

**CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS  
IMPORTADOS Y DISPOSITIVOS  
ELECTRÓNICOS DESARROLLADOS  
EN VISTRONICA S.A.S.**

**OMAR ANDRÉS FONSECA CASTRO.  
Estudiante Ingeniería Electrónica.**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
Ingeniería Electrónica.  
Facultad de Ingeniería.  
Fusagasugá, Colombia  
2019

# **CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS IMPORTADOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DESARROLLADOS EN VISTRONICA S.A.S.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero  
Electrónica

**OMAR ANDRÉS FONSECA CASTRO.**  
Estudiante Ingeniería Electrónica.

Asesor Interno:  
Ing. Pedro Luis Cifuentes.

Asesor Externo:  
Ing. Millán Arley Llanos.

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
Ingeniería Electrónica.  
Facultad de Ingeniería.  
Fusagasugá, Colombia  
2019

# Introducción

Normas internacionales como la ISO 9001, y la IPC-A-610 son guías de bastante ayuda en el sector de la electrónica cuando se quieren establecer estándares de calidad para las organizaciones. La primera, por su parte, estructura la manera de crear un Sistema de Gestión de Calidad (SGC), revisando el proceso de operación diario, analizando la organización, su contexto, expectativas y otras; esto como base para desarrollar la estrategia de mejora, planificación de cambios y evaluación del desempeño.

Por otro lado, y ya dentro del énfasis ingenieril, la IPC-A-610 describe la manera de conseguir los estándares de calidad deseados por una organización mencionando cada aspecto necesario en el diseño e implementación de circuitos impresos, para poder tener una aceptabilidad de ensamblajes electrónicos a nivel mundial.

Debido a la importancia de mantener ciertos estándares de calidad en una organización, que la certifique en diferentes niveles y la haga mantener su posición en el mercado, se ha realizado el siguiente documento con el fin de analizar los aspectos ya mencionados en la empresa Vistrónica, organización creada y funcionando actualmente en el municipio de Fusagasugá, dedicada al desarrollo y comercio de componentes electrónicos, vendidos a través de internet en todo Colombia.

Dicho proceso se realiza en el marco de la pasantía titulada “Control de calidad de productos importados y dispositivos electrónicos desarrollados en Vistrónica S.A.S.” cuyos objetivos se pretenden lograr desarrollando actividades como el análisis de la normatividad vigente relacionada con el control de calidad en dispositivos electrónicos, determinar la manera en la que se realiza dicho control en la empresa y realizar el mismo mediante el apoyo a las actividades y proyectos desarrollados por la empresa.

# Contenido

Introducción.....	13
<b>1. Objetivos .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Objetivo general .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Objetivos específicos. ....</b>	<b>16</b>
<b>2. Actividades Desarrolladas.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Normatividad en el proceso de control de calidad.....</b>	<b>17</b>
2.1.1. NTC-ISO 9001 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD. Requisitos. (2015-09-23).....	17
2.1.2. IPC-A-610 Aceptabilidad de ensamblajes electrónicos.....	18
<b>2.2. Control de calidad en Vistrónica S.A.S. ....</b>	<b>20</b>
2.2.1. ODOO Project.....	20
2.2.2. GitLab.....	23
2.2.3. Pruebas de calidad técnica realizadas al producto final.....	25
<b>2.3. Manual de funciones y características técnicas de un Grabador láser referencia VIS4044. ....</b>	<b>30</b>
2.3.1. Ensamble grabador láser VIS4044 VISTRONICA.....	30
2.3.2. Calibración Grabador Láser VIS4044 VISTRONICA.....	32
<b>2.4. Apoyo a los proyectos de la empresa. ....</b>	<b>33</b>
2.4.1. Inversor DC/AC en topología Push Pull. ....	33
2.4.2. Conversor DC-DC.....	38
2.4.3. Inversor en topología puente completo. ....	39
<b>3. Conclusiones .....</b>	<b>45</b>
Bibliografía .....	47

