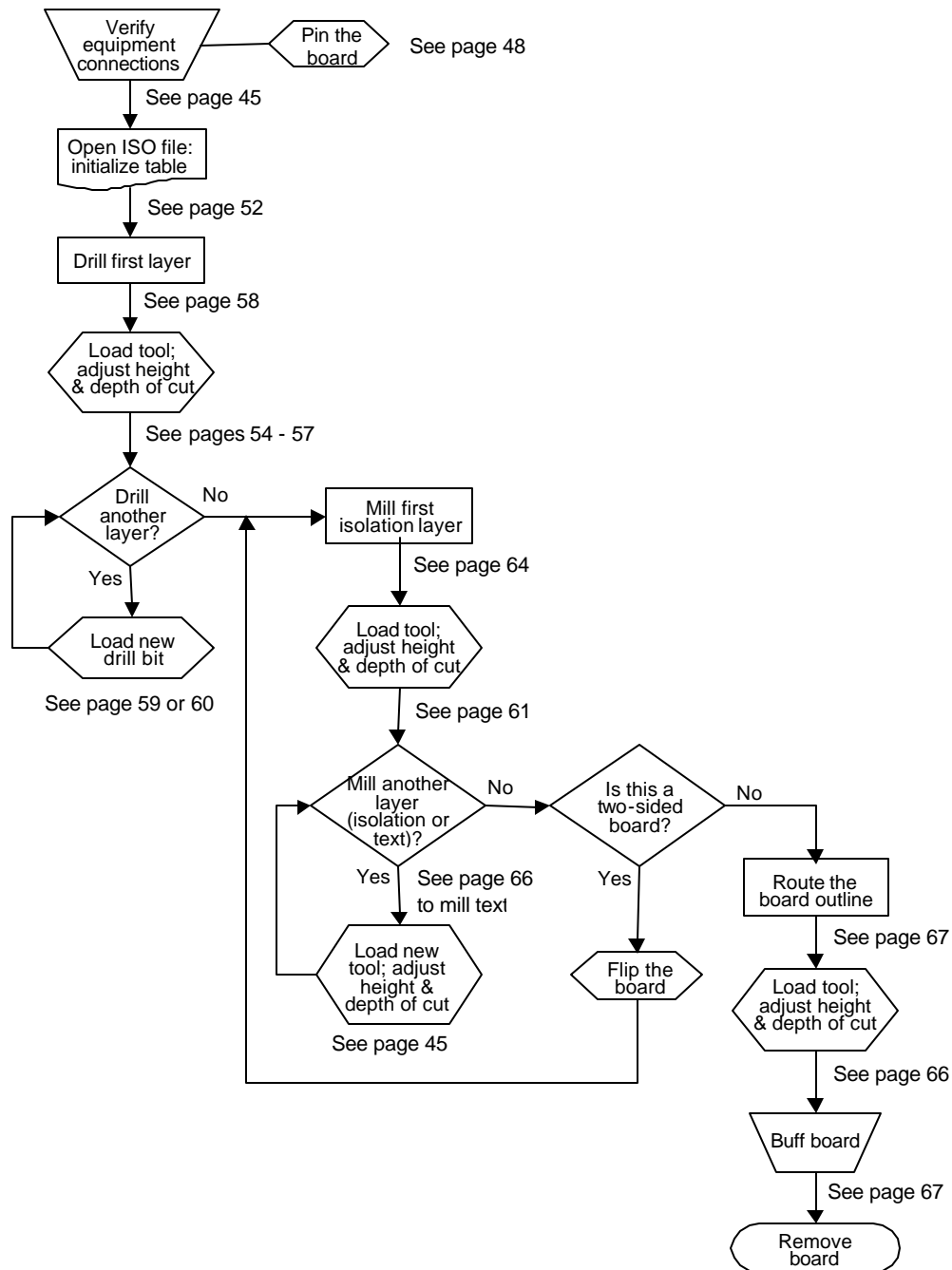
Z-Axis Ramp Time, Solenoid PWM Frequency and Z-Axis Delay should not be changed from their defaults unless you are experiencing problems with tools not penetrating your board material or dwelling too long in the board material.

## ADDITIONAL FEATURES

There are many additional features built into the IsoPro program. You should take the time to become thoroughly familiar with all of the tasks, icons and commands. Please reference IsoPro's extensive on line Help menu for additional information concerning IsoPro's features.

## QUICK CIRCUIT SYSTEM OPERATIONS

The first time you use the Quick Circuit system, you will need to check the system out and become aware of a few facts concerning the use of the machine. Once you are familiar with IsoPro and the Quick Circuit machining operations, you will only need to refer to the following diagram to make sure that you have set everything up correctly.



**Figure 8 - Quick Circuit System Operations Diagram**

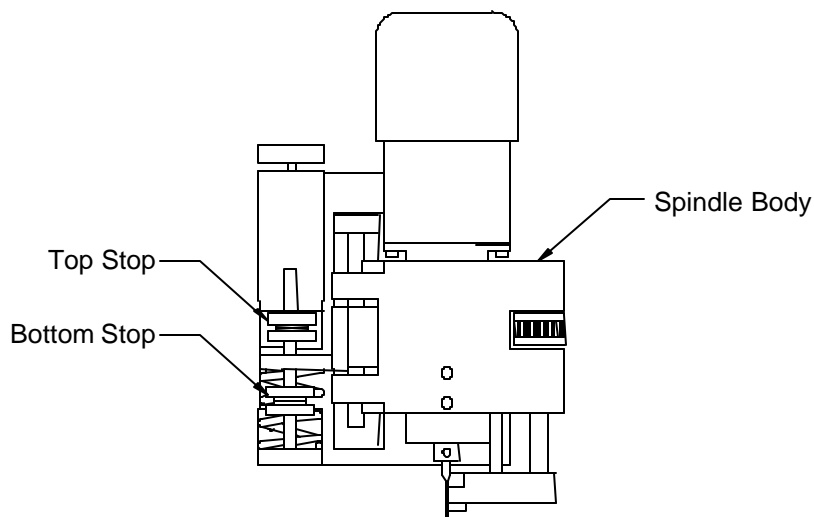
The Operations diagram refers you to certain pages in the manual where you can find detailed information concerning each task. Refer to these pages as often as needed until you have a thorough understanding of the Quick Circuit system.

**Important:** Always wear safety glasses when operating the Quick Circuit System.

## INITIAL SYSTEM CHECKOUT

Check the readiness of the Quick Circuit system by performing the following system checks:

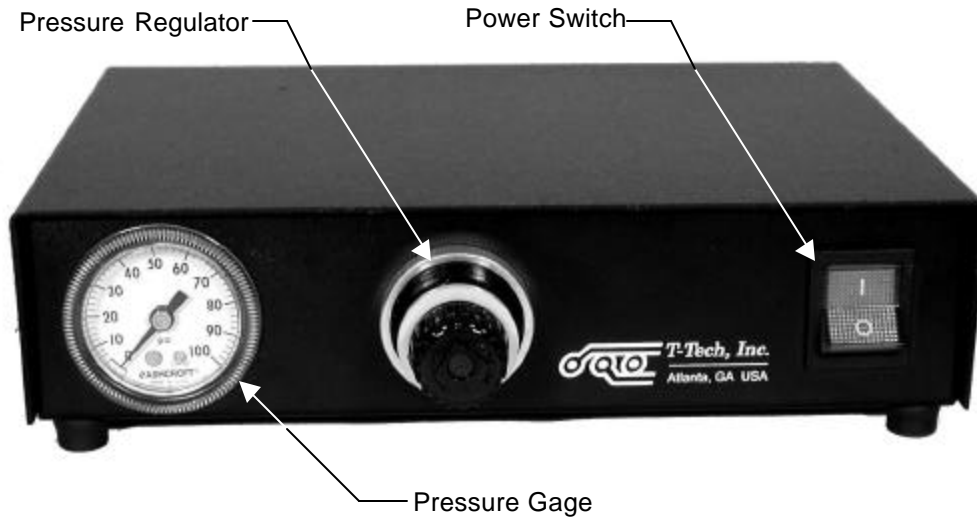
- Step 1:** Verify that the 9-pin serial computer cable connects the Quick Circuit controller with a serial port of your computer.
- Step 2:** Verify that the milling table is connected to the controller with the 37-pin cable.
- Step 3:** Verify that the vacuum system is plugged into the controller and connected to the head assembly of the milling table.
- Step 4:** Verify that the Top Stop has been raised so that the Quick Circuit head has some free movement.



If you have an older Quick Circuit 7000 model, there is a solenoid switch on the back of the upper cover of the table, make sure the switch is turned on.



**Step 5:** If you are using an air cylinder configuration, the force applied by the air cylinder is controlled by the air pressure regulator located on the front of the pneumatic controller. An air pressure gage is also located on the front of the controller.



**Figure 9 -** Front View of Pneumatic Controller

For most typical applications, an air pressure of **2,4-2,7 bar (35-40 psi)** is acceptable. If less force is desired, turn the adjustment knob on the regulator counter-clockwise until the gage reads an amount less than the desired pressure. Then turn the adjustment knob on the regulator clockwise until the desired air pressure is obtained. It is preferred to approach the desired pressure setting from a lower pressure for a more accurate setting.

If more force is desired, simply turn the adjustment knob to the regulator clockwise until the desired air pressure is obtained. The setting can be locked by pressing in on the yellow locking ring around the adjustment knob. To unlock the adjustment knob, simply pull the locking ring out until it is loose.

**Step 6:** If you are using a air cylinder configuration, the speed at which the air cylinder activates is controlled by the speed controller located on top of the air cylinder.

The speed is increased by turning the adjustment knob counterclockwise. Similarly, the speed is decreased by turning the adjustment knob clockwise. The speed should be set at a point where the smallest tools that you typically work with will not break due to the air cylinder activating too fast.

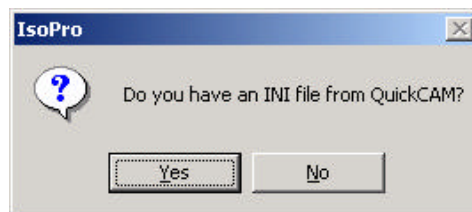
This setting is typically acceptable for a broad range of applications. However, you may find it necessary to occasionally adjust it depending on your application. Also, the speed controller setting varies with the air pressure. This means that if you change your air pressure, you may need to readjust your speed controller.

**Step 7:** Turn on the controller, then turn on your computer.

**Step 8:** Double-click on the IsoPro icon on your desktop.

**Step 9:** Initialize the milling table by selecting **Mill > Initialize** from the menu bar.

If prompted, specify your Quick Circuit machine model and type of spindle you are using. If you are importing files from QuickCam, specify the location of your "cam.ini" configuration file.



If you have a "cam.ini" file available, press "Yes" and choose the directory where the file is located. If you do not have a "cam.ini" file, select "No" and configure your machine settings manually as described on page 44.

The milling table will zero itself by moving to the front right edge of the milling table to determine its limits, then moving to the Park position.

**Step 10:** Go to the Tool change position by selecting **Mill > Tool Change** from the menu bar and then select OK when prompted.

- Step 11:** Check the operation of the head assembly by toggling its position manually. Select **Mill > Head Up/Down** from the menu bar.
- Step 12:** Check the operation of the spindle by turning it on and off through the **Mill > Spindle** command in the menu bar. The vacuum system and spindle should turn on and off at the same time. A checkmark indicates when the spindle is on.
- Step 13:** Return the head assembly to the Home position by selecting **Mill > Home** or pressing **Ctrl+H**.

## **PINNING A BOARD**

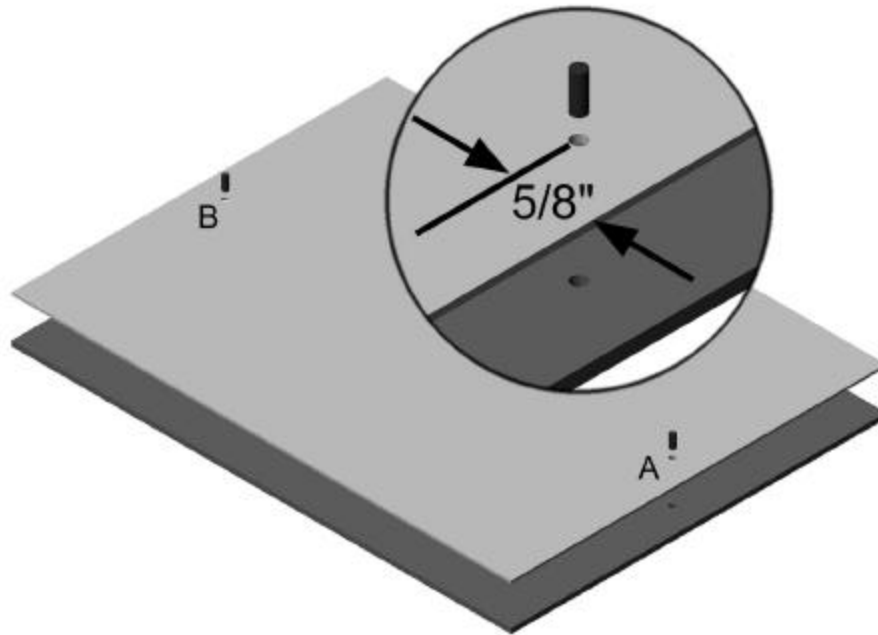
The quality of your final circuit board is limited by the precision used in creating your pinning holes. For example, if there is a 0,05 mm (0.002") play in your pinning holes, then the boards position while drilling and milling the component side will be 0,05 mm (0.002"). In addition when you flip your board over to mill and drill your solder side, positioning will also vary by 0,05 mm (0.002"). This results in a total variance in position of 0,10 mm (0.004").

**It is of the utmost importance to create pinning holes as precisely as possible.**

## **Drilling Through-Holes using a Drill Press**

In order to drill the through-holes in your circuit board without damaging the table and breaking carbide bits, a piece of backup material is used underneath the circuit board material. This backup material may be used a few times before flipping it over to the other side. After making a few boards on each side, the backup material will have to be replaced.

In order to maintain accuracy, the backup material is pinned to the circuit board material. The backup material should cover and protect the entire area beneath the circuit board material. If at all possible, use a drill press to drill the holes for the dowel pins.



**Figure 10 - Pinning a Board with Backup Material**

**Step 1:** Drill through the backup material and board material at location A. (Drilling through the backup material first helps ensure precision locator holes.)

It is good practice (but is not required) to drill the pinning holes on the centerline of the board material approximately 15,8 mm (5/8") from the edge of the board.

The exact positioning of these holes is not critical. What is important is that the holes be drilled cleanly so that the dowel pins fit tightly into the holes. Holding the board and backup material firmly while drilling helps to ensure precision locator holes. Taping the board and backup material together at the corners before drilling allows easier handling of the materials.

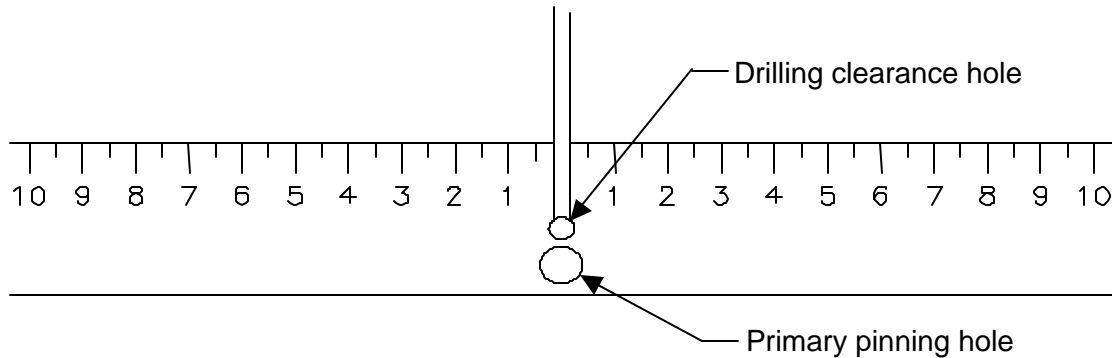
**Step 2:** Pin the board and backup material together with a dowel pin.

**Step 3:** Turn the board material around and drill through the backup and board material at location B.

**Step 4:** Pin the board and backup material together at hole B with a dowel pin. Have the dowel pins flush with the board side and protruding through the backup material.

## Drilling Through-Holes using Quick Circuit

If you do not have a drill press, it is also possible to use the Quick Circuit machine to drill the pin holes. Some Quick Circuit machines have a drilling clearance hole at a distance of 8 mm (0.312") from the primary pinning hole, as well as a scale along the leading edge of the table.



**Figure 11 - Milling Table Scale and Drilling Hole**

If your Quick Circuit table does not have a scale and clearance hole similar to the one shown here, call Technical Support for information on how to drill dowel pin holes for your model Quick Circuit.

**Warning:** The following instructions apply only to Quick Circuit models equipped with a drilling clearance hole. Use of these instructions on inappropriate Quick Circuit models will damage the Quick Circuit table top.

**Step 1:** Double-click on the IsoPro icon on your desktop.

**Step 2:** The drilling clearance hole is located at the absolute 0,0 position on the milling table. This should be verified in order to prevent accidental drilling into the table top.

Select **Mill > Move** from the menu bar or pressing **Ctrl+M**, then move the head assembly to absolute zero in both the X- and Y-axis. The spindle assembly's chuck should center itself above the drilling clearance hole.

**Step 3:** Go to the Tool Change position by selecting **Mill > Tool Change** from the menu bar.

**Step 4:** Loosen the chuck's set screw and place an 3,2 mm (1/8") in the chuck so that the tip of the bit is just above the board material. Tighten the chuck's set screw.

**Step 5:** Move the head assembly back to the absolute 0,0 position.

Select **Mill > Move** from the menu bar or pressing **Ctrl+M**, then move the head assembly to absolute zero in both the X- and Y-axis. The spindle assembly's chuck should center itself above the drilling clearance hole.

**Step 6:** While the chuck is centered above the drilling clearance hole, place the board and backup material on the table in the correct position to drill pin hole A. (Drilling through the backup material first helps ensure precision locator holes.)

It is good practice (but is not required) to drill the pinning holes on the centerline of the board material approximately 15,8 mm (5/8") from the edge of the board.

The exact positioning of the holes in the board is not critical. What is important is that the holes be drilled cleanly so that the dowel pins fit tightly into the holes. Holding the board and backup material firmly while drilling helps to ensure precision locator holes. Taping the board and backup material together at the corners before drilling allows easier handling of the materials.

**Step 7:** Use the Spindle On/Off and Head Up/Down commands to drill the pin hole (select **Mill > Spindle**, then **Mill > Head Up/Down** from the menu bar).

**Step 8:** Use the **Mill > Move** command or **Ctrl+M** to move the head assembly away from the board.

**Step 9:** Pin the board and backup material together with a dowel pin.

**Step 10:** Turn the board material around and repeat steps 5-9 to drill through the backup and board material at location B.

### Placing a Board on the Milling Table

When you are ready to start making a board, place the pinned board and backup material on the milling table with one of the extended dowel pins in the primary pinning hole and the second pin in the groove that runs down the middle of the milling table. Have the board material facing up.

Secure the left and right edges of the board and backup material down with masking tape. This adds to the stability and accuracy of the system.


**Caution:** Avoid scratching the table with the pins. Avoid hitting the vacuum nozzle with the board material.

If you are creating a double-sided board, when the time comes, remove the tape, carefully pull the circuit board material off of the dowel pins, flip the material (left to right), and place it back on the same pins with the other side of the board facing up.

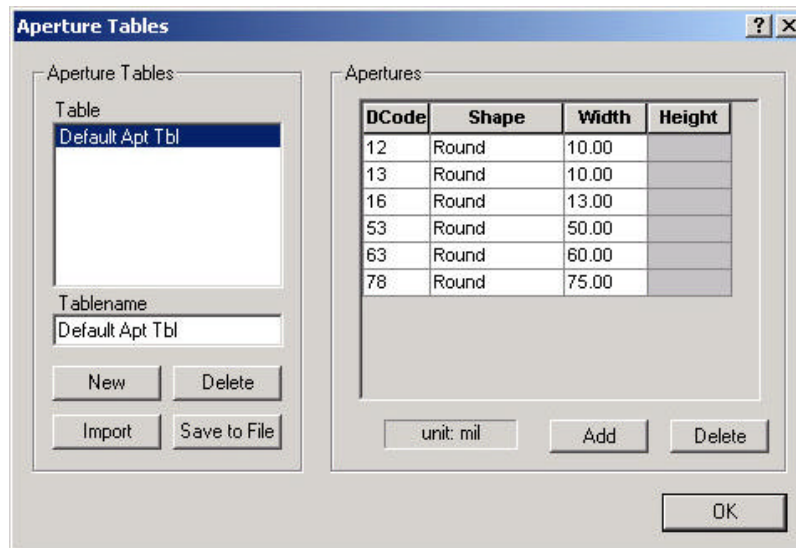
## PREPARING YOUR \*.ISO FILE


**Step 1:** Open IsoPro by double clicking on the icon on your desktop.

**Step 2:** Open the \*.iso file you want to mill.

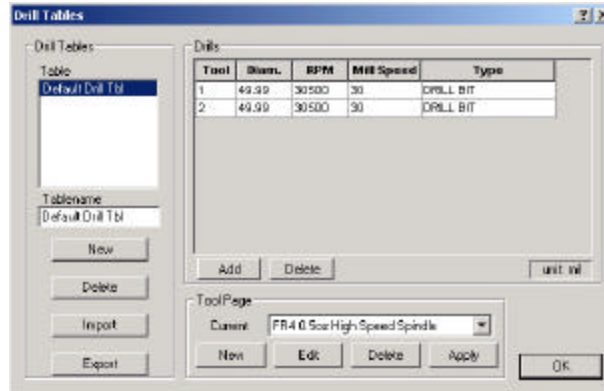
**Step 3:** Verify aperture list by clicking on the Aperture Table icon , selecting **View > Aperture Table** or pressing **F3**.

If you do not have an aperture list loaded, you will notice that your aperture dimensions default to **9.99** and **49.99**. This is a very distinctive size and will probably never be used on a circuit board. If you see these values in your list, manually edit the aperture widths to match the output of your CAD package.



**Step 4:** Verify tool table by clicking on the Tool Table icon , selecting **View > Tool Table** or pressing **F4**.

The tool table usually imports into IsoPro automatically, but on occasion it may not. In that case you must edit the data manually. If your tool sizes default to **49.99**, this is a flag that indicates these are the default values. Manually edit the Tool Table to match your tool sizes.



change these screen captures to show current tool table information

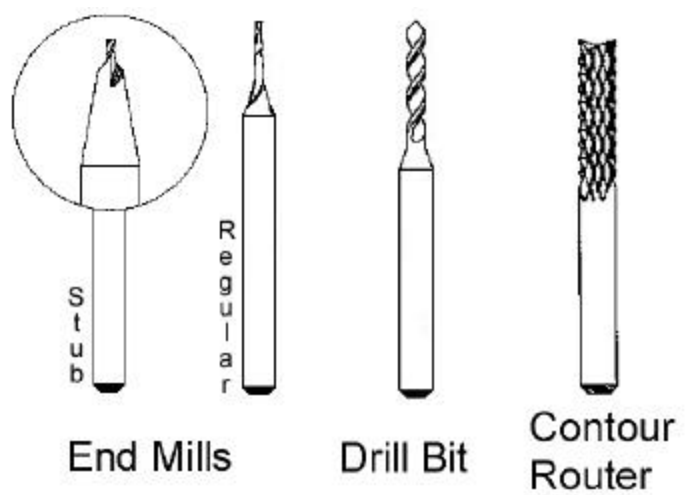
**Step 5:** Verify that you have all the tools required to drill, mill and route your board.

**Step 6:** Go to Material Change position by selecting **Mill > Material Change** and place board and backup material on the milling table.

## CUTTING TOOLS

A complete set of tools needed for operating your Quick Circuit Prototyping System has been included. These tools include an Allen wrench and spare chuck set screws. In addition, the tool kit provided with the Quick Circuit system includes a copper milling tool, a contour router, 0,78 mm (0.031”) end mill, and various sized drill bits.

A diagram of these tools follows:



**Figure 12 - Precision Fine-Grained Carbide Tools**



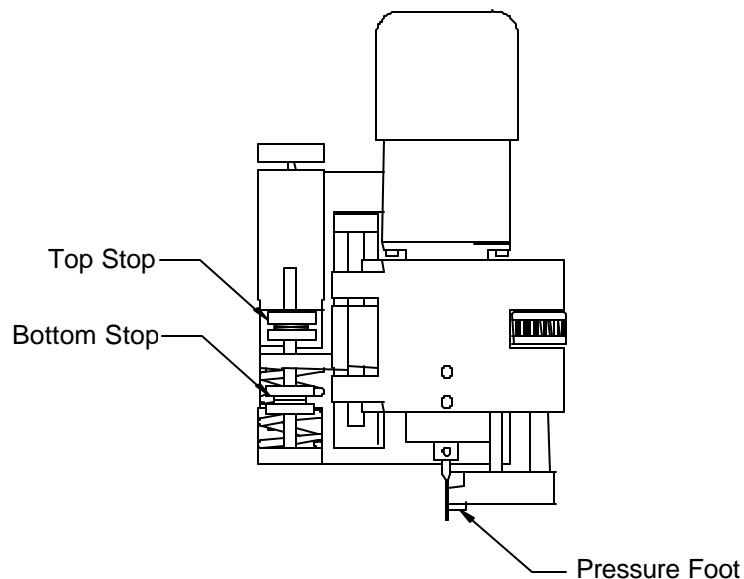
The drill bits are industry standard 38 mm (1.5") long, 3,2 mm (1/8") diameter shank circuit board drills. These drills are available in any number size from 31 to 70, any metric size from 0,75 to 3,15 mm and fractional sizes up to 1/8".

The end mills are used to mill large paths in the board material. This is useful in wide path milling or copper rubout. The width of cut of an end mill is simply the size of the end mill.

The copper milling tools are custom made for the purpose of milling copper circuit board material. The copper milling tool has a pointed tip. The tool depth determines the width of cut.

The contour routers are used to route a board outline from a piece of board material or to perform interior routing.

## ADJUSTING THE HEAD ASSEMBLY



### Setting the Upper Travel Limit

A pair of thumb nuts is provided to set the Top Stop position. The lower nut will set the location; the upper nut will lock the nuts in position.

The Top Stop setting will also allow the operator to limit the amount of upward travel of the solenoid plunger. Insufficient solenoid force to start motion will result from too large solenoid top extension, e.g. greater than 5 mm (0.200").

Check the upper travel limit to be sure that a cutting tool will pass above the table and board material before allowing the head to move.

## Setting the Lower Travel Limit

Most of the time the pressure foot will be used to control the depth of cut of a tool. If you do not use the pressure foot, you can set the lower travel limit of the head assembly by setting the Bottom Stop thumb nuts. The upper nut will set the location; the lower nut will lock the nuts in place.

When you do use the pressure foot, move the Bottom Stop to the extreme down locked position to avoid restricting the downward movement of the head assembly.

## Setting the Vacuum Inlet Tube

The vacuum tube can be positioned for various work heights. Release the thumb screw on the tube clamp to slide and rotate the tube as needed. Place the inlet close to the interface of the cutting tool and the work surface.

The tube must be placed high enough to pass above the table and board material. It must not touch the pressure foot or the head assembly, since this could restrict vertical motion.

## Setting the Air Cylinder Force

The force applied by the air cylinder is controlled by the air pressure regulator located on the front of the pneumatic controller. An air pressure gage is also located on the front of the pneumatic controller.

For most typical applications, an air pressure of **2,4-2,7 bar (35-40 psi)** is acceptable. If less force is desired, turn the adjustment knob on the regulator counterclockwise until the gage reads an amount less than the desired pressure. Then turn the adjustment knob on the regulator clockwise until the desired air pressure is obtained. It is preferable to approach the desired pressure setting from a lower pressure for a more accurate setting.

If more force is desired, simply turn the adjustment knob to the regulator clockwise until the desired air pressure is obtained. The setting can be locked by pressing in on the yellow locking ring around the adjustment knob. To unlock the adjustment knob, simply pull the locking ring out until it is loose.

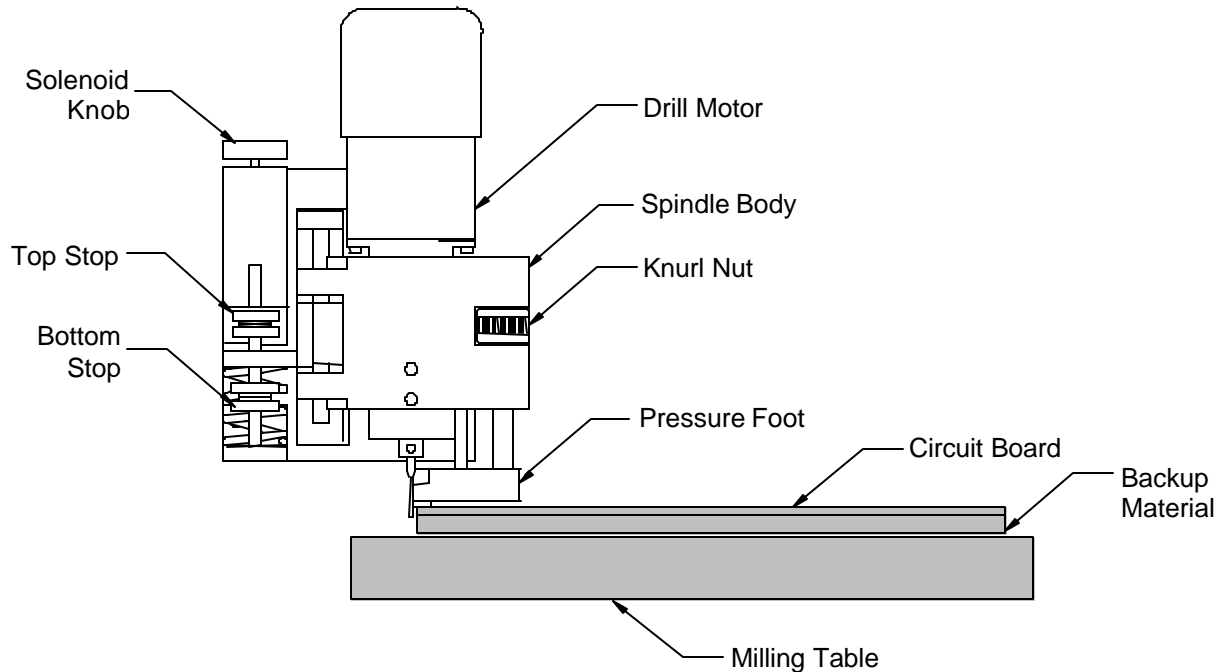
## Setting Speed on a the High-Speed Spindle

The IsoPro software controls the spindle power converter for spindle speed. The upper and lower limits for the spindle speed are set automatically according to the Tool table.

The high speed spindle motor must be allowed to come to a complete stop before resuming milling. After a stop, the converter speed display should return to zero and the yellow speed change and operational green light should go off in order to indicate that the external converter is ready for the next command.

## SETTING TOOL HEIGHT

The procedure to set the height of a tool above your circuit board will be the same regardless of the type of tool or spindle assembly used.



**Figure 13 - Setting the Tool Height Above a Circuit Board**

- Step 1:** Select **Mill > Jog** from the menu bar or **Ctrl+J** and position the drill bit to the side of the board.
- Step 2:** Using the Top Stop thumb nuts, position the bottom of the tool just slightly above the circuit board material.

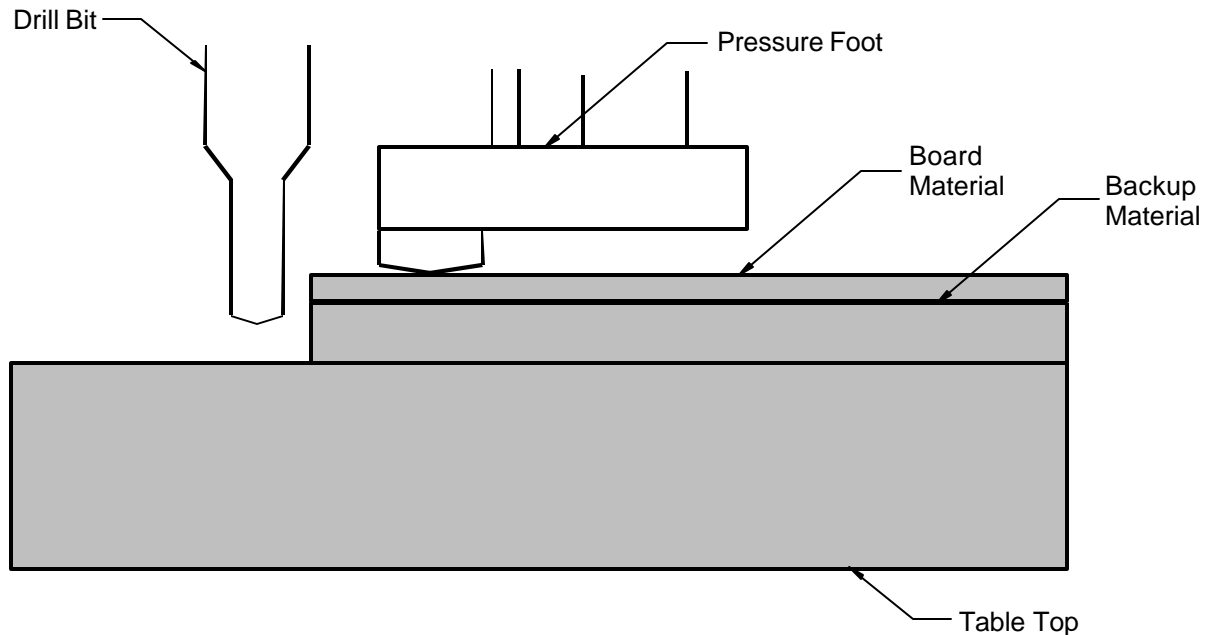
By keeping the tool as close as practical to the board material, you will greatly increase tool life and accuracy. This is due to the velocity with which the tool hits the board material when using a solenoid configuration. The higher the tool starts above the material, the greater the solenoid will accelerate the tool before entry into the board material.

This acceleration increases the chance of the carbide tool chipping or breaking. A good rule is to place the 1,6 mm (1/16") Allen wrench flat on the board material next to the bit. Then adjust the Top Stop to have the tool's height above the board material to be less than the thickness of the Allen wrench.

## SETTING DEPTH OF CUT FOR DRILLING

Always set the tool height above the circuit board BEFORE setting the depth of cut.

After loading the correct drill, set your depth of cut. When drilling you want the bit to drill completely through the circuit board material and slightly into the backup material.



**Figure 14 -** Setting the Depth of Cut of Drill Bit  
(magnified view of head assembly and pressure foot)

To the right side of the spindle body is the Knurl nut (nut with ridges). Below this nut, is the pressure foot. The pressure foot rides along the surface of the material on the milling table. This allows you to set the tool depth of cut accurately with regards to the material's surface. Otherwise slight warps in the material would influence your depth of cut.

Turning the ridges on the knurl nut to the left as you face the head (or clockwise if you are looking down on it) will raise the pressure foot thereby increasing your depth of cut. The Knurl Nut has clicks or detents in it. Each detent moves the pressure foot up or down by 0,010 mm (0.0004") increments.

**Step 1:** Press down on the head assembly.

**Step 2:** Rotate the Knurl Nut until the point of the drill bit is below the bottom of the circuit board material when the pressure foot is flush against the board material.

## Setting the Solenoid Force

The solenoid has a limited stroke with force. Be sure to have the solenoid plunger positioned to have a gap between the e-ring and the case in order to keep from restricting downward motion.

When changing the range of motion of the head assembly, change the solenoid adjustment to match this range using the Solenoid Knob. Failure to do this may restrict the vertical motion.

## DRILLING YOUR BOARD

**Note:** Drill the holes in your board before you mill the traces. Drilling a hole in the center of a small annular ring might cause the copper cladding to come loose from the base material.

**Note:** Improved registration accuracy of small diameter drill holes can be achieved by using Entry Material. T-Tech stocks high quality entry material for this purpose.

Sometimes it is necessary to drill only part of a layer. Depending on your file you can use one of the following methods:

- 1) Select all entities that you would like to drill. Click on **Mill > Mill Selected** from the menu bar.
- 2) Right-click on the entity you want to drill, and select **Machine > Machine Net** under the cursor menu.

To drill an entire layer, follow these steps:

- Step 1:** In the Layer palette on the left side of your screen, right click on the first drill layer you want to machine.
- Step 2:** Select Run Layer. The milling table automatically goes to the Tool Change position.
- Step 3:** Install the required drill bit and adjust your tool height and depth of cut, as needed. Refer to Adjusting the Head Assembly and Setting Depth of Cut for Drilling starting on page 61.
- Step 4:** Adjust the position of the vacuum tube, as needed. Refer to Setting the Vacuum Inlet Tube on page 59.

**Step 5:** When ready, select **Run** on your screen. The milling table drills all the holes specified on the layer.

Since there is no way for the machine to know whether or not you are finished with this board, the head assembly moves to the Park position outside the edges of the board when it has completed each layer.

If you have another drill layer to machine, select the desired layer from the Layer Palette and click on Run Layer. The milling table automatically moves to the Tool Change position to allow you to insert the proper tool. Drill bits come in one standard length of 38 mm (1.5"). Unless your tool is very worn, there should be no need to adjust the tool height and depth of cut. Solenoid force adjustment may be necessary for optimum performance.

If your next operation is milling an isolation path, manually move the head assembly to the Tool Change position. When changing tools from a drill bit to a milling tool, you will need to set the tool height and depth of cut as described on pages 59 and 63 respectively.

## CHANGING A TOOL ON A STANDARD SPINDLE

**Note:** There are important differences in the operation of the Quick Circuit when using the optional high-speed spindle. The high-speed spindle requires a different procedure for tool changing. See page 64.

For this procedure, you will need the 1,6 mm (1/16") Allen wrench and the drill bit or milling tool you plan to use.

**Step 1:** Move the head assembly to the Tool Change position by selecting **Mill > Tool Change** from the menu bar.

**Step 2:** Using the 1,6 mm (1/16") Allen wrench loosen the set screw on the chuck.

The tool should then fall out of the chuck. Caution is advised as these tools are delicate and can be easily damaged through mishandling.

**Step 3:** Store the removed tool in its correct place.

**Step 4:** Then place the new tool bit in the chuck insuring that the tool is seated completely up in the chuck. While holding the bit in place, tighten the set screw with the Allen wrench. The tool can be held in place comfortably with your fingernail or optionally you may wish to purchase the Tool Grip from T-Tech.

**Step 5:** Adjust the tool height and depth of cut for the current operation (drilling, milling, routing). Refer to the appropriate setting instructions.

## CHANGING A TOOL ON A HIGH-SPEED SPINDLE

This motor spindle has a tool chuck that uses a collet. A collet is a tapered sleeve that evenly squeezes the tool. Turning the knob at the top of the motor spindle unit operates the collet. The collet must be loose, or open, to accept a cutting tool. The collet should be tightened only when a tool has been inserted.

**Step 1:** Move to the Tool Change position.

**Step 2:** Press down on the knob. Turning the knob slightly while pressing will allow the knob to go fully downward and lock the rotation of the spindle. The knob can loosen and tighten the collet only when the knob is fully down with the spindle rotation locked.

**Never press the knob down while the spindle is rotating!**

You may find it convenient to hold the head down with your left thumb on the pressure foot. The left hand fingers can hold the tool in place while turning the knob with the right hand.

**Step 3:** Loosen the collet by turning it counterclockwise.

**Step 4:** Install the desired tool bit.

**Step 5:** Tighten the collet by turning it clockwise. The knob is small because firm finger tightness is all that is required for securing a tool shank in the collet.

**Caution: Over-tightening** will increase runnout and if extreme **could damage the collet**. Contour routing is the only operation that will need to have the tool firmly tightened. Refer to the motor manufacturer's literature.

## ADJUSTING DEPTH OF CUT FOR MILLING

You can perform your milling operations using a fixed diameter end mill or a pointed milling tool. The pointed milling tool allows you to machine the board at greater speeds, but requires a more complicated depth of cut adjustment.

With an end mill, the width of the milling path is approximately equal to the diameter of the end mill. To adjust the depth of cut, follow the instructions below. For a pointed milling tool, the width of the path depends on the depth of cut of the tool. See the following pages for details on setting the depth of cut of both the end mill and the pointed milling tool.

### Setting End Mill Depth of Cut

Always set the tool height above the circuit board **BEFORE** setting the depth of cut.