# Tabla de ilustraciones.

Ilustración 1.Descripción general de la ISO9001. Tomado de [2] .....	17
Ilustración 2. Relación de normas contenidas en la IPC-A-610. Tomada de.....	19
Ilustración 3. Interface "organizar" en ODOO project. Tomado de <a href="https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management">https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management</a> .....	21
Ilustración 4. Interface "calendario" en ODOO project. Tomado de <a href="https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management">https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management</a> .....	21
Ilustración 5. Interface "plan" en ODOO project. Tomado de.....	22
Ilustración 6.Interface "analizar" en ODOO project. Tomado de .....	23
Ilustración 7. Ejemplo visualización de proyectos en GitLab Vistrónica. Elaborada por el autor. ....	24
Ilustración 8. Plantilla de proyecto a modo de ejemplo. Elaborada por el autor. ....	25
Ilustración 9. Prueba de calidad a medidor digital multifuncional DC PZEMO. Elaborada por el autor. 29	
Ilustración 10. Ilustración 9. Prueba de calidad a voltímetro 7 seg rojo. Elaborada por el autor. ....	29
Ilustración 11. Ilustración 9. Prueba de calidad a medidor 3. Elaborada por el autor. ....	30
Ilustración 12. Descripción de materiales en el video tutorial. Tomado de <a href="https://www.youtube.com/watch?v=jqvDp6ubCXE&amp;t=4s">https://www.youtube.com/watch?v=jqvDp6ubCXE&amp;t=4s</a> .....	31
Ilustración 13. Proceso de ensamblado en video tutorial. Tomado de <a href="https://www.youtube.com/watch?v=jqvDp6ubCXE&amp;t=4s">https://www.youtube.com/watch?v=jqvDp6ubCXE&amp;t=4s</a> .....	32
Ilustración 14. Ejemplo de calibración mencionada en video tutorial. Tomado de <a href="https://www.youtube.com/watch?v=RumDDnlqJhA">https://www.youtube.com/watch?v=RumDDnlqJhA</a> .....	33
Ilustración 15. Diseño circuito inversor DC/AC. Elaborada por el autor. ....	33
Ilustración 16. Simulación circuito inversor DC/AC. Elaborada por el autor. ....	34
Ilustración 17. Señales de salida observadas en el simulador. Elaborada por el autor. ....	35
Ilustración 18. Señal "punto muerto" observadas en el simulador. Elaborada por el autor. ....	35
Ilustración 19. Señales de "frecuencia y ciclo útil" observadas en el simulador. Elaborada por el autor. .....	36
Ilustración 20. Circuito simulado Inversor DC/AC topología Push Pull. Elaborada por el autor. ....	36
Ilustración 21. Pruebas de laboratorio inversor DC/AC. Elaborada por el autor. ....	37
Ilustración 22. Señal de salida observada en osciloscopio. Elaborada por el autor.....	37
Ilustración 23. Circuito simulado para convertor DC-DC. Elaborada por el autor. ....	38
Ilustración 24. Señal de salida convertor DC-DC observada en simulador. Elaborada por el autor. ...	38
Ilustración 25. Pruebas de laboratorio Convertor DC-DC. Elaborada por el autor. ....	39
Ilustración 26. Señal de salida circuito convertor DC-DC. Elaborada por el autor. ....	39
Ilustración 27. Circuito diseñado y simulado para inversor. Elaborada por el autor.....	40
Ilustración 28. Señales de control observadas en el simulador. Elaborada por el autor. ....	40
Ilustración 29. Circuito diseñado y simulado para crear la tierra flotante. Elaborada por el autor. ....	41
Ilustración 30. Circuito completo simulado para inversor. Elaborada por el autor. ....	42
Ilustración 31. Señales de salida observadas en el simulador. Elaborada por el autor. ....	42
Ilustración 32. Señal del voltaje en la carga, observada en el simulador. Elaborada por el autor. ....	43
Ilustración 33. Circuito prototipo para inversor. Elaborada por el autor. ....	43
Ilustración 34. Señal de salida para circuito de inversor implementado. Elaborada por el autor.....	44
Ilustración 35. Pruebas de laboratorio para circuito inversor. Elaborada por el autor. ....	44

# 1. Objetivos

---

## 1.1. Objetivo general

Analizar teorías de control de calidad para dispositivos electrónicos y compararlas con los métodos usados en Vistrónica S.A.S.

## 1.2. Objetivos específicos.

- Investigar las normas y teorías concernientes con el control de calidad de productos electrónicos.
- Conocer el proceso de control de calidad que se realiza en la empresa Vistrónica S.A.S.
- Comparar las teorías investigadas con el proceso que se lleva a cabo en la empresa.

## 2. Actividades Desarrolladas.

### 2.1. Normatividad en el proceso de control de calidad.

#### 2.1.1.NTC-ISO 9001 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD. Requisitos. (2015-09-23)

De manera general, esta norma es una guía importante en las organizaciones que han decidido desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de Calidad (SGC); ayuda a revisar el proceso de operación teniendo en cuenta la organización, su contexto, expectativas y otras, esto como base para desarrollar la estrategia de mejora, planificando cada uno de los cambios que estructurarán el SGC, además de consolidar una evaluación del desempeño para ejecutar los planes de mejora adecuados.

La implementación de dicho proceso es una decisión estratégica para una organización ya que será un gran escalón en la mejora del desempeño global, establecerá una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible; entre otros beneficios, como la capacidad de proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente, abordando los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos.[1]

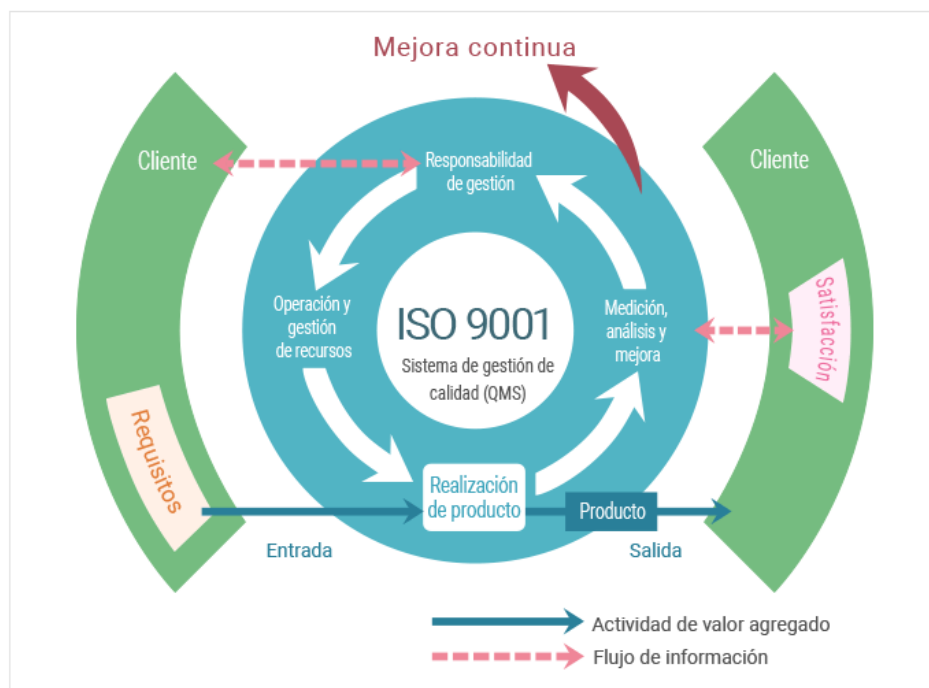


Ilustración 1.Descripción general de la ISO9001. Tomado de[2]

La ISO 9001 emplea el enfoque a procesos, que incorpora el ciclo Planificar- Hacer- Verificar-Actuar (PHVA) y el pensamiento basado en riesgos. En cuanto al ciclo PHVA, inicialmente se tiene el planificar, acá se establecen los objetivos del sistema, sus procesos, recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización; en cuanto al hacer, se refiere a la implementación de lo planificado; acto seguido, en el proceso de verificar se debe realizar el seguimiento y (cuando sea aplicable) la medición de los procesos, productos y servicios resultantes; finalmente, al actuar se toman acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario.

Por otra parte, el pensamiento basado en riesgos permite a una organización determinar los factores que podrían causar que sus procesos y su sistema de gestión de la calidad se desvíen de los resultados planificados, para poner en marcha controles preventivos para minimizar los efectos negativos y maximizar el uso de las oportunidades a medida que surjan.[1]

### 2.1.2. IPC-A-610 Aceptabilidad de ensamblajes electrónicos.

Esta norma es la recopilación de varias otras creadas por el IPC, asociación de participantes de la electrónica a nivel mundial, con el fin de proporcionar una guía de mejores prácticas de diseño, fabricación, ensamble, inspección de circuitos impresos, cables, conectores, insumos de soldadura, pruebas, entre otros elementos, con el fin de mantener altos estándares de calidad.[3]

A continuación, se presenta un listado de los documentos relacionados y contenidos en la IPC-A-610 con una breve descripción:

Propósito del documento	Norma	Resumen.
<b>Estándar de diseño</b>	IPC-2220 (Serie) IPC-7351 IPC-CM-C-770	Los requisitos del diseño reflejan tres niveles de complejidad (Niveles A, B, y C) indicando geometrías más finas, mayores densidades o más pasos en el proceso para elaborar el producto. Guías del proceso de ensamble de componentes para asistir en el diseño de la tarjeta de circuito impreso (PCB) y en el ensamble donde los procesos se concentran en los principios de patrones de pistas, que usualmente son incorporadas en el proceso de diseño y documentación.
<b>Requisitos de PCB</b>	IPC-6010 (Serie) IPC-A-600	Requisitos y documentación de aceptabilidad para sustratos rígidos, rígido-flexibles, flexibles y otros tipos de sustratos (tarjetas o tableros de circuitos impresos).
<b>Documentación del producto</b>	IPC-D-325	Es la documentación que describe las especificaciones de la tarjeta diseñada por el



<b>final</b>		cliente o requisitos de ensamble del producto final. Los detalles pueden o no hacer referencia a especificaciones de la industria o a estándares de fabricación, así como a las preferencias propias del cliente o a requisitos de estándares internos.
<b>Estándares del producto final</b>	J-STD-001	Cubren los requisitos para la soldadura de ensamblajes eléctricos y electrónicos, describiendo las características mínimas aceptables para el producto final, así como métodos de evaluación (métodos de prueba), la frecuencia de las pruebas, y la habilidad aplicable para los requisitos de control del proceso.
<b>Estándar de aceptabilidad</b>	IPC-A-610	Es el documento de interpretación ilustrativa, indicando varias características de la tarjeta de circuito impreso y/o ensamblajes, relacionadas con las condiciones mínimas deseables, señaladas por el estándar de funcionamiento del producto final y refleja las diferentes condiciones que están fuera de control (indicador de proceso o defecto), para asistir a la evaluación del proceso, a fin de determinar las acciones correctivas.
<b>Programas de formación (opcional)</b>		Requisitos de formación documentados para enseñar y aprender los procedimientos del proceso y las técnicas para implementar los requisitos de aceptación para estándares de producto final, estándares de aceptabilidad o requisitos detallados en la documentación del cliente.
<b>Retrabajo y reparación</b>	IPC-7711/7721	Documentación que determina los procedimientos para quitar y reemplazar recubrimientos de barnizado y componentes, reparación de la máscara de soldadura, así como para efectuar la modificación o reparación de laminado de la tarjeta, conductores y orificios con metalización

Ilustración 2. Relación de normas contenidas en la IPC-A-610. Tomada de <http://www.ipc.org/TOC/A-610F-Spanish.pdf>

De manera general, esta norma describe más o menos una decena de ítems a tener en cuenta en el desarrollo de los componentes para obtener una óptima calidad en el producto a entregar; el primero de los temas hace referencia al manejo de los ensamblajes electrónicos, acá describe la prevención de sobrecargas o descargas eléctricas, consideraciones de manejo en las estaciones de trabajo, daños físicos, contaminación, entre otros.