To the right side of the spindle body is a nut with ridges, called the Knurl Nut. Below the nut, is the pressure foot. The pressure foot rides along the surface of the material on the milling table. This allows you to set the tool depth of cut accurately with regards to the material's surface. Otherwise slight warps in the material would influence your depth of cut.

- Step 1:** Move the spindle to the front of the board and left or right from the positioning pin. These areas are not usually used on the board. **Select Mill > Move** or press **Ctrl+M**, then manually jog the machine to the desired position.
- Step 2:** Press down on the head assembly.
- Step 3:** Rotate the knurl nut until the bottom of the end mill is flush with the circuit board material when the pressure foot is down.

Turning the ridges on the knurl nut to the left as you face the head (or clockwise if you are looking down on it) will raise the pressure foot thereby increasing your depth of cut.

- Step 4:** Adjust the depth of cut for the layer you are going to mill.

The knurl nut has clicks or detents in it. Each detent moves the pressure foot up or down by 0,010 mm (0.0004") increments. The following recommended settings are intended to be used as a starting point; individual applications will vary.

Recommended settings:

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 14 g (½ oz.)<br>copper | 3 clicks<br>positive |
| 28 g (1 oz.)<br>copper | 5 clicks<br>positive |
| 56 g (2 oz.)<br>copper | 9 clicks<br>positive |



84 g (3 oz.)  
copper

13 clicks  
positive

**Step 5:** Make a test cut for comparison.

End mill lengths vary. When milling with consecutive tools, verify the depth of cut by crossing previous test cuts.

**Setting Pointed Milling Tool Depth of Cut of a pointed milling tool**

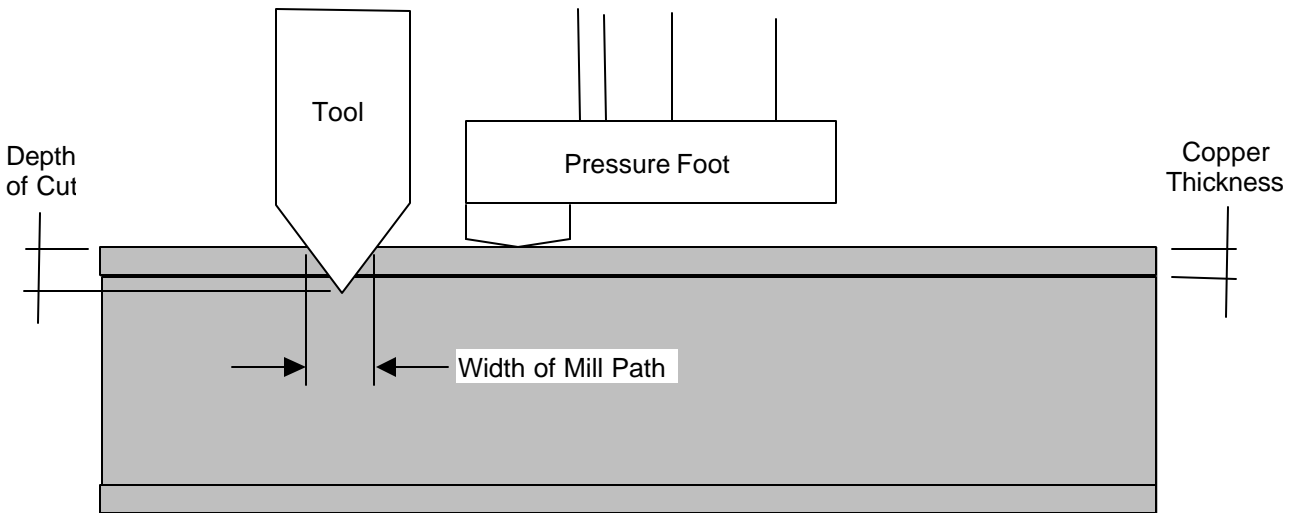
Always set the tool height above the circuit board BEFORE setting the depth of cut. See page 60.

Pointed milling tools are slightly shorter than other tools and have either a 60° or 90° point tip (depending on the style). The milling tool should cut through the outer layer of copper:

?? 14 g (½ oz.) copper board is 0,018 mm (0.0007") thick

?? 28 g (1 oz.) copper board is 0,035 mm (0.0014") thick

?? 56 g (2 oz.) copper board is 0,070 mm (0.0028") thick



**Figure 15 -** Setting the Depth of Cut of Pointed Milling Tool (magnified view of tool and board material)

The greater your depth of cut, the wider your mill path will be. To set the depth of cut of a pointed mill tool, follow the steps outlined below.

**Step 1:** Move to a clear position on the board to the right or the left of the primary positioning pin. These areas of the board are not usually used.

**Step 2:** Test the width of your mill path by right-clicking on the area of the board where you want to perform the test and selecting **Machine > Test Depth of Cut** from the pop-up menu. Select the desired width and press **OK**.

The milling table will machine a horizontal path; move up by the width of the milling path, then turn back and machine a path parallel to the first one.

**Step 3:** Inspect the results. If the two paths do not touch, the tool is not cutting deep enough into the copper. If the two paths overlap, the depth of cut is too big. To be exact, the two paths must just touch as illustrated below.



**Figure 16 - Inspecting Mill Paths**

If the depth of cut needs adjustment, jog it some more with one hand on the keyboard and adjust the knurl nut with the other. Remember the deeper a tapered, pointed milling tool mills into the board material the wider the cut path. When you have a satisfactory depth of cut, lift the head and turn off the drill motor.

Once you have gained some experience, you may prefer to adjust the depth of cut while you mill the file. Start with the tip of the milling tool above the board material and adjust it downward while running the file. When the depth of cut is properly set, stop the milling process and restart the mill file. Quick Circuit's accuracy ensures that the original mill path will be precisely re-milled.

## MILLING YOUR BOARD

To mill an entire layer, follow these steps:

- Step 1:** In the Layer palette on the left side of your screen, right click on the first isolation layer you want to machine.
- Step 2:** Select Run Layer. The milling table automatically goes to the Tool Change position.
- Step 3:** Install the required milling tool and adjust your tool height and depth of cut. Refer to the Setting Tool Height and Adjusting Depth of Cut for Milling sections in this manual.
- Step 4:** Adjust the position of the vacuum tube as needed.
- Step 5:** When ready, press OK in the Tool Change dialog box. The machine mills the isolation paths from the selected layer.

When the selected layer is finished, the head assembly moves to its Park position outside the edges of the board when it has completed each phase.

- Step 6:** Repeat steps 2-6 for each isolation or rub out layer.

For each Isolation or rubout layer, there is a tool diameter appended by IsoPro the end of the layer name. For example:

?? 274x.gbr (31.0 mils)

?? 274x.gbr (31.0 mils rub out)

?? 274x.gbr (10.0 mils)

?? 274x.sol (31.0 mils)

?? 274x.sol (10.0 mils)

Complete the component side before proceeding to the solder side since this requires flipping the board material, and run the smallest tool first. In the example above, you would run the **274x.gbr (10 mils)** layer first, then the 31.0 mils layer, then the rub out layer for the 31.0 mils tool.

Sometimes it is necessary to mill only part of a layer. Depending on your file you can use one of the following methods:

- 1) Select all entities that you would like to mill. Click on **Mill > Mill Selected** from the menu bar. This will mill only the entities selected.
- 2) Right-click on an entity on the net that you want to mill, and select **Machine > Machine Net** under the cursor menu. This will mill all the entities connected to the entity selected.
- 3) Right-click on the entity you want to continue from and select **Machine > Mill to End...** This will continue the milling file from the entity selected to the end of the file.

### **Milling Text and Symbols**

Most CAD packages allow you to put text and symbols on your design. Quick Circuit can mill these.

Inspect your text layers. Problems arise when you take a Gerber file containing text and traces and isolate it using the IsoPro software. The IsoPro software will also isolate your text and symbols. Normally you do not want any symbols isolated. The isolated text will be the outline of what you originally entered.

- Step 1:** In the IsoPro software, copy your layer containing text to a second layer so that there are two identical layers.
- Step 2:** On one layer, delete everything that is not text and symbols.
- Step 3:** On the other layer, delete everything except text and symbols.
- Step 4:** Run the isolation routine on the layer that now has no text or symbols.
- Step 5:** Combine or Register the text and symbols layer to the isolated layer. This way, the Isolation routine will not take as long and you will probably prefer the results.

## ADJUSTING DEPTH OF CUT FOR ROUTING

Always set the tool height above the circuit board BEFORE setting the depth of cut. See page 60.

After placing the contour routing bit in the tool chuck of the milling table, adjust the depth of cut so that the contour router goes all the way through the circuit board material and into the backup material. This is similar to setting the depth of cut for drilling and can be done following the steps outlined in the Setting Depth of Cut for Drilling section.

## CUTTING THE BOARD OUTLINE

Once your board has been completely drilled and milled you will need to route the board outline. This allows your circuit board to be removed from the base material. The IsoPro software can import a board outline in Gerber format. Alternatively, IsoPro can create a board outline if one is not available. The IsoPro machine drive software can also be used to manually route simple board outlines. The method you choose is of course up to you, depending on the tolerances of the particular board and the amount of time that you have.

On double sided boards, either perform contour route on the side that was not mirrored or check to make sure that you do not have to mirror the board outline layer in IsoPro.

Interior contour routes can also be done. Again, put this information on a separate layer in IsoPro. For obvious reasons, it is necessary to perform any interior contour routes before routing out the board from the pinned material.

**Hint:** When performing contour routing on the final side of the board, make sure that the board is secured in place.

## FINISHING YOUR BOARD

After performing your contour route you should scrub (without moisture) the oxidation off of the board using a scouring pad. Scrub in the direction of the majority of the traces on that side of the board. You should sandpaper the edges of the board to prevent the sharp edges from cutting the fingers of those handling the board.

Always use a very sharp tip on your soldering iron when soldering the components on the board. This will help eliminate solder bridges.

T-Tech also sells sockets and eyelets to aid in assembling your circuit boards.

## TROUBLESHOOTING

The following is a list of possible solutions to common problems encountered with the Quick Circuit system:

### **The milling table does not respond**

- ?? Is the milling table connected to the controller with the 37-pin cable?
- ?? Is the controller plugged in and turned on?
- ?? Does the power light of the controller come on when the controller is turned on?
- ?? Has the fuse in the back of the controller blown?

### **The head will not go up or down**

- ?? Are the Top and Bottom Stops set approximately as described in the Adjusting the Head Assembly section?
- ?? Is the Vacuum tube touching the pressure foot?
- ?? Is the solenoid set approximately as described in the Adjusting the Head Assembly section?

### **The Quick Circuit machine generally runs poorly**

- ?? Does your computer have a Pentium class or higher CPU and 32 megabytes or more of system memory?
- ?? Are there any other programs running at the same time as IsoPro or accessing the Quick Circuit's serial port?

**Air Cylinder hesitates while drilling through or retracting from the material**

- ?? The solenoid or air cylinder force is set too weak. Adjust the solenoid knob or increase the force of the air cylinder by turning the air regulator adjustment knob clockwise.
- ?? The Top Stop lock nuts are set too high. Lower the Top Stop position.

**The drill holes seem to be randomly placed within the pads**

- ?? The solenoid or air cylinder force is too great. Adjust the solenoid knob or decrease the force of the air cylinder by turning the air regulator adjustment knob counterclockwise.
- ?? The random drilling is known as “drill wander” and is most common in smaller holes. Using adhesive entry material or new drill bits will also help with this problem.
- ?? The Top Stop lock nuts are set too high. Lower the Top Stop position.

**Drills bits break often or wear quickly**

- ?? The solenoid or air cylinder force is too great. Adjust the solenoid knob or decrease the force of the air cylinder by turning the air regulator adjustment knob counterclockwise.
- ?? The Top Stop lock nuts are set too high. Lower the Top Stop position.

**There is a wide point in the milling path when using a pointed milling tool**

- ?? The solenoid or air cylinder force is too great. Adjust the solenoid knob or decrease the force of the air cylinder by turning the air regulator adjustment knob counterclockwise.
- ?? The Top Stop lock nuts are set too high. Lower the Top Stop position.

---

**The width of the cut varies from one edge of the path to the other when using a pointed milling tool**

- ?? The solenoid or air cylinder force is too great. Adjust the solenoid knob or decrease the force of the air cylinder by turning the air regulator adjustment knob counterclockwise.
- ?? The machine may be out of alignment. Contact T-Tech Service Department.

**The pads are low in relation to the drill holes**

- ?? The solenoid is incorrectly set. If the solenoid knob is set too high, the solenoid force will be too weak. If the solenoid knob is set too low, the solenoid will bottom out. Adjust the solenoid knob as needed.
- ?? The air cylinder force is too weak. Increase the force of the air cylinder by turning the air regulator adjustment knob clockwise.

**The tool does not contact the copper when the head starts moving when using a pointed milling tool**

- ?? The air cylinder force is too weak. Increase the force of the air cylinder by turning the air regulator adjustment knob clockwise.
- ?? The Top Stop lock nuts are set too high. Lower the Top Stop position.
- ?? The Bottom Stop lock nuts are set too high. Lower the Bottom Stop position.
- ?? The vacuum tube is touching the pressure foot (stopping the Z motion).
- ??



## DIAGNOSTICS

If your Quick Circuit machine begins to produce low quality circuit boards, first, determine if the problem is hardware or software related. A file incorrectly exported from the IsoPro software will not be successfully machined. If Quick Circuit produces many different boards correctly except for one, then it is likely that the problem lies with the IsoPro file.

To discover if the problem lies with the Quick Circuit hardware, use the files included with the IsoPro software tutorial. These files are known to be correct. If the tutorial sample board is machined correctly, then the problem is not hardware related.

If the tutorial sample board is not machined correctly, then the problem is hardware related. Use this section to diagnose the problem.

?? Check the location of the Home position. It is possible that your Home Position needs adjustment.

If you experience repeatable offsets on multiple boards then it is likely that your home position needs adjusting. A need for home position adjustment is exhibited by all of the holes appearing to be offset approximately the same distance in the Y direction (left or right) when viewed from the bottom side. When performing the test make sure your board is pinned correctly with a precision locator hole (Refer to Section 3.5).

If you need further assistance, call T-Tech's technical support at **(770) 455-0676**.

## SERVICE AND MAINTENANCE

Quick Circuit is a precision tool used to produce circuit boards. Proper care and routine maintenance are essential to ensuring optimal performance. This section describes the maintenance that you should routinely perform to maintain your system at peak operating performance.

### SCHEDULE OF MAINTENANCE

It is recommended that the Quick Circuit be kept clean of dust and chips generated by the manufacturing of circuit boards. This can easily be done by using the vacuum to remove any dust and chips that have accumulated on the machine surfaces. The vacuum hose can be used for cleaning by disassembling it from the vacuum tube by twisting the hose off the vacuum tube. Please pay special attention to the lead screws and linear ways. Make sure that the vacuum hose is properly reassembled to the vacuum tube before continuing with regular use.

#### Lead Screws

The lead screws are coated with black TFE to increase life and to provide smooth, quiet and accurate motion. Because of this the lead screws do not require lubrication of any kind. Any lubrication applied to TFE coated screws could cause the coating to wear prematurely. However, it is important that the lead screws be kept clean of dust and debris. This can be done by using the vacuum as described above to regularly clean the lead screws. Frequency of cleaning varies between users based on machine usage and application.

#### Linear bearings

**Caution:** When lubricating the Y-axis linear bearings, make sure that no lubricant drips onto the Y-axis lead screw. **This will damage the TFE coating and void your warranty.**

The linear bearings should be lubricated every 3 months to provide smooth, quiet motion of the machine and to prevent corrosion of important surfaces. More frequent lubrication may be required for your application. Proper lubrication is important since it ensures that excess friction in the bearings does not cause the machine to operate slower or stall. Use a lightweight oil such as 3-in-1 oil on the X, Y and Z-Axis linear bearings. The X-Axis linear bearings are mounted on both sides of the bottom surface of the table top. The Y-Axis linear bearing is mounted to the bottom of the cross support bar. The Z-Axis linear bearings are located to the left of the spindle. The linear bearings should be lubricated about every 4 weeks or as use warrants.

Note: 3-in-1 oil is the registered trademark of WD-40 Company, San Diego, CA.

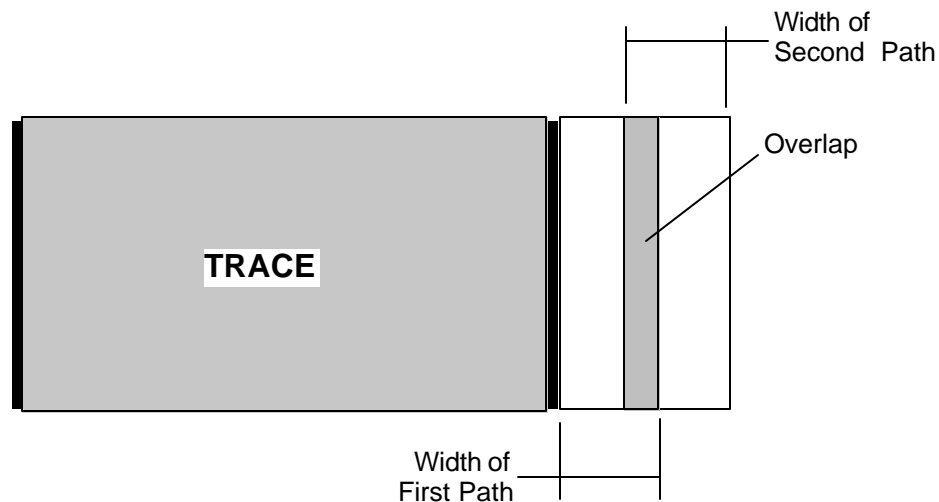
## TECHNICAL TIPS

This section addresses specific technical areas concerning the use of Quick Circuit that are not essential to its routine operation. Users may choose to read this section after becoming experienced with the operation of the Quick Circuit, and use it in reference to specific questions. Some of the information in this section was discovered or developed from our users in response to our request for input, tips, suggestions and techniques. Some information was discovered by T-Tech employees who thought the information may be useful to specific customer applications.

### WIDE PATH MILLING

Sometimes you will not have an end mill available with the same diameter as the diameter of the path you wish to mill. For instance suppose you require a 1,25 mm (0.050") mill path width but only have 0,25 mm (0.010"), 0,78 mm (0.031"), and 1,57 mm (0.062") end mills.

The solution is to have isolate a first path using the 0,78 mm (0.031") mill your first and offset the second path also using the 0,78 mm (0.031") mill. Overlapping the two paths results in a total mill path of the desired width.



**Figure 17 - Overlapping Isolation Paths**

When we are machining the layer, the total width of the mill path is equal to the sum of the widths of the first and second path minus the overlap value. In other words,

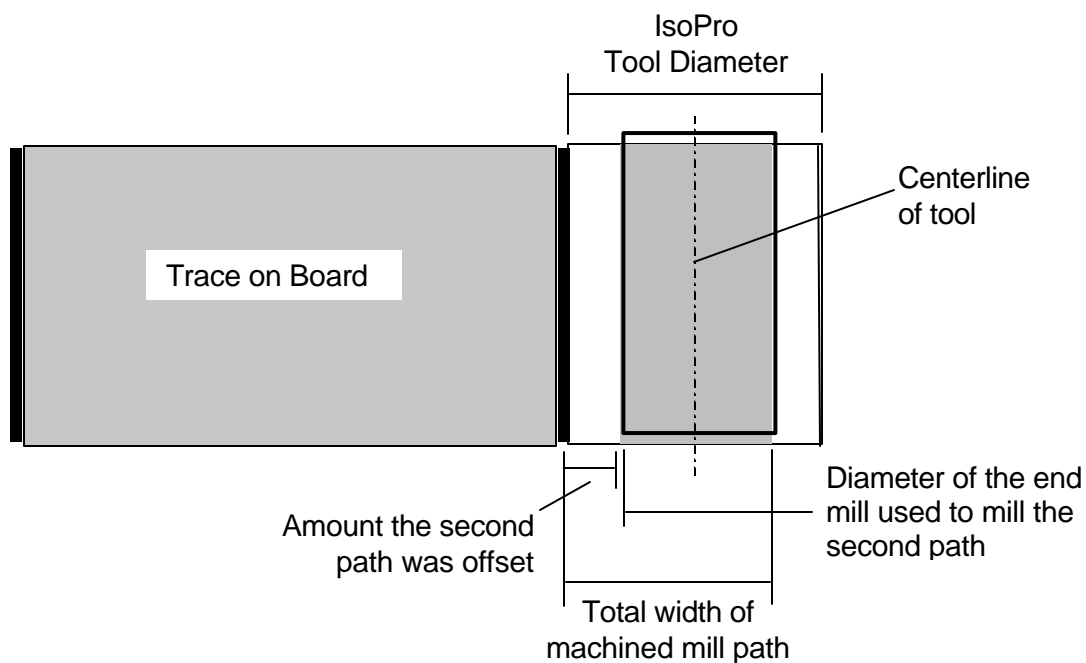
$$\text{Total width} = \text{Width of first path} + \text{Width of second path} - \text{Overlap}$$

The width of the first and second paths is equal to the diameter of the end mills used to trace the paths. By controlling the amount of overlap, you can modify the total width of the mill path.

However, IsoPro does not allow you to specify an offset to mill the second path. Therefore, we need to specify a tool diameter whose centerline will match the desired location of the second mill path.

It is important to know the basics of how the IsoPro isolates and outputs a layer. When IsoPro isolates an image group it outlines the pads and traces with an outline of specified thickness. This line is defined by a centerline, which is offset from the edge of the pad or traces by one half of the thickness of the outline. When the outline is drawn in IsoPro it is shown with the thickness of the tool diameter that was used when it was isolated. We will call this the IsoPro tool diameter.

By isolating a layer with a tool diameter larger than the actual diameter of the tool you plan to use to mill the second path, it is possible to offset the second path from the first. This prevents the first path from being totally overlapped when the layer is machined.



**Figure 18 - Offsetting the Second Mill Path**

## Offsetting the Second Mill Path

The amount of offset of the second milling path is equal to the width of the first path minus the overlap.

$$\text{Offset} = \text{Width of first path} - \text{Overlap}$$

The amount of offset is also controlled by the available IsoPro tool diameter and the diameter of the tool used to mill the second path. By inspecting the diagram on the previous page, we see that:

$$\text{Offset} = (\text{Tool diameter} - \text{Width of second path})/2$$

Combining the two expressions, we see that:

$$\text{Offset} = \text{Width of first path} - \text{Overlap} = (\text{Tool diameter} - \text{Width of second path})/2$$

If we solve this equation in terms of the Overlap, we end up with:

$$\text{Overlap} = \text{Width of first path} - (\text{Tool diameter} - \text{Width of second path})/2$$

Since we already know that the total width of the mill path will be the sum of the widths of the first and second paths minus the amount of overlap, we can solve this equation for the IsoPro tool diameter in terms of the diameters of the end mills you intend to use for your first and second paths and the total diameter you desire the mill path.

We know that

$$\text{Total width} = \text{Width of first path} + \text{Width of second path} - \text{Overlap}$$

and

$$\text{Overlap} = \text{Width of first path} - (\text{Tool diameter} - \text{Width of second path})/2$$

Substituting in the Overlap, we get:

$$\begin{aligned} \text{Total width} &= \text{Width of first path} + \text{Width of second path} \\ &\quad - [\text{Width of first path} - (\text{Tool diameter} - \text{Width of second path})/2] \end{aligned}$$

Simplifying and solving for the Tool diameter, we end up with the offsetting equation:

**Tool Diameter = 2 \* Total width – Width of second path** -- The offsetting equation

This is based on the assumption that the widths of the first and second paths are less than the total width. And obviously, the width of your first or second path can not be greater than the total width. It is also necessary to have some overlap between the first and second paths.

Using the offsetting equation, you should be able to achieve your desired total mill path with end mill(s) smaller than the total path. The equation is also valid if you use the same end mill for your first and second paths. An example of this follows.

Suppose you have a 0,78 mm (0.031") end mill and desire to mill a 0.050" mill path. You may choose to use the 0,78 mm (0.031") end mill for both your first and second paths. Therefore, we have:


$$\begin{aligned}\text{Tool Diameter} &= 2 * \text{Total width} - \text{Width of second path} \\ \text{Tool Diameter} &= 2 * 1,25 \text{ mm} - 0,78 \text{ mm} = && 1,72 \text{ mm} \\ &= 2 * 0.050 - 0.031 = && 0.069''\end{aligned}$$

Therefore, in IsoPro, we will specify the tool diameter for the first isolation path using the 0,78 mm (0.031") end mill and the second path using a (fake) 1,72 mm (0.069") tool. When we mill the board, however, we will use the same end mill for both layers. The 1,72 mm (0.069") tool diameter was used in the IsoPro software solely for the purpose of offsetting the centerline.

## EXPORTING FILES TO FIT ON THE BOARD MATERIAL

While viewing or editing files in the IsoPro, you will notice a large rectangle in the center of the screen. This rectangle shows approximately where the board material is relative to your files. Any part of your file that does not lie within this rectangle will not fit on your board material.

You may offset your layers so as to have them placed anywhere you desire on this board material. If a file is exported that has sections lying outside of the rectangle, the IsoPro software will issue an error message to this affect. IsoPro will not allow you to mill this file but you may view it.

Click on the Extents icon  to view the entire extents of your drawing. If a file exceeds the work area, then the file must be offset in IsoPro so as to fit within the rectangle on the screen. By properly offsetting the layers of a file you should be able to produce circuit boards up to the size of the board material itself.

## **USE OF QUICK CIRCUIT FOR ENGRAVING**

While Quick Circuit is most often used in the prototyping of circuit boards, it is also capable of high precision engraving. For instance, 2-Plex and Plastic materials used in the production of signs and front panels are available from T-Tech, Inc.

When engraving on plastic and other materials it is desirable to use a slower spindle speed so that the heat produced does not melt the material being engraved.

## APPENDIX A

### GERBER AND CAM ESSENTIALS

The following is reprinted with permission from an article in the November 1992 edition of Printed Circuit Design Magazine:

## Gerber and CAM Essentials

### The inside view

by Andy Wise

Today, virtually all PCB designs are reduced to a series of Gerber plot files as the first step in the PCB manufacturing process. These Gerber files constitute the database that drives the CAM process. Historically, designers have been unaware of the exact nature of Gerber files and were therefore unable to verify the correctness of a Gerber file or open a dialog with the CAM people about the problems that commonly occur. Furthermore, without having the proper tools, designers have had little or no control of their design once it has been committed to a Gerber database.

#### What is Gerber?

Gerber is the de facto standard photoplotting command language. It is supported by virtually all modern photoplotting equipment in use today. The command structure and format of a Gerber file (the name Gerber borrowed from the popular photoplotter maker Gerber Scientific Instruments Co.) is actually a subset of the EIA RS-274-D standard for numerically controlled machines. Each Gerber file contains commands and data that instruct the photoplotter on where to expose the film when generating PCB artwork.

#### Gerber Command Structure

While typical Gerber files can be megabytes in size, there are only a few essential commands in the Gerber language. The most prevalent are the "G" and "D" command codes, commonly referred to as G-codes and D-codes. The G-codes are called preparatory codes and are used to set the state of the plotter. The D-codes serve a dual role. They act as aperture select commands, or, along with XY coordinates, they specify whether the photoplotter "flashes" an aperture or "draws" a line.

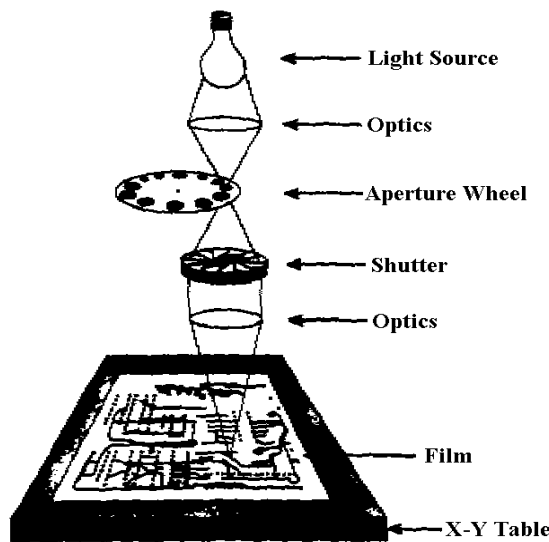
The terms "flash" and "draw" relate to the older vector photoplotters that exposed the film through an aperture (Figure 1) by either momentarily energizing a light source while stationary (flash) or by maintaining a constant light source while moving (draw). While the



old vector photoplotter terminology persists, most modern photoplotters expose the film with laser light after first converting the Gerber vector data to a raster image.

**Aperture Lists and D-Codes**

The connection between aperture lists and D-codes has long been a source of confusion for non-CAM people. Although most CAD systems refer to sequentially numbered apertures beginning at one, Gerber files refer to apertures using D-codes that begin at 10. Worse yet, there is not a one-to-one relationship between aperture position numbers and D-codes! In other words, you can't simply subtract nine from a D-code to find its aperture position. The reason behind the madness stems from the use of aperture "wheels" on the old vector photoplotters.



**Figure 1 Photoplotter operation**

These wheels typically contained 24 different apertures and for reasons unknown to this author, they were numbered as shown in Table 1. Fortunately, the right CAM software will automatically handle the ordering of D-codes within an aperture list. Furthermore, a major benefit of modern laser photoplotters is the absence of an aperture wheel. There is no 24-aperture limit nor a need for a list mapping aperture positions to D-codes! Although an aperture list is still required, it simply needs to describe the size and shape of each D-code used.

**Table 1**  
**Aperture Wheel/D-Code Mapping**

| <b>Aperture</b> | <b>D-Code</b> | <b>Aperture</b> | <b>D-Code</b> |
|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| 1               | D10           | 13              | D20           |
| 2               | D11           | 14              | D21           |
| 3               | D12           | 15              | D22           |
| 4               | D13           | 16              | D23           |
| 5               | D14           | 17              | D24           |
| 6               | D15           | 18              | D25           |
| 7               | D16           | 19              | D26           |
| 8               | D17           | 20              | D27           |
| 9               | D18           | 21              | D28           |
| 10              | D19           | 22              | D29           |
| 11              | D70           | 23              | D72           |
| 12              | D71           | 24              | D73           |

### **An Incomplete Language**

A major shortcoming of the Gerber command language has been the lack of a method to describe the size and shape of apertures within a Gerber file. Thus, a separate file in a nonspecific format is typically used to convey this information to the CAM operator. Because of this, much time and money has been wasted on bad film. Bad boards have been built if the errors are not detected in time, due to errors in converting aperture lists. Fortunately, the correct CAM software can recognize and automatically convert most aperture lists in use today.

### **A Variable Format Language**

Although Gerber only has a handful of basic commands, the format of these commands can vary, adding confusion to the deciphering of Gerber data. Gerber files may be generated using imperial or metric units of measure. The precision of the data coordinates may be specified in different ways. For example, the value 01255 could be interpreted as 1.255 if two places are assumed before the decimal point (2.3 format) or 12.55 if three places are assumed (3.2 format).

Coordinate data may also be specified in either absolute or incremental formats. In absolute format, all coordinates are relative to the photoplotter origin or 0,0 point. On the other hand, incremental format specifies each coordinate value relative to the previous coordinate. Coordinate data may also be specified with either leading or trailing zeros suppressed. Thus 1255 could be interpreted as 1.255 or 12.550 assuming 2.3 precision.

Again, the right CAM software should be able to automatically detect the format of a Gerber database (Figure 2).

```
G54D41*
G01X00200Y00600D03*
G54D20*
G01X00200Y00500D03*
G01X00200Y00400D03*
G01X00200Y00300D03*
G01X00500Y00300D03*
G01X00500Y00400D03*
G01X00500Y00500D03*
G01X00500Y00600D03*
G01X00200Y00600D02*
G54D12*
G01X00350Y00600D01*
G01X00350Y00500D01*
G01X00500Y00500D01*
G01X00200Y00500D02*
G01X00275Y00500D01*
G01X00275Y00400D01*
G01X00500Y00400D01*
G01X00200Y00300D02*
G01X00500Y00300D01*
M02*
```

**Figure 2 Sample Gerber file and plot.**

### **What's Missing?**

When a CAD system outputs the Gerber database, almost all of the electrical intelligence is lost. That is, all reference designators, pin numbers and, hence, netlist information is missing. The most serious consequence of this is the one-way nature of Gerber. There is no way to automatically back-annotate a design from changes made to the Gerber database. This isn't to say that you can't do anything useful with Gerber other than photoplotting. Quite the contrary!

## Building Intelligence into Gerber

With the right CAM software, it is possible to build netlists using the connectivity of pads and traces. This in turn allows more accurate design rule checking and automatic test point extraction for bare-board testing, for example. Using CAM software and a Gerber database is also the appropriate stage to perform panelization. Since typical CAD systems are not designed to handle multiple copies of identical designs, they are not suitable for panelization. The right CAM software should be capable of placing different designs on the same panel.

Once a CAM operator receives the Gerber database, venting and thieving copper patterns may be added to assist in laminating and plating. Test coupons, registration holes, alignment marks and other fabrication aids may also be incorporated. Layer scaling can be performed to compensate for shrinking or expansion during lamination. Bit-mapped copper area calculations are performed to allow proper plating current. NC drill files are extracted. The drill files should be fully optimized for the overall panel and not individual images. Since the individual PCBs have to be removed from the panel, the data necessary to drive the milling machinery can then be extracted.

## Designers Using CAM Tools?

Yes! First and foremost, a designer should view the Gerber database using a WYSIWYG Gerber viewer. Since there are often discrepancies between the CAD database and the generated Gerber database, this will catch most obvious errors. Even better, a CAM tool could be used to run a DRC on the Gerber database. This would catch even the not-so-obvious errors. The benefits of these simple checks are savings in time and money. Besides reducing the service bureau charges and the cost of resending the Gerber database via modem or courier, days or weeks can be saved in turnaround times. Another benefit of using a good Gerber viewer is having a basis for reference when discussing any problems with a service bureau.

Besides simply catching errors, a designer can reduce costs directly by performing more tasks in house and relying less on the service bureau. Using the right CAM software, a designer can perform such tasks as automatic "fix up" of silkscreen data, removal of innerlayer isolated pads and addition of polygon-filled and poured areas. The designer can also reduce the amount of film used in generating artwork for a design by automatically spreading all layers of a design onto one sheet of film!

In addition, the use of CAM software by designers promotes communication and awareness of the entire process from design through production, bridging a gap that has existed since the beginning of PCB design.

## The Politics of Modifying Gerber Databases

Ideally, if problems are detected in a Gerber database, the CAD database would be changed, the schematic would be back-annotated and the Gerber database would be regenerated. In reality, with product life cycles becoming shorter than the design cycle, time is of the essence. If minor problems are found in the Gerber database, it may be more expedient to simply correct them and document the changes so that the CAD database may be corrected at a later time. Regenerating a Gerber database from the CAD system may take many hours depending on the size and complexity of the design. Much time can be saved by detecting and correcting problems directly in the Gerber database. Such corrections should be made in house by the designer. The time spent communicating the problem and then the solution to and from the service bureau may be considerable and is error prone as well.

## Conclusion

Learning the fundamentals of Gerber and having the proper CAM tools empowers a designer to maintain control of a design long after it has left the confines of a CAD system. This translates into decreased costs and, more importantly, getting a design into production sooner.

Andy Wise is president of Wise Software Solutions Inc., Beaverton, OR.

## Bibliography

Gerber Format Plot Data Format Reference Book Document Number: 0000-000-RM-000. Gerber Scientific Instrument Co., Marketing Services Dept., 83 Gerber Rd. West, South Windsor, CT 06074.

EIA-RS-274-D Standard. Electronic Industries Association, Engineering Dept., 2001 Eye St. NW, Washington, DC 20006.

## PHOTOPLOTTING PRINCIPLES

The following is reprinted with permission from an article written by Graphicode, Inc:

### PHOTOPLOTTING PRINCIPLES

#### What's a Photoplotter?

A photoplotter is just what the name implies: an plotter that writes using light. A plotter has to be told:

Which tool to use.

When to use the tool, and when not to.

Where to go next.

Whether to go there in a straight line or along an arc.

For a photoplotter, "tool" means specially shaped apertures through which light passes to create a given shape on film. An aperture can be used without movement to make a shape (a "flash") or with movement to make a line or an arc.

There are two major types of photoplotters, "Vector" and "Raster" (or "laser"). Each handles apertures differently.

#### Vector Photoplotters

##### Aperture Wheels

Traditionally, the photoplotter counterpart to a pen plotter's pen rack has been the aperture wheel. The aperture wheel is a disk with 24 or 70 apertures arrayed radially along its circumference.

When the photoplotter selects an aperture, the aperture wheel is rotated to place the desired aperture between the light source and the film. Apertures are themselves pieces of film and can be made to any shape required, although in practice this is a time-consuming process and there is a physical limitation on size.

##### Flash and Draw Apertures

To achieve constant exposure on a vector photoplotter, apertures used for flashing pads are filtered differently than those used for drawing traces. Therefore, Flash and Draw apertures cannot be used interchangeably without risk of localized over-exposure and under-exposure.

## Aperture Wheel Setup for Vector Plotters

The setup of an aperture wheel is an exacting and time consuming process since each aperture in the wheel must be hand-mounted and aligned. In order to avoid repeated setup costs, designers have the photoplotting vendor keep a wheel on file and are forced to always use that same set of apertures. This has obvious drawbacks, both in terms of design flexibility and the ease of migration to other vendors.

## Raster (Laser) Plotters

### Aperture Lists

Increasingly, vector photoplotters are being replaced by the laser photoplotter, which emulates the older style machine in a raster (bit-map) fashion. While use of the term "aperture" to describe a pad or trace shape persists, the term "aperture wheel" is now being replaced by "aperture list", which implies the greater flexibility now available to the designer.

There are three principle advantages with aperture lists on raster plotters:

- Aperture shapes can be easily generated in software, thus eliminating the need to design a physical wheel.

- More apertures can be defined on a list.

- Allowable apertures sizes are typically (but not always) greater than those imposed by the physical dimensions of an aperture wheel.

## Flash and Draw Apertures

No distinction need be made between Flash and Draw aperture types since the light source intensity is constant.

## Speed Advantage of Laser Plotters

Laser plotters operate much quicker than vector machines. A complex plot that required hours on a vector machine can usually be performed in ten minutes or less on a laser photoplotter. This decreases turnaround time and in many markets has driven photoplotting costs down.

## Talking to Photoplotters

The de facto standard for photoplotter data is the Gerber format, more properly known as RS-274D. The term Gerber refers to the Gerber Scientific Instrument company, a pioneer and leader in photoplotter manufacturing.

RS-274D is a variation on traditional Numerical Control (NC) machine tool languages. It differs from traditional NC formats (i.e. drill data), as far as its use of tool selection codes but is otherwise compatible.

RS-274D data is organized in "blocks". A block consists of a combination of codes:

Tool selection

Setup

Movement

And, an End Of Block (EOB) character, which only follows a combination of the above codes.

An EOB character is usually an asterisk (\*) or dollar (\$), optionally followed by a carriage return and line feed.

An RS-274D code consists of a letter D,G,M,X,Y,I or J followed by a numerical value. These codes designate the following:

\* - End of Block (end of command)

D - Select aperture, or set aperture use mode

X - Move to X value

Y - Move to Y value

G - Various setup codes

M - Various control codes

I - Relative X location for arc center

J - Relative Y location for arc center

## D Codes

D codes have multiple purposes. The first is to control the state of the light being on or off. Valid codes for light state are D01, D02, and D03.

D01 - Light on for next move.

D02 - Light off for next move.

D03 - Flash (Light On, Light Off) after move (effect is limited to block in which appears, ie non-modal). You can also think of a D03 as D02, D01, D02 series of commands linked together.

D codes with values of 10 or greater represent the aperture's position on the list or wheel. It is very important to understand that there is no universal "D10" or "D30". Unlike the D01, D02, and D03 counterparts which have a fixed meaning (draw, move, flash), D10 and higher values have aperture shapes and dimensions assigned to them by each individual user. Hence, one job's D10 could be a 10 mil Round, when another job's D10 could be a 45 mil Square.



There are two distinct ways to number an aperture list. The traditional 24 aperture system started with D10 - D19, jumping suddenly to D70 - D71, then back to D20 - D29, ending with D72 - D73. This is still a common format for output for CAD packages, and is still mandatory for old 24 aperture Gerber vector photoplotters.

It is now common to start with D10, then increase numerically in steps of 1 (D10, D11, etc.) continuing up to D70 and beyond, rarely beyond 1000 individual apertures.