Por otra parte, menciona la instalación de dispositivos, la manipulación de conectores, manijas, extractores y pasadores, el manejo adecuado para las ataduras, terminación adecuada de los cables que no se utilizan y otros. De la misma manera, también se adentra en el tema de la soldadura, sus requisitos de aceptabilidad y anomalías de la misma.

En general es una norma bastante detallada, además de los temas ya mencionados, también reconoce la importancia de otros como aislantes, conductores, el montaje de los componentes, ensamblajes en montajes de superficie, daños en los componentes, tarjetas, circuitos impresos, limpieza de éstos, el cuidado con voltajes altos, entre otros varios. [4]

## **2.2. Control de calidad en Vistrónica S.A.S.**

Vistrónica S.A.S. es una empresa creada y ubicada actualmente en el municipio de Fusagasugá, dedicada al comercio de componentes electrónicos importados y/o desarrollados por ellos mismos, la mayoría de proveedores hacen parte de Asia, Europa y América, teniendo así contacto directo con fabricantes y asegurando ciertos estándares de calidad; en este momento, Vistrónica S.A.S. brinda sus servicios a través de ventas por Internet en todo Colombia.

En el desarrollo de sus actividades, en la empresa se usan dos herramientas de gestión de información, ODOO PROJECT y GIT, plataformas utilizadas para tener trazabilidad en cada una de los proyectos y para organizar la información recolectada en cada actividad.

### **2.2.1.ODOO Project.**

Aplicación de código abierto que ayuda en la gestión de proyectos dando la oportunidad de tener trazabilidad de las tareas, conocer tiempos de ejecución, responsables, estado de las actividades, entre otros. La interface principal está compuesta por cuatro opciones, descritas a continuación:[5]

- Organizar: en esta vista se pueden organizar las tareas con base en su estado (nuevo, para hacer, en progreso, hecho y cancelada).

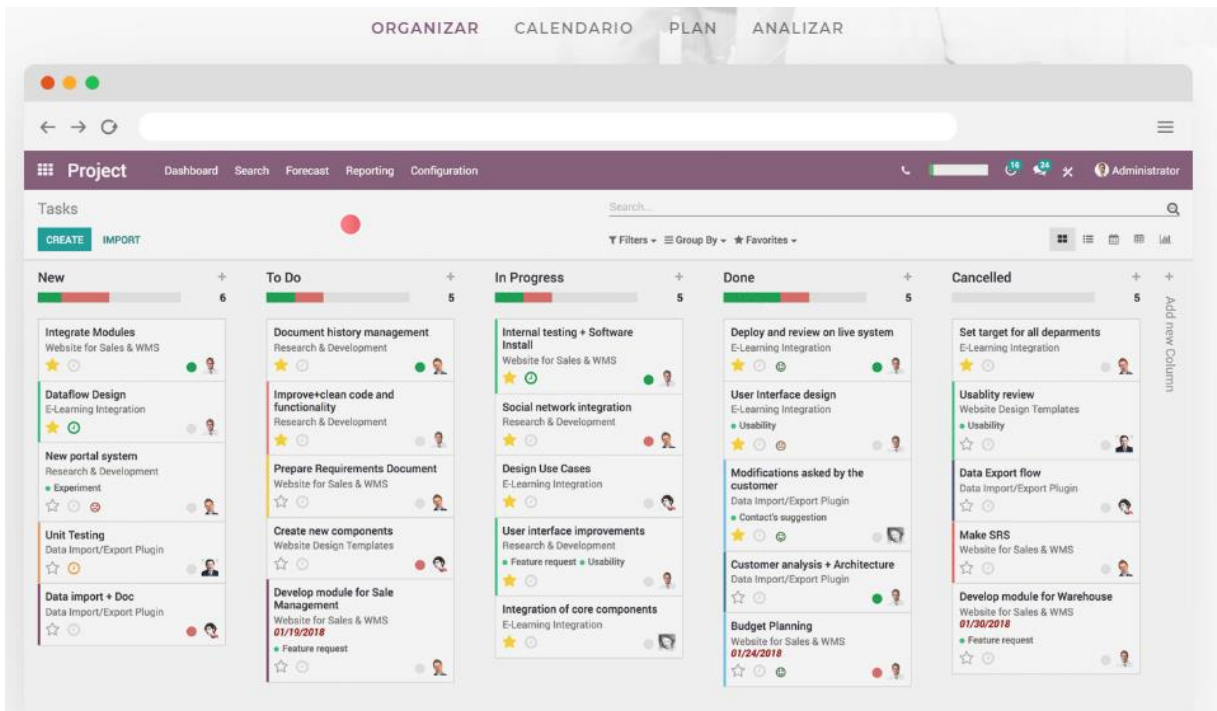


Ilustración 3. Interface "organizar" en ODOO project. Tomado de [https://www.odoo.com/es\\_ES/page/project-management](https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management)

- Calendario: permite a cada participante organizar su calendario y poder revisar el de sus compañeros, lo que facilita la citación a diversas actividades.