### **X & Y Codes**

The X & Y values in the Gerber file determine where the aperture shape and dimension will be positioned and drawn. X & Y values are used as coordinate pairs to determine where the light will be exposed, using the D codes shapes (i.e. D10) and light exposure status (i.e. D01, D02, D03) for drawing lines and arcs, as well as moving between drawing entities.

Here are a few examples of using X & Y codes with D codes.

D10\* { Select aperture D10}

X1000Y1000D02\* {The D02 tells us that the light will be off, and we move to coordinate position X1000 and Y1000}

X2000Y3000D01\* {The D01 tells us that we will draw (light on) to coordinate position X2000 and Y3000}

X5500Y100D03\* {The D03 tells us to move to coordinate position X5500 and Y100 with the light off, then flash (turn the light on and off)}

### **G Codes**

G codes are used to configure the photoplotter. Commonly implemented codes include:

G01 - Future X,Y commands are straightline moves

G02 - Future X,Y commands are clockwise arcs

G03 - Future X,Y commands are counterclockwise arcs

G04 - Ignore the rest of this block (used for Comments)

G54 - Prepare to change apertures

G74 - Future arcs are quadrant arcs

G75 - Future arcs are Full 360 arcs

G90 - Absolute data

G91 - Incremental data

Typically for laser photoplotters, G54 codes are rarely necessary. Older vector plotter controllers may require this preparatory G codes for changing apertures (i.e. G54D10\*).

A common situation where G codes are mandatory for all machines is when the data is switching from vectors to arcs and vice versa. When switching from drawing vectors (G01) to drawing arc (G02, G03), the controller must be informed of the change of mode.

Another important case for G codes is when determining if the arc is a quadrant (G74) or Full 360 (G75). Quadrant arcs never cross quadrant boundaries, because the center coordinate offsets (I,J Codes) are always unsigned (even if they are negative!).

Therefore, it requires at least four G74 arcs to draw one complete circle.

Center coordinate offsets for 360 arcs (G75) can be positive or negative, allowing for a single command to draw a complete circle.

In either case, the center coordinates are given relative to the start point of the arc. The most dramatic difference between Quadrant and Full 360 arcs is that a Quadrant arc with identical start and end points has a sweep of 0 degrees, whereas a similar Full 360 arc is a full circle.

The G90 code tells the machine controller that all data following is absolute data. Hence, if following X & Y data follows, the controller will move to the absolute value given by the X & Y value.

G91 tells the machine controller that all data following is incremental data. The machine will move the data by the amount of the X & Y value, rather than to the absolute coordinate point.

Example:

X1000Y1000D02\*

X3000Y3000D01\*

In absolute mode (G90), the machine will first move to coordinate point X1000 and Y1000 with the light off, then draw a line to coordinate point X3000 and Y3000 with the light on.

In incremental mode (G91) the machine will first move to coordinate point X1000 and Y1000 with the light off, then draw a line to coordinate point X4000 and Y4000 with the light on. This was done by adding  $X1000 + X3000 = X4000$  and  $Y1000 + Y3000 = Y4000$ .

Here are some more examples of G code usage in conjunction with X, Y, and D code values:

G54D10\* {Prepare to change aperture position (G54), then select aperture D10}

G01X1000Y1000D02\* {Prepare to draw a vector (G01) then turn off the light (D02) and move to coordinate position X1000 and Y1000}

G90\* {This block (command) and all future commands will be absolute data}

X2000Y3000D01\* {Turn the light on (D01) and move to absolute coordinate position X2000 and Y3000}

G91\* {The G91 command tells the controller that this command and all future commands that the data is incremental}

X5500Y100D03\* {Turn the light off and move incrementally by a value of X5500 and Y100, then flash (D03) (light on and off)}

## M Codes

M codes are used for machine control. Here are the most commonly used:

M00 - Full machine stop. Commonly ignored by many plotters.

M01 - Temporary machine stop. Commonly ignored by many plotters.

M02 - End of Plot.

## I & J Codes

When you encounter an I & J code in a Gerber block, you have found an arc command. Arc commands come in two flavors, Full 360 or Quadrant. The Gerber arc command is very complicated, and this section will only briefly describe usage of the Gerber arc.

Full 360 arcs allow the plotter to draw a full circle (360 degrees of arc) in one single command. Quadrant arcs only allow for an arc to be drawn through a maximum of 90 degrees of arc, never crossing a quadrant boundary. Due to this restriction, I and J arc center offset codes can get away with never having a negative value, even if the offsets are negative!

When in a Full 360 arc (G75), only one command is required to draw a circle. In Quadrant mode, the same circle would require at least 4 Quadrant arcs (G74), because a circle goes through all four quadrants.

Quadrant arcs will always have positively signed I and J values, even if the center offset is actually negative. Full 360 arc center offsets can be signed positively or negatively. A negative I or J is a sure indicator of Full 360 arcs.

### Modality

It is often the case with Gerber data that when moving from one XY coordinate point to another XY coordinate point, the X or Y value will not change. Likewise, it is likely that if the plotter is drawing a line with multiple segments, the segments will be connected and the light stays on from segment to segment.

In both of these cases, there are redundant commands, making the plot data file larger than necessary. RS-274D allows you to omit this redundant data. This example shows a box being drawn with four corners.

| <b>Non Modal Data</b> | <b>Modal Data</b> |
|-----------------------|-------------------|
| X0000Y0000D02*        | X1000Y1000D02*    |
| X0000Y1000D01*        | Y1000D01*         |
| X1000Y1000D01*        | X1000*            |
| X1000Y0000D01*        | Y0000*            |
| X0000Y0000D01*        | X0000*            |

From this example, a large amount of data has not been written, thus reducing the final data file size.

### Establishing the Decimal Point

A numerical value in RS-274D data has an integer and a decimal part, but the decimal point (.) is not a valid RS-274D character. Thus, decimal values are written as a string of integers. The implicit position of the decimal point is determined by three parameters:

- Number of integer digits (whole digits)
- Number of decimal digits (precision)
- Zero suppression.

For example: In a system with integer digits= $n$  and decimal digits= $m$  (an " $n,m$ " system), a numerical value is written using  $(n+m)$  digits.

For example, in a "2,3" format the value 12.345 is written "12345". In a "2,4" format, the same value is written "123450".

Zero suppression comes in three flavors - leading, trailing and none. The idea of zero suppression is to reduce data file sizes by eliminating unneeded 0 characters. The simplest and most common form of zero suppression is leading zero suppression.

In a "2,4" format, with no zero suppression, the value 0.0100 would be 00 + 01000, written as "000100", but with leading zero suppression the same value is written as "100".

With trailing zero suppression the same value 0.0100 would be written as "0001".

### **How To Describe Data Formats**

Gerber data and other XY languages use a standard method for describing the data format.

Two examples include: "2,3 leading inch" or "3,3 trailing metric".

The first number specifies the whole digits used. The second parameter states the precision. "Leading" and "trailing" pertain to the zero suppression. And the last part of the description indicates the units. Refer to the above sections if these concepts seem unclear.

## APPENDIX B

### LICENSE AGREEMENT AND WARRANTY

#### END USER LICENSE AGREEMENT

T-Tech, Inc. provides this program and licenses its use. You assume responsibility for the selection of the system to achieve your intended results, and the installation and use of, and results obtained from, the system.

#### LICENSE

You may :

use the system on a single machine. The isolation software may be run on a different machine than the one that controls the milling process. In any event you may only run the isolation on one machine per license and control the system with one machine.

copy the program into any machine readable form for backup purposes in support of the use of the program on the single machine (certain programs, however, may include mechanisms to limit copying; they are marked "copy-protected") and

transfer the system and license to another party if the other party agrees to accept the terms and conditions of this agreement. If you transfer the program, you must at the same time either transfer all copies whether in printed or machine readable form to the same party or destroy any and all copies not transferred. T-Tech, Inc. grants a license to such other party under this agreement and the other party will accept such license by its initial use of the program. If you transfer possession of any copy of the program, in whole or in part, to another party, your license is automatically terminated.

This system contains confidential information belonging to T-Tech and is protected by United States and Canadian copyright law. You must reproduce the copyright notice on any copy of the program.

**YOU MAY NOT MODIFY, REVERSE COMPILE, RENT, LEASE, OR DISTRIBUTE ANY PROGRAMS FROM THIS SYSTEM OR ANY COPY, IN WHOLE OR IN PART.**

## TERMS

The license is effective until terminated. You may terminate it at any time by destroying the program together with all copies and returning the Hardware Protection Device (Key). You will also terminate upon conditions herein or if you fail to comply with terms or conditions stated herein. You agree upon termination to destroy the program together with all copies.

## PRODUCT DESCRIPTION:

The Quick Circuit system consists of two pieces: the milling table and the controller. In addition you may have purchased the clean room vacuum system that is an average sized vacuum\*. This vacuum may be placed in a cabinet since the motor is cooled internally. This may not be necessary since it runs at only 67dB. The vacuum should be within 10 feet of the milling table. The cable between the table and the controller is approximately 4 feet long. The cable between the computer and the controller is a serial computer cable. We recommend that you keep the computer in close proximity to the Quick Circuit system.

If your machine is equipped with an air cylinder to control the head assembly, you will also receive a pneumatic controller.

\* Some type of vacuum system is required for operation of system.

## PRODUCT WARRANTY

T-Tech, Inc. guarantees its Quick Circuit machine to be free from defects in material and workmanship for a period of one year from the date of original purchase. T-Tech's obligation under this warranty is limited to repair or replacement of any part or product, which following T-Tech's examination appears to be defective. Under no circumstances shall T-Tech be liable for loss, damage, cost of repair or consequential damages of any kind which have been caused by neglect, abuse, or improper operation of equipment, or shipment to T-Tech in any container other than the original shipping container and packaging. T-Tech is in no way liable for damages relating to delays in production or any damages from any lawsuit concerning any product that features boards produced by Quick Circuit.

## SERVICE CONTRACT:

T-Tech offers an annually renewable service agreement. For specific details and pricing please contact a T-Tech customer support representative

# ANEXO 14



# VIDEO PROTEUS

# ANEXO 15



*Fotografía: Cortesía de la Escuela de Comunicaciones Militares de Colombia.*

# MANUAL PRÁCTICO DE USUARIO QUICK CIRCUIT SYSTEM

2016

---

*En el presente manual se busca ilustrar el funcionamiento del sistema QUICK CIRCUIT SYSTEM y profundizar en su manejo por medio de prácticas que ayuden a comprender los alcances que puede tener la máquina.*

# TABLA DE CONTENIDO

## Tabla de contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capítulo 1 Introducción.....</b>                                     | <b>4</b>  |
| Que es PCB .....  | 5         |
| Que es CNC.....   | 5         |
| <b>Capítulo 2 Descripción del sistema completo de la máquina.....</b>   | <b>6</b>  |
| Quick Circuit System .....  | 6         |
| Sistema de ventilación T-TECH HEPA VACCUN 115V .....                    | 6         |
| Sistema de control AMC-3500.....  | 7         |
| Sistema HPT0102 control de velocidad y posición del solenoide.....      | 7         |
| Quick Circuit QC-5000 .....   | 7         |
| Token o memoria encriptada .....  | 9         |
| <b>Capítulo 3 Herramientas .....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>Baquelita o sustratos para PCB .....</b>                             | <b>10</b> |
| <b>Herramientas para producción de circuitos PCB.....</b>               | <b>10</b> |
| <b>Capítulo 4 Instalación de software y controladores .....</b>         | <b>12</b> |
| Instalación de ISOPRO 3.2.....  | 12        |
| Instalación del Sentinel USB key Drivers (token USB).....               | 17        |
| Instalación del controlador para el AMC-3500.....                       | 20        |
| <b>Capítulo 5 Descripción de operaciones del menú .....</b>             | <b>25</b> |
| Interfaz de usuario del software ISOPRO 3.2.....                        | 25        |
| <b>Capítulo 6 Mantenimiento y ajuste del Quick Circuit System .....</b> | <b>36</b> |
| Lubricación de los ejes X, Y de la QC-5000 .....                        | 36        |
| Vaciado de la bolsa de residuos del HEPA VACCUN 115V .....              | 37        |
| Ajuste del punto de inicio (offset).....                                | 39        |
| <b>Capítulo 7 Configuración previa a la práctica.....</b>               | <b>42</b> |
| <b>Capítulo 8 Práctica #1.....</b>                                      | <b>46</b> |
| <b>PCB de una sola capa.....</b>  | <b>46</b> |
| <b>Capítulo 9 Práctica #2.....</b>                                      | <b>63</b> |
| <b>PCB de dos capas .....</b>   | <b>63</b> |

# TABLA DE CONTENIDO

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Capitulo 10 Referencias .....</b> | <b>75</b> |
|--------------------------------------|-----------|

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la producción de circuitos impresos o PCB (printed circuit board), es un tema novedoso que ha tomado gran importancia a nivel empresarial, gracias a la necesidad que se ha creado de generar circuitos eléctricos y electrónicos eficientes, con calidad y precisión en cada uno de sus detalles, incluso los más pequeños. En la actualidad se han evidenciado diferentes técnicas para crear e implementar PCB en su mayoría son técnicas manuales como: la serigrafía, el método de planchado por termo trasfusión y el dibujado manual entre otros, los cuales presentan poca precisión en el detalle de los caminos sobre la PCB, ocasionando problemas al momento de realizar montajes.

Debido a los diferentes problemas que se presentan en el diseño y construcción de circuitos impresos la tecnología CNC surge como una solución automatizada para realizar distintos procesos con calidad y velocidad, muchas de sus funciones permiten rutiar madera, acrílicos y Baquelita para PCB. Este procedimiento consiste en remover trozos de cobre de una Baquelita creando, las pistas necesarias para generar las conexiones dentro del circuito electrónico.

En este manual se encuentran todas las configuraciones principales del Quick Circuit System, de igual manera se plantean dos prácticas para que el lector comprenda a su totalidad el funcionamiento y las restricciones del sistema.

# INTRODUCCIÓN

## **Que es PCB**

Placa de circuitos impresos (Printed circuit board) es una tarjeta (ELECTROSOFT INGENIERIA, 2010) que por medio de pistas o caminos de un material conductor permite realizar una conexión entre componentes electrónicos o eléctricos, generalmente se encuentran de una o dos capas, aunque en la actualidad se pueden realizar circuitos de hasta 12 capas.

## **Que es CNC**

El control numérico computarizado (CNC) es una tecnología (Cosmocax, 2007) que tiene como característica principal el control de un sistema respecto a variables como la posición y la velocidad entre otras, es muy utilizada en industrial y sistemas que requieran de precisión y funcionalidad.

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA COMPLETO DE LA MÁQUINA

## Quick Circuit System

El Quick Circuit System es un sistema completo que permite realizar prototipos de circuitos de una forma rápida. El sistema está compuesto por:

- ✓ Sistema de absorción de residuos (Hepa Vacuun 115V)
- ✓ Un sistema de control de frecuencia de motor (AMC-3500)
- ✓ Un sistema de control y enlace USB (HPT-0102)
- ✓ Una máquina de ruteo (QC-5000)
- ✓ Un sistema de datos encriptados (Token sentinel).

En la figura 1 se encuentra el sistema completo de QC-5000.

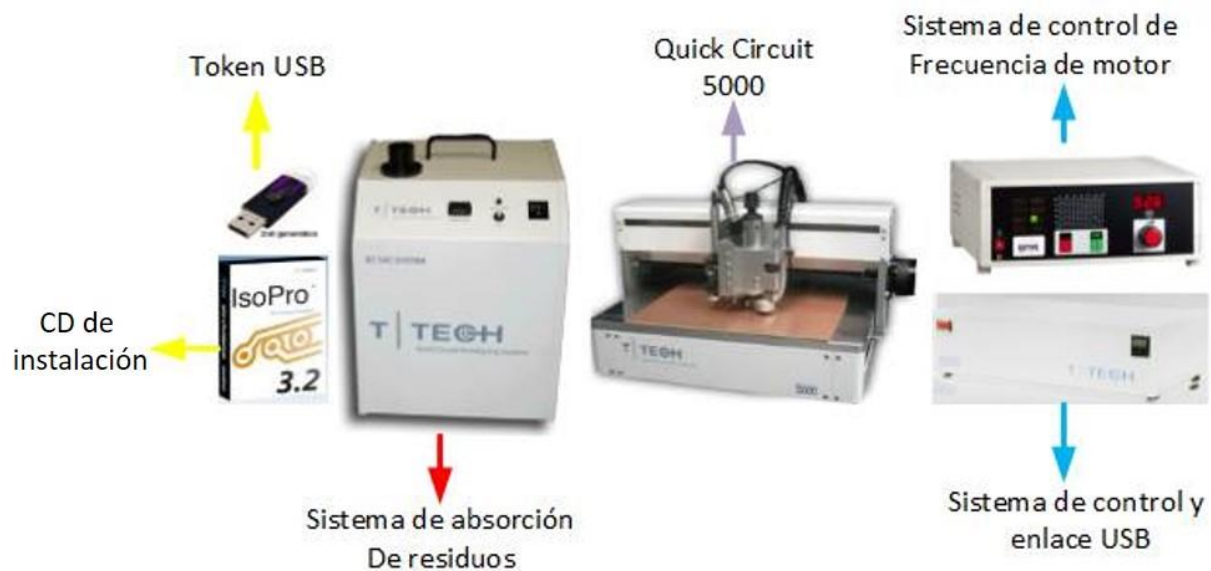


Figura 1. Quick Circuit System. (T-Tech Quick Circuit Prototyping Systems., s.f.)



# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA COMPLETO DE LA MÁQUINA

## **Sistema absorción de residuos T-TECH HEPA VACCUN 115V**

Este sistema absorbe los residuos de la baquelita generados de los procesos de ruteo, corte y perforación. Esta máquina como su referencia lo indica funciona a 115 Voltios y entre sus características principales se encuentra la capacidad de succionar partículas desde 0,3 micras (0,0003 mm) de tamaño mínima hasta residuos de 10000 micras 10mm de radio.

## **Sistema control y enlace USB AMC-3500.**

Este sistema de control permite enlazar la máquina de ruteo QC-5000 con el software de control ISOPRO. Genera las coordenadas a las cuales se debe dirigir la máquina en coherencia con las del diseño PCB en el software.

## **Sistema control de frecuencia de motor HPT0102**

Este sistema de control es el encargado de regular la velocidad del motor usado para el giro de las brocas, es un enlace directo entre el control AMC-3500 y la máquina QC-5000 visualizando funciones como el instante de deposición del solenoide, ubicación de la máquina para el cambio de herramienta y para el cambio de material.

## **Quick Circuit QC-5000**

(T-Tech Quick Circuit Prototyping Systems., s.f.)El modelo QUICK CIRCUIT QC-5000 está equipado con un área de trabajo de 25cm x 33cm, este sistema suministra todo lo que se necesita para generar circuitos impresos en cuestión de horas. Maneja velocidades entre 8000-24000 RPM en velocidades estándar, 5000-60000 RPM en altas velocidades y en velocidades de huso entre 5000-100000 RPM. La QC-5000 puede producir fácilmente alta calidad analógica, digital o prototipos RF/microondas. En la figura 2 se muestra una descripción de las partes de la máquina QC-5000.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA COMPLETO DE LA MÁQUINA

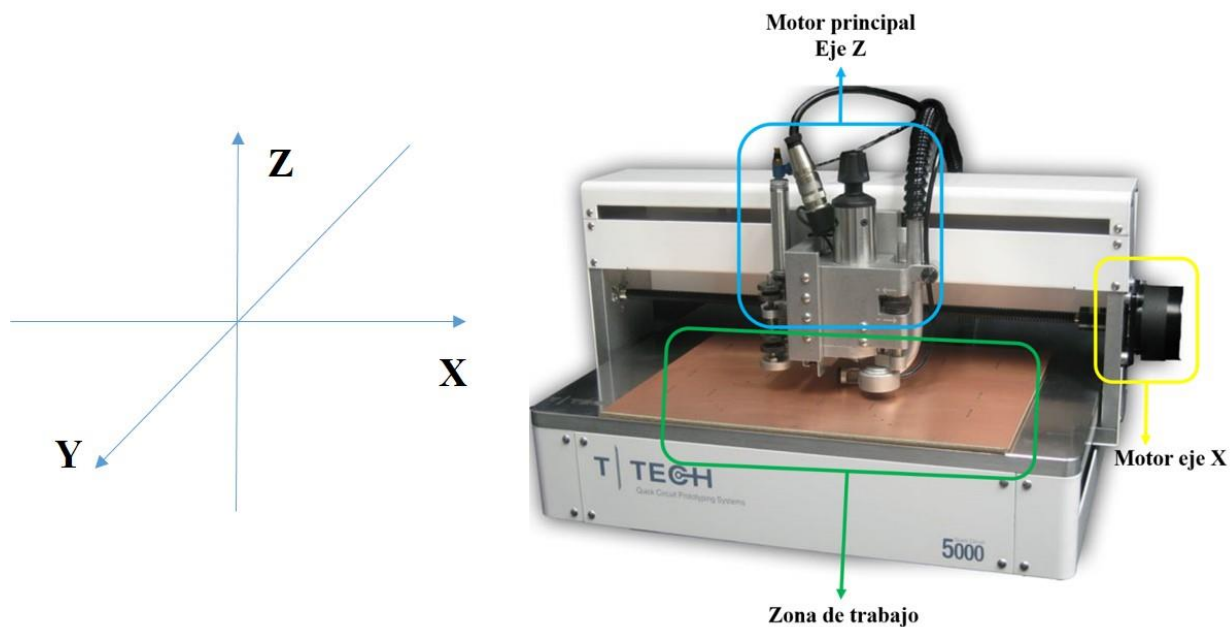


Figura 2. Ejes y máquina QC-5000.

Este Sistema permite ruteo, perforación y corte de baquelitas con resolución variable de las pistas, aunque es un Sistema muy completo hay que tener en cuenta que necesita de la supervisión y calibración en cada uno de los procesos que realiza. En la figura 3 se encuentra la especificación de cada parte del motor principal.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA COMPLETO DE LA MÁQUINA

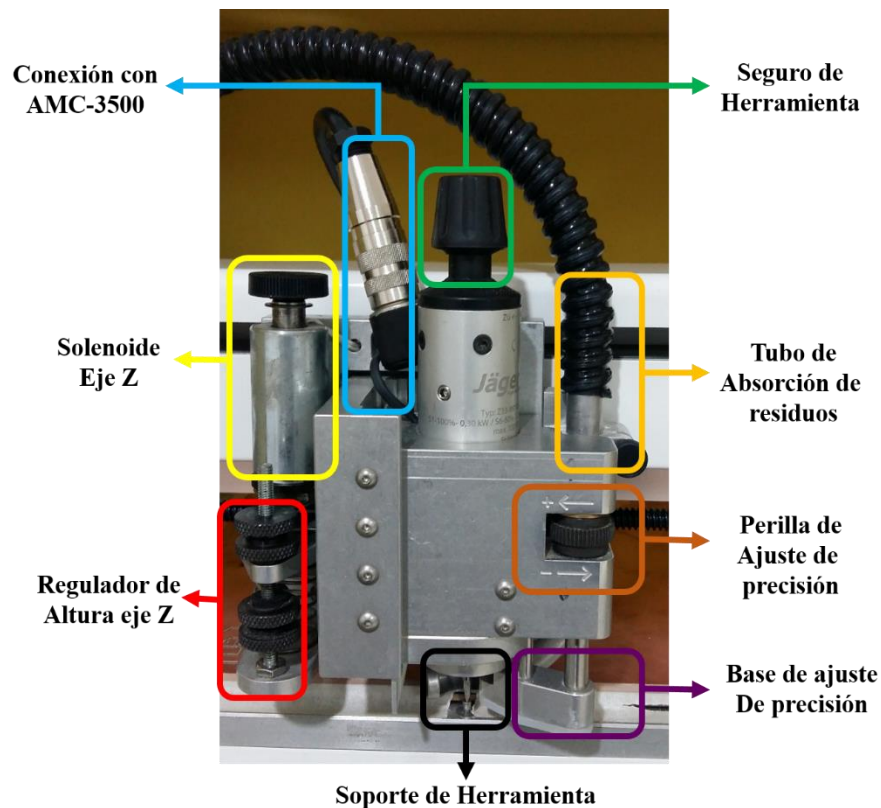


Figura 3. Motor principal eje Z.

### **Token o memoria encriptada.**

El token es un sistema de archivos que otorga permisos a un ordenador o computador para poder usar a disposición todas las características que el sistema puede brindar.

Cabe resaltar que, aunque parece una simple USB no tiene las funcionalidades de la misma y que el token tiene funciones que solamente tienen influencia sobre esta máquina, también se debe tener en cuenta que sin esta memoria encriptada no se podrán realizar las funciones más importantes del software.

## HERRAMIENTAS

Para trabajar con el Quick Circuit System es necesario conocer las herramientas que se utilizan en el procedimiento para generar las pistas y los agujeros en las PCBs.

### Baquelita o sustratos para PCB

Los sustratos para PCB son el material que sostendrá la arquitectura del circuito impreso, está compuesto por una lámina de cobre, aluminio o cualquier material que sea altamente conductor, este a su vez es adherida térmicamente a un material aislante como baquelita, fibra de vidrio o teflón. Se realizan de una o dos capas, esto se refiere a la cantidad de caras de material conductor que tiene. En la figura 4 se muestra la estructura de una baquelita de dos capas.

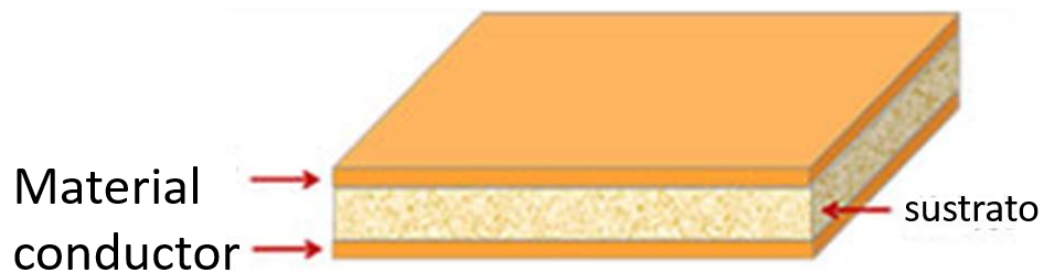


Figura 4. Estructura de una baquelita doble capa. (3M™, s.f.).

### Herramientas para producción de circuitos impresos PCB.

La broca es una pieza de metal usada generalmente para corte, siempre está vinculada con alguna herramienta mecánica como taladro, motortool o cualquier máquina afín (DefinicionesABC, s.f.).

# HERRAMIENTAS

Hay diferentes tipos de brocas y para este manual se explicarán las necesarias y fundamentales para realizar el proceso. Como principio se usarán brocas de tamaño pequeño o brocas para PCB (Print Circuit Board), de tungsteno, aleación de carburo o las de punta de diamante y descompondrán en tres grupos como se muestra en la figura 5.

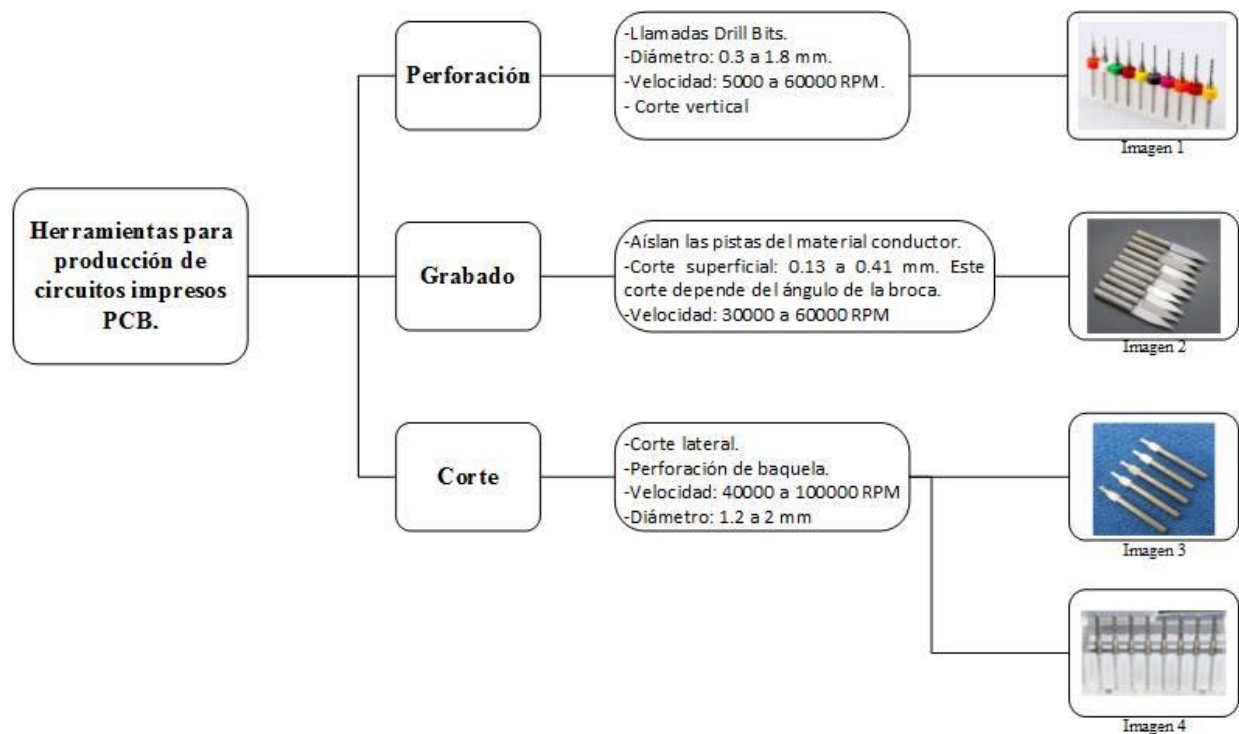


Figura 5. Esquema de herramientas para producción de PCB.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

## Software ISORPO

El sistema QC-5000 está equipado con el software ISOPRO que habilita datos automáticos y la conversión desde cualquier paquete CAD. Diseñado para ser intuitivo de la ingeniería, el software ISOPRO sirve para importar archivos DXF o Gerber.

Este software permite modificar, borrar y crear nuevas pistas, pads y huecos en el diseño de PCBs entre otras muchas funciones, es fácil de usar y amigable con el usuario. Este software es el encargado de servir como interfaz de usuario entre el diseño y la máquina, origina la posibilidad de manejar la QC-5000 para hacer los procesos de ruteo, perforación y corte de las PCBs.

## Instalación del software

El CD de instalación de ISOPRO v3.2 es proporcionado junto con el Quick Circuit System.



Figura 6. CD de instalación de ISOPRO.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

**NOTA:** Se aconseja borrar cualquier versión de ISOPRO anterior en el computador.

- ✓ Ingrese el CD de instalación en el computador.
- ✓ Ingrese a la carpeta de instalación de ISOPRO como se muestra en la figura 7.

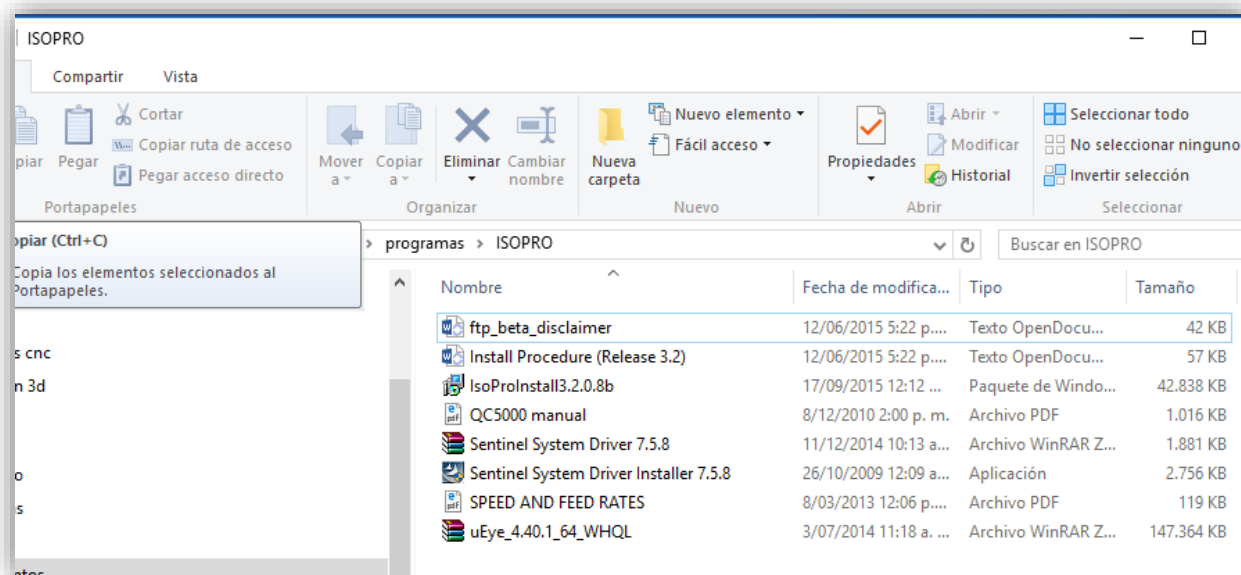


Figura 7. Carpeta de instalación de ISOPRO.

- ✓ Teniendo la carpeta abierta se instala pulsando sobre el ejecutable con nombre **IsoProInstall3.2.0.8b**.
- ✓ Se comienza la instalación con la siguiente ventana.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

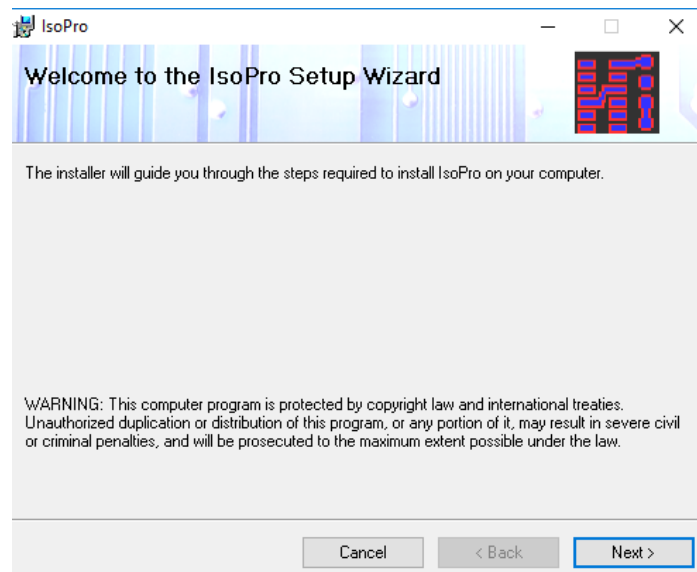


Figura 8. Inicio de la instalación de ISOPRO.

- ✓ Se selecciona siguiente (next)
- ✓ Aceptar términos y siguiente ver figura 9.

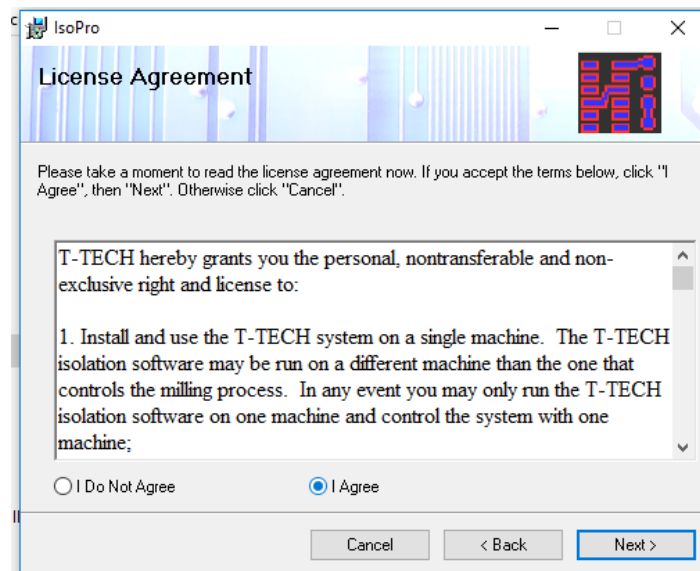


Figura 9. Contrato de licencia.

- ✓ Selecciona la opción “everyone”.



# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

- ✓ Elige la ubicación de instalación del programa y siguiente (Next) ver figura 10.

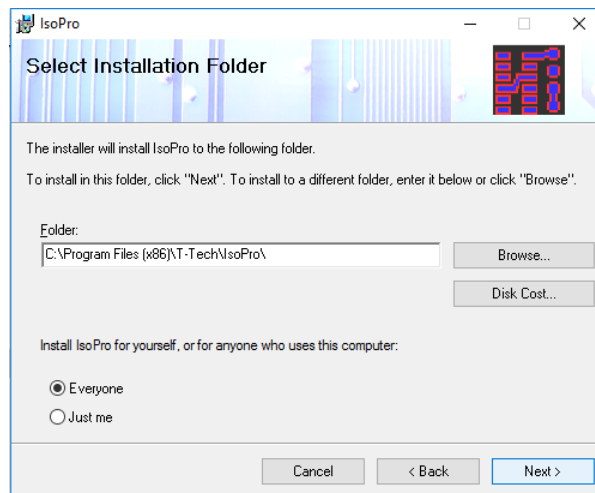


Figura 10. Lugar de instalación.

- ✓ Se confirma la instalación pulsando siguiente (Next).
- ✓ Esperar a que instale.

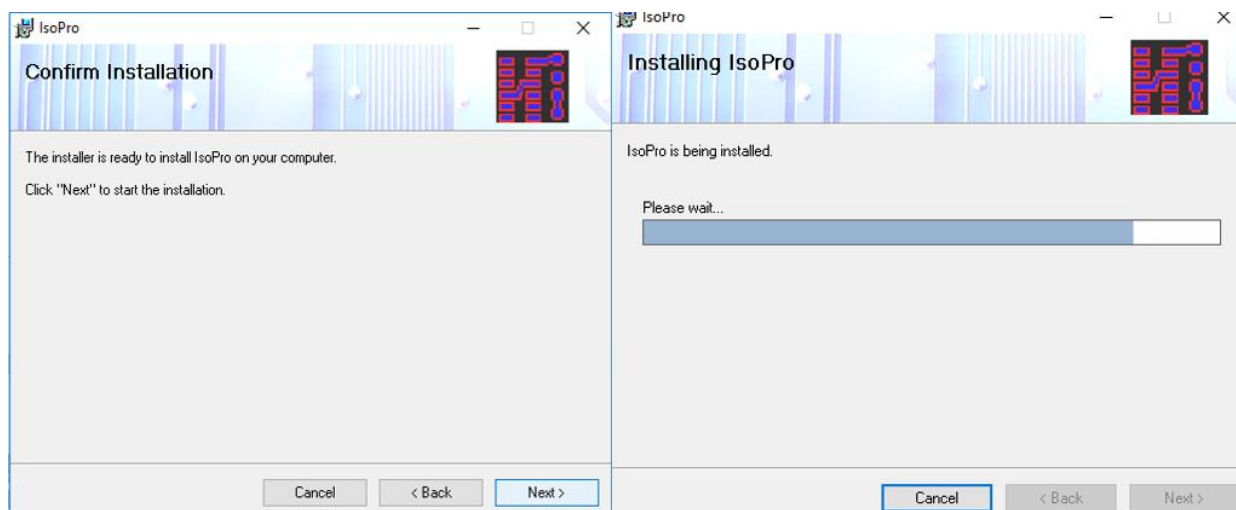


Figura 11. Confirmación y barra de instalación.

## INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

- ✓ En la ventana **uEye DirectShow Capture Device Manager** pulse cancelar (cancel) como se visualiza en la figura 12.

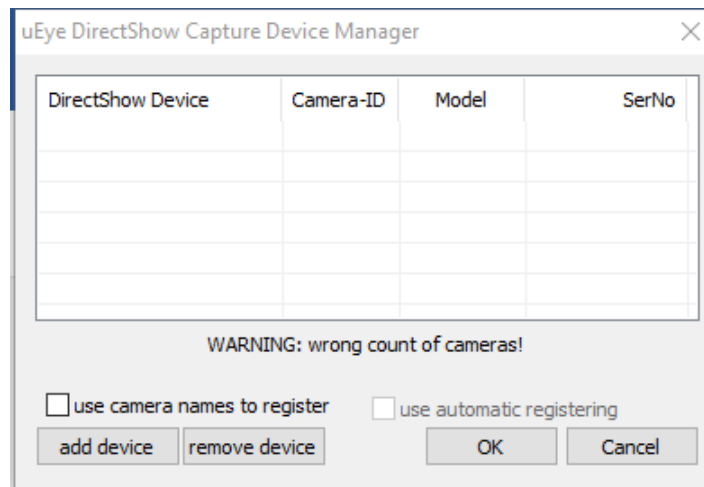


Figura 12. Instalación de uEye DirectShow Capture Device Manager.