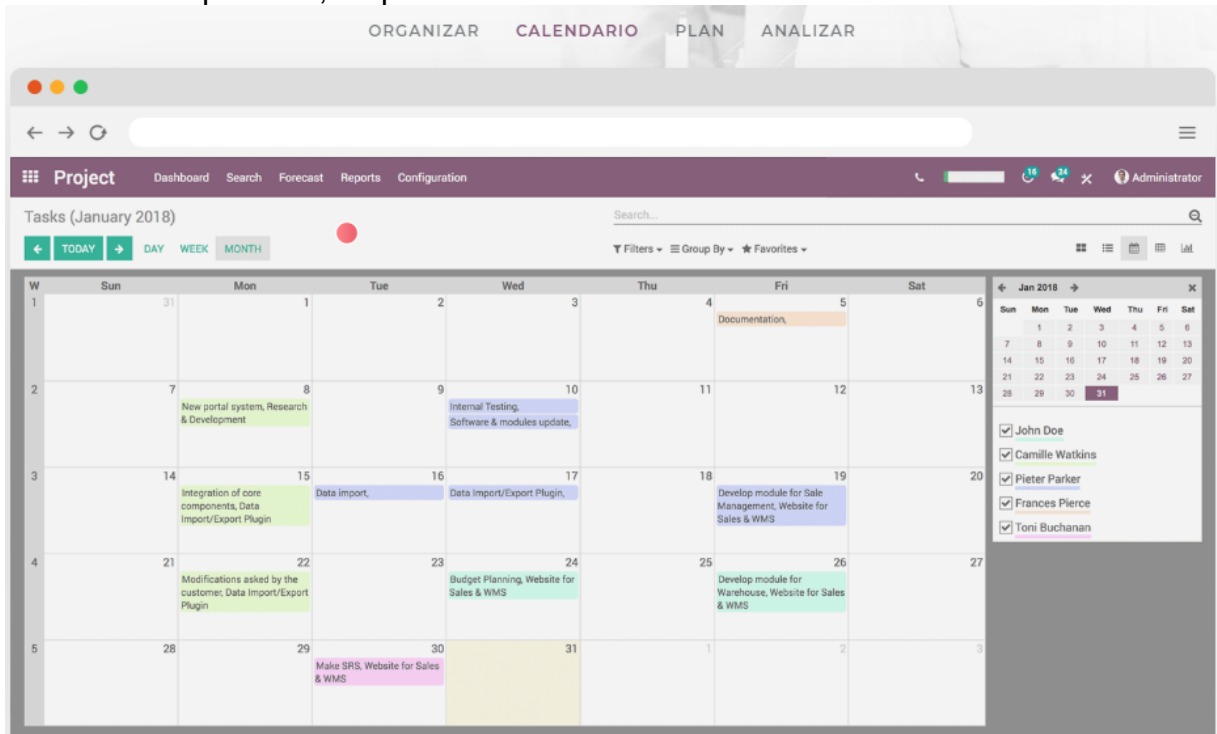


Ilustración 4. Interface "calendario" en ODOO project. Tomado de [https://www.odoo.com/es\\_ES/page/project-management](https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management)

- Plan: permite seguir de manera general cada uno de los proyectos que se llevan a cabo, revisión de plazos y progreso.