- ✓ Finaliza la instalación seleccione cerrar (close) ver figura 13.

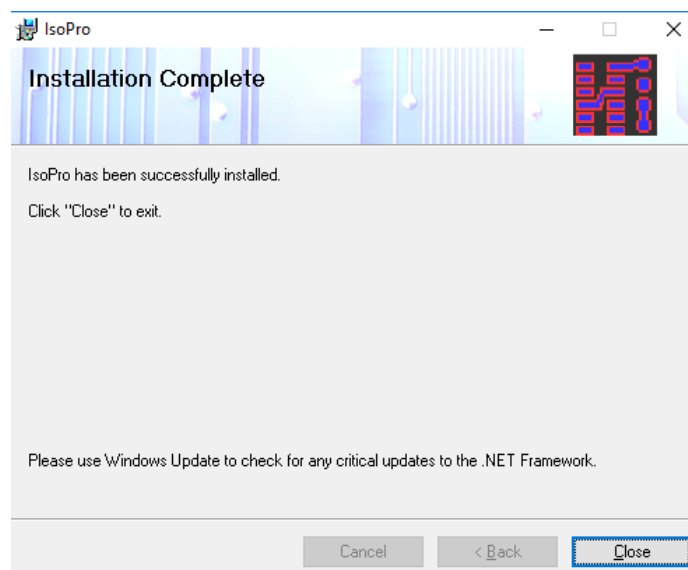


Figura 13. Final de la instalación.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

## Instalación del Sentinel USB key Drivers (Token USB)

- ✓ No conecte el **Token USB** aún.
- ✓ Ingrese al CD de instalación.
- ✓ Ingrese a la carpeta instalación de ISOPRO.
- ✓ Descomprima el archivo “**Sentinel System Driver 7.5.8**”.
- ✓ Ejecute el instalador como se muestra en la figura 14.



|  |                       |                     |          |
|--|-----------------------|---------------------|----------|
|  Sentinel System Driver 7.5.8           | 11/12/2014 10:13 a... | Archivo WinRAR Z... | 1.881 KB |
|  Sentinel System Driver Installer 7.5.8 | 26/10/2009 12:09 a... | Aplicación          | 2.756 KB |

Figura 14. Archivo comprimido y ejecutable del Sentinel System Driver.

- ✓ Inicia la instalación y se selecciona la opción siguiente (next) ver figura 15.



Figura 15. Inicio de instalación de Sentinel System Driver.

- ✓ Se selecciona siguiente (next)
- ✓ Aceptar términos y siguiente ver figura 16.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

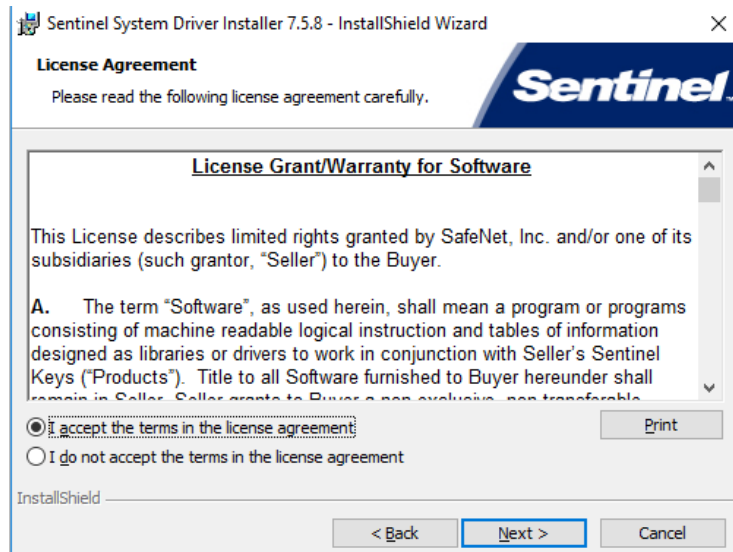


Figura 16. Contrato de licencia.

✓ Selecciona la opción completa (complete) y siguiente (next) ver figura 17.

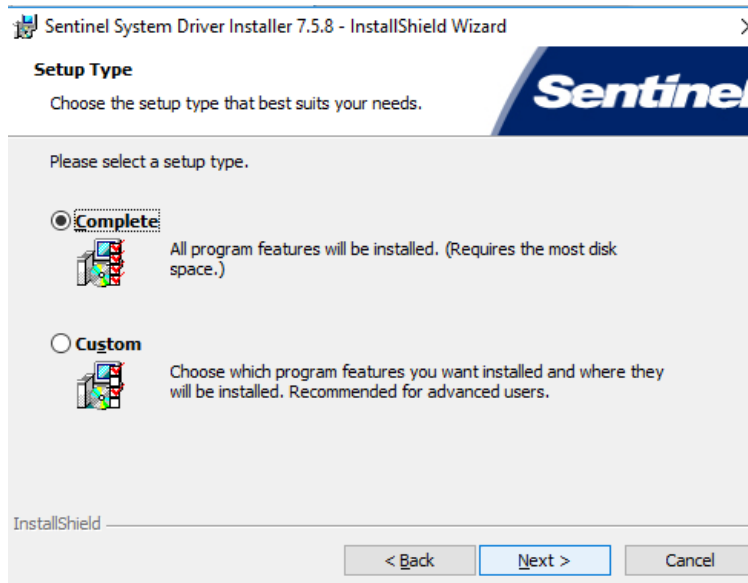


Figura 17. Opción de instalación.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

- ✓ Pulse siguiente.
- ✓ Confirme la instalación Pulsando instalar (Install) como se muestra en la figura 18.
- ✓ Espere que instale.

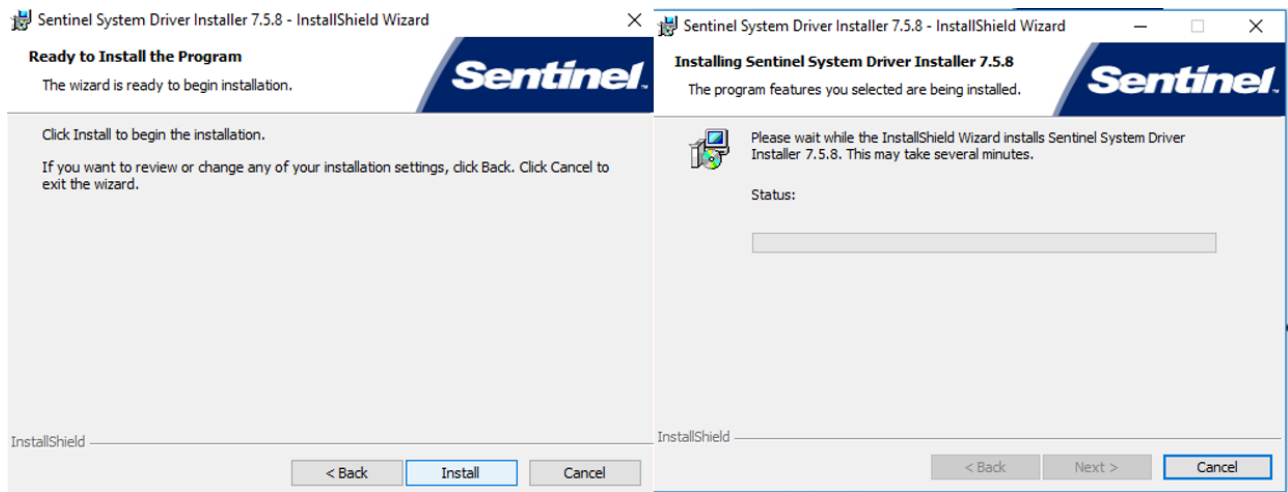


Figura 18. Confirmación de instalación.

- ✓ Finaliza la instalación seleccione cerrar (close) ver figura 19.



# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

Figura 19. Final de la instalación.

- ✓ Conecte el **Token USB**.
- ✓ Verifique que el dispositivo es reconocido por el ordenador dirigiéndose en Windows a Inicio/panel de control/ver Dispositivos e impresoras. En la figura 20 se muestra el Token en dispositivos e impresoras.

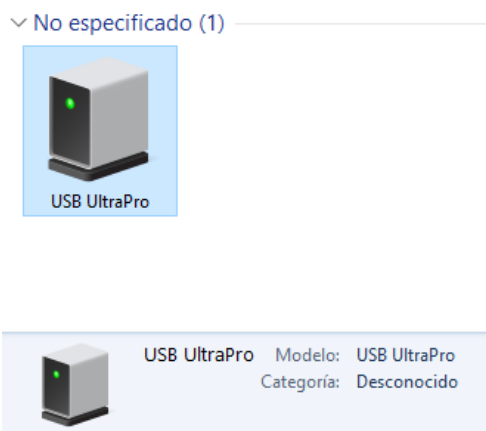
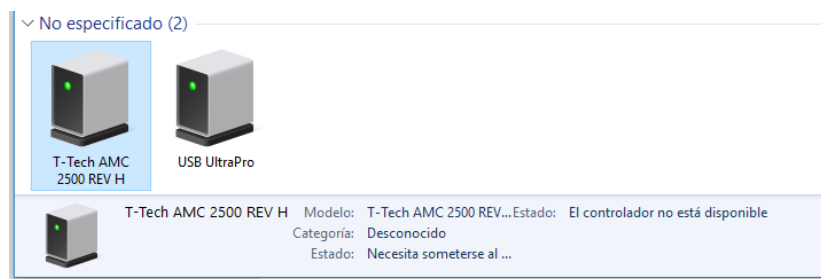


Figura 20. Reconocimiento del token USB en dispositivos e impresoras.

## Instalación de controlador para la AMC-3500.

- ✓ Conecte la máquina por medio del puerto USB al ordenador.
- ✓ Dirigirse al administrador de dispositivos de Windows. En la figura 21 se visualiza el dispositivo en el administrador de dispositivos de Windows.



# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

Figura 21. Administrador de dispositivos de Windows.

- ✓ El dispositivo “**T-Tech AMC 3500 REV H**” se visualiza con un signo de advertencia amarillo refiérase a la figura 22.

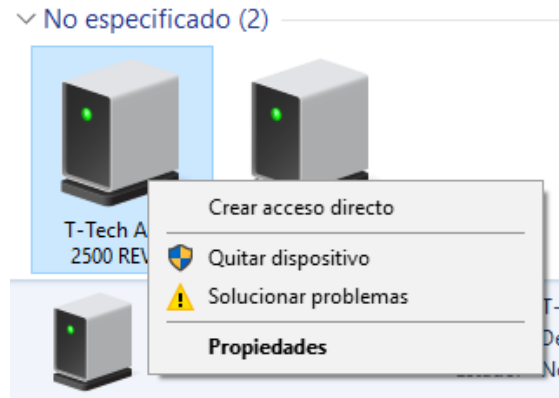


Figura 22. Dispositivo “T-Tech AMC 3500 REV H” con signo de advertencia.

- ✓ Clic derecho sobre el dispositivo.
- ✓ Seleccione propiedades, en la ventana de propiedades pulse el menú hardware que aparece en la parte superior izquierda.
- ✓ Seleccione el dispositivo.
- ✓ Pulse propiedades como se ve en la figura 23.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

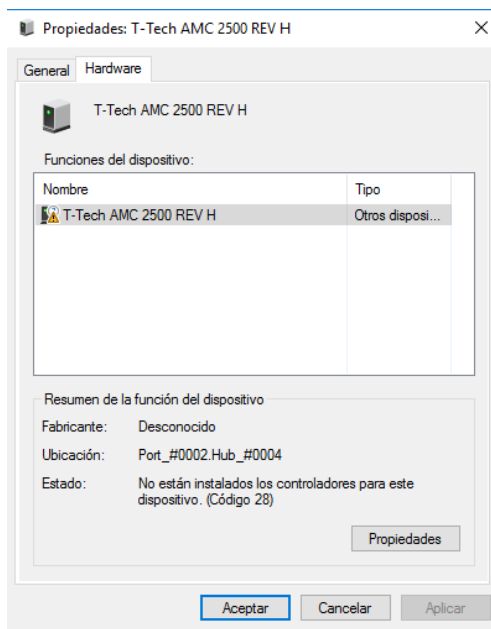


Figura 23. Propiedades del dispositivo.

- ✓ Pulse el menú controlador (driver).
- ✓ Seleccione actualizar controlador.
- ✓ Pulse la opción buscar software de controlador desde el equipo. Ver figura 24.

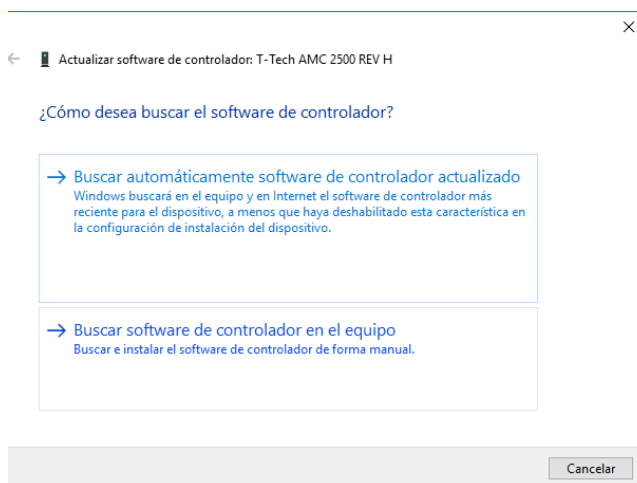


Figura 24. Actualización del controlador.



# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

- ✓ Pulse el botón examinar.
- ✓ selecciona la ubicación **C:\Program Files (x86)\T-Tech\IsoPro\Drivers**. Refiérase a la figura 25.

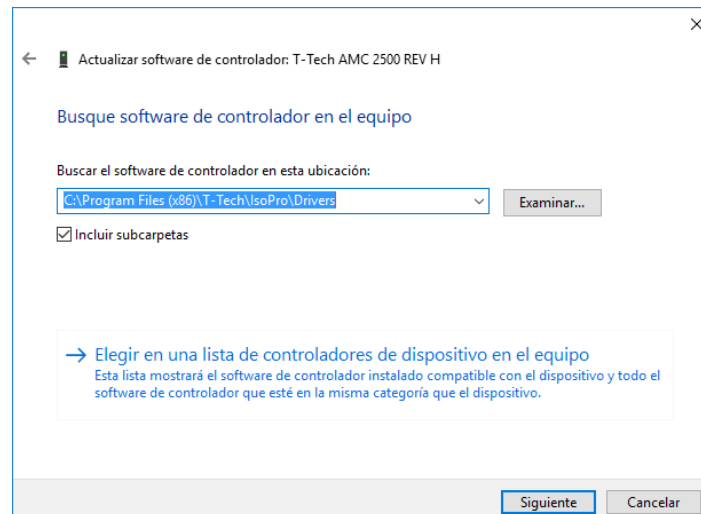


Figura 25. Seleccione la carpeta contenedora del controlador.

- ✓ Seleccione siguiente (next).
- ✓ Verifique que el driver este actualizado ver figura 26.

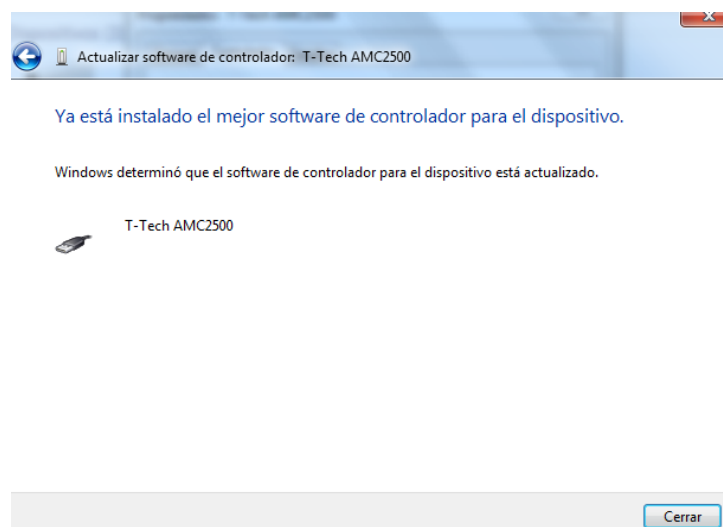


Figura 26. Dispositivo actualizado.

# INSTALACIÓN DEL SOFTWARE ISOPRO Y CONTROLADORES

- ✓ Verifique que el dispositivo funciona correctamente en administrador de dispositivos (sin signo de advertencia) como se visualiza en la figura 27.

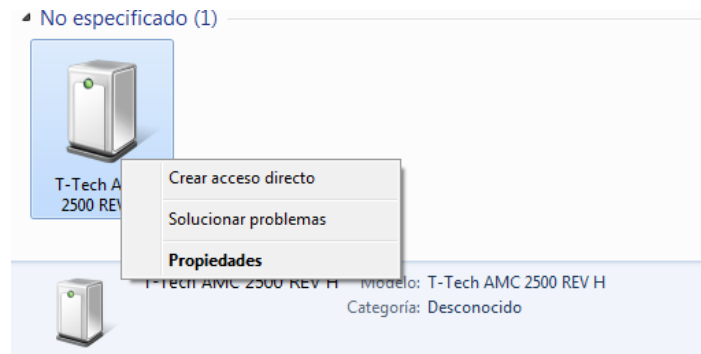


Figura 27. Correcto funcionamiento del dispositivo (sin signo de advertencia).

**NOTA:** otorgue permisos de administrador al software para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina. Utilice la información que está en los siguientes links para realizar este procedimiento.

**Link de Microsoft para dar permisos al software y la máquina.**

<https://support.microsoft.com/es-co/kb/983628>

**link de video como realizar el procedimiento.**

<https://www.youtube.com/watch?v=zF33pZOmW5Q>

# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

## Interfaz de usuario del software ISOPRO v3.2.

El software ISOPRO tiene una gran cantidad de funciones que se usan para lograr una PCB de buena calidad, aquí se explicaran las más relevantes y con mayor uso en los procedimientos de ruteo, perforación y corte.

El software se descompone en varios ítems:

- ✓ Archivo (File).
- ✓ Edición (Edit).
- ✓ Vista (View).
- ✓ Herramientas (Tools).
- ✓ Fresar (Mill).
- ✓ Ventana (Window).

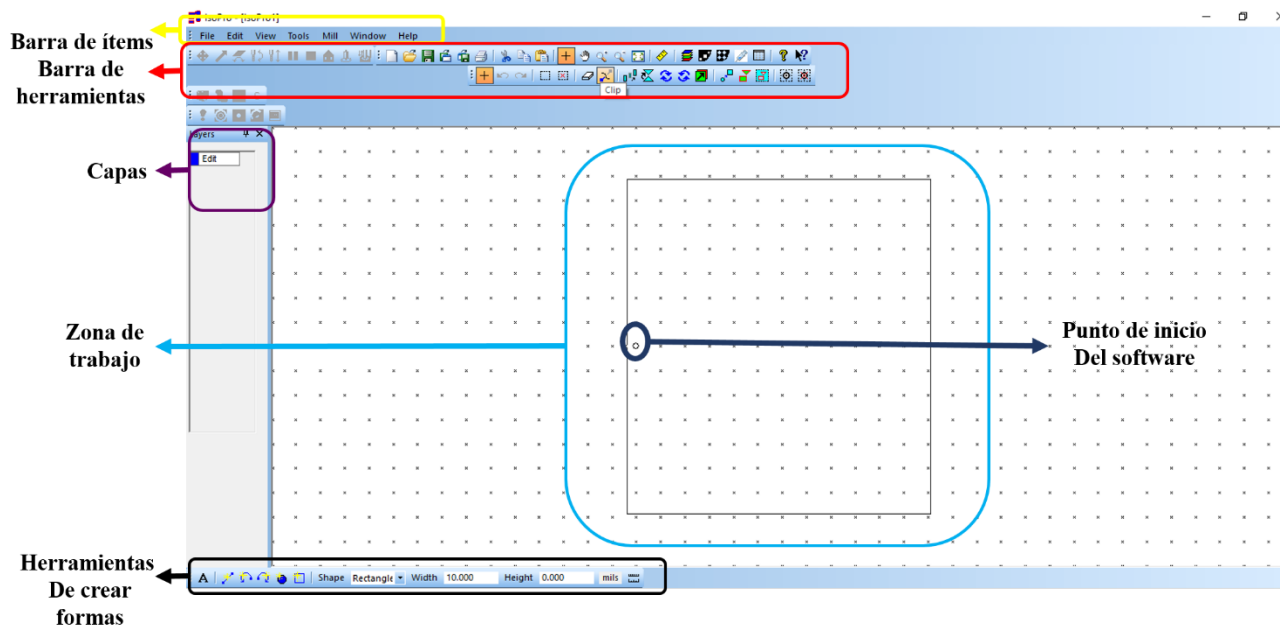


Figura 28. Pantalla principal del software de ISOPRO.

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

### Archivo (File)

| <b>Nombre</b>                 | <b>Descripción</b>  |
|-------------------------------|---|
| <b>Nuevo (New)</b>            | Agrega un nuevo proyecto o una nueva ventana de trabajo.  |
| <b>Abrir (Open)</b>           | Permite abrir los archivos o proyectos ya organizados en el ISOPRO.   |
| <b>Revertir (Revert)</b>      | Permite devolver a un punto anteriormente guardado del proyecto que se está realizando.   |
| <b>Cierra (Close)</b>         | Cierra el proyecto que se esté trabajando sin necesidad de cerrar el programa.  |
| <b>Guardar (Save)</b>         | Guarda los cambios sobre el proyecto trabajado.   |
| <b>Guardar como (Save As)</b> | Guardar el proyecto con otro nombre.  |
| <b>Importar (Import)</b>      | Importa archivos de tipo Gerber, Drill, DXF, CWK, ASCII file y Quick Cam Files. También ofrece la opción de auto detectar los archivos (Auto-detect Files). |
| <b>Exportar (Export)</b>      | Permite exportar un proyecto realizado, se exportar los tipos de archivo Gerber, Drill, DXF, CWK, ASCII file y Quick Cam Files.                             |
| <b>Imprimir (Print)</b>       | Genera la impresión del proyecto con los colores y dimensiones respectivas.   |

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

### Edición (Edit)

| <b>Nombre</b>                     | <b>Descripción</b>   |
|-----------------------------------|--|
| <b>Cortar (Cut)</b>               | Corta una sección o por completo el proyecto.  |
| <b>Copiar (Copy)</b>              | Permite copiar el proyecto para usar bien sea en el mismo proyecto o en otro.  |
| <b>Pegar (Paste)</b>              | Permite pegar las partes o secciones del proyecto que se hallan cortado o copiado.   |
| <b>Borrar (Clear)</b>             | Eliminar por completo secciones de un proyecto   |
| <b>Reflejar (Mirror)</b>          | Es la encargada de reflejar la posición de las pistas del PCB.   |
| <b>Rotar (Rotate)</b>             | Gira el diseño 90°, 180° o 270° y en el sentido horario o anti horario.  |
| <b>Escalar (Scale)</b>            | Permite modificar el tamaño del proyecto, dependiendo de la escala que se digite aumentara o disminuirá su tamaño proporcionalmente.   |
| <b>Preferencias (Preferences)</b> | Permite configurar el funcionamiento, la ubicación y la comunicación entre el software y la máquina, también otras configuraciones avanzadas que se explicaran con más detalle en otra sección de este manual. |

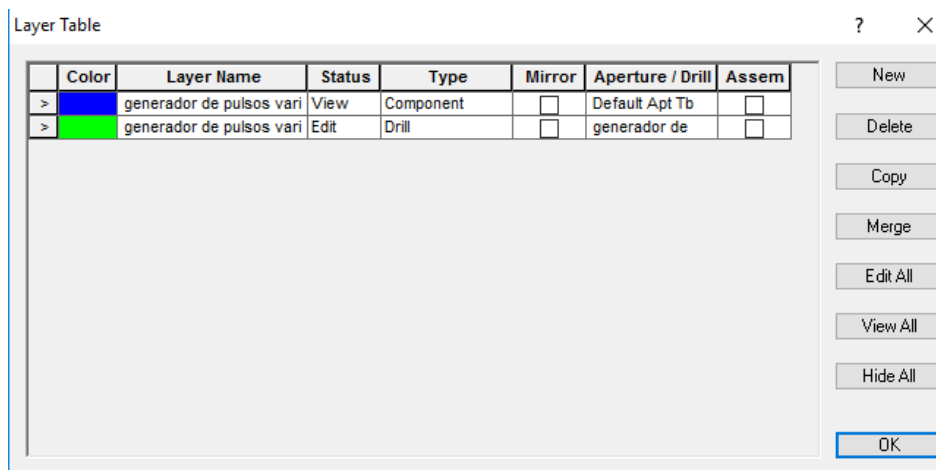
# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

## Vista (View)

En el Ítem vista (View) se encuentran todas las herramientas que permiten visualizar los procesos que se están realizando. se explicarán los de más relevancia para el proceso como Tabla de capas y Tabla de brocas entre otras así:

## Tabla de Capas (Layer Table)

En la figura 29 se observa la ventana de la herramienta tabla de capas, donde el usuario crea, edita y observa el estado de las capas del circuito abriendo cada menú desplegable.



Con esta herramienta se puede ver, editar y crear nuevas capas en el proyecto. En las capas se puede ver de qué tipo son:

- ✓ Componentes.
- ✓ Drill (huecos).

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

- ✓ Solder.
- ✓ Router (corte).
- ✓ Insolation (capa usada para el ruteo de las pistas).

El estado (**Status**) de visualización de cada capa, para esto es necesario tener en cuenta las siguientes opciones:

- ✓ Vista (View): permite visualizar la capa, pero no editarla.
- ✓ Editar (Edit): permite visualizar, editar y borrar partes de la capa.
- ✓ Ocultar (Hide): impide la visualización y edición de la capa.

En la opción **Mirror** se observa si la capa está reflejada o no. y en **Aperture/Drill** está la ubicación de la información sobre las herramientas a usar en cada capa.

Figura 29. Herramienta tabla de capas (Layer Table).

### Tabla de aberturas (Aperture Table)

Con esta herramienta se visualiza el tipo de broca (redonda o rectangular) en cada procedimiento con su respectivo diámetro como se muestra en la figura 30. Desde esta tabla se crea, editan o borran cada una de las herramientas que se usan en el procedimiento de ruteo, perforación y corte, se modifica el diámetro y el tipo de broca.

La siguiente ventana se puede explicar de la siguiente manera:

- ✓ **Dcod**: se visualiza el orden de los procedimientos y las brocas a utilizar.
- ✓ **Forma (Shape)**: Permite conocer la forma de la broca que se debe utilizar en cada proceso.
- ✓ **Ancho (Width)**: es el diámetro que debe tener la herramienta.
- ✓ **Elevacion (Height)**: es la altura que debe tener la broca respecto a la baquelita

# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

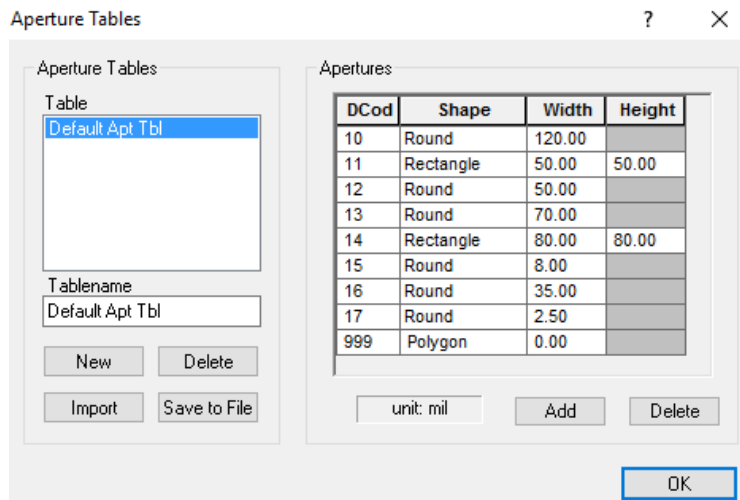


Figura 30. Herramienta tabla de aberturas (Aperture Table).

## Tabla de herramientas (Tool Table)

Con esta herramienta se puede visualizar el diámetro, la velocidad de giro y de perforación de las brocas en el proceso de perforación como se muestra en la figura 31.

Las casillas de la ventana se explican así:

- ✓ Herramienta (Tool): Es el orden en que serán ejecutados los procesos de perforación.
- ✓ Diámetro (Diam): Es la anchura de la herramienta necesaria para cada procedimiento.
- ✓ Revoluciones por Minuto (RPM): Es la velocidad aconsejada para cada procedimiento.
- ✓ Velocidad de fresado (Mill Speed): Es la velocidad por configuración que tiene el procedimiento.
- ✓ Tipo (Type): es el tipo de procedimiento que se va a realizar (Drill, Route, Isolation)



# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

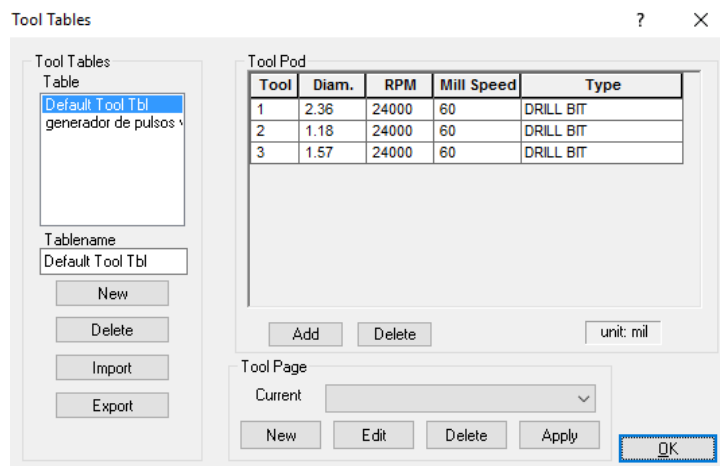


Figura 31. Tabla de herramientas (Tool Table).

## Modo de vista (View Mode)

Con esta Herramienta se cambia el modo de vista del circuito, existen cuatro modos de vista como se muestra en la figura 32.

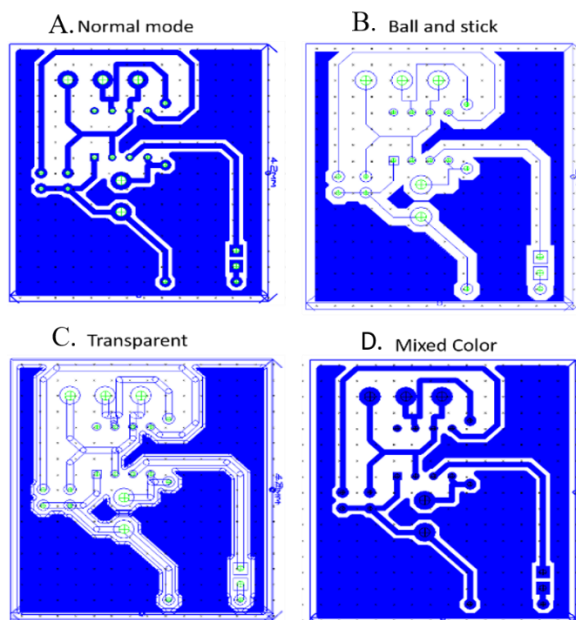


Figura 32. Modos de vista del circuito con la herramienta modo de Vista (View Mode).

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

Permite al usuario ver el circuito en distintas maneras como se explica a continuación:

- A. Modo normal (Normal Mode): Es la vista habitual en la que se encuentra un circuito, se observa el grosor total y el relleno plano de las pistas.
- B. Bolas y barras (Balls and Stick): En este tipo de vista se observan las pistas de manera delgada y los huecos solo con el borde.
- C. Transparente (Transparent): Este tipo de vista permite observar el borde de las pistas y las almohadillas (Pads).
- D. Mezcla de color (Mixed Color): Permite visualizar la pista consistente sin dejar ver las perforaciones.

### Herramientas (Tools)

| Nombre                                     | Descripción   |
|--|---|
| <b>Revisar claridad (Clearence Check)</b>  | Sirve para determinar el ancho que hay entre las pistas generando como resultado el valor posible para el isolate (borde que recubre las pistas). |
| <b>Crear líneas (Create lines)</b>         | Permite crear nuevas pistas o líneas en el diseño del proyecto.   |
| <b>Crear almohadilla (créate pads)</b>     | Permite crear almohadillas para huecos nuevos en el diseño.   |
| <b>Crear rectángulo (Create rectangle)</b> | Crea una pista en forma Cuadrangular para las diversas aplicaciones.  |
| <b>Crear texto (créate text)</b>           | Permite crear un cuadro de texto en el diseño, este quedara al final en la PCB.   |
| <b>aislar (Isolate)</b>                    | Con esta herramienta se va a realizar una capa nueva dentro del diseño que muestra al usuario donde la máquina va a realizar el grabado.          |

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Medida (Measure)</b> | Sirve para medir la distancia de la placa completa o de una pista para darse una idea de que área es la que va a tener el proyecto.   |
| <b>Rubout</b>           | Esta herramienta genera una capa que permite dar un corte a una sección que este muy expuesta al ruido electrónico, elimina toda la parte de elemento conductivo que tenga alrededor de la pista. |

### Fresar (Mill)

En la pestaña Mill se encontrarán todas las opciones de enlace entre la QC-5000 y el software ISOPRO, desde aquí se podrá dar la orden a la máquina de iniciar con el procedimiento para generar el ruteo, la perforación y el corte del circuito.

| <b>Nombre</b>                             | <b>Descripción</b>  |
|---|---|
| <b>Inicialice (initialize)</b>            | Inicializa la máquina y la lleva por la zona de trabajo hasta el punto de inicio (offset). Sin este procedimiento el software no permitirá realizar ningún movimiento a la máquina. |
| <b>Conjunto (Set)</b>                     | Esta herramienta permite realizar las configuraciones generales de la máquina como el ajuste del punto de inicio (offset).  |
| <b>Correr capa (Run Layer)</b>            | Permite realizar el corte, ruteo o la perforación, dependiendo de la capa que se elija.   |
| <b>Seleccione fresado (Mill Selected)</b> | Esta función sirve para realizar un solo procedimiento de todos los que son contenidos en cada capa, esto se hace cuando no genera un ruteo completo por                            |

## DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

|  |   |
|--|---|
|  | algún caso o cuando no se perforaron algunos huecos en el Drill.  |
| <b>Cambio de herramienta (tool change)</b>   | La máquina se posicionara para que se realice el cambio de broca.   |
| <b>Cambio de material (Material Change)</b>  | El Motor principal eje Z se dirigirá a un punto donde permitirá cambiar la baquelita donde se van a realizar las pistas del circuito.   |
| <b>Cabezal arriba – abajo (Head UP/DOWN)</b> | Permite bajar y subir el solenoide que controla el eje Z de la máquina, esto con el fin de calibrar la máquina para evitar que las brocas se rompan o fracturen durante el procedimiento.   |
| <b>Jog</b>                                   | Proporciona la manipulación de la máquina en forma manual por medio del software, tiene una interfaz gráfica que permite por medio de botones mover la máquina en los tres ejes X, Y, Z. También permite arrancar el motor que da giro a la broca y ponerlo en la posición de cambio de material. |

### Ventana (Window)

En este menú se encuentra todas las opciones para generar nuevas ventanas y para trabajar más de un proyecto en la misma pantalla como se muestra en la figura 33.

# DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MENÚ

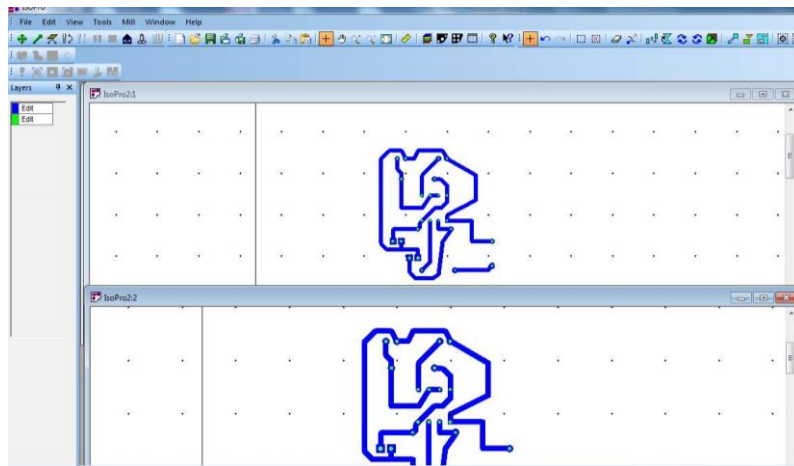


Figura 33. Varias ventanas al mismo tiempo.

# MANTENIMIENTO Y AJUSTE DEL QUICK CIRCUIT SYSTEM

## Mantenimiento y ajuste del Quick Circuit System

Este capítulo se divide en dos partes una donde se expondrá el proceso de mantenimiento de las máquinas y otro donde se explicarán procesos necesarios para realizar las practicas.

Para comenzar verifique que los tornillos de la máquina se encuentren debidamente ajustados, estos pierden fijación gracias a la vibración.

## Lubricación de los ejes X y de la CQ-5000

La CQ-5000 es una máquina que para su funcionamiento usa dos rodamientos para desplazarse en los ejes X, Y. estas piezas de movimiento mecánico necesitan aceitarse para evitar rozamientos y fricciones que puedan descomponer las piezas y dañar en el futuro en la figura 34 se muestran los rodamientos de los ejes X, Y.



Figura 34. Tornillos sin fin de los ejes X y Y.

Cabe resaltar que el eje X se encuentra en la parte frontal y el eje Y por debajo de la máquina.

## MANTENIMIENTO Y AJUSTE DEL QUICK CIRCUIT SYSTEM

Este procedimiento se realiza con lubricante mecánico de piezas o con grasa especial para rodamientos y se aplica una pequeña cantidad esparcida por los tornillos sin fin de cada eje como se muestra en la figura 35.

Lubricación en el eje X



Lubricación en el eje Y



Figura 35. Lubricación de los ejes X y Y.

### Vaciado de la bolsa de residuos.

Los residuos que deja la máquina son guardados dentro del **Sistema de absorción de residuos T-TECH HEPA VACCUN 115V**, por esta razón es necesario vaciar los residuos periódicamente dependiendo del uso de la máquina.

Para el vaciado de los residuos se debe realizar el siguiente procedimiento:

- ✓ Extraiga los tornillos de la tapa de la parte posterior izquierda del HEPA VACCUN 115V.

## MANTENIMIENTO Y AJUSTE DEL QUICK CIRCUIT SYSTEM



Figura 36. Lado posterior izquierdo del HEPA VACCUN 115V.

- ✓ Retire la tapa del costado como se ve en la figura 37.



Figura 37. Lado posterior izquierdo sin la tapa.

- ✓ se retira la bolsa hacia abajo de forma delicada. En la figura 38 se muestra la bolsa de residuos.



## MANTENIMIENTO Y AJUSTE DEL QUICK CIRCUIT SYSTEM



Figura 38. Bolsa de residuos.

- ✓ Se desocupa el contenido.
- ✓ Se ingresa la bolsa ajustándola hacia arriba.
- ✓ coloque la tapa.
- ✓ Atornille de nuevo.

### Ajuste del punto de inicio (offset)

La ubicación del punto de inicio es sumamente importante ya que servirá de referencia entre el software ISOPRO y la QC-5000.

Para ubicar el punto de inicio siga los siguientes pasos:

- ✓ Diríjase al ítem fresar (**Mill**) en el menú de herramientas.
- ✓ Pulse en la opción **Jog**.

## MANTENIMIENTO Y AJUSTE DEL QUICK CIRCUIT SYSTEM

- ✓ Se despliega la interfaz de usuario que permite mover la máquina manualmente como se muestra en la figura 39.

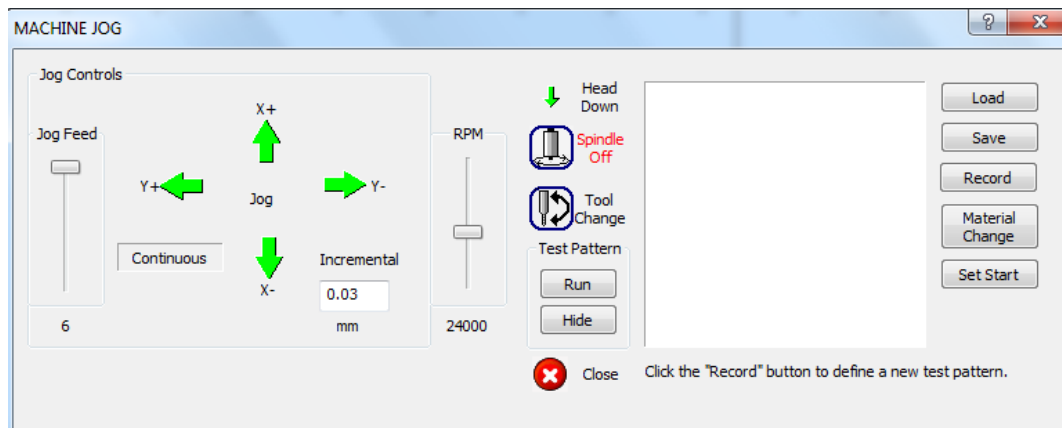


Figura 39. Interfaz de usuario Jog.

- ✓ Con las flechas mueva la máquina hasta el punto que desea poner de inicio.

Tenga en cuenta el punto de inicio de la máquina y aseméjelo con el del software como se ve en la figura 28.

- ✓ Cierre la ventana Jog.
- ✓ Diríjase a fresar (Mill), después en **Setup** y finalmente pulse **Set Pin Position** como se muestra en la figura 40.

# MANTENIMIENTO Y AJUSTE DEL QUICK CIRCUIT SYSTEM

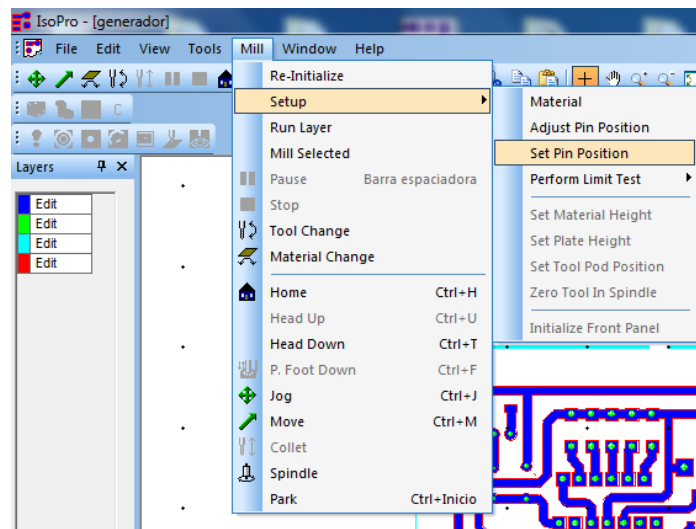


Figura 40. Menús para ubicar el punto inicio en el software.

- ✓ Acepta el cambio.
- ✓ Finaliza el procedimiento.

# CONFIGURACIONES PREVIAS A LA PRACTICA

Dirijase al ítem edición (**Edit**) y luego al menú Preferencias (**Preferences**)

En este menú se configura el funcionamiento de la máquina y la comunicación con el software. También se establece la ubicación y otras configuraciones avanzadas que se pueden ver en la figura 41.

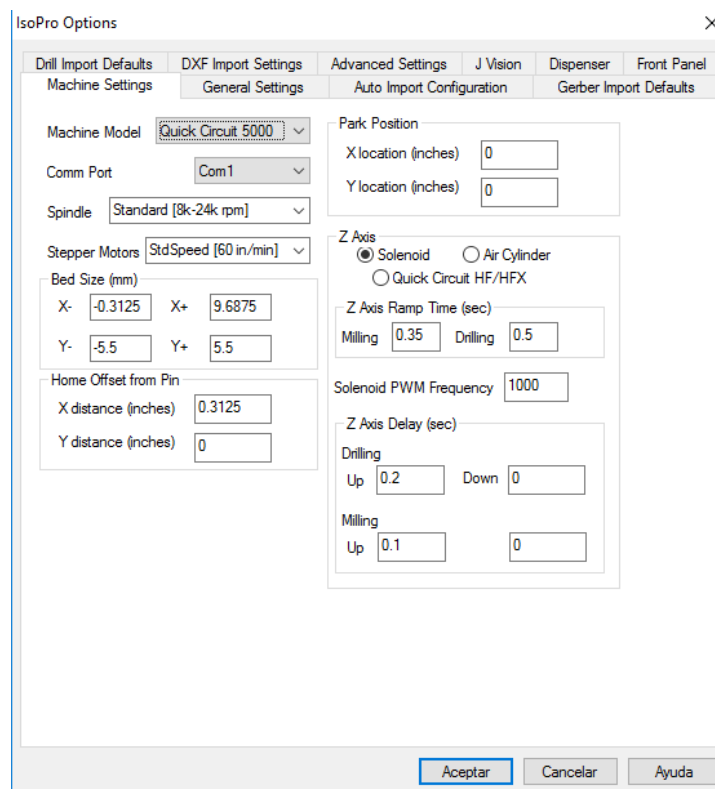


Figura 41. Menú preferencias (**Preferences**).

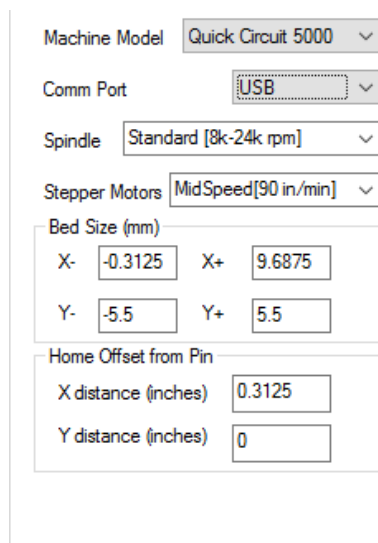
En la parte superior de la ventana se encuentran varias configuraciones se va a explicar la configuración recomendada para el uso de la máquina como lo son:

- ✓ **Configuración de máquina (Machine Setting)** en esta se encuentran las configuraciones que se deben realizar para que la máquina funcione correctamente y tenga enlace directo con el software ISOPRO.

## CONFIGURACIONES PREVIAS A LA PRACTICA

Para configurar esta ventana siga los siguientes pasos:

- Ubique el tipo de máquina que se tiene en este caso particular en la opción modelo de máquina (**Machine Model**) se seleccionara **Quick Circuit 5000**.
- Configure el tipo de puerto de comunicación con la máquina seleccione **USB** en la opción **Comm Port**.
- Seleccione la velocidad **stándar [8k-24RPM]** para el motor que da giro a la broca, en la opción **Spindle**.
- Las demás configuraciones se dejan por defecto como se muestra en la figura 42.



The image shows a screenshot of the 'Machine Settings' configuration window. The left column contains the following settings:

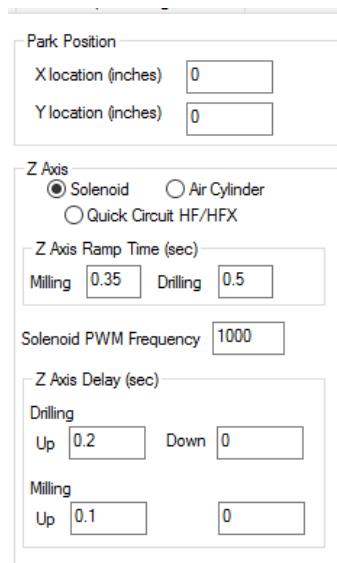
- Machine Model:** Quick Circuit 5000 (dropdown menu)
- Comm Port:** USB (dropdown menu)
- Spindle:** Standard [8k-24k rpm] (dropdown menu)
- Stepper Motors:** MidSpeed[90 in./min] (dropdown menu)
- Bed Size (mm):**
  - X-: -0.3125
  - X+: 9.6875
  - Y-: -5.5
  - Y+: 5.5
- Home Offset from Pin:**
  - X distance (inches): 0.3125
  - Y distance (inches): 0

Figura 42. Columna de la izquierda en la ventana configuración de máquina (Machine Settings).

En la columna de la derecha de la ventana configuración de máquina (**Machine Settings**) se configura el **Z Axis** que es el tipo de sistema que se tiene para manejar el eje Z de la máquina en este caso particular un solenoide (**Solenoid**). Las otras configuraciones se dejan por defecto puesto que son específicas del manejo del eje

## CONFIGURACIONES PREVIAS A LA PRACTICA

Z. La configuración de la columna izquierda queda como se muestra en la figura 43.



The image shows a screenshot of the 'Machine Settings' window, specifically the 'Z Axis' configuration section. It includes the following fields and options:

- Park Position:**
  - X location (inches): 0
  - Y location (inches): 0
- Z Axis:**
  - Radio buttons:  Solenoid,  Air Cylinder,  Quick Circuit HF/HFX
  - Z Axis Ramp Time (sec):**
    - Milling: 0.35
    - Drilling: 0.5
  - Solenoid PWM Frequency: 1000
  - Z Axis Delay (sec):**
    - Drilling:**
      - Up: 0.2
      - Down: 0
    - Milling:**
      - Up: 0.1
      - Down: 0

Figura 43. Columna de la derecha en la ventana configuración de máquina (Machine Settings).

En las ventanas importación de archivos Drill (**Drill import Default**) e importación de archivos Gerber (**Gerber import Default**) se visualizan los tipos de archivo que reconoce el software en cada uno de los casos, también las unidades en las que estarán los proyectos y la cantidad de dígitos en cada medida del proyecto en enteros (**Integer**) y cuantos decimales (**Decimal**), las otras configuraciones como **Mode**, **Zero suppression** y **Units** se dejan por defecto como se muestra en la figura 44.

# CONFIGURACIONES PREVIAS A LA PRACTICA

The image shows two side-by-side configuration panels. The left panel is titled 'Drill Import will default to these settings:' and includes sections for 'Digits' (Integer: 2, Decimal: 3), 'Mode' (radio buttons for Absolute and Incremental, with Absolute selected), 'Zero Suppression' (radio buttons for Leading, Trailing, None, and Decimal, with Leading selected), and 'Units' (radio buttons for English and Metric, with English selected). It also has a 'File Masks' text box containing 'NCD', 'NC', and 'DR?', an 'Extension to Add' field, and 'Add', 'Remove', and 'Default' buttons. A 'Prompt to Override Settings' checkbox is at the bottom. The right panel is titled 'Gerber Import will default to these settings:' and includes similar sections for 'Digits', 'Mode', 'Zero Suppression', and 'Units'. Its 'File Masks' text box contains 'G??' and 'PH?'. It also has 'Add', 'Remove', and 'Default' buttons. At the bottom, it has three checkboxes: 'Default to Quadrant Arcs', 'Prompt to Override Settings', and 'Support no CR/LF (original algorithm)'.

Figura 44. Importación de archivos Drill (**Drill import Default**) e importación de archivos Gerber (**Gerber Import Default**) respectivamente.

Otras recomendaciones son:

- ✓ Por seguridad utilice tapabocas y gafas de seguridad.
- ✓ Para las personas de cabello largo, tenerlo recogido.
- ✓ No ingrese las manos u objetos a las brocas mientras está trabajando la máquina.
- ✓ Ingrese el Token USB para acceder a todas las funciones del software ISOPRO.

# PRACTICA #1

## PCB de una sola capa.

En esta práctica se va a realizar el grabado, la perforación y el corte de una PCB de una sola capa con el sistema Quick Circuit.

En esta práctica se van a utilizar los Gerber de un circuito simulado en ARES proteus de una sola capa que se muestra en la figura 45.

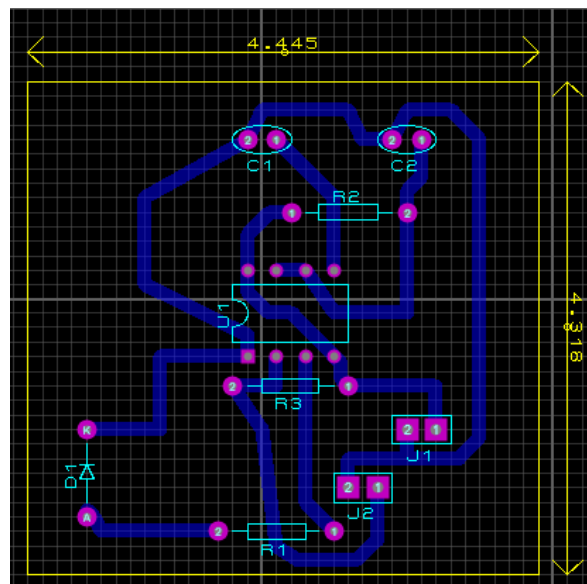


Figura 45. Pistas del diseño en ARES proteus.

Para generar este diseño en una baquelita realice los siguientes pasos:

1. Ejecute el software ISOPRO.
2. Pulse el menú desplegable File.
3. Pulse en importar y auto detectar archivos (**Auto-detect file(s)...**).
4. Busque la carpeta contenedora de los Gerber.
5. Seleccione los Gerber de perforación y de las pistas (Drill y Bottom Copper respectivamente) como se muestra en la figura 46.



# PRACTICA #1

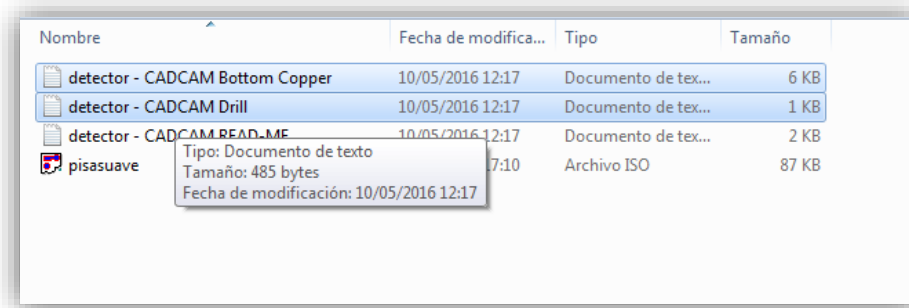


Figura 45. Importa Gerbers.

6. Pulse abrir.
7. Seleccione las dimensiones de la PCB en la ventana que se genera como se muestra en la figura 46.

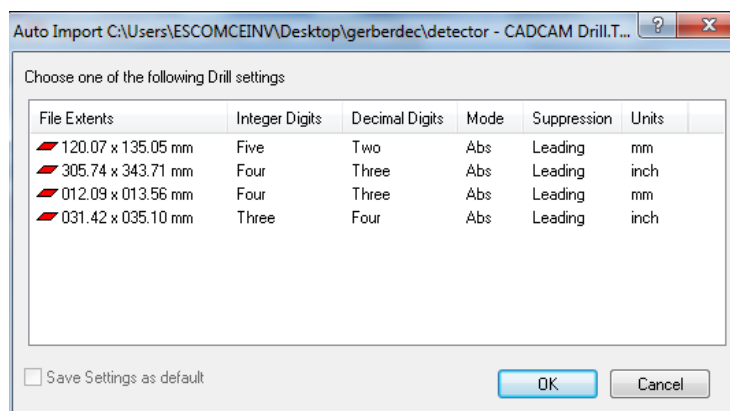


Figura 46. Selección de la dimensión de la PCB.

8. Automáticamente aparecerán las pistas del circuito importado. Como se muestra en la figura 47.

# PRACTICA #1

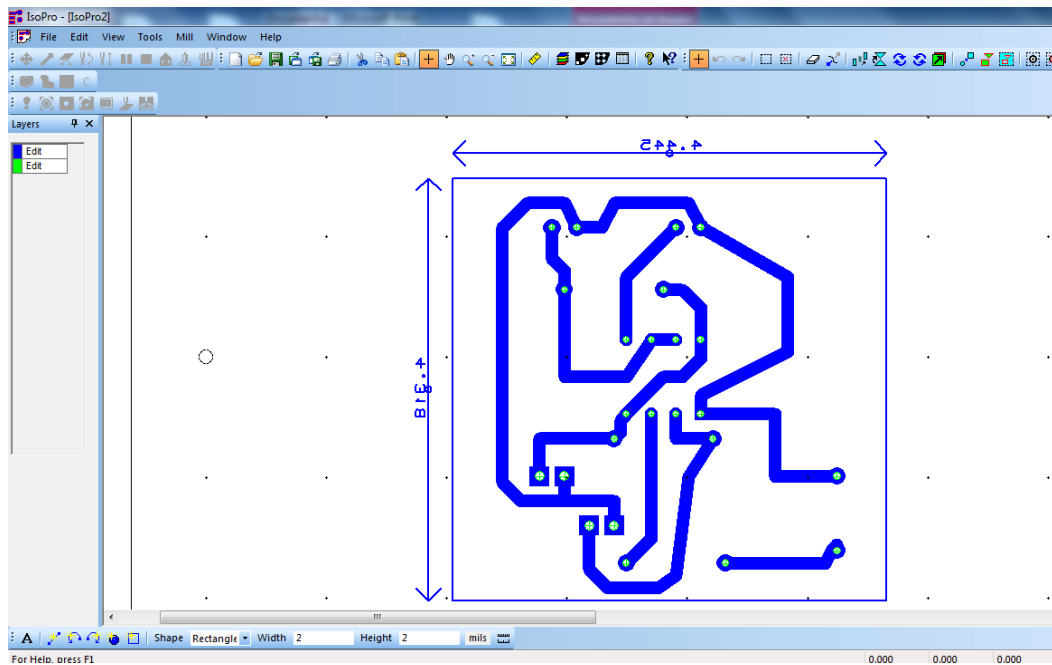


Figura 47. Pistas del circuito.

9. ahora se tienen que borrar las partes que sobran del diseño como es el recuadro, las flechas y los números, selecciones la parte que se va a eliminar como se muestra en la imagen 48.

## PRACTICA #1

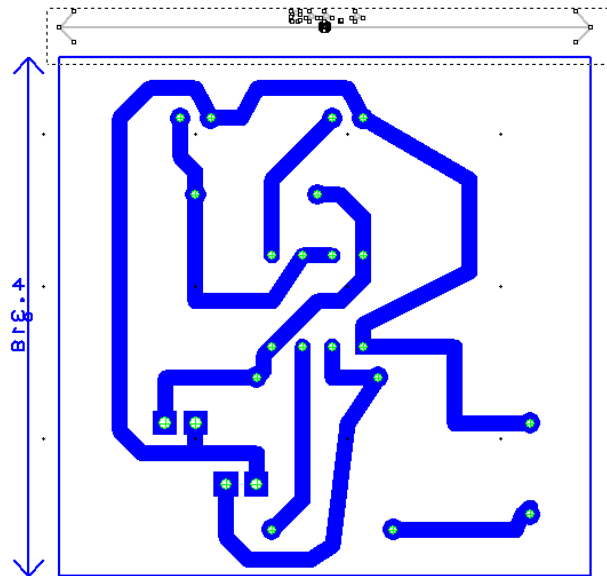


Figura 48. Selección de la sección a eliminar.

10. Pulse la tecla suprimir para borrar la sección.

11. Seleccione las demás secciones sobrantes y repita el proceso hasta conseguir que el diseño se vea como en la figura 49.

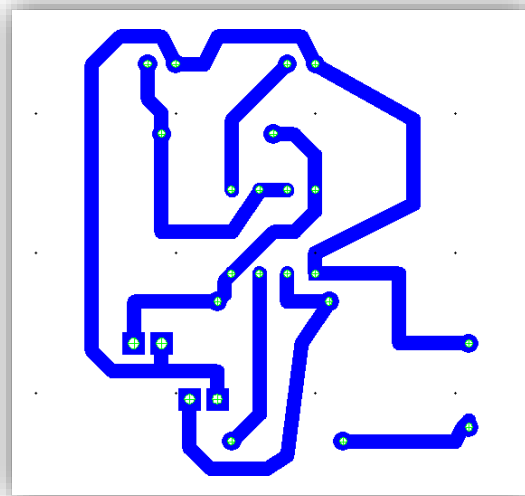


Figura 49. Diseño sin secciones sobrantes.

## PRACTICA #1

12. Para continuar con el procedimiento, diríjase al menú desplegable herramientas (**Tools**).
13. Pulse sobre el menú Aislamiento (**Isolate**).
14. En la ventana de Isolate, en la opción área de herramienta (**Tool size**) digite un espesor estimado para este procedimiento.
15. Seleccione la capa **Bottom Copper** así como se muestra en la figura 50.

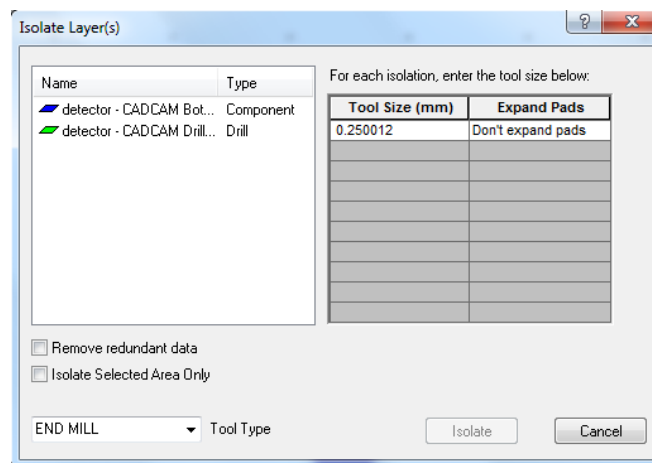
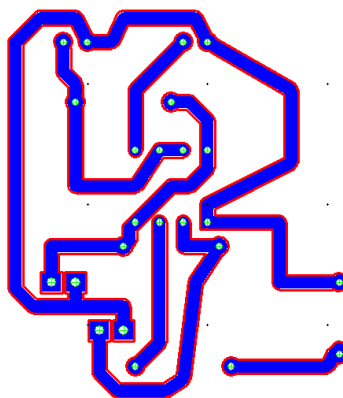


Figura 50. Aislamiento de capa Bottom Copper.

16. Pulse el botón **Isolate**.
17. Aparece una capa nueva para este caso particular de color rojo, con el aislamiento del circuito alrededor de las pistas como se ve en la figura 51.



## PRACTICA #1

Figura 51. Circuito con capa de aislamiento.

18. Diríjase al ítem fresado (**Mill**).
19. Pulse el menú Inicialice (**Initialize**).
20. la máquina se dirige a la posición inicial. Ingrese nuevamente a fresado (**Mill**).
21. Pulse sobre cambio de herramienta (**Tool Change**).
22. Diríjase a la QC-5000.
23. Presione el seguro de herramienta y gírelo suavemente en sentido anti horario como se ve en la figura 52.



Figura 52. Giro del seguro de herramienta.

24. Ingrese el instrumento de grabado en el soporte de herramienta.
25. Sosténgalo y Ajuste el instrumento girando el seguro de herramienta en sentido horario como se muestra en la figura 53.

## PRACTICA #1



**Giro en sentido horario**

Figura 53. Giro del seguro en sentido horario.

26. Ajuste el instrumento girando el seguro de herramienta en sentido horario.
27. Levante el seguro de herramienta y la broca queda como se ve en la figura 54.

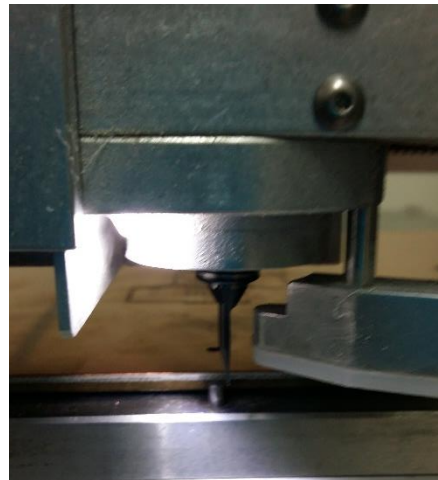


Figura 54. Instrumento de grabado en el soporte de herramienta.

28. Asegúrese que la altura de la broca sea mayor y no choque con la baquelita, para no dañar el instrumento, para esto calibre la herramienta moviendo la

## PRACTICA #1

perilla que mueve el solenoide y los tornillos reguladores de altura del eje Z. En la figura 55. se muestra con un recuadro de color amarillo el solenoide que regula la fuerza de desplazamiento de la broca y en el recuadro rojo los tornillos que de ajuste de elevación en el eje Z.

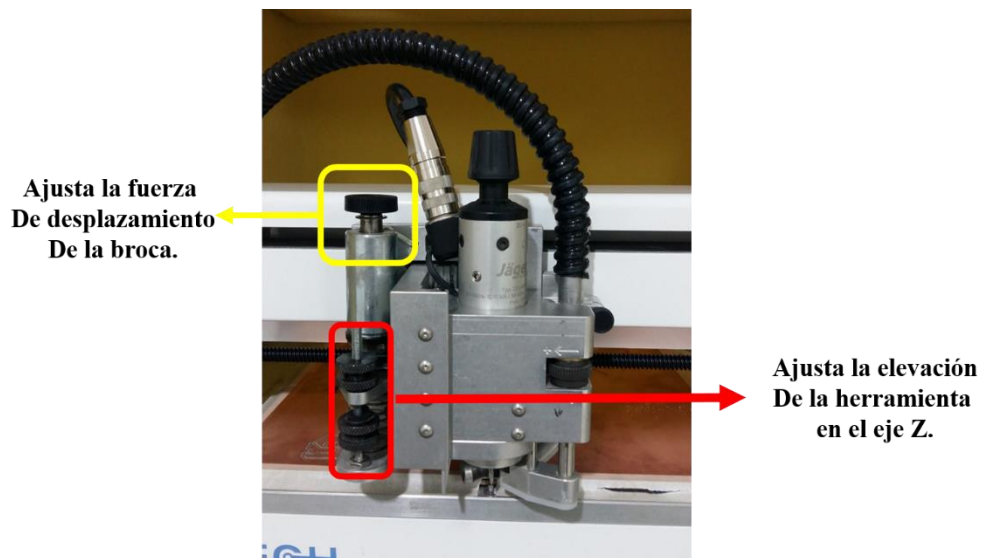


Figura 55. Herramientas de ajuste en el eje Z.

29. Con la opción **Jog** mueva lentamente la posición del motor principal, visualizando que el instrumento (broca) este a la altura correcta como se muestra en el recuadro de la figura 56.

## PRACTICA #1

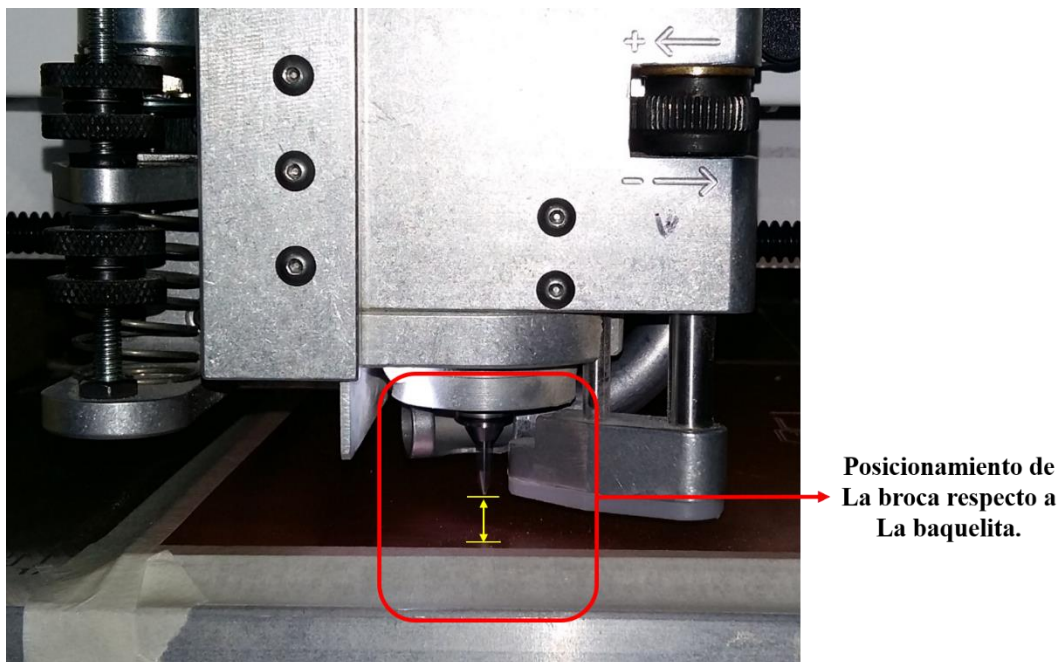


Figura 56. Distancia entre la baquelita y la herramienta (Broca).

30. Al ajustar el instrumento, Diríjase al software nuevamente y pulse en el ítem desplegable fresado (**Mill**).
31. Pulse el menú correr capas (**Run Layer**).
32. En la ventana correr capas (**Run layer**) seleccione la capa de aislamiento (**Isolation**) como se muestra en la figura 57.

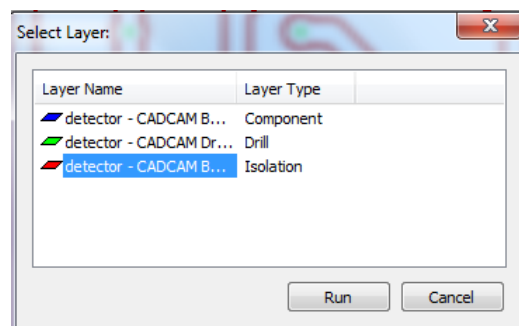


Figura 57. Seleccionando la capa de aislamiento en correr capa (Run Layer).

33. Emerge una ventana que permite configurar la velocidad de giro de la herramienta (broca) y la velocidad del procedimiento de grabado. En la



## PRACTICA #1

figura 58 se especifica cual es la velocidad de grabado y la velocidad de giro en la ventana.

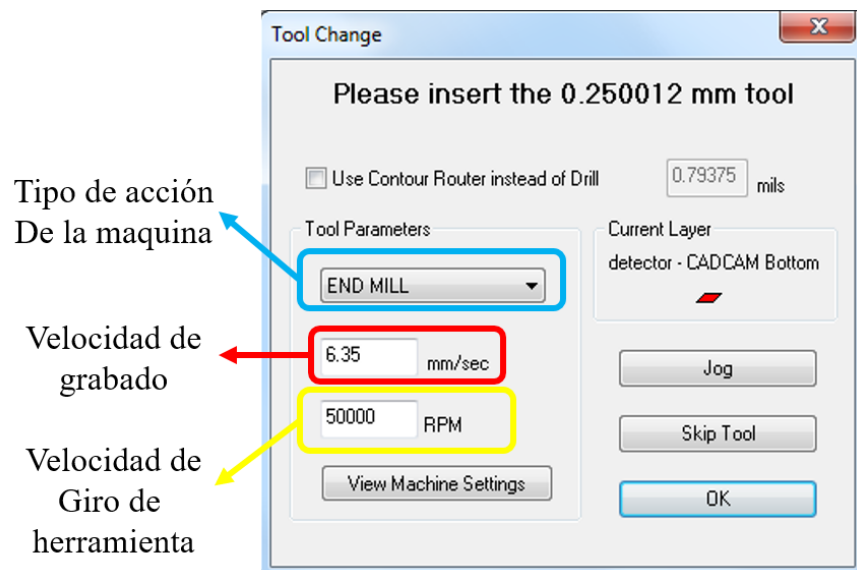


Figura 58. Ventana de configuración de velocidades.

34. Selecciona aceptar (Ok).

35. Dirijase a la máquina.

**NOTA:** Verifique que el procedimiento se realice correctamente, con la perilla de ajuste de precisión proporcione más o menos profundidad en el grabado.

36. Después de que el grabado quede terminado, dirijase al ítem fresado (**Mill**).

37. Pulse cambio de herramienta (Tool Change) como se muestra en la figura 59.

# PRACTICA #1

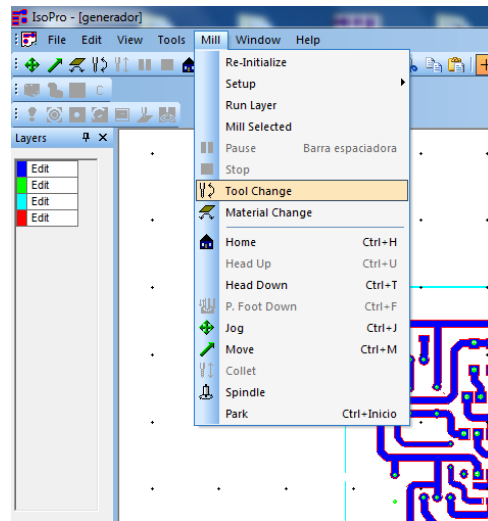


Figura 59. Ítem fresado (Mill) y opción cambio de herramienta (Tool Change).

38. La máquina se ubica para realizar el cambio de herramienta como se muestra en la figura 60.



Figura 60. Máquina ubicada en la posición para el cambio de herramienta (Tool Change).

## PRACTICA #1

39. Cambie el instrumento de grabado por la broca de perforación de un diámetro entre 0.6 y 0.8mm (Ver figura 5 imagen 1 en el capítulo herramientas) repita la sucesión de pasos del 22 al 28.
40. Con la herramienta ya ubicada diríjase al ítem fresado (Mill).
41. Pulse correr capa (Run Layer) y seleccione la capa perforación (Drill) como se muestra en la figura 61.

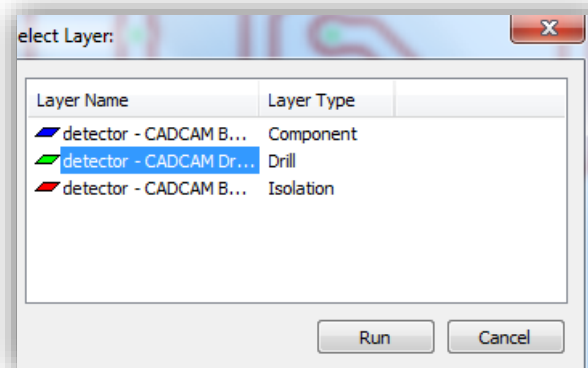
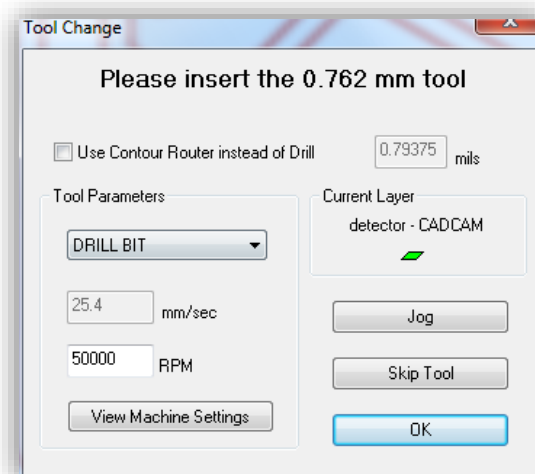


Figura 61. Ventana correr capa con selección en la capa perforación (Drill).

42. Seleccione la configuración como se visualiza en la figura 62.



# PRACTICA #1

Figura 62. Configuración para el proceso de perforación (Drill).

Ajuste el solenoide para que la perforación tenga mayor o menor profundidad, Verifique que todas las perforaciones fueron realizadas.

43. Diríjase al software y en el teclado pulse el botón F2.

44. Emerge una ventana como la que se muestra en la figura 63.

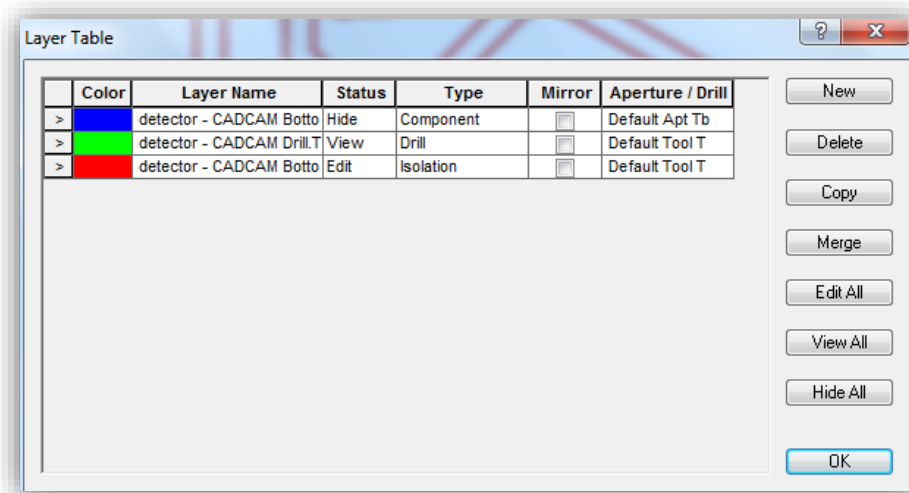


Figura 63. Tabla de capas.

45. Pulse el botón nuevo en la ventana.

46. Pulse doble clic izquierdo en la opción nombre de capa (Layer Name).

47. Cambie la capa de nombre a Board para este caso particular.

48. Y en la opción tipo (type) despliegue en menú y elija **router** como se muestra en la figura 64.

# PRACTICA #1

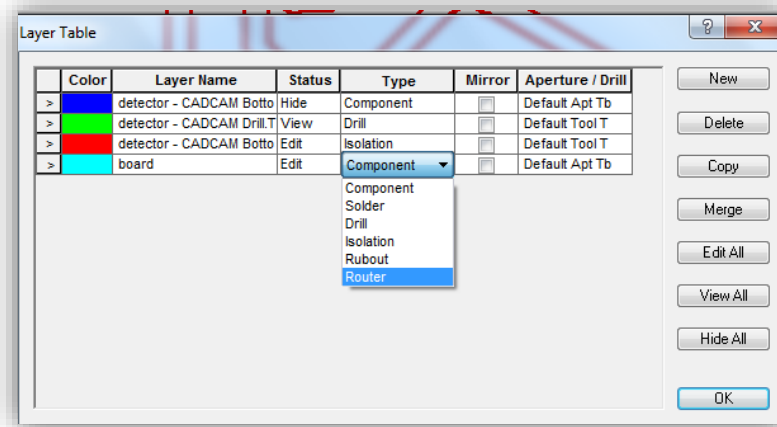


Figura 64. Tabla de capas con la capa nueva de la board.

49. Pulse aceptar (Ok).

50. Diríjase al ítem herramientas (Tools) y seleccione crear rectángulo (crée Rectangle).

51. Y realice un cuadro que cubra todo el diseño como se muestra en la figura 65.

52. El recuadro debe tener el color de la capa creada de nombre Board.

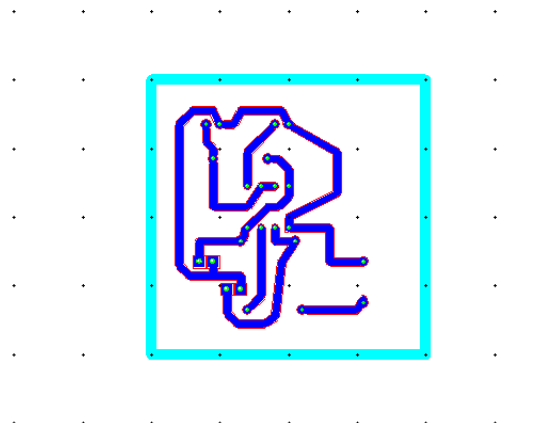


Figura 65. Recuadro de corte board.

## PRACTICA #1

53. En la parte izquierda de la pantalla en donde aparece el color de las capas, pulse sobre cada una hasta que la opción diga Vista(View).
54. En la capa de nombre Board con color aguamarina para este caso particular, pulse hasta que la opción tenga estado editar (edit).
55. Diríjase al ítem Herramientas nuevamente y seleccione la opción clip.
56. Realice un corte delgado de lado a lado de la capa board como se muestra en la figura 66.

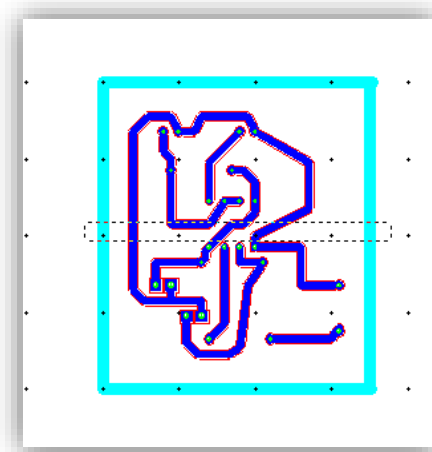


Figura 66. Realizando corte con la herramienta clip.