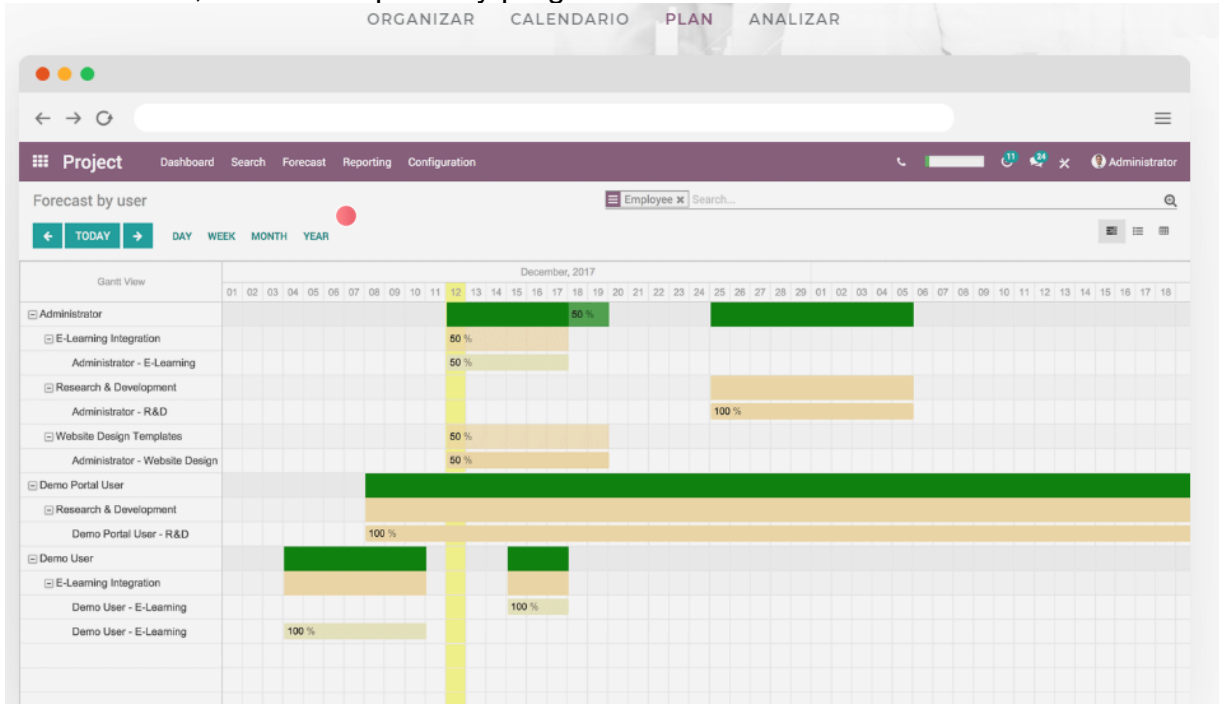


Ilustración 5. Interface "plan" en ODOO project. Tomado de [https://www.odoo.com/es\\_ES/page/project-management](https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management)

- Analizar: permite a cada usuario visualizar sus responsabilidades y el estado de cada una de ellas.