57. Debe quedar como se visualiza en la figura 67.

## PRACTICA #1

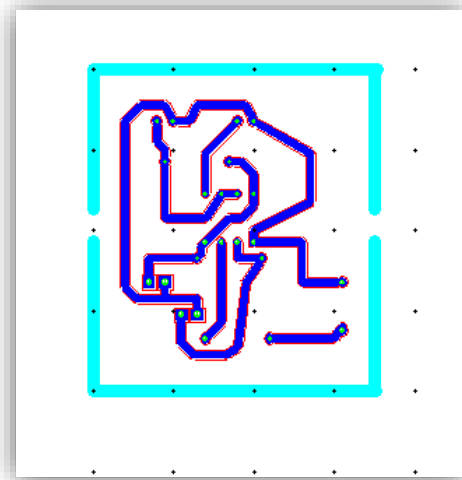


Figura 67. Corte con la herramienta clip en la capa Board.

58. Diríjase al ítem fresado (Mill).
59. Pulse en la opción cambio de herramienta (Tool Change).
60. Diríjase a la máquina y cambie la broca por un instrumento de corte.
61. A continuación, diríjase al software en el ítem fresado (Mill).
62. Seleccione la opción correr capa (Run Layer).
63. Seleccione la capa Board y aceptar.
64. Al finalizar el procedimiento, ingrese en la opción fresado (Mill).
65. Seleccione la opción cambio de material.
66. El motor principal se dirige hacia un extremo de la máquina generando la opción de que se retire la PCB terminada como se muestra en la figura 68.

# PRACTICA #1

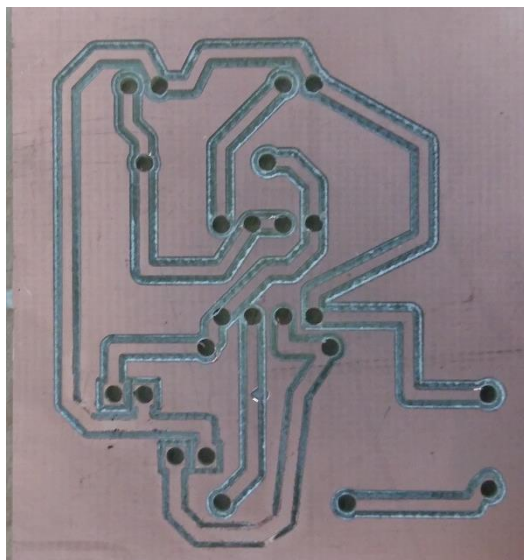


Figura 68. Practica termina.



## PRACTICA #2

### PCB de dos capas

En esta práctica se realiza el grabado, la perforación y el corte de una PCB de dos capas con el sistema Quick Circuit.

En esta práctica se utilizan los Gerber de un circuito simulado en ARES proteus doble capa que se muestra en la figura 69.

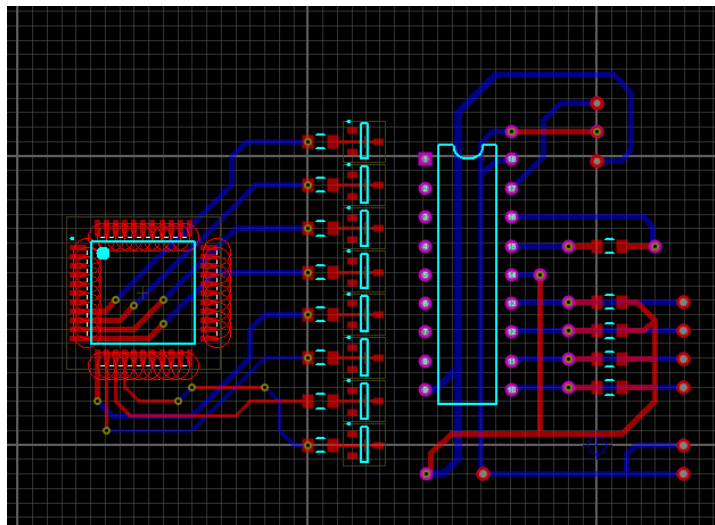


Figura 69. Pistas del diseño doble capa en ARES proteus.

Para generar este diseño en una baquelita realice los siguientes pasos:

1. Ejecute el software ISOPRO.
2. Pulse el menú desplegable File.
3. Pulse en importar y auto detectar archivos (**Auto-detect file(s)...**).
4. Busque la carpeta contenedora de los Gerber.
5. Seleccione los Gerber de perforación, de las pistas de capa superior y pistas de capa inferior (Drill, Top Copper y Bottom Copper respectivamente) como se muestra en la figura 70.

## PRACTICA #2

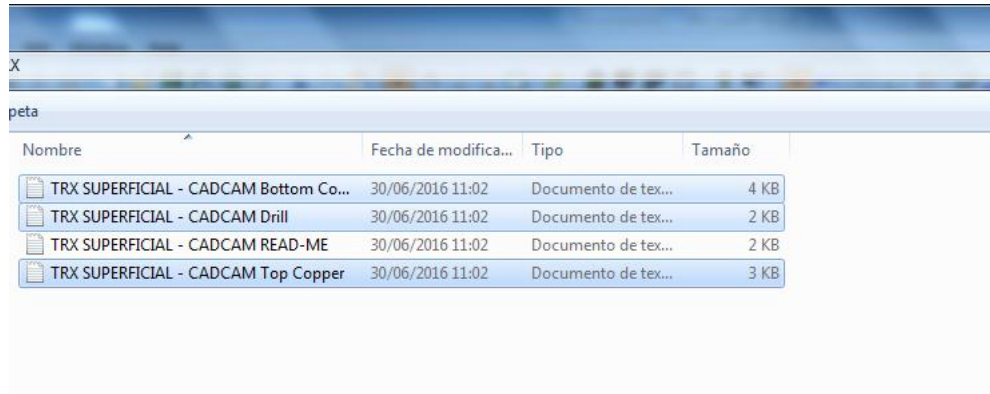


Figura 70. Importación de Gerber.

6. Pulse abrir.
7. Seleccione las dimensiones de la PCB en la ventana que se genera como se muestra en la figura 71, para este caso particular 43.20x 33.30 mm.

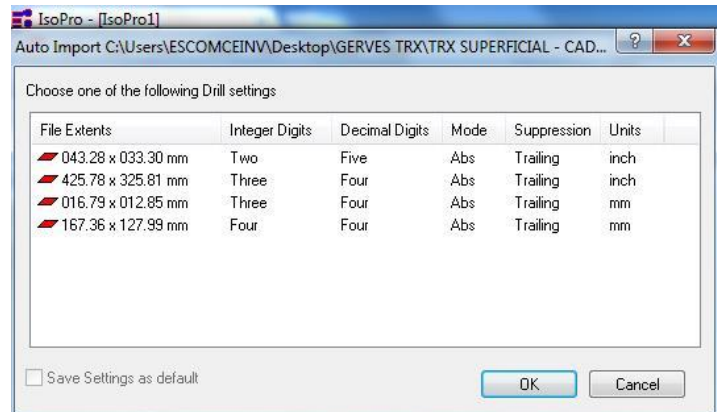


Figura 71. Selección de la dimensión de la PCB.

8. Automáticamente aparecerán las pistas del circuito importado. Como se muestra en la figura 72.

## PRACTICA #2

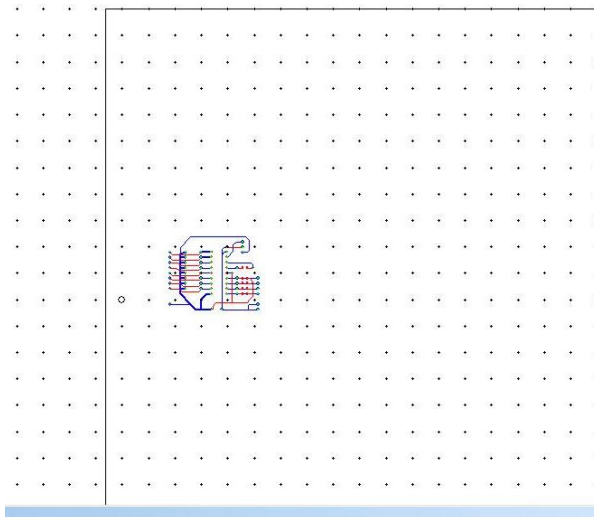


Figura 72. Pistas del circuito.

9. Para continuar con el procedimiento, diríjase al menú desplegable herramientas (**Tools**).
10. Pulse sobre el menú Aislamiento (**Isolate**).
11. En la ventana de Isolate, en la opción área de herramienta (**Tool size**) digite un espesor estimado para este procedimiento.
12. Seleccione la capa **Bottom Copper**, así como se muestra en la figura 73.

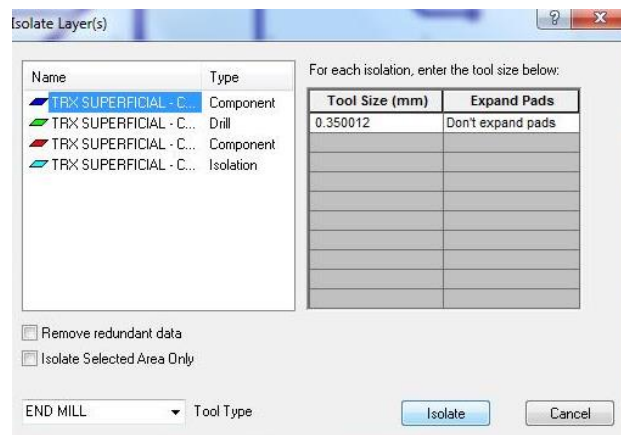


Figura 73. Aislamiento de capa Bottom Copper.

13. Pulse el botón **Isolate**.

## PRACTICA #2

14. Aparece una capa nueva recubriendo las pistas del circuito como se ve en la figura 74.

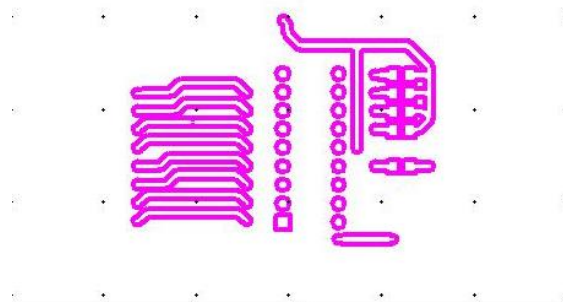


Figura 74. Circuito con capa de aislamiento.

15. Diríjase al ítem fresado (**Mill**).
16. Pulse el menú Inicialice (**Initialize**).
17. la máquina se dirige a la posición inicial. Ingrese nuevamente a fresado (**Mill**).
18. Pulse cambio de material (**Material Change**).
19. Diríjase a la máquina y coloque una baquelita doble capa en la zona de trabajo.
20. Asegure la baquelita con cinta para que no se mueva durante el grabado como se muestra en la figura 75.

## PRACTICA #2

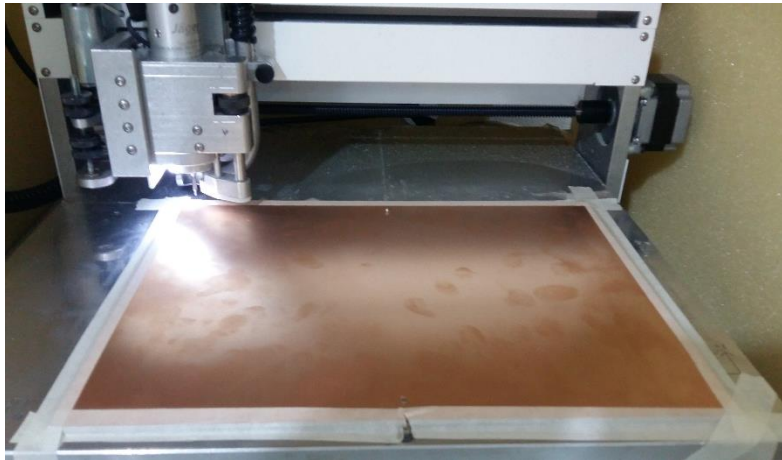


Figura 75. Baquelita doble capa asegurada con cinta a la zona de trabajo.

21. Diríjase al software y pulse aceptar (Ok) para volver el motor principal al punto de inicio.
22. Diríjase al ítem fresado (Mill).
23. Pulse sobre cambio de herramienta (Tool Change) (Ver figura 59).
24. Diríjase a la máquina.
25. Presione el seguro de herramienta y gírelo suavemente en sentido anti horario (ver figura 52).
26. Ingrese el instrumento de grabado en el soporte de herramienta.
27. Sosténgalo y ajuste el instrumento girando el seguro de herramienta en sentido horario (ver figura 53).
28. Levante el seguro de herramienta.
29. Asegúrese que la altura de la broca sea mayor y no choque con la baquelita, para no dañar el instrumento, para esto calibre la herramienta moviendo la perilla que mueve el solenoide los tornillos reguladores de altura del eje Z (ver figura 55).
30. Con la opción **Jog** mueva lentamente la posición del motor principal, visualizando que el instrumento (broca) este a la altura correcta (ver figura 56).

## PRACTICA #2

31. Al ajustar el instrumento, Dirijase al software nuevamente y pulse en el ítem desplegable fresado (**Mill**).
32. Pulse el menú correr capas (**Run Layer**).
33. En la ventana correr capas (**Run layer**) seleccione la capa de aislamiento (Isolation) como se muestra en la figura 76.

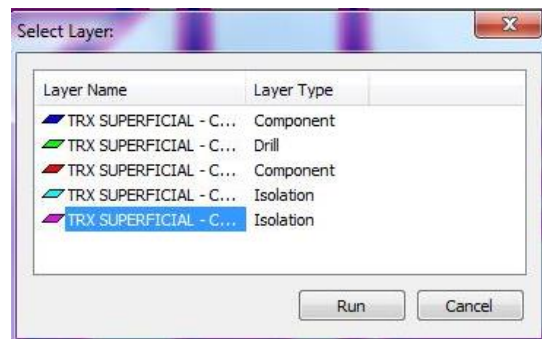


Figura 76. Seleccionando la capa de aislamiento en correr capa (Run Layer).

34. Emerge una ventana que permite configurar la velocidad de giro de la herramienta (broca) y la velocidad del procedimiento de grabado.
35. Selecciona aceptar (Ok).
36. Dirijase a la máquina.

**NOTA:** Verifique que el procedimiento se realice correctamente, con la perilla de ajuste de precisión proporcione más o menos profundidad en el grabado.

E la figura 77 se muestra como debe estar el diseño terminado en la primera capa.

## PRACTICA #2

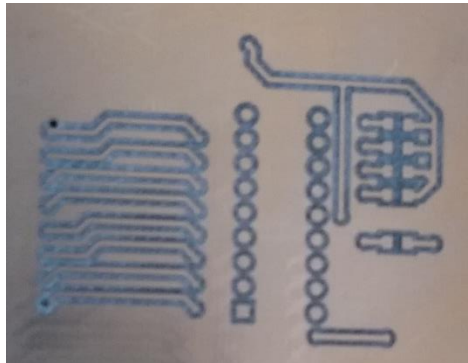


Figura 77. Diseño terminado en la capa superior (Top Copper).

37. Diríjase a el ítem fresado (Mill) y pulse la opción cambio de material.
38. Retire la baquelita de la base, volteeela y vuelva a asegurarla.
39. Diríjase a la parte izquierda del software y sobre las capas, pulse clic hasta dejar la capa perforación (Drill) y capa inferior (Bottom Copper) en estado editar (Edit), las demás déjelas solamente en view como se muestra en la figura 78.

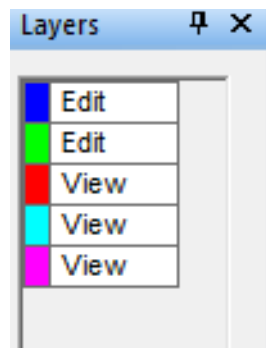


Figura 78. Estado de las capas.

40. Seleccione el circuito y diríjase al ítem Edición (Editar).
41. Pulse la opción reflejar (Mirror) así como se ve en la figura 79.

## PRACTICA #2

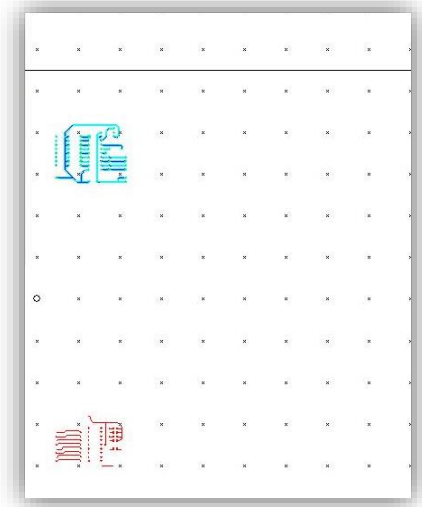


Figura 79. Capas reflejadas.

- 42.pulse en el ítem desplegable fresado (**Mill**).
- 43.Pulse el menú correr capas (**Run Layer**).
- 44.En la ventana correr capas (Run layer) seleccione la capa de aislamiento (Isolation) de la capa inferior (Bottom Copper).
- 45.Emerge una ventana que permite configurar la velocidad de giro de la herramienta (broca) y la velocidad del procedimiento de grabado. En la figura 80 se especifica cual es la velocidad de grabado y la velocidad de giro en la ventana.



## PRACTICA #2

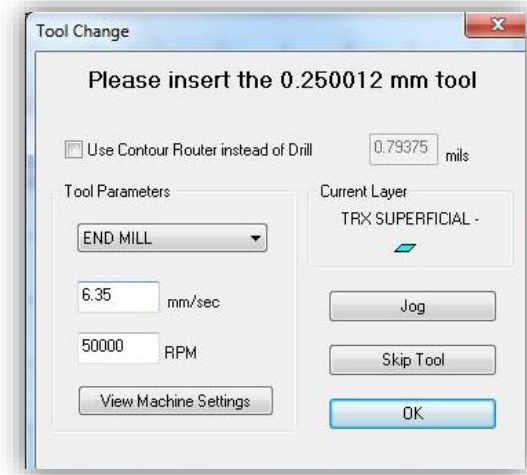


Figura 80. Ventana de configuración de velocidades.

46. Selecciona aceptar (Ok).

47. Diríjase a la máquina.

**NOTA:** Verifique que el procedimiento se realice correctamente, con la perilla de ajuste de precisión proporcione más o menos profundidad en el grabado.

48. Después de que el grabado quede terminado, diríjase al ítem fresado (**Mill**).

49. Pulse cambio de herramienta (Tool Change).

50. La máquina se ubica para realizar el cambio de herramienta (ver figura 60).

51. Cambie el instrumento de grabado por la broca de perforación de un diámetro entre 0.6 y 0.8mm repita la sucesión de pasos del 23 al 31.

52. Con la herramienta ya ubicada diríjase al ítem fresado (Mill).

53. Pulse correr capa (Run Layer) y seleccione la capa perforación (Drill).

54. Seleccione la configuración como se visualiza en la figura 81.

## PRACTICA #2

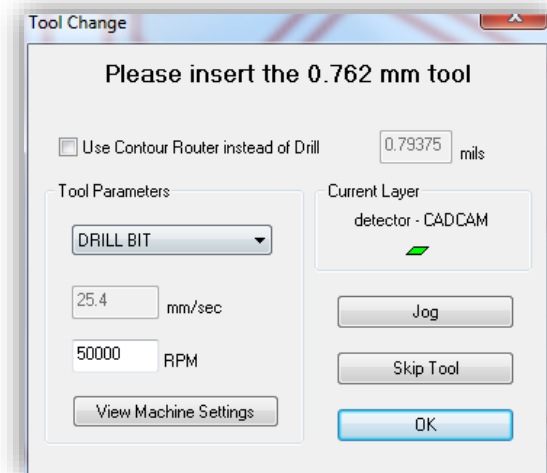


Figura 81. Configuración para el proceso de perforación (Drill).

Ajuste el solenoide para que la perforación tenga mayor o menor profundidad, Verifique que todas las perforaciones fueron realizadas.

55. Diríjase al software y en el teclado pulse el botón F2.
56. Emergen una ventana con la tabla de capas.
57. Pulse el botón nuevo (New) en la ventana.
58. Pulse doble clic izquierdo en la opción nombre de capa (Layer Name).
59. Cambie la capa de nombre a Board para este caso particular.
60. Y en la opción tipo (type) despliegue en menú y elija **router** como se muestra en la figura 82.

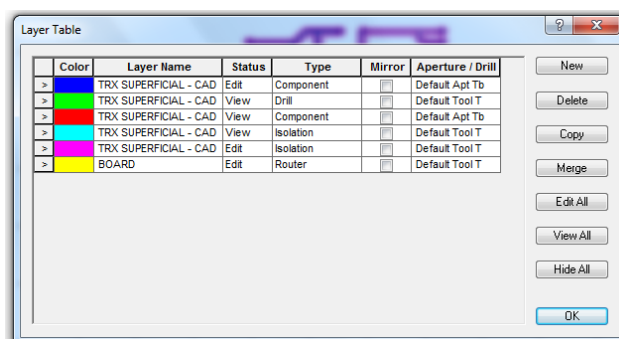


Figura 82. Tabla de capas con la capa nueva de la board.

## PRACTICA #2

61. Pulse aceptar (Ok).
62. Diríjase al ítem herramienta (Tools) y seleccione crear rectángulo (créate Rectangle).
63. Y realice un cuadro que cubra todo el diseño como se muestra en la figura 83.
64. El recuadro debe tener el color de la capa creada de nombre Board.

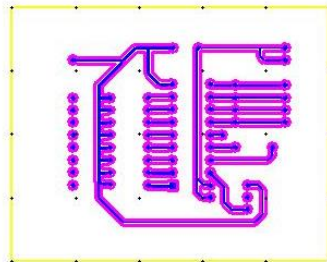


Figura 83. Recuadro de corte board.

65. En la parte izquierda de la pantalla en donde aparece el color de las capas, pulse sobre cada una hasta que la opción diga Vista(View).
66. En la capa de nombre Board con color amarillo para este caso particular, pulse hasta que la opción tenga estado editar (edit).
67. Diríjase al ítem Herramientas nuevamente y seleccione la opción clip.
68. Realice un corte delgado de lado a lado de la capa board.
69. Diríjase al ítem fresado (Mill).
70. Pulse en la opción cambio de herramienta (Tool Change).
71. Diríjase a la máquina y cambie la broca por un instrumento de corte.
72. A continuación, diríjase al software en el ítem fresado (Mill).
73. Seleccione la opción correr capa (Run Layer).
74. Seleccione la capa Board y aceptar como se muestra en la figura 84.

## PRACTICA #2

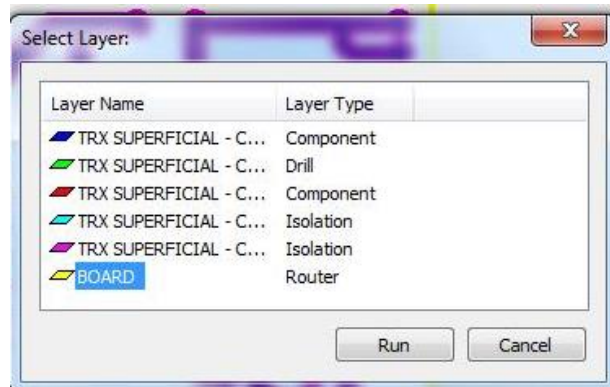
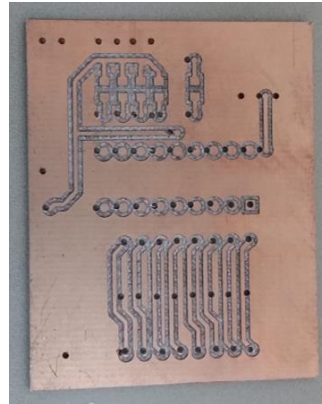


Figura 84. Corte de la capa board.

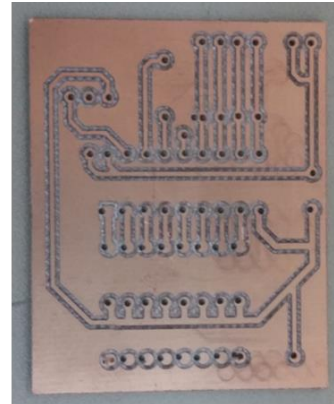
75. Al finalizar el procedimiento, ingrese en la opción fresado (Mill).

76. Seleccione la opción cambio de material.

77. El motor principal se dirige hacia un extremo de la máquina generando la opción de que se retire la PCB terminada como se muestra en la figura 85.



**Top Copper**



**Bottom Copper**

Figura 85. Practica termina.

## Referencias

3M™. (s.f.). *3M*. Obtenido de 3M:

[http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/EmbeddedCapacitanceMaterial/Home/Learn2/WhatIsECM/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/EmbeddedCapacitanceMaterial/Home/Learn2/WhatIsECM/)

*ALIEXPRESS*. (s.f.). Obtenido de ALIEXPRESS: <http://www.aliexpress.com/item-img/New-10Pcs-set-PCB-Print-Circuit-Board-Carbide-Micro-Drill-Bits-0-3mm-to-1-2mm/32566683575.html?spm=2114.10010408.0.57.9X72xr#>

*ALIEXPRESS*. (s.f.). Obtenido de ALIEXPRESS: [http://es.aliexpress.com/store/product/10x-20-Degree-0-3mm-V-shape-Carbide-Engraving-Bits-CNC-Router-Tool-for-PCB-board/1873332\\_32411230977.html](http://es.aliexpress.com/store/product/10x-20-Degree-0-3mm-V-shape-Carbide-Engraving-Bits-CNC-Router-Tool-for-PCB-board/1873332_32411230977.html)

*ALIEXPRESS*. (s.f.). Obtenido de ALIEXPRESS: [http://es.aliexpress.com/promotion/promotion\\_1-straight-router-bit-promotion.html](http://es.aliexpress.com/promotion/promotion_1-straight-router-bit-promotion.html)

*Cosmocax*. (14 de Junio de 2007). Obtenido de Cosmocax:

<https://cadcamcae.wordpress.com/2007/06/14/el-control-numericopor-computadora-el-cnc/>

*DefinicionesABC*. (s.f.). Obtenido de DefinicionesABC: <http://www.definicionabc.com/general/broca.php>

*ELECTROSOFT INGENIERIA*. (2010). Obtenido de ELECTROSOFT INGENIERIA:

<http://www.pcb.electrosoft.cl/04-articulos-circuitos-impresos-desarrollo-sistemas/01-conceptos-circuitos-impresos/conceptos-circuitos-impresos-pcb.html>

*HETPRO*. (2009-2016). Obtenido de HETPRO: <https://hetpro-store.com/broca-de-corte-de-pcb-de-2.0mm/>

T-Tech Quick Circuit Prototyping Systems. (s.f.). *T-Tech*. Obtenido de T-Tech: [http://t-techtools.com/store/index.php?main\\_page=index&cPath=14](http://t-techtools.com/store/index.php?main_page=index&cPath=14)

T-Tech Quick Circuit Prototyping Systems. (s.f.). *T-TECH*. Obtenido de T-TECH: [http://t-techtools.com/store/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=14\\_18&products\\_id=287](http://t-techtools.com/store/index.php?main_page=product_info&cPath=14_18&products_id=287)

T-Tech Quick Circuit Prototyping Systems. (s.f.). *T-TECH*. Obtenido de T-TECH: [http://t-techtools.com/store/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=7&products\\_id=38](http://t-techtools.com/store/index.php?main_page=product_info&cPath=7&products_id=38)

T-TECH, Inc. (2001). Quick Circuit System User's Manual. Atalnta, Georgia, Estados Unidos de America.

# ANEXO 16

**Nombre:** SS. Reyes Zambrano Wberney

**Cargo:** Alumno de la tecnología de supervisión y mantenimiento.

**Maquina:** CQ 5000

1) En escala de 1 a 10 que tan entendible fue el manual siendo 10 excelente y 1 malo:

R: 10

2) Que sugerencias o cambios le haría al manual:

- Que signifcan las siglas CNC y PCB desde el principio.
- Página 5 la palabra "micras"
- Verificar el modo manual de la máquina.
- Figura 2 colocar eje y.
- Insertar una imagen mostrando ejes x, y, z.
- Cambiar en la página 7 la palabra "afectan" por otra.

3) En escala de 1 a 10 aprendió a utilizar la maquina:

R: 7

4) Que partes del manual leería:

R: En caso de lo que vaya a hacer me dirijo al ítem correcto.

**Firma**



A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and flourishes, positioned above a horizontal line.

# ANEXO 17





*Fotografía: Cortesía de la Escuela de Comunicaciones Militares de Colombia.*

# MANUAL PRÁCTICO DE USUARIO PARA EL PROCESO DE SERIGRAFIA

2016

*En el presente manual se busca ilustrar el proceso de serigrafía para realizar PCB. Además el desarrollo de una práctica que ayude a comprender y adquirir la habilidad de realizarlo.*

# TABLA DE CONTENIDO

## Tabla de contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capítulo 1 Introducción.....</b>                             | <b>2</b>  |
| <b>Capítulo 2 Descripción del sistema .....</b>                 | <b>3</b>  |
| Descripción de las máquinas.....                                | 3         |
| Descripción de los materiales .....                             | 6         |
| <b>Capítulo 3 Flujo de procesos .....</b>                       | <b>8</b>  |
| Arte impreso .....  | 9         |
| Sensibilización de la tela del bastidor .....                   | 10        |
| Exposición a la luz por intervalos .....                        | 14        |
| Revelado del arte sobre el bastidor.....                        | 18        |
| Impresión del arte sobre la baquelita.....                      | 20        |
| Atacado químico de la baquelita .....                           | 26        |
| <b>Capítulo 3 Antisolder .....</b>                              | <b>29</b> |
| Impresión del antisolder en la baquelita .....                  | 29        |
| <b>Capítulo 5 Componentes electrónicos.....</b>                 | <b>35</b> |
| Impresión de los componentes electrónicos en la baquelita ..... | 35        |
| <b>Capítulo 6 Limpieza del bastidor.....</b>                    | <b>38</b> |
| Limpieza de la tela del bastidor.....                           | 38        |
| <b>Capítulo 7 Referencias .....</b>                             | <b>44</b> |

# INTRODUCCIÓN

La serigrafía es una técnica muy antigua, que permite imprimir imágenes sobre cualquier material, básicamente consiste en transferir una tinta a través de una malla tensada en un marco. El paso de esta tinta bloquea las áreas donde no habrá imagen, quedando libre la zona del modelo.

En la actualidad hay muchos procedimientos automatizados como el uso de CNC, laser entre otros, sin embargo, se pueden encontrar grandes industrias que implementan el proceso de serigrafía ya que ofrece una mayor producción de PCBs en un costo más reducido y asequible.

Este método se utiliza para la fabricación de circuitos impresos tiene muchas ventajas como económico, fiable y repetitivo ya que con un diseño se pueden realizar cientos de PCBs en poco tiempo. Una de sus desventajas y más grandes falencias es hacer circuitos impreso muy pequeños y con pistas delgadas.

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

## Descripción de las máquinas

Para este método es necesario utilizar dos máquinas, a continuación, se describe cada una de ellas teniendo en cuenta sus recomendaciones de uso y las funciones que cumplen.

### ➤ Insoladora

(Wikipedia, 2016) Una insoladora es una máquina que tiene un cristal plano sobre el que se pone un fotolito original y se pone en contacto directo con una superficie fotosensible (bastidor), y se aplica una fuente de luz (tubos de luz UV). En la figura 1 se visualiza la máquina insoladora AZ220.



Figura 1. Máquina Insoladora AZ220.

La Insoladora que se va utilizar es de referencia AZ 220, esta máquina cuenta con un temporizador, una válvula de vacío para comprimir la placa entre las dos superficies y los botones de uso que se muestran en la figura 2.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

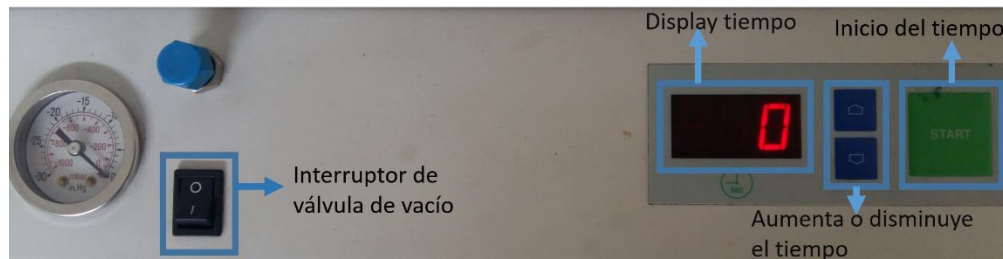


Figura 2. Botones de la máquina Insoladora.

En la parte lateral de la máquina se encuentra los dos interruptores que inician la máquina y el conector de corriente eléctrica a 110V en corriente alterna con una frecuencia de 60 Hz como se observa en la figura 3.

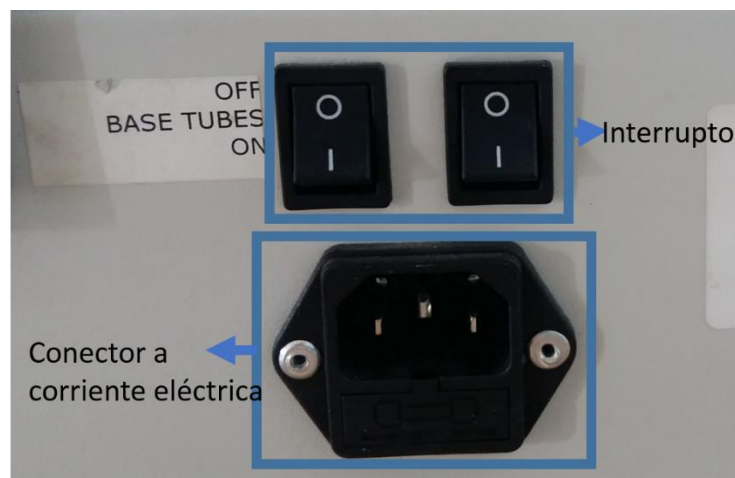


Figura 3. Conectores de la máquina Insoladora.

### ➤ Stencil Print

(novastar, s.f.) La máquina Stencil print de referencia SPR-25 es manual, proporciona ajustes en los planos X, Y, Z para una alineación exacta con el bastidor, un paso fino de tinta y una impresión precisa. En la figura 4 se muestra el stencil print que se utiliza.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

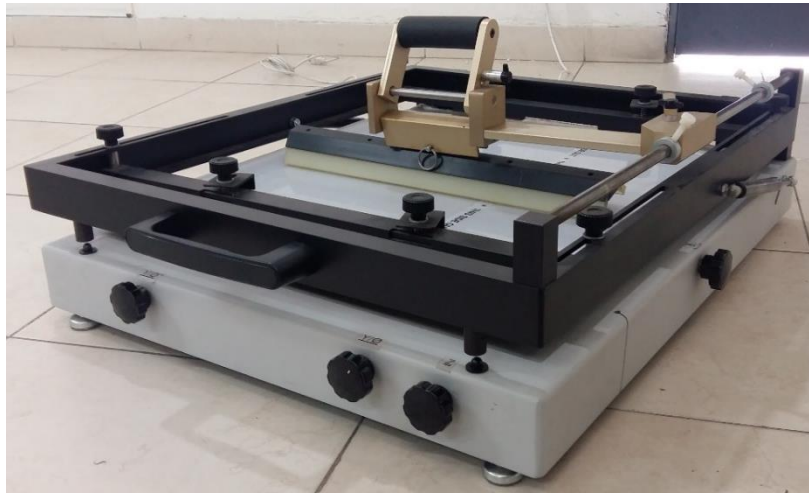


Figura 4. Máquina Stencil Print.

La máquina tiene los soportes para fijar el bastidor y darle altura al momento de imprimirlo sobre la baquelita, las perillas para ajustar los planos en X, Y, Z que se muestran en la figura 5.



Figura 5. Perillas de ajuste para la máquina Stencil Print.

También tiene una escobilla dual o una nueva opción de escobilla para la aplicación de la tinta con un ángulo de aproximadamente  $45^\circ$  ver figura 6.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

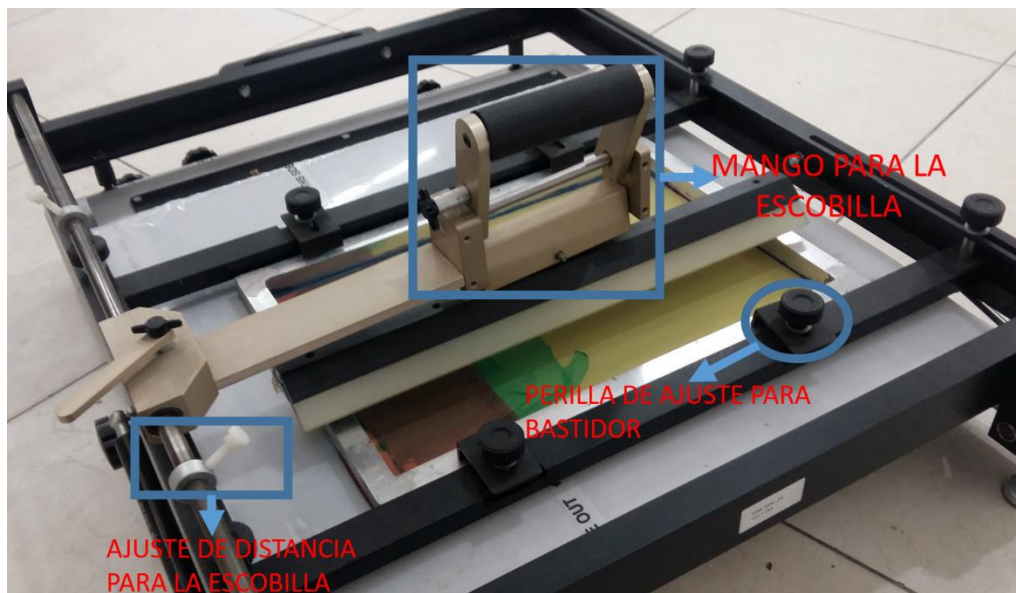


Figura 6. Partes de la máquina Stencil Print.

### Descripción de los materiales

Los materiales que se utilizan para lograr un método de serigrafía óptimo se pueden dividir en las siguientes categorías:

#### ➤ Herramientas

- Bastidor
- Escobilla
- Soplador de aire caliente
- Manguera
- Brocha
- Oasis

#### ➤ Sustancias para la limpieza de Bastidores

- Disolvente PVC

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

- Varsol
- Thinner

### ➤ **Sustancias fotosensibles y de revelado**

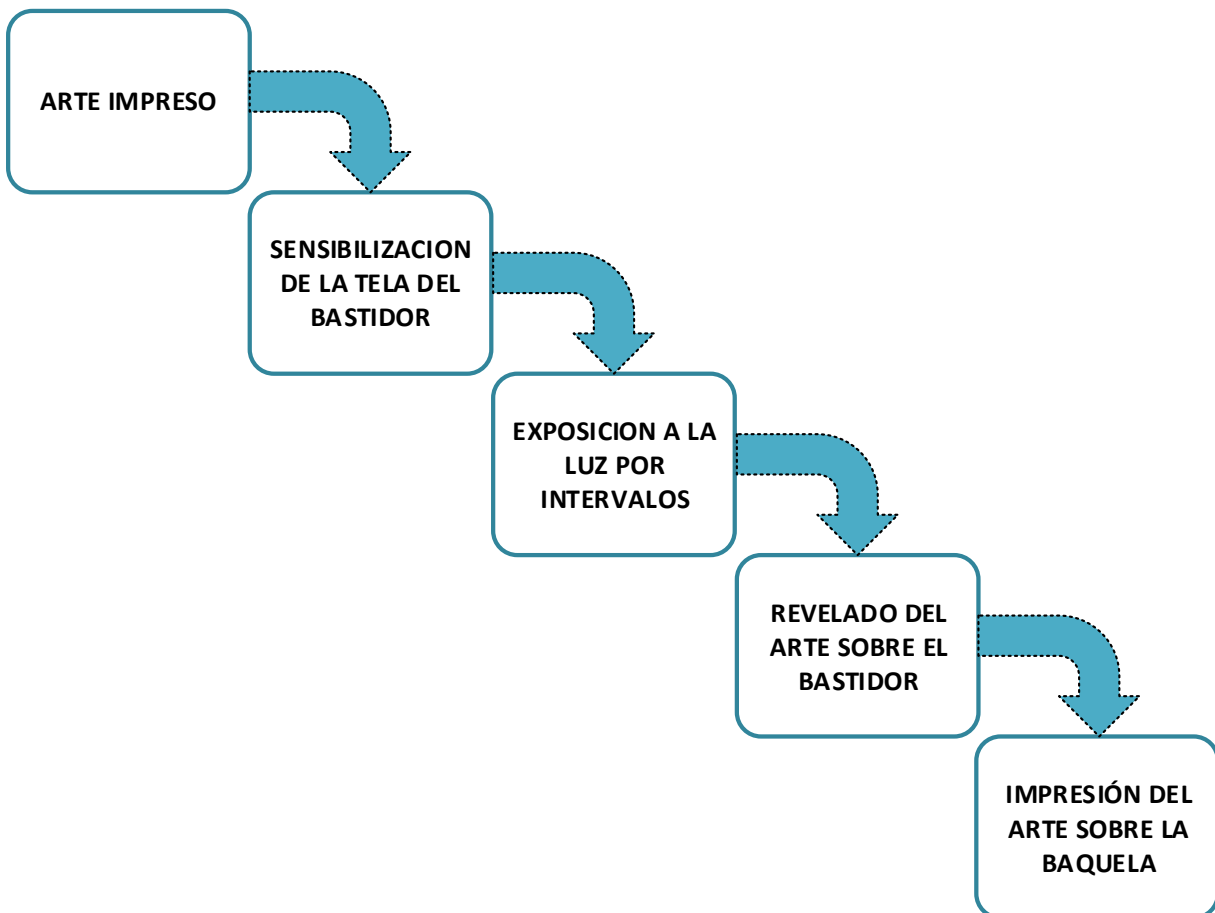
- Tinta UV blanca
- Tinta UV verde
- Emulsión Kiwo
- Revelador Kiwo



# FLUJO DE PROCESOS

## Diagrama de Flujo

Para un buen resultado de serigrafía hay que realizar una secuencia de procesos:



A continuación se describirá cada subproceso con una secuencia de pasos para realizar finalizando con un resultado óptimo de PCB.

### ➤ Arte impreso

El diseño del circuito se crea en el software de su preferencia sea Proteus, Eagle, Circuit Wizard, Altium, Orcad entre otros, debe ser simulado para tener la seguridad que funciona correctamente.

Una vez se haya finalizado el diseño se deben imprimir:

- ✓ Los caminos de cobre (pistas), que sirven como conectores entre dispositivos electrónicos como se visualiza en la figura 7.

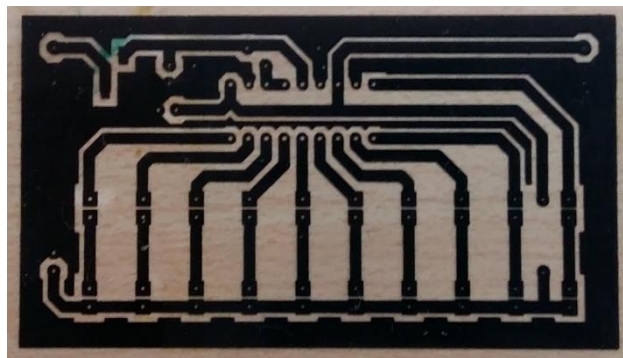


Figura 7. Pistas del circuito.

- ✓ Una capa que servirá como material aislante y a su vez como antioxidante, llamada antisolder ver figura 8.



Figura 8. Impresión del Antisolder.

## FLUJO DE PROCESOS

- ✓ La capa que visualiza los componentes electrónicos que se ubica en la parte superior de la PCB ver figura 9.

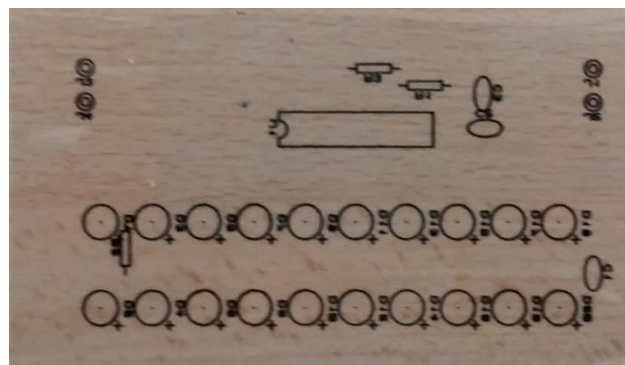


Figura 9. Componentes electrónicos.

**NOTA:** cada uno de los anteriores ítems se deben imprimir por separado en acetato y preferiblemente en impresora láser.

### ➤ Sensibilización de la tela del bastidor

En este paso se utiliza un bastidor y sustancias químicas fotosensibles.

(wordreference, 2016) El bastidor es definido como un marco que puede ser en madera o aluminio el cual soporta una tela o lienzo pintado. Dependiendo de las dimensiones del arte y la cantidad que se necesita imprimir se debe escoger el tamaño del bastidor, ya que para un prototipo pequeño un bastidor grande ocasiona pérdida de material.

**NOTA:** El número de tela del bastidor recomendado para el diseño de circuitos impresos PCB es de 150 a 165 hilos/cm.

Las sustancias químicas que se utilizan son fotosensibles, esto quiere decir que tienen una reacción química a la luz el cual endurece el material y hace que pierda sus propiedades fotosensibles.

## FLUJO DE PROCESOS

Este proceso se debe realizar en un cuarto con luz roja, pero si no se cuenta con esta opción, el cuarto debe permanecer semioscuro y que la luz solar sea mínima. También se recomienda no utilizar bombillos de luz amarilla o blanca ya que estos también pueden afectar sus propiedades químicas.

Procedimiento paso a paso de lo que se debe realizar para la sensibilización de la tela del bastidor:

- ✓ Se hace una mezcla de diez partes de emulsión por una parte de revelante, se revuelve hacia un mismo lado con un mezclador plástico o de madera hasta conseguir una composición homogénea fotosensible. En la figura 10 se muestra el revelador, la emulsión y con una flecha roja se visualiza la dirección para revolver la composición.



Figura 10. Composición homogénea fotosensible.

- ✓ Con una espátula plástica se aplica un segmento grueso en línea recta de la composición homogénea sobre la tela del bastidor como se muestra en la Figura 11.

## FLUJO DE PROCESOS



Figura 11. Aplicación a la tela del bastidor de la mezcla fotosensible.

- ✓ Luego con la escobilla aproximadamente con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  se esparce la mezcla por ambos lados de la tela del bastidor hasta que quede una capa delgada y uniforme de composición como se muestra en la Figura 12.

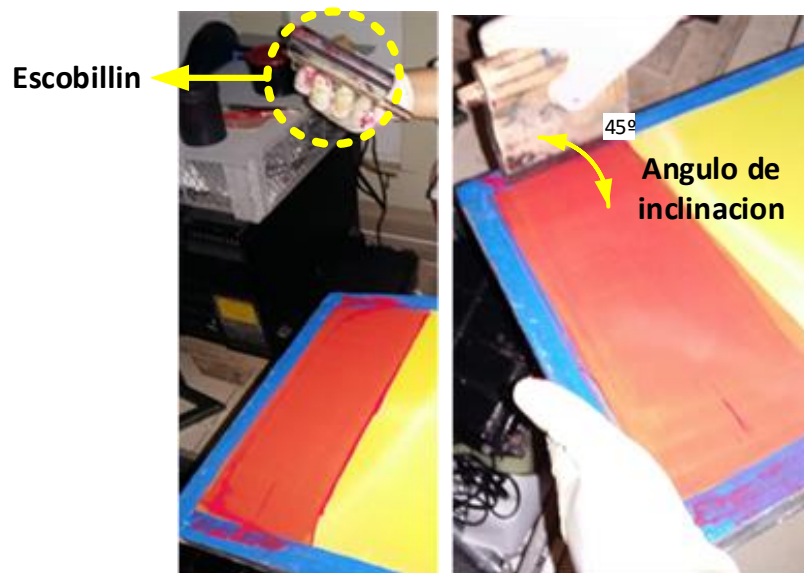


Figura 12. Se esparce la mezcla fotosensible por la tela del bastidor.

- ✓ Cuando se halla aplicado la mezcla uniformemente, se recoge con la escobilla con un ángulo de casi  $90^\circ$  como se muestra en la Figura 13, esto se

hace para que la capa quede más fina y no queden grumos de tinta ya que estos no permiten que el arte se revele.



Figura 13. Recoger la mezcla sobrante en la tela del bastidor.

- ✓ Para finalizar se debe secar la capa de la mezcla con el soplador de aire caliente como se muestra en la Figura 14, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - La temperatura del soplador debe ser aproximadamente de  $90^{\circ}\text{C}$ .
  - La distancia que se debe tener entre la boquilla del soplador y la tela del bastidor debe ser de 5cm. Hacer un secado con el soplador en forma de barrido uniforme, ya que no se debe calentar un punto fijo de la tela porque esto podría causar daños en la misma.



Figura 14. Secar la mezcla en la tela del bastidor.

### ➤ Exposición a la luz por intervalos

Una vez se tenga la capa seca de la mezcla fotosensible en la tela del bastidor se deben realizar los siguientes pasos:

- Coloque el arte impreso en el vidrio de la máquina insoladora, asegurándose que la cara más oscura es decir el positivo de la impresión quede hacia arriba como se muestra en la figura 15, este arte se debe asegurar con cinta adhesiva.



Figura 15. Ubicar el arte impreso en la insoladora.

- Ubique el bastidor asegurándose que la capa de la mezcla fotosensible quede cubriendo todo el arte como se ve en la figura 16.

## FLUJO DE PROCESOS

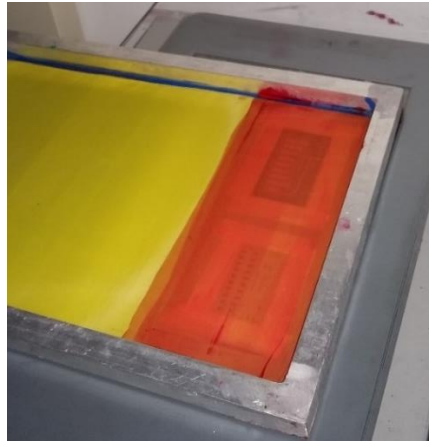


Figura 16. Ubicación del bastidor en la insoladora.

- Proteger con una cartulina negra el bastidor para que no entre la luz solar a la mezcla fotosensible y los rayos de las lámparas de la insoladora no se propaguen hacia afuera, sino que se concentren en la zona que se desea transferir como se evidencia en la figura 17.



Figura 17. Protección del bastidor con una cartulina negra.

- Coloque peso sobre la cartulina negra para que la distancia entre el vidrio de la insoladora y el arte sea mínima, ya que puede demorar más el proceso o simplemente no se conseguirá un buen resultado. El peso puede variar entre el tamaño del arte o del bastidor. Hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:



## FLUJO DE PROCESOS

- El peso debe ser uniforme entre todo el arte.
- No se debe colocar mucho peso ya que se puede fracturar el vidrio de la insoladora.
- Tener cuidado con que el bastidor y el arte para que no se muevan mientras se coloca el peso sobre la cartulina como se muestra en la figura 18.



Figura 18. Peso sobre la tela del bastidor.

Cuando se hayan realizado correctamente los pasos anteriores, se procede a hacer lo siguiente:

- Exponga la tela fotosensible a la luz de la máquina insoladora por un tiempo de 5 a 8 minutos aproximadamente, ya que si se deja muy poco tiempo la mezcla se cae en el proceso de lavado, si por el contrario es mucho tiempo la mezcla se endurece y no se revela. El tiempo depende de:
  - Los bombillos de la insoladora ya que si no se cuenta con los apropiados tardara más tiempo. Las lámparas de la insoladora apropiadas para el desarrollo del proceso son fluorescentes de 20W con Day light (Luz dia).

## FLUJO DE PROCESOS

- El tiempo de secado también depende de la mezcla fotosensible que está en la tela del bastidor exponiéndose en la insoladora, ya que si esta sustancia es nueva el tiempo será más corto por lo contrario si la sustancia lleva vario tiempo almacenada y sin usar tardará más tiempo su activación. En la figura 19 se observa la máquina insoladora realizando el revelado, se utiliza la bolsa negra para evitar la exposición de los rayos UV, ya que son dañinos para la vista.

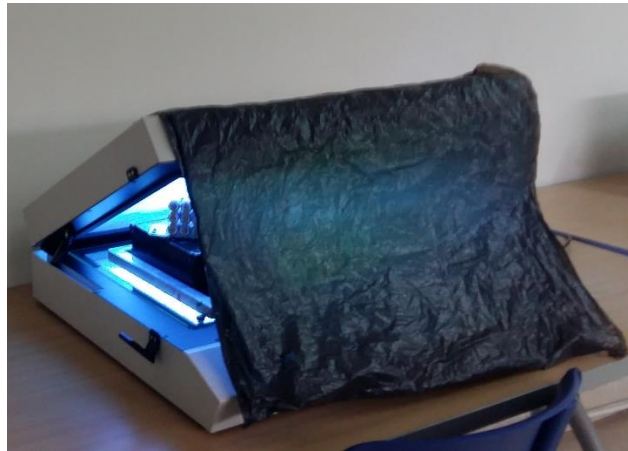


Figura 19. Exposición del arte en la insoladora.

- Cuando el tiempo acabe, retire el bastidor cubriéndolo con una bolsa negra, para que la mezcla fotosensible no pierda sus propiedades como se muestra en la figura 20.



Figura 20. Bastidor cubierto con una bolsa negra.

### ➤ **Revelado del arte sobre el bastidor**

Revelar el arte en el bastidor es el proceso posterior al insolado. Consiste en lavar la tela del bastidor con agua para desprender la mezcla fotosensible, que ha sido sometida a sombras dejando las zonas libres para que pase la tinta.

Se realizaran los siguientes pasos para un correcto revelado:

- Teniendo el bastidor en la bolsa negra llévelo a la zona de lavado en donde se revelará.
- Conecte la manguera a una llave de agua y genere una ligera presión, aplique agua a la tela del bastidor, hasta que se observen las pistas bien definidas en la tela como se muestra en la figura 21.

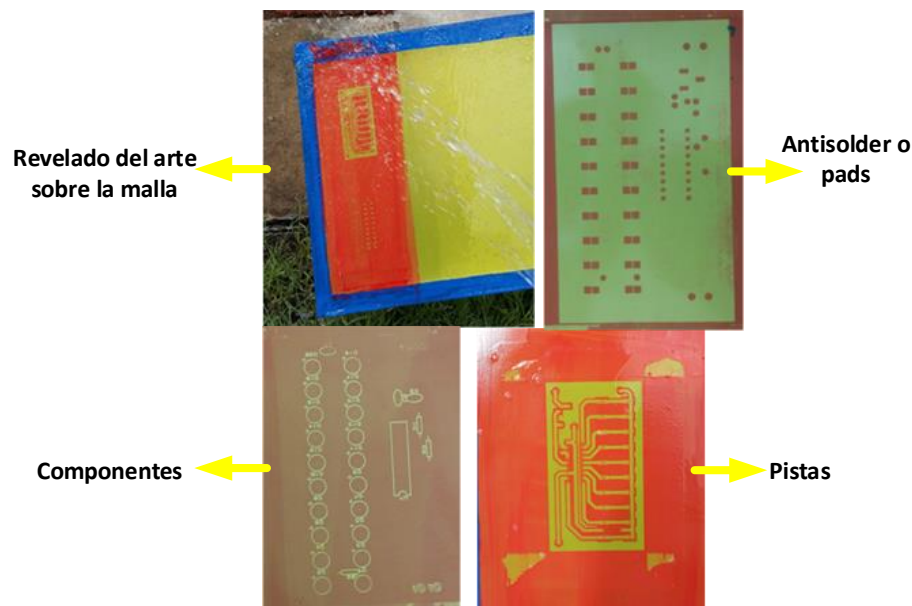


Figura 21. Revelado del arte en la tela del bastidor.

- Seque el bastidor con periódico. Posteriormente, se coloca la hoja de periódico sobre la tela a ambos lados para que este absorba el agua. Tenga en cuenta que no se puede frotar el periódico sobre la tela, ya que la mezcla queda muy fácil de remover y se puede arruinar el estampado.
- Termine de secar el bastidor con el soplador de aire caliente como se observa en la figura 22. Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - o La temperatura del soplador debe ser aproximadamente de 90°C.
  - o La distancia que se debe tener entre la boquilla del soplador y la tela del bastidor debe ser de 5cm.
  - o Hacer un secado con el soplador en forma de barrido uniforme. No aplique calor en un punto fijo de la tela, ya que puede causar daños en la misma.



Figura 22. Secar el bastidor.

- Vuelva a insolar la tela del bastidor por un tiempo de 10 min aproximadamente, para que se solidifique la mezcla como se muestra en la figura 23.



Figura 23. Solidificación del arte.

### ➤ Impresión del arte sobre la baquelita

Después de que el arte es revelado en la tela del bastidor, realice los siguientes pasos:

- Limpie la baquelita con una esponja de brillo y thinner, haciendo movimientos circulares, luego aplique abundante agua y seque con una bayetilla, hasta que esta quede limpia de grasa y residuos.

## FLUJO DE PROCESOS

- Coloque la baquelita en una superficie plana de la prensa y se asegura con cinta adhesiva ver figura 24.

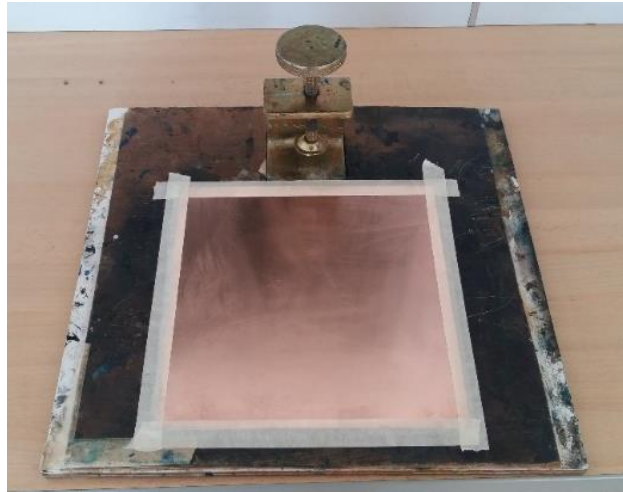


Figura 24. Baquelita en la superficie de la prensa.

- Luego se sobrepone el bastidor en la baquelita, asegúrelo con la prensa y verifique que el arte revelado en la tela del bastidor este centrado en la baquelita como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Baquelita en la superficie de la prensa.

## FLUJO DE PROCESOS

- Con una espátula plástica aplique en línea recta un segmento grueso de tinta UV verde sobre el arte revelado en la tela del bastidor como se muestra en la figura 26.

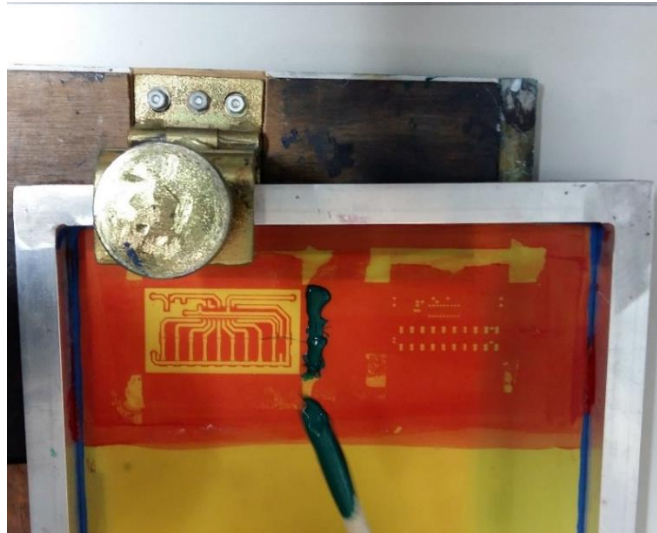


Figura 26. Aplicación de la tinta UV verde.

- Luego se levanta el bastidor y con una escobilla se esparce la tinta con inclinación de  $45^\circ$ , haciendo una impresión en falso como se muestra la Figura 27.



Figura 27. Impresión en falso.

- Una vez realizada esta impresión en falso baje el bastidor y coloque un soporte de cartón en el extremo inferior del bastidor, para que genere una distancia entre la tela del bastidor y la baquelita, esta distancia debe ser de 5mm aproximadamente buscando que no se pegue la tinta, para evitar la deformación de las pistas.
- Esparza de nuevo la tinta por la tela del bastidor con la escobilla teniendo la misma inclinación de  $45^\circ$  como se muestra en la figura 28.

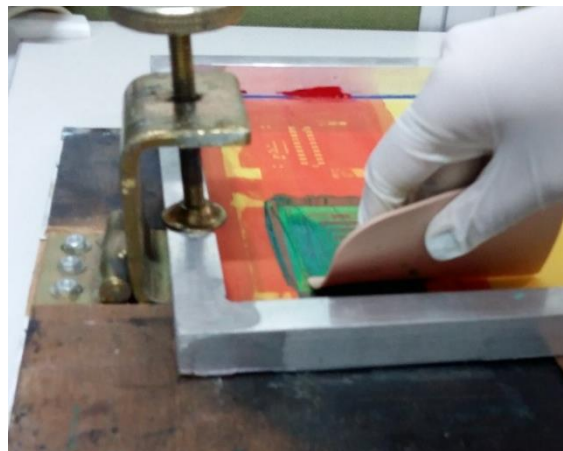


Figura 28. Tinta UV en la baquelita.



- Una vez se hayan realizado los pasos anteriormente descritos se obtendrá el arte del circuito impreso en la baquelita como se muestra en la Figura 29.



Figura 29. Circuito impreso en la baquelita.

- Verifique que:
  - Las pistas estén completas y bien definidas.
  - La tinta UV verde no este esparcida por otros lados diferentes a las pistas.
- Si las condiciones anteriores se presentan en el arte impreso se pueden corregir realizando lo siguiente:
  - Con un marcador Sharpie se pueden retocar las pistas que quedaron incompletas.
  - Con una bayetilla y thinner se limpia los residuos de tinta UV verde que no se desean, tenga precaución de no borrar las pistas.

**NOTA:** Si la impresión se ve muy mal se repetirán los pasos anteriormente mencionados, limpiando nuevamente la baquelita con la esponja y el thinner.

## FLUJO DE PROCESOS

- Cuando finalmente se logre visualizar correctamente el arte impreso en la baquelita, seque la tinta UV verde esto se debe hacer en un horno infrarrojo o en la insoladora, tenga en cuenta las siguientes especificaciones:
  - o Un horno eléctrico a una temperatura entre  $150^{\circ}$  y  $200^{\circ}$  C por un tiempo de 20 minutos como se ve en la figura 30.



Figura 30. Secado de la tinta UV en el horno.

- o En una insoladora con lámparas de luz ultravioleta dejándola por un tiempo de 30 minutos aproximadamente como se muestra en la figura 30.



Figura 31. Secado de la tinta UV en la insoladora.

### Atacado químico de la baquelita

Una vez seca la tinta UV se procede a quemar la baquelita. Esto consiste en quitar todo el cobre que no esté recubierto por la tinta, dejando solamente las pistas diseñadas.

**NOTA:** Para realizar el atacado químico de la baquelita se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones de seguridad:

- utilice guantes de látex ya que el químico puede producir resequedad, quemadura y/o irritación en las manos.
- Utilice tapabocas para no aspirar el humo producido por el químico, este puede producir irritación en los ojos.

Una vez que se han tomado las recomendaciones de seguridad para la manipulación del químico cloruro férrico se realizan los siguientes pasos:

- Caliente 200 ml de agua en un recipiente plástico ver Figura 31.



Figura 31. Calentar agua.

- Agregue un sobre de cloruro férrico en el agua caliente como se muestra en la Figura 32.



Figura 32. Circuito impreso en la baquelita.

- Sumerja la baquelita en el agua con cloruro férrico como se muestra la Figura 33.



Figura 33. Cloruro férrico.

- Mueva la baquelita con un mezclador de madera o plástico hasta que el cobre se haya removido completamente.
- Cuando se haya terminado el proceso de atacado químico, lave la baquelita con agua fría y séquela con una bayetilla limpia. El resultado se muestra en la Figura 34.

## FLUJO DE PROCESOS

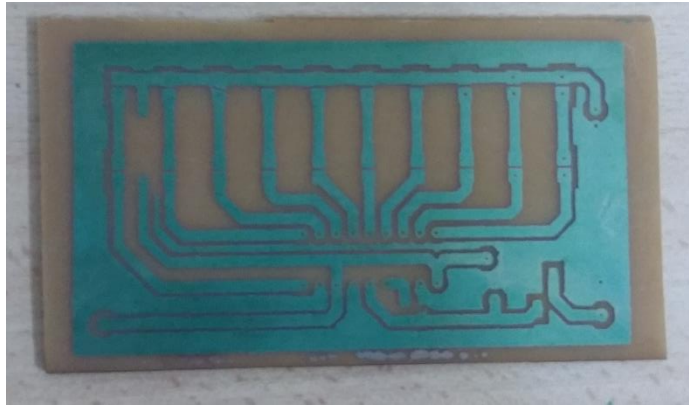


Figura 34. Proceso terminado del quemado de baquelita.

- Para retirar la tinta UV verde, coja una esponja de brillo y realice movimientos circulares suavemente para no retirar el cobre. Ver Figura 35.

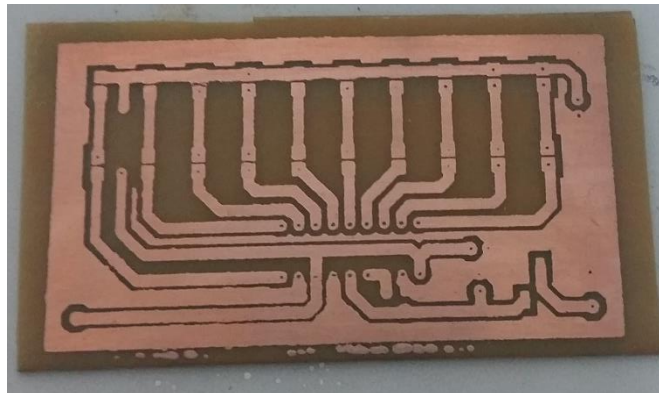


Figura 35. Circuito impreso terminado.

- Por último, se perforan los huecos y se corta la baquelita con un motortool.

# ANTISOLDER

## Antisolder

Para el proceso de imprimir el antisolder en la baquelita es necesario realizar el flujo de procesos anteriormente explicado.

Cuando el circuito impreso esté terminado ver Figura 36.

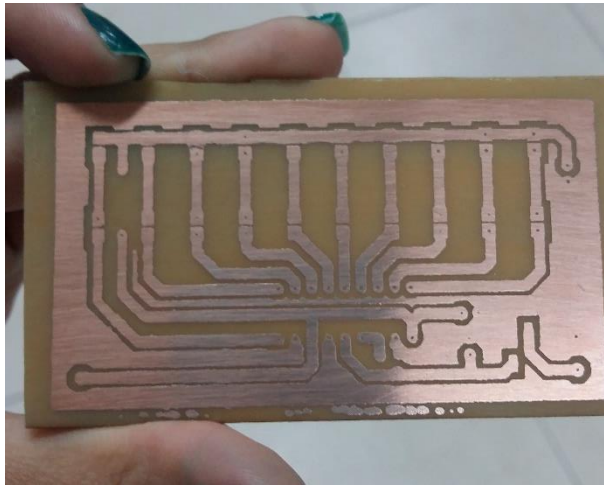


Figura 36. Circuito impreso en la baquelita.

Se realizan los siguientes pasos:

- Tener el arte impreso en la tela del bastidor ver Figura 37.

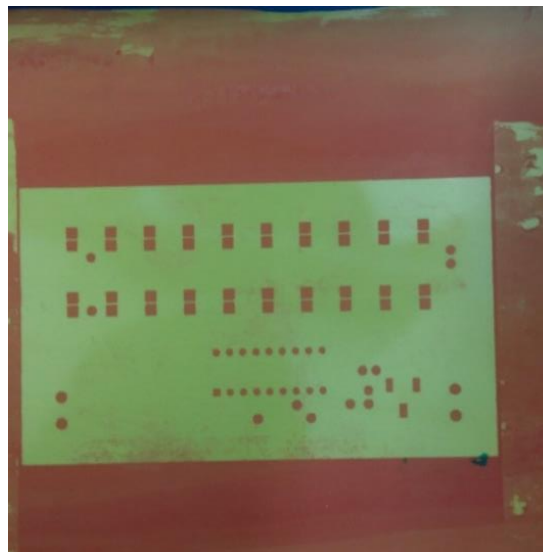


Figura 37. Antisolder o pads impresos en la tela del bastidor.

## ANTISOLDER

- Coloque la baquela en la superficie plana de la prensa asegurándola con cinta adhesiva y el bastidor sujeto con la prensa como se muestra en la figura 38.



Figura 38. Baquela ajustada en la prensa.

- Alinee el diseño de la baquela como se muestra en la Figura 39.

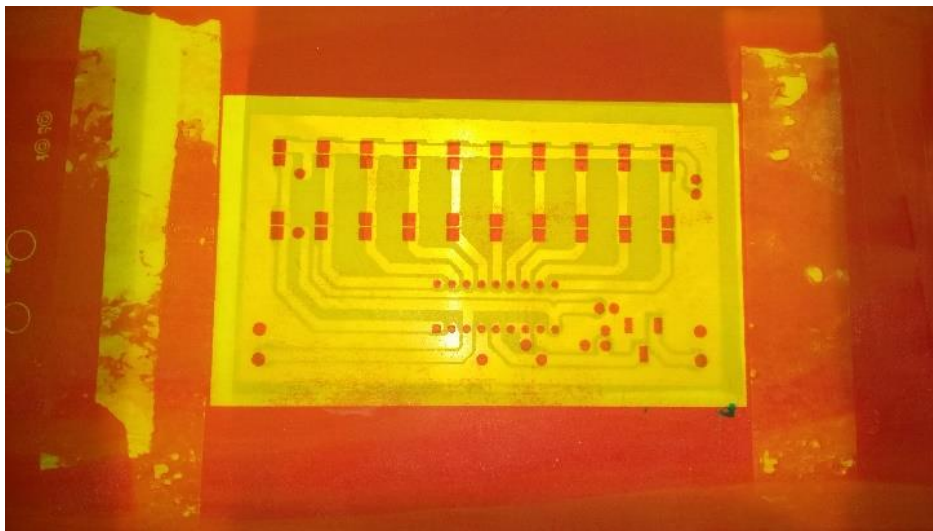


Figura 39. Antisoldeado alineado con la baquela.

## ANTISOLDER

- Con una espátula plástica aplique en línea recta un segmento grueso de tinta UV verde sobre el arte revelado en la tela del bastidor, como se ve en la figura 40.



Figura 40. Aplicación de la tinta UV.

- Luego levante el bastidor y con una escobilla esparza la tinta con una inclinación de 45°, haciendo una impresión en falso como se observa en la figura 41.



Figura 41. Impresión en falso de la tinta UV.



## ANTISOLDER

- Baje el bastidor colocándole un soporte de cartón en la parte inferior del bastidor, para que genere una distancia entre la tela del bastidor y la baqueta, esta distancia debe ser de 5mm aproximadamente buscando que no se pegue la tinta, para evitar la deformación de las pistas.
- Se esparce de nuevo la tinta por la tela del bastidor con la escobilla con la misma inclinación de 45°. En la figura se muestra la forma de aplicación de de la tinta UV y la PCB con antisolder.

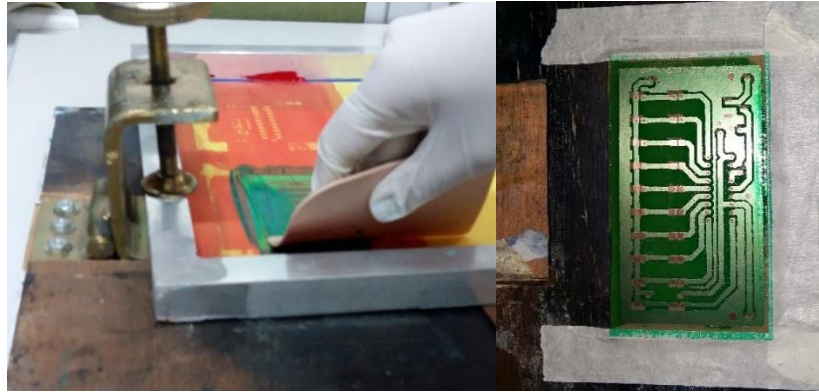


Figura 42. Impresión de la tinta UV y PCB con antisolder.

- Secar la tinta UV, para este proceso realice el siguiente método:
  - o Coloque la PCB en un horno eléctrico a una temperatura entre 150° y 200° C por un tiempo de 20 minutos como se muestra en la figura 43.

# ANTISOLDER



Figura 43. Secado de la tinta UV en el horno.

- Luego coloque la PCB en la insoladora con lámparas de luz ultravioleta de alta potencia dejándola por un tiempo de 30 minutos aproximadamente como se muestra en la figura 44.



Figura 44. Secado de la tinta UV en la insoladora.

- Cuando seque la tinta UV debe quedar brillante, de no ser así aplíquele colofonia con thinner para un mejor acabado. En la figura 45 se muestra como debe quedar el antisolder en la baquela

# ANTISOLDER

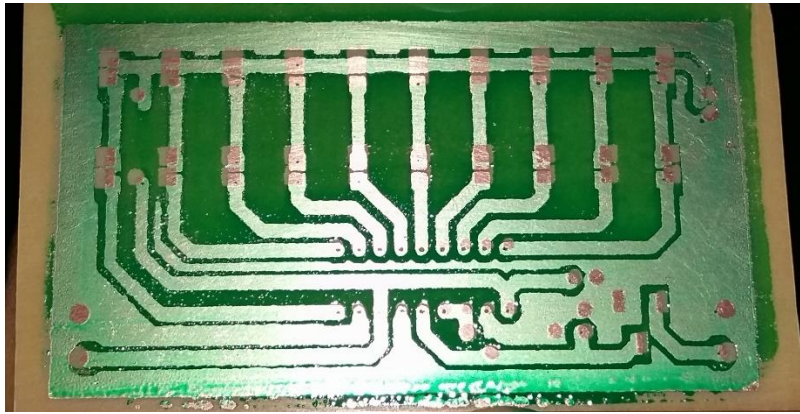


Figura 45. Antisolder impreso en la baquela.

## Impresión de los componentes sobre la baquelita

Para realizar la impresión de los componentes sobre la baquelita es necesario haber realizado el flujo de procesos anteriormente explicado, tener el arte de los componentes impreso en la tela del bastidor como se muestra en la figura 46.

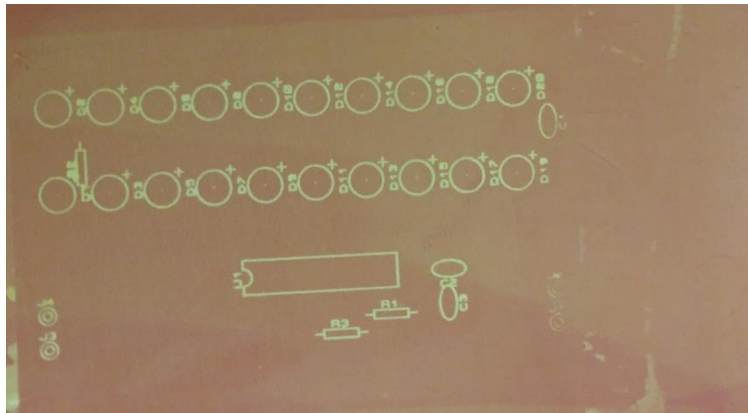


Figura 46. Componentes impresos en la tela del bastidor.

Se realizan los siguientes pasos:

- Ubique la baquelita en la superficie plana de la prensa de lado contrario a las pistas (Ver figura 47.), y el bastidor encima de la baquelita generándole una ligera presión con la prensa.



Figura 47. Baquelita ajustada en la prensa.

## COMPONENTES ELECTRONICOS

- Con una espátula plástica aplique en línea recta un segmento grueso de tinta UV blanca sobre el arte revelado en la tela del bastidor como se visualiza en la figura 48.

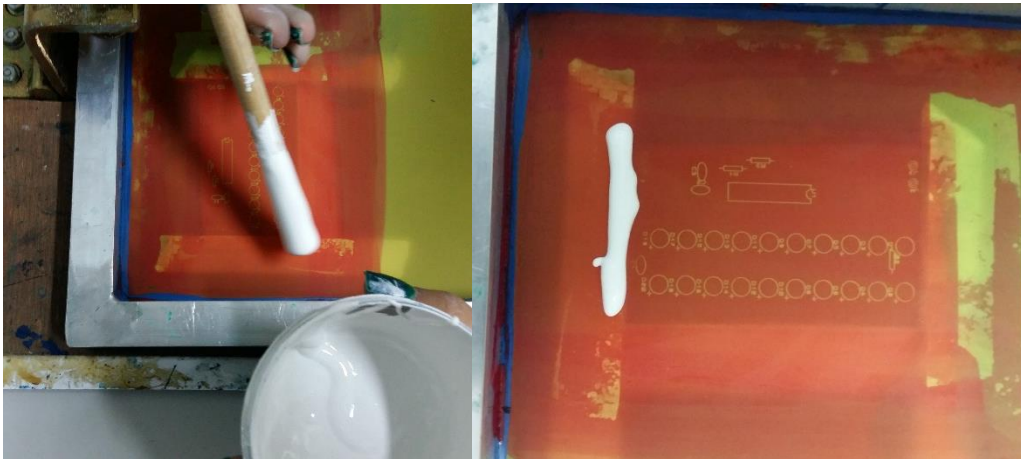


Figura 48. Aplicación de la tinta UV blanca.

- levante el bastidor y con una escobilla esparza la tinta con una inclinación de  $45^\circ$ , haciendo una impresión en falso.
- Baje el bastidor y colóquele un soporte de cartón en la parte inferior del bastidor para que genere una distancia entre la tela del bastidor y la baquelita, esta distancia debe ser de 5mm aproximadamente buscando que no se pegue la tinta, para evitar la deformación de las pistas.
- Esparza de nuevo la tinta por la tela del bastidor con la escobilla teniendo la misma inclinación de  $45^\circ$ . En la figura 49 se observa la tinta UV blanca esparcida en el bastidor y como quedan los componentes en la PCB.

## COMPONENTES ELECTRONICOS



Figura 49. Componentes impresos en la baqueta.

- Seque la tinta UV blanca en una insoladora con lámparas de luz ultravioleta de alta potencia dejándola por un tiempo de 30 minutos aproximadamente como se muestra en la figura 50.



Figura 50. Secado de la tinta UV en la insoladora.

# LIMPIEZA DEL BASTIDOR

## Limpieza de la tela del bastidor

Para limpiar la tela del bastidor después de algún procedimiento se deben realizar los siguientes pasos:

- En una botella de vidrio mezcle 200 ml de disolvente PVC con 500ml de agua.
- Conecte la manguera a la llave de agua y genere una ligera presión, aplique el agua al bastidor como se muestra en la figura 51.

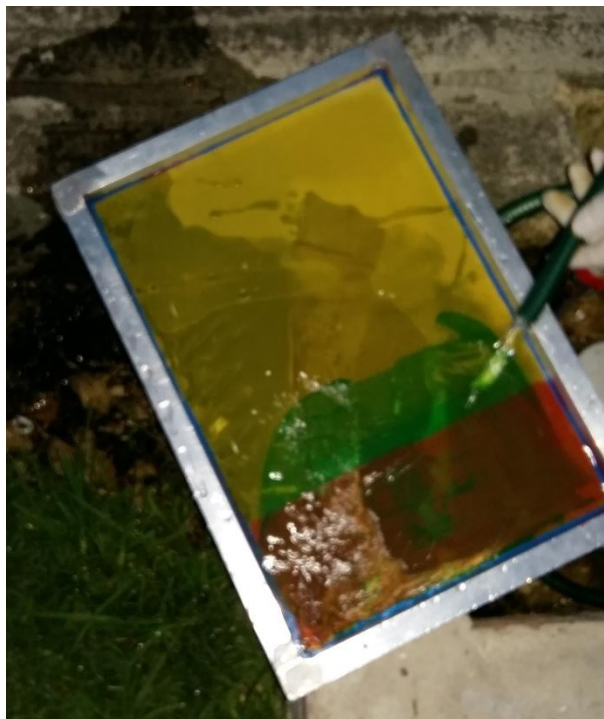


Figura 51. Lavado del bastidor.

- Aplique la mezcla de disolvente PVC y agua anteriormente conseguida sobre la tela del bastidor como se muestra en la figura 52.