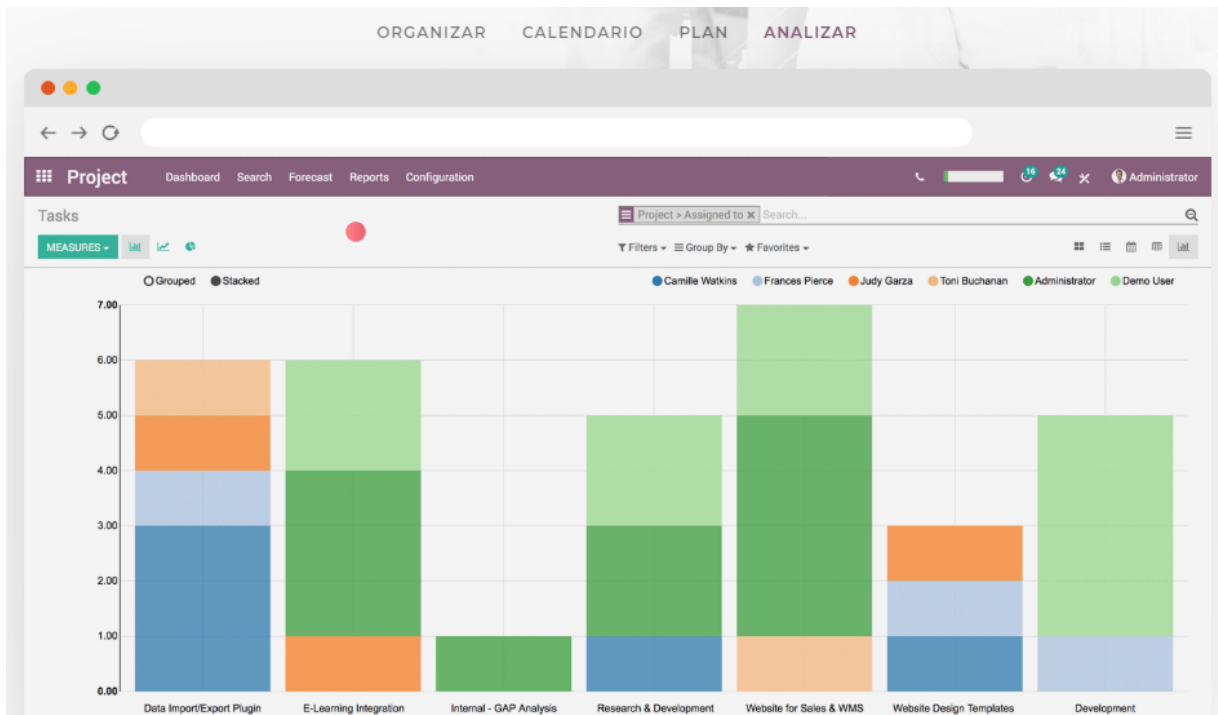


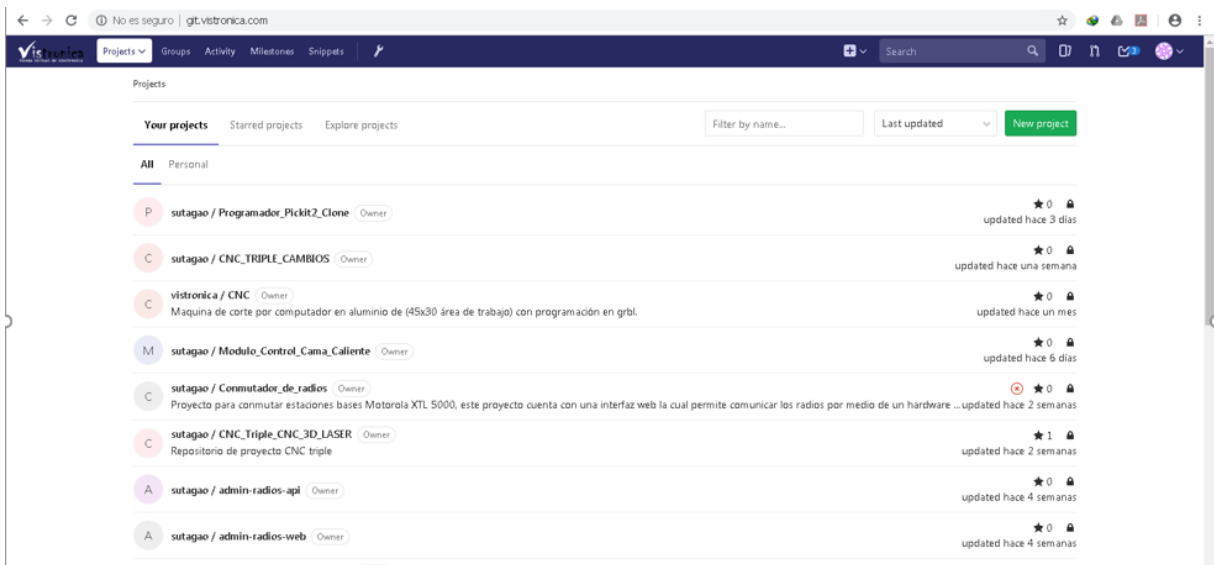
Ilustración 6. Interface "analizar" en ODOO project. Tomado de [https://www.odoo.com/es\\_ES/page/project-management](https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management)

De esta manera, en Vistrónica S.A.S. se lleva el control de cada proyecto, cada uno de los ingenieros encargados tiene visibilidad de los tiempos para las tareas y el líder del proyecto tiene completa trazabilidad del mismo.

### 2.2.2. GitLab.

Es un proyecto de código abierto que permite tener repositorio de archivos privados, sin costo alguno, siendo este último uno de los puntos que lo hace atractivo para diferentes organizaciones, pues no sólo se puede instalar totalmente gratis, sino que, al ser código libre, es posible revisar el código fuente de la aplicación y hacer las modificaciones que se crean pertinentes, compartirlas con la comunidad o extraer ideas de la misma. [6]

Vistrónica S.A.S. ha hecho uso de esta herramienta para gestionar la información recolectada en proyectos, pruebas y experiencias, organizándola en grupos según diferentes labores.



**Ilustración 7. Ejemplo visualización de proyectos en GitLabVistronica. Elaborada por el autor.**

Para una mayor organización y uniformidad, se tiene una plantilla con la información que se guarda para cada proyecto. De ésta hacen parte los siguientes ítems:

- **Cubierta:** descripción de la carcasa de los componentes electrónicos descritos en el proyecto.
- **Documentos:** documentación relevante en el proyecto, como descubrimientos, casos de uso, etc.
- **Electronics:** diseños necesarios en el desarrollo del proyecto (circuitos, PCBs, etc.)
- **Firmware:** Software desarrollado para que el componente creado funcione.
- **Media:** imágenes y/o videos relacionados con el dispositivo desarrollado.
- **Tests:** pruebas realizadas durante el desarrollo y al proyecto finalizado, con su respectivo análisis y retroalimentación.

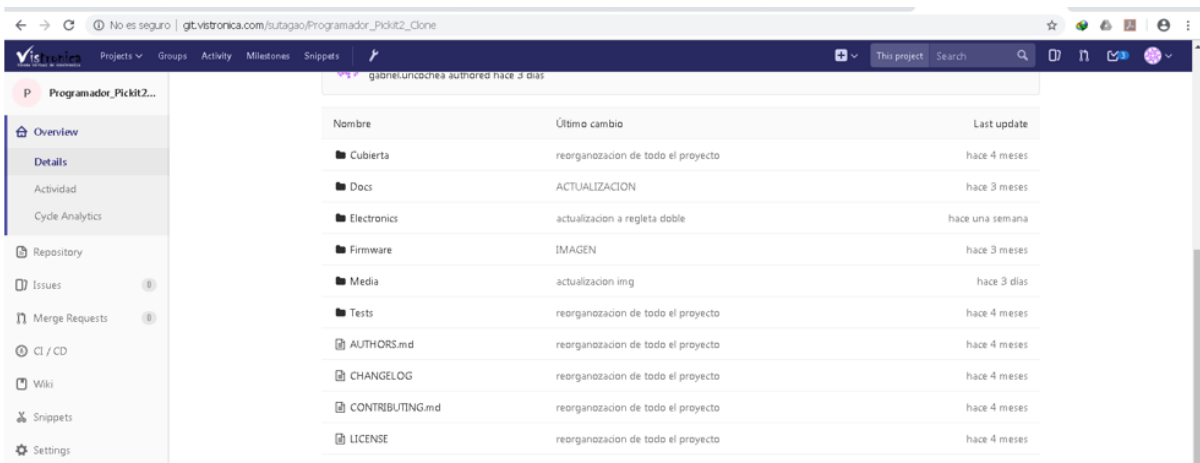


Ilustración 8. Plantilla de proyecto a modo de ejemplo. Elaborada por el autor.

A continuación, algunos de los comandos usados para subir información al servidor, extraer información del mismo y comentarear dicha data, algunas de las actividades que más se realizan en GitLab, es importante mencionar que éstas se pueden hacer a través de interface gráfica o por medio de la consola.