## LIMPIEZA DEL BASTIDOR

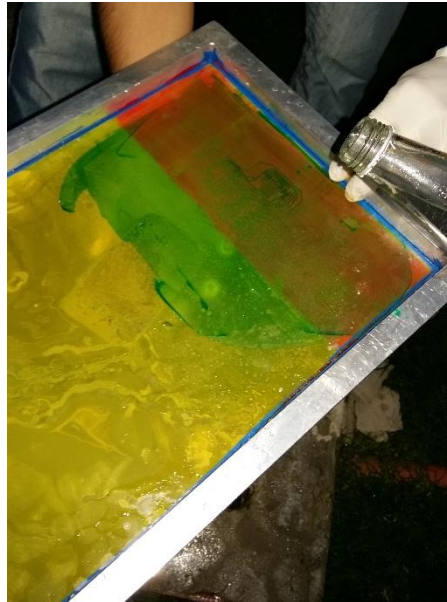


Figura 52. Disolvente PVC en la tela del bastidor.

- Frote la mezcla con el oasis en la tela del bastidor como se ve en la figura 53.



Figura 53. Frote con el oasis por la tela del bastidor.



## LIMPIEZA DEL BASTIDOR

- Frote de manera circular con el oasis ambas caras de la tela del bastidor, como se muestra en la Figura 54.



Figura 54. Limpie ambas caras del bastidor.

- Limpie con el oasis hasta que remueva la tinta de los poros en la tela del bastidor, como se muestra en la Figura 55.



Figura 55. Limpieza de la tela del bastidor.

## LIMPIEZA DEL BASTIDOR

- Aplique agua a presión con la manguera sobre la tela del bastidor ver figura 56.



Figura 56. Aplique de agua sobre el bastidor.

- Seque el bastidor con el soplador de aire caliente teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - La temperatura del soplador debe ser aproximadamente de 90°C.
  - La distancia que se debe tener entre la boquilla del soplador y la tela del bastidor debe ser de 5cm.
  - Hacer un secado con el soplador en forma de barrido uniforme, no calentar un punto fijo de la tela porque esto podría causar daños en la misma (Ver figura 57).

## LIMPIEZA DEL BASTIDOR



Figura 57. Secado de la tela del bastidor.

# REFERENCIAS

## Referencias

novastar, D. (s.f.). *DDM novastar*. Obtenido de DDM novastar: <http://www.ddmnovastar.com/stencil-printers/manual-systems/spr-25-stencil-printer>

Wikipedia. (25 de 04 de 2016). *WIKIPEDIA*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Insoladora>

*wordreference*. (2016). Obtenido de <http://www.wordreference.com/definicion/bastidor>

# ANEXO 18

**Nombre:** SLP Mesa Rojas José Reinaldo

**Cargo:** Soldado profesional del CEINV.

**Maquina:** Método de Serigrafía.

1) En escala de 1 a 10 que tan entendible fue el manual siendo 10 excelente y 1 malo:

R: 9

2) Que sugerencias o cambios le haría al manual:

- Referenciar imágenes.
- Explicar de qué depende el tiempo de insolación.

3) En escala de 1 a 10 aprendió a utilizar la maquina:

R: 10

4) Que partes del manual leería:

R: Todos los ítem.

**Firma**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and vertical strokes, positioned above a horizontal line.

# ANEXO 19



**ACTA No. 0001 DEL 2016-02-15**

**CLASE DE REUNIÓN:** Avance de la pasantía

**CIUDAD Y FECHA:** Fusagasugá, 2016 - 02 - 15

**HORA:** 10: 00 a.m.

**LUGAR:** UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA.

**ASISTENTES:** MsC. Edgar Eduardo Roa Guerrero.  
Docente de tiempo completo.

Dayana Carolina Pinzón Nicolls.  
Estudiante de Ingeniería Electrónica.

**INVITADOS:** Ninguno.

**ORDEN DEL DIA:**

1. Revisión de las actividades de la pasantía.
2. Revisión de los avances de la pasantía.
3. Corrección y sugerencias.

**DESARROLLO DE LA SESIÓN:**

1. Desarrollo de actividades y objetivos de la pasantía
2. Planteamiento del plan de trabajo.

**COMPROMISOS Y RESPONSABLES:**

1. Agregar el proceso que se ha realizado al informe final, con el fin de adecuar al formato de proyecto de grado de la Universidad de Cundinamarca.
2. Dar continuidad a las actividades programadas.

**ANEXOS**

| FECHA | CORREO ELECTRÓNICO | REMITENTE |
|-------|--------------------|-----------|
|       |                    |           |

Nota: Relación de comunicaciones recibidas y/o enviadas.

**ACTOS ADMINISTRATIVOS**





**RESOLUCIONES**

| FECHA      | NOMBRE                | DECISIÓN                             |
|------------|-----------------------|--------------------------------------|
| AAAA-MM-DD | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | <b>POR APROBAR<br/>APROBADA etc,</b> |

No siendo más el orden del día se da por terminada la reunión a las 12:30 p. m.

FIRMA

Edgar Eduardo Roa Guerrero  
Director interno de la pasantía  
Docente de Ingeniería Electrónica

FIRMA

Dayana Carolina Pinzón Nicolls  
Desarrollador del proyecto de pasantía  
Estudiante de Ingeniería Electrónica

Copia:

Anexos: Relación de documentos.

Elaboró: Dayana Carolina Pinzón Nicolls.

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).



**ACTA No. 0002 DEL 2016-05-03**

**CLASE DE REUNIÓN:** Exposición de avances de la pasantía

**CIUDAD Y FECHA:** Facatativa, 2016 - 05 - 03

**HORA:** 09: 00 a.m.

**LUGAR:** ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES.

**ASISTENTES:** MsC. Edgar Eduardo Roa Guerrero.  
Docente de tiempo completo.

Dayana Carolina Pinzón Nicolls.  
Estudiante de Ingeniería Electrónica.

**INVITADOS:** Personal Militar del Centro de Investigación.

Personal Militar de la ESCOM.

Personal Civil del Centro de Investigación.

Personal Civil de la ESCOM.

Edwin Palacios.  
Docente de la Universidad de Cundinamarca

**ORDEN DEL DIA:**

1. Socialización del avance de la pasantía.
2. Explicación de la operatividad de los equipos de la línea de producción de PCBs.
3. Corrección y sugerencias.

**DESARROLLO DE LA SESIÓN:**

1. Exposición de la pasantía.
2. Socialización de los avances a los asistentes.
3. Sugerencias y comentarios de parte de los asistentes.

**COMPROMISOS Y RESPONSABLES:**

1. Agregar el proceso que se ha realizado al informe final, con el fin de adecuar al formato de proyecto de grado de la Universidad de Cundinamarca.
2. Dar continuidad a las actividades programadas.
3. Tomar en cuenta las sugerencias y comentarios para la continuidad del proceso.



**ANEXOS**

| FECHA | CORREO ELECTRÓNICO | REMITENTE |
|-------|--------------------|-----------|
|       |                    |           |

Nota: Relación de comunicaciones recibidas y/o enviadas.

**ACTOS ADMINISTRATIVOS  
RESOLUCIONES**

| FECHA      | NOMBRE          | DECISIÓN        |
|------------|-----------------|-----------------|
| 2016-05-03 | Acta de Reunión | <b>APROBADA</b> |

No siendo más el orden del día se da por terminada la reunión a las 11:30 a. m.

FIRMA

Edgar Eduardo Roa Guerrero  
Director interno de la pasantía  
Docente de Ingeniería Electrónica

FIRMA

Dayana Carolina Pinzón Nicolls  
Desarrollador del proyecto de pasantía  
Estudiante de Ingeniería Electrónica

Copia:

Anexos: Acta de reunión.

Elaboró: Dayana Carolina Pinzón Nicolls.

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).



## Acta de Reunión

Código: FO-JEM-DIPLA-002

Versión: 6

Fecha de emisión: 2013-02-21

Pág.

Dirigido por: St. Rodríguez José María Abad Acta N°: 0575

Tema: especialización proyecto de parishes por parte de estudiantes de la UCC, sede FUPONZA Cundinamarca Fecha: 02 de mayo 3 de 2016

**Asistentes a la reunión:**

| No. | Nombre                       | Correo Electrónico y/o N° Teléfono | Cargo                     | Dependencia | Firma             |
|-----|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------|-------------------|
| 1   | Javier M. Kone               | Javier.m.kone@ejem.mil             | Dir. Asesor               | CENM        | Javier M. Kone    |
| 2   | Edgar Bea Guzmán             | ing.edgar.bea.guzman@ejem.mil      | Dir. Asesor               | Univandí    | Edgar Bea         |
| 3   | Orlando A. Rodríguez Rojas   | orlando.rod@ejem.mil               | CENM                      | CENM        | Orlando Rodríguez |
| 4   | Adrián Guzmán Guzmán         | Adrián.guzmán@ejem.mil             | I CENM                    | ESCOM       | Adrián            |
| 5   | Cary Guzmán Carbon           | Karyguz@Hotmail.com                | Presente                  | CENM        | Cary              |
| 6   | Guadalupe Pinzon Nueda       | carandoll@ejem.mil                 | Presente                  | CENM        | Guadalupe         |
| 7   | Alexandra Chaves             | dexluna5@outlook.com               | Presente                  | CEINM       | Alexandra         |
| 8   | Fabio Alberto Sáez           | Fabio@ejem.mil                     | Oficial Mayor             | F.S.C       | Fabio             |
| 9   | Miguel Antonio Bernal Guzmán | Antonio.Bernal@ejem.mil            | Inspector estd. 10        | ESCOM       | Miguel Antonio    |
| 10  | Edwin Salas                  | edwin.salas@ejem.mil               | Presente                  | ESCOM       | Edwin             |
| 11  | Nazli Jisseth Romero         | nazli@ejem.mil                     | Coordinadora de Prácticas | ESCOM       | Nazli             |

## Acta de Reunión



Código: FO-JEM-DIPLA-002

Versión: 6

Fecha de emisión: 2013-02-21

Pág.

Dirigida por:

Fecha: Mayo 3 de 2016

Acta N°: **0575**

ST RODRIGUEZ LÓPEZ ORLANDO

Duración: 2 horas

Lugar: Salón de clase

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Objetivo:</b> Socializar ante la comunidad académica de la Escom y los docentes asesores de la UDEC, los proyectos de los estudiantes que realizan pasantías en el Centro de Investigación, que pertenecen a la Universidad de Cundinamarca, Sede Fusagasugá.</p>   |   |
| <p><b>Temas tratados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Explicación de los objetivos de cada una de las pasantías.</li><li>-Actividades realizadas con la línea de producción PCB's.</li><li>- Explicación de la operatividad de los equipos que ya están en funcionamiento.</li><li>- Explicación de los manuales ya creados.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Socialización de avance del proyecto "Diseño de los controles de configuración del radio PRC-930HDR, mediante LabView".</li></ul> |



**ACTA No. 0003 DEL 2016-06-13**

**CLASE DE REUNIÓN:** Avance de la pasantía  
**CIUDAD Y FECHA:** Fusagasugá, 2016 - 06 - 13  
**HORA:** 9: 00 a.m.  
**LUGAR:** UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA.  
**ASISTENTES:** MsC. Edgar Eduardo Roa Guerrero.  
Docente de tiempo completo.  
Dayana Carolina Pinzón Nicolls.  
Estudiante de Ingeniería Electrónica.

**INVITADOS:** Ninguno.

**ORDEN DEL DIA:**

1. Revisión de las actividades de la pasantía.
2. Revisión de los avances de la pasantía.
3. Corrección y sugerencias.

**DESARROLLO DE LA SESIÓN:**

1. Estudio y revisión de los manuales prácticos de usuario de las máquinas de la línea de producción de PCBs.
2. Correcciones y sugerencias.

**COMPROMISOS Y RESPONSABLES:**

1. Agregar el proceso que se ha realizado al informe final, con el fin de adecuar al formato de proyecto de grado de la Universidad de Cundinamarca.
2. Dar continuidad a las actividades programadas.
3. Realizar correcciones de los manuales.

**ANEXOS**

| FECHA | CORREO ELECTRÓNICO | REMITENTE |
|-------|--------------------|-----------|
|       |                    |           |

Nota: Relación de comunicaciones recibidas y/o enviadas.



**ACTOS ADMINISTRATIVOS  
RESOLUCIONES**

| FECHA      | NOMBRE                | DECISIÓN                             |
|------------|-----------------------|--------------------------------------|
| AAAA-MM-DD | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | <b>POR APROBAR<br/>APROBADA etc,</b> |

No siendo más el orden del día se da por terminada la reunión a las 4:30 p. m.

FIRMA

Edgar Eduardo Roa Guerrero  
Director interno de la pasantía  
Docente de Ingeniería Electrónica

FIRMA

Dayana Carolina Pinzón Nicolls  
Encargado del proyecto de pasantía  
Estudiante de Ingeniería Electrónica

Copia:

Anexos: Relación de documentos.

Elaboró: Dayana Carolina Pinzón Nicolls.

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).



**ACTA No. 0004 DEL 2016-07-11**

**CLASE DE REUNIÓN:** Avance de la pasantía  
**CIUDAD Y FECHA:** Fusagasugá, 2016 - 07 - 11  
**HORA:** 9: 00 a.m.  
**LUGAR:** UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA.  
**ASISTENTES:** MsC. Edgar Eduardo Roa Guerrero.  
Docente de tiempo completo.  
Dayana Carolina Pinzón Nicolls.  
Estudiante de Ingeniería Electrónica.

**INVITADOS:** Ninguno.

**ORDEN DEL DIA:**

1. Revisión de las actividades de la pasantía.
2. Revisión de los avances de la pasantía.
3. Corrección y sugerencias.

**DESARROLLO DE LA SESIÓN:**

1. Estudio y revisión de los manuales prácticos de usuario de las máquinas de la línea de producción de PCBs.
2. Correcciones y sugerencias.

**COMPROMISOS Y RESPONSABLES:**

1. Agregar el proceso que se ha realizado al informe final, con el fin de adecuar al formato de proyecto de grado de la Universidad de Cundinamarca.
2. Dar continuidad a las actividades programadas.
3. Realizar correcciones de los manuales.

**ANEXOS**

| FECHA | CORREO ELECTRÓNICO | REMITENTE |
|-------|--------------------|-----------|
|       |                    |           |

Nota: Relación de comunicaciones recibidas y/o enviadas.





**ACTOS ADMINISTRATIVOS  
RESOLUCIONES**

| FECHA      | NOMBRE                | DECISIÓN                             |
|------------|-----------------------|--------------------------------------|
| AAAA-MM-DD | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | <b>POR APROBAR<br/>APROBADA etc,</b> |

No siendo más el orden del día se da por terminada la reunión a las 4:30 p. m.



FIRMA

Edgar Eduardo Roa Guerrero  
Director interno de la pasantía  
Docente de Ingeniería Electrónica



FIRMA

Dayana Carolina Pinzón Nicolls  
Encargado del proyecto de pasantía  
Estudiante de Ingeniería Electrónica

Copia:

Anexos: Relación de documentos.

Elaboró: Dayana Carolina Pinzón Nicolls.

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).



**ACTA No. 0005 DEL 2016-07-21**

**CLASE DE REUNIÓN:** Avance de la pasantía  
**CIUDAD Y FECHA:** Fusagasugá, 2016 - 07 - 21  
**HORA:** 9: 00 a.m.  
**LUGAR:** UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA.  
**ASISTENTES:** MsC. Edgar Eduardo Roa Guerrero.  
Docente de tiempo completo.  
Dayana Carolina Pinzón Nicolls.  
Estudiante de Ingeniería Electrónica.  
**INVITADOS:** Ninguno.

**ORDEN DEL DIA:**

1. Revisión de las actividades de la pasantía.
2. Revisión de los avances de la pasantía.
3. Corrección y sugerencias.

**DESARROLLO DE LA SESIÓN:**

1. Estudio y revisión del libro final de la pasantía.
2. Correcciones y sugerencias.

**COMPROMISOS Y RESPONSABLES:**

1. Agregar el proceso que se ha realizado al informe final, con el fin de adecuar al formato de proyecto de grado de la Universidad de Cundinamarca.
2. Dar continuidad a las actividades programadas.
3. Realizar correcciones del libro final de la pasantía.

**ANEXOS**

| FECHA | CORREO ELECTRÓNICO | REMITENTE |
|-------|--------------------|-----------|
|       |                    |           |

Nota: Relación de comunicaciones recibidas y/o enviadas.



**ACTOS ADMINISTRATIVOS  
RESOLUCIONES**

| FECHA      | NOMBRE               | DECISIÓN                             |
|------------|----------------------|--------------------------------------|
| AAAA-MM-DD | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | <b>POR APROBAR<br/>APROBADA etc,</b> |

No siendo más el orden del día se da por terminada la reunión a las 4:30 p. m.

FIRMA

Edgar Eduardo Roa Guerrero  
Director interno de la pasantía  
Docente de Ingeniería Electrónica

FIRMA


Dayana Carolina Pinzón Nicolls  
Encargado del proyecto de pasantía  
Estudiante de Ingeniería Electrónica

Copia:

Anexos: Relación de documentos.

Elaboró: Dayana Carolina Pinzón Nicolls.

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).

|   |                                 |                 |
|---|---------------------------------|-----------------|
|  | MACROPROCESO MISIONAL           | CODIGO: MERF026 |
|   | PROCESO EXTENSIÓN UNIVERSITARIA | VERSION: 2      |
|   | EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO         | PAGINA: 1 de 2  |

Nombre del Pasante o Practicante: Dayana Carolina Pinzon Nicolls  
Programa Académico: Ingeniería Electronica  
Empresa: Escuela de Comunicaciones Militares  
Área dentro de la Empresa: Centro de Investigación  
Nombre del Asesor Interno: Edgar Eduardo Roa

Título de la Propuesta de Trabajo:


Verificación y ajuste de la línea de producción de PCB's

#### A. Cumplimiento de los Objetivos

Enumere los objetivos establecidos en la propuesta de trabajo por el pasante o practicante en el período correspondiente a la evaluación e indique como los ha alcanzado, por medio de los siguientes ítems:

- 1- Insuficiente
- 2- Bajo
- 3- Medio
- 4- Satisfactorio
- 5- Alto

| No.          | Objetivo  | Calificación |
|--------------|---|--------------|
| 1            | Realizar un estudio previo de los manuales e implementos que se tienen de cada máquina que compone la línea de producción | 5            |
| 2            | Verificar el funcionamiento de cada máquina de la línea de producción de PCB's  | 5            |
| 3            | Desarrollar los manuales de usuario para el uso adecuado de las máquinas.   | 5            |
| 4            | Capacitar estudiantes o personal de la ESCOM para el uso de las máquinas y verificación de los manuales de usuario.       | 5            |
| <b>TOTAL</b> |   | <b>5</b>     |

|   |                                 |                 |
|---|---------------------------------|-----------------|
|  | MACROPROCESO MISIONAL           | CODIGO: MERF026 |
|   | PROCESO EXTENSIÓN UNIVERSITARIA | VERSION: 2      |
|   | EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO         | PAGINA: 2 de 2  |

### B. Desempeño Personal del Pasante o Practicante

Califique el desempeño del pasante o practicante durante su permanencia, teniendo en cuenta las funciones y los objetivos planteados en la propuesta de trabajo, por medio de los siguientes ítems:

- 1- Mala
- 2- Regular
- 3- Buena
- 4- Muy Buena
- 5- Excelente

| Ítem  | Calificación |
|---|--------------|
| Disposición para adquirir nuevos conocimientos                | 5            |
| Facilidad para trabajar en equipo                             | 5            |
| Actitud ante órdenes directas                                 | 5            |
| Actitud ante cambios  | 5            |
| Aporte de nuevas ideas  | 5            |
| Eficiencia en el logro de metas                               | 5            |
| Facilidad para poner en práctica los conocimientos adquiridos | 5            |
| Puntualidad   | 5            |
| Comunicación  | 5            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>5</b>     |

Observaciones:

---



---



---



---



Nombre del Asesor Interno  
C.C  
Docente de tiempo completo

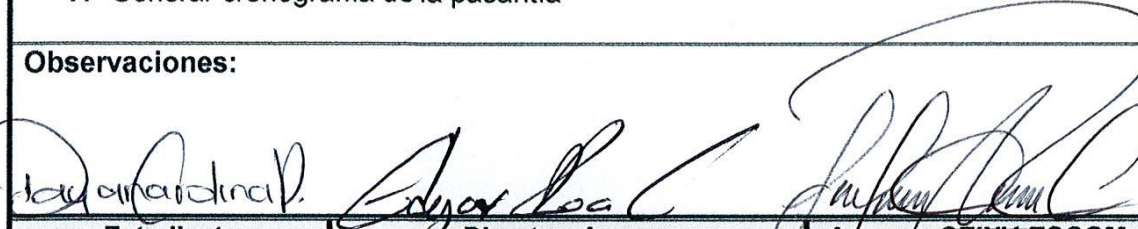
**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL**





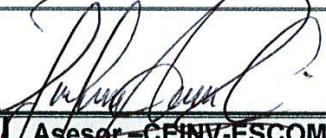
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CEINV  
FORMATO SEGUIMIENTO DE PASANTES DE LA ESCOM**

| <b>ESTUDIANTE</b>  |
|--|
| Apellidos y nombres: <u>Dayana Carolina Pinzón Nicolls</u><br>Identificación: <u>1069746463</u> Código: <u>162211134</u><br>Celular: <u>3203654057</u><br>Teléfono contacto: <u>8715540</u><br>Email: <u>caronicholls-24@hotmail.com</u><br>ARP: _____ |
| <b>Institución universitaria:</b> Universidad de Cundinamarca  |
| <b>Programa académico:</b> Ingeniería Electrónica  |
| <b>DIRECTOR - ASESOR DE LA INSTITUCIÓN</b>   |
| Apellidos y nombres: <u>Roa Guerrero Edgar Eduardo</u><br>Identificación: _____<br>Profesión: <u>Docente</u><br>Celular: <u>3145482315</u><br>Email: <u>eeduardoroa@mail.unicundi.edu.co</u>   |
| <b>DOCENTE ASESOR CEINV-ESCOM</b>  |
| Apellidos y nombres: <u>Ing. John Monzaide Alvarez Cely</u><br>Identificación: <u>80746993</u><br>Profesión: <u>Ingeniero Mecatrónico</u><br>Celular: <u>3212960199</u><br>Email: <u>inge.johnalvarez@gmail.com</u>                                    |

Numerar y explicar las actividades desarrolladas por cada mes.

|  |                            |                                 |
|--|----------------------------|---------------------------------|
| <b>SEGUIMIENTO No. 1</b>   |                            | Fecha: Diciembre de 2015        |
| <b>Actividades desarrolladas</b>   |                            |                                 |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acta de iniciación de la pasantía</li> <li>2. Planteamiento del problema y objetivos</li> <li>3. Socialización del proyecto en la ESCOM</li> <li>4. Reconocimiento de las maquinas</li> <li>5. Búsqueda de manuales de funcionamiento de cada una de las maquinas</li> <li>6. Corrección del planteamiento del problema y objetivos</li> <li>7. Generar cronograma de la pasantía</li> </ol> |                            |                                 |
| <b>Observaciones:</b>  |                            |                                 |
|    |                            |                                 |
| <b>Estudiante</b>  | <b>Director -Asesor</b>    | <b>Asesor -CEINV-ESCOM</b>      |
| Dayana Carolina Pinzón Nicolls   | Roa Guerrero Edgar Eduardo | Ing. John Monzaide Alvarez Cely |

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| <b>SEGUIMIENTO No. 2</b>   |  | Fecha: Enero de 2016 |
| <b>Actividades desarrolladas</b>   |  |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Visualización de los manuales que hay en el CEINV y validación del contenido.</li> <li>2. Estudio del software EAGLE, PROTEUS y programa de diseño para la impresora 3D (cubify invent y Cubex-3d).</li> <li>3. Instalación del software IsoPro, Eagle y Proteus para el uso de la máquina QC-5000</li> <li>4. Instalación del software para la impresora 3D y escáner 3D (Cubex-3D y scan studio HD).</li> <li>5. Verificación del funcionamiento de la impresora 3D y el escáner 3D</li> <li>6. Se obtuvo la clave de acceso a la impresora 3D.</li> <li>7. Actualización de firmware de la impresora 3D.</li> <li>8. Se realizó el cambio de cartuchos demostrando que no funcionaban los cartuchos existentes, por un fallo en el chip interno.</li> <li>9. Cambio de cartuchos por los nuevos y verificación del funcionamiento de la máquina.</li> <li>10. Realización de pruebas y calibración con la impresora 3D.</li> <li>11. Pruebas y calibración del escáner 3D.</li> <li>12. Se realizaron pruebas de funcionamiento, comprendiendo el manejo del software de la impresora, se imprimieron figuras pequeñas con diferentes características.</li> </ol> |  |                      |
| <b>Observaciones:</b>  |  |                      |

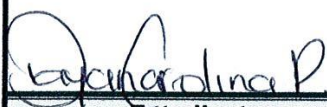
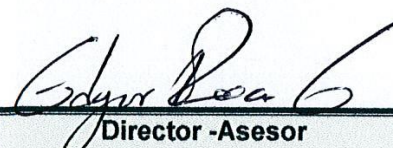

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <b>Estudiante</b>   | <b>Director -Asesor</b>   | <b>Asesor -CEINV-ESCOM</b>  |
| Dayana Carolina Pinzón Nicolls  | Roa Guerrero Edgar Eduardo  | Ing. John Monzaide Alvarez Cely   |

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| <b>SEGUIMIENTO No. 3</b> | <b>Fecha: Febrero de 2016</b> |
|--------------------------|-------------------------------|

**Actividades desarrolladas**

1. Iniciación del manual práctico de usuario para el escáner 3D con las diferentes prácticas y recomendaciones de su funcionamiento.
2. Iniciación del manual práctico de usuario para la impresora 3D con las diferentes prácticas y recomendaciones de su funcionamiento.
3. Investigar los diferentes métodos de producción de PCB.
4. Verificar que métodos de producción de PCB se pueden emplear con las maquinas existentes en el centro de investigación.
5. Búsqueda de un circuito básico para simular en el software proteus.
6. Diseño de un circuito en proteus para montaje superficial.
7. Simulación de un circuito de complejidad media en proteus.
8. Verificar y Generar pistas en el software proteus.
9. Generar los archivos que contienen la información de las placas (GERBER) para la máquina QC-5000 de los circuitos escogidos.
10. Puesta en funcionamiento de la máquina QC-5000 para generar pistas, huecos y corte en el PCB.
11. Implementación de los GERBER de los circuito en la máquina QC5000.
12. Se realizó capacitación a dos estudiantes de la Ingeniería Electrónica de la Escuela de comunicaciones del ejército Nacional de Colombia.
13. Se capacito a personal externo de un colegio de la ciudad de Bogotá.
14. Se realizaron diseños propuestos en la impresora 3D para el proyecto mini sumo de los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la escuela de comunicaciones del ejército nacional de Colombia.
15. Se imprimió una granada en la impresora 3D para un proyecto planteado por docentes ingenieros de la escuela de suboficiales del ejército nacional de Colombia.

**Observaciones:**

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |  |  |
| <b>Estudiante</b>   | <b>Director -Asesor</b>  | <b>Asesor -CEINV-ESCOM</b>  |
| Dayana Carolina Pinzón  | Roa Guerrero Edgar Eduardo   | Ing. John Monzaide  |



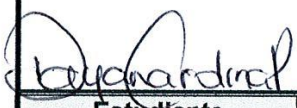
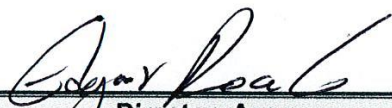

|         |                   |
|---------|-------------------|
| Nicolls | Alvarez Cely Ruiz |
|---------|-------------------|

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| <b>SEGUIMIENTO No. 4</b> | Fecha: Marzo de 2016 |
|--------------------------|----------------------|

**Actividades desarrolladas**

1. Puesta en funcionamiento de la máquina T-962A
2. Visualización de las ondas de temperatura de la máquina T-962A
3. Documentación de la practica con la maquina QC-5000.
4. Puesta en funcionamiento de la maquina Stencil Print
5. Implementación de la maquina insoladora
6. Puesta en marcha el proceso de serigrafía con las maquinas insoladora y Stencil print.
7. Pruebas del proceso de serigrafía.
8. Pruebas de los químicos para el proceso de serigrafía.
9. Se realizó un circuito seguidor de línea por el método de serigrafía para los estudiantes de Ingeniería electrónica del ejército nacional de Colombia.
10. Se realizó un circuito vúmetro por el método de serigrafía para un estudiante de Ingeniería Electrónica del ejército nacional de Colombia.
11. Se capacito a estudiantes de Ingeniería electrónica jornada nocturna sobre el proceso de serigrafía.

**Observaciones:**

|   |   |  |
|---|---|--|
|  |  |  |
| <b>Estudiante</b>   | <b>Director -Asesor</b>   | <b>Asesor -GEINV-ESCOM</b>   |
| Dayana Carolina Pinzón Nicolls  | Roa Guerrero Edgar Eduardo  | Ing. John Monzaide Alvarez Cely  |


|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| <b>SEGUIMIENTO No. 5</b> | Fecha: Abril de 2016 |
|--------------------------|----------------------|

**Actividades desarrolladas**

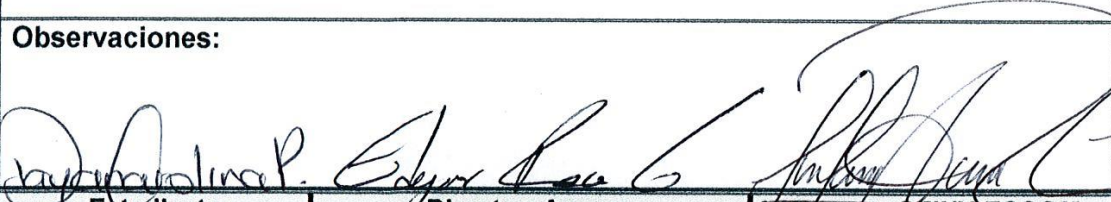
1. Verificación del funcionamiento de la maquina Quick Plate.
2. Limpieza de la maquina Quick Plate.
3. Cambio del componente electrónico interruptor magnético por un puente de cables en la Quick Plate.
4. Puesta en marcha la maquina Quick Plate.
5. Practica con la maquina Quick Plate para el proceso de through hole.
6. Verificación del manual de la maquina Quick Press para el proceso de multicapa
7. Puesta en marcha de la maquina Quick Press.
8. Documentación de la práctica en la maquina Quick Press
9. Documentación de la practica con la maquina Quick Plate.

10. Socialización del proyecto de la pasantía a los directivos de la ESCOM.  
 11. Se contactó con la empresa Termway en china para la asesoría de la puesta en marcha de la maquina Pick and Place.  
 12. Se imprime un brazo robótico en la impresora 3D para un estudiante de la tecnología en supervisión del ejército nacional de Colombia.  
 13. Se hace un circuito en la QC-5000 de un proyecto llamado granada de entrenamiento para los ingenieros docentes de la escuela de suboficiales.

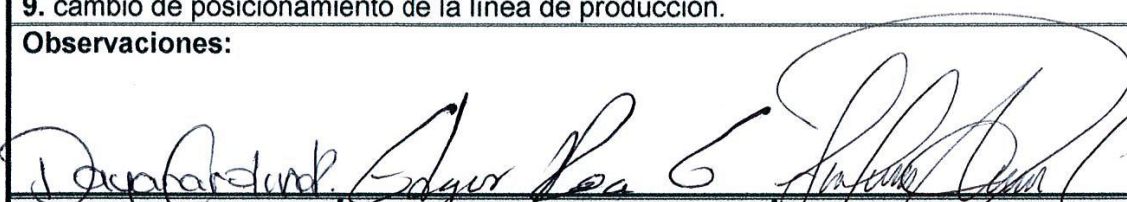
**Observaciones:**

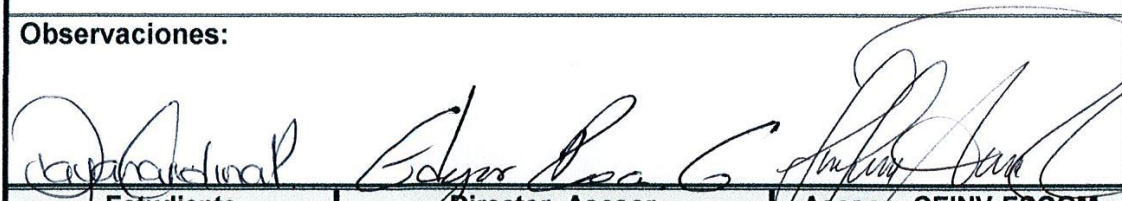



| Estudiante                     | Director -Asesor           | Asesor -CEINV-ESCOM             |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Dayana Carolina Pinzón Nicolls | Roa Guerrero Edgar Eduardo | Ing. John Monzaide Alvarez Cely |

| SEGUIMIENTO No. 6   | Fecha: Mayo de 2016        |                                 |
|---|----------------------------|---------------------------------|
| <b>Actividades desarrolladas</b>  |                            |                                 |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniciación del manual práctico para la maquina QC-5000.</li> <li>2. Iniciación del manual práctico para el proceso de serigrafía.</li> <li>3. Contacto con asesor de Termway para la maquina Pick and Place.</li> <li>4. Adquisición y verificación del manual técnico de la maquina Pick and Place TP220.</li> <li>5. Estudio del software protel 99 para el diseño de circuitos.</li> <li>6. Generación de circuito en protel 99 para exportar archivos a la maquina Pick and Place TP220.</li> <li>7. Capacitación a suboficial estudiante de ingeniería de la maquina QC-5000.</li> <li>8. Colaboración y apoyo a proyecto "detector de pisa suaves" para oficial en curso de ascenso.</li> </ol> |                            |                                 |
| <b>Observaciones:</b>   |                            |                                 |
|   |                            |                                 |
| Estudiante  | Director -Asesor           | Asesor -CEINV-ESCOM             |
| Dayana Carolina Pinzón Nicolls  | Roa Guerrero Edgar Eduardo | Ing. John Monzaide Alvarez Cely |

| SEGUIMIENTO No. 7 | Fecha: Junio de 2016 |
|-------------------|----------------------|
|-------------------|----------------------|

|   |                            |                                 |
|---|----------------------------|---------------------------------|
| <b>Actividades desarrolladas</b>  |                            |                                 |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puesta en funcionamiento de la maquina Pick and Place TP220.</li> <li>2. Pruebas de funcionamiento de la maquina Pick and Place TP220.</li> <li>3. Se verifico que la maquina Pick and Place presenta problemas de compatibilidad entre el software y el hardware.</li> <li>4. Búsqueda de posibles soluciones para ajustar el software al Hardware en la maquina Pick and Place TP220.</li> <li>5. Enlace vía TeamViewer y Skype con los ingenieros de servicio técnico de la empresa TERMWAY en china.</li> <li>6. cambio de Disco Duro en la Pick and Place e instalación de software para la verificación de funcionamiento de la máquina.</li> <li>7. Pruebas del buen funcionamiento de la maquina Pick and Place TP220.</li> <li>8. Finalización de los manuales de la impresora 3D, Escáner 3D, Quick Plate 9-12, Quick Press 220V y QC-5000.</li> <li>9. cambio de posicionamiento de la línea de producción.</li> </ol> |                            |                                 |
| <b>Observaciones:</b>   |                            |                                 |
|    |                            |                                 |
| <b>Estudiante</b>   | <b>Director -Asesor</b>    | <b>Asesor -CEINV-ESCOM</b>      |
| Dayana Carolina Pinzón Nicolls  | Roa Guerrero Edgar Eduardo | Ing. John Monzaide Alvarez Cely |

|   |                             |                                 |
|---|-----------------------------|---------------------------------|
| <b>SEGUIMIENTO No. 8</b>  | <b>Fecha: Julio de 2016</b> |                                 |
| <b>Actividades desarrolladas</b>  |                             |                                 |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificación y finalización del manual de serigrafía.</li> <li>2. Implementación de circuito en la maquina Pick and Place TP220.</li> <li>3. Finalización del manual de la pick and place.</li> <li>4. Libro de la pasantía.</li> <li>5. Socialización de los manuales con estudiantes de la tecnología y la ingeniería.</li> </ol> |                             |                                 |
| <b>Observaciones:</b>   |                             |                                 |
|   |                             |                                 |
| <b>Estudiante</b>   | <b>Director -Asesor</b>     | <b>Asesor -CEINV-ESCOM</b>      |
| Dayana Carolina Pinzón Nicolls  | Roa Guerrero Edgar Eduardo  | Ing. John Monzaide Alvarez Cely |

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|  | <b>MACROPROCESO MISIONAL</b>           | CODIGO: MERF026 |
|   | <b>PROCESO EXTENSIÓN UNIVERSITARIA</b> | VERSION: 2      |
|   | <b>EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO</b>         | PAGINA:1 de 2   |

**Nombre del Pasante o Practicante:** Dayana Carolina Pinzón Nicolls.

**Programa Académico:** Ingeniería Electrónica

**Empresa:** Escuela de Comunicaciones Militares.

**Área dentro de la Empresa:** Centro de Investigación

**Nombre del Asesor Externo:** John Monzaide Álvarez Cely

**Título de la Propuesta de Trabajo:**


Verificación y ajuste de la línea de producción de PCBs

**A. Cumplimiento de los Objetivos**

Enumere los objetivos establecidos en la propuesta de trabajo por el pasante o practicante en el período correspondiente a la evaluación e indique como los ha alcanzado, por medio de los siguientes ítems:

- 1- *Insuficiente*
- 2- *Bajo*
- 3- *Medio*
- 4- *Satisfactorio*
- 5- *Alto*

| No.          | Objetivo  | Calificación |
|--------------|---|--------------|
| 1            | Realizar un estudio previo de los manuales e implementos que se tienen de cada máquina que componen la línea de producción de PCB del CEINV.                                  | 5            |
| 2            | Verificar el funcionamiento de cada máquina de la línea de producción de PCB del CEINV.   | 5            |
| 3            | Desarrollar los manuales de usuario para el uso adecuado de cada máquina de la línea de producción de PCB del CEINV.  | 5            |
| 4            | Capacitar estudiantes o personal de la Escuela de Comunicaciones Militares para el uso de las máquinas y verificación del entendimiento de los manuales prácticos de usuario. | 5            |
| <b>TOTAL</b> |   | 5            |

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|  | <b>MACROPROCESO MISIONAL</b>           | CODIGO: MERF026 |
|   | <b>PROCESO EXTENSIÓN UNIVERSITARIA</b> | VERSION: 2      |
|   | <b>EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO</b>         | PAGINA:2 de 2   |

### B. Desempeño Personal del Pasante o Practicante

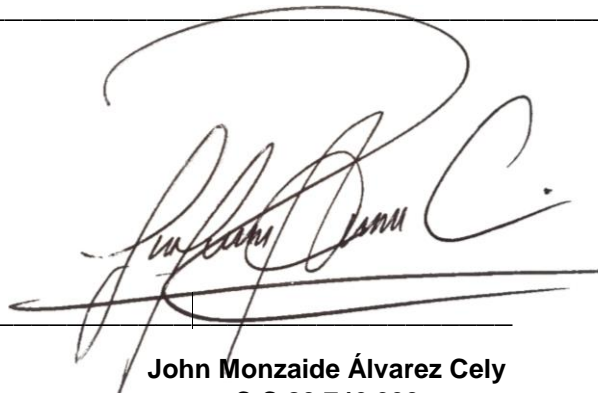
Califique el desempeño del pasante o practicante durante su permanencia, teniendo en cuenta las funciones y los objetivos planteados en la propuesta de trabajo, por medio de los siguientes ítems:

- 1- *Mala*
- 2- *Regular*
- 3- *Buena*
- 4- *Muy Buena*
- 5- *Excelente*

| Ítem  | Calificación |
|---|--------------|
| Disposición para adquirir nuevos conocimientos                | 5            |
| Facilidad para trabajar en equipo                             | 5            |
| Actitud ante órdenes directas                                 | 5            |
| Actitud ante cambios  | 5            |
| Aporte de nuevas ideas  | 5            |
| Eficiencia en el logro de metas                               | 5            |
| Facilidad para poner en práctica los conocimientos adquiridos | 5            |
| Puntualidad   | 5            |
| Comunicación  | 5            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>5</b>     |

### Observaciones:

Es una persona comprometida con el trabajo y con disposición a obtener nuevo conocimiento.



**John Monzaide Álvarez Cely**  
**C.C 80.746.993**  
**Docente Investigador**