- Extraer información del servidor: `gitpull`
- Crear un nuevo archivo: `gitadd`
- Subir información del computador al servidor: `gitpush`
- Hacer un comentario: `gitcommit -m "comentario"`

### 2.2.3. Pruebas de calidad técnica realizadas al producto final.

El crecimiento que ha tenido la empresa Vistrónica S.A.S en los últimos años, se debe en un gran porcentaje a la calidad en todos y cada uno de los productos que se ofertan desde su página web. Por esta razón es muy importante constatar el adecuado funcionamiento de los productos que llegan constantemente al stock de la empresa.

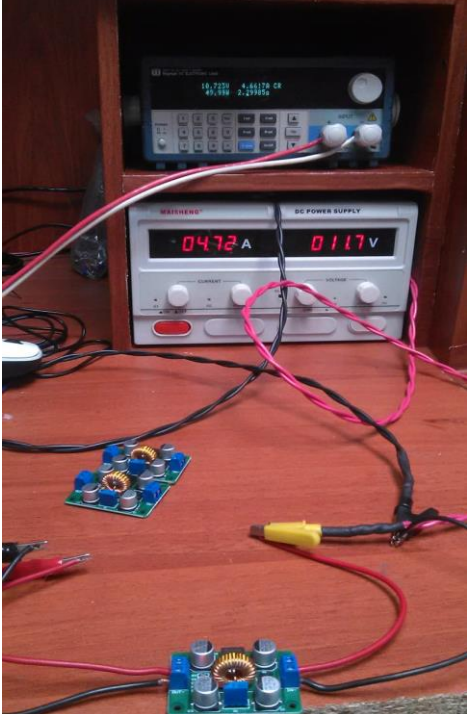
Vistrónica S.A.S. es consciente que el producto final es el contacto directo con el cliente, por esta razón la empresa se preocupa por satisfacer las necesidades del consumidor, y lo hace brindando un producto de buena calidad, previamente probado, teniendo la seguridad que el objeto vendido tiene un funcionamiento correcto.

Gracias al control de calidad se pueden disminuir gastos económicos que no son presupuestados, como devoluciones debido a defectos de fabricación o mal funcionamiento del producto; además, la buena imagen que se entrega al consumidor.

A todos y cada uno de los productos que llegan a la empresa se les hace las respectivas pruebas de calidad para, posteriormente, ser sumados en el stock. Se aplican diferentes test, dependiendo de las características del dispositivo.

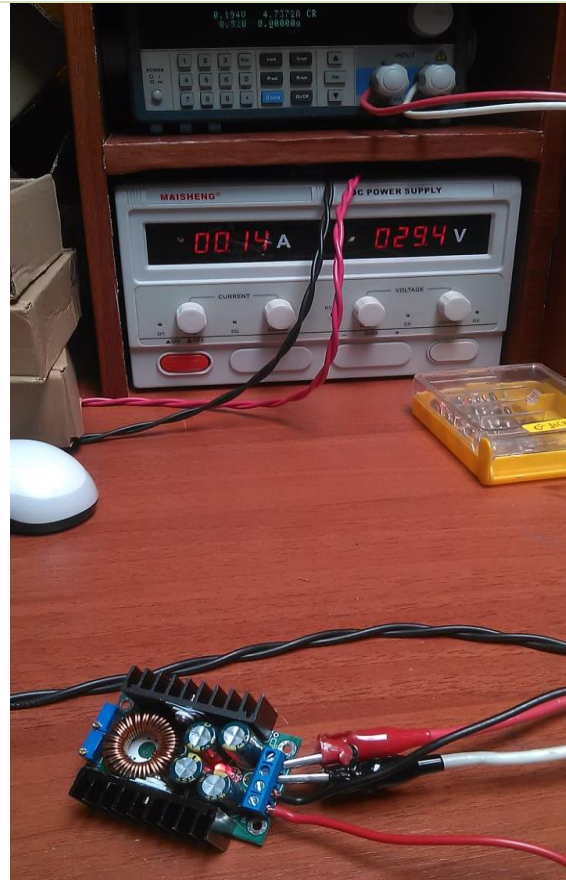
- Pruebas de calidad módulos de potencia:

Módulos de potencia comoconvertidores DC-DC, se prueban estresando el producto para llegar a obtener los voltajes y corrientes en los que se limitan sus características eléctricas, y de esta forma corroborar el correcto funcionamiento del mismo.

Características del dispositivo.	Evidencia prueba de calidad.
<p>Modelo: LM2587 Voltaje de entrada: 3.5V – 30V DC Voltaje de salida: 4V – 30 V DC Corriente máxima: 5<sup>a</sup> Trabajo continuo de corriente: 3A</p>	



Modelo: Buck/reductor 12 A.  
Voltaje de entrada: 4.5V ~30V DC  
Voltaje de salida: 1.25V ~30 V DC  
Corriente de entrada: 0A~10A  
Corriente de salida: 0A~12<sup>a</sup> /100 W  
Temperatura de operación: -40°C – 85°C  
Frecuencia de operación: 300 KHz  
Eficiencia: 95%  
Protección de corto circuito: 14 A  
Protección de polaridad inversa: No incluida.  
Protección de sobrecalentamiento: Incluida.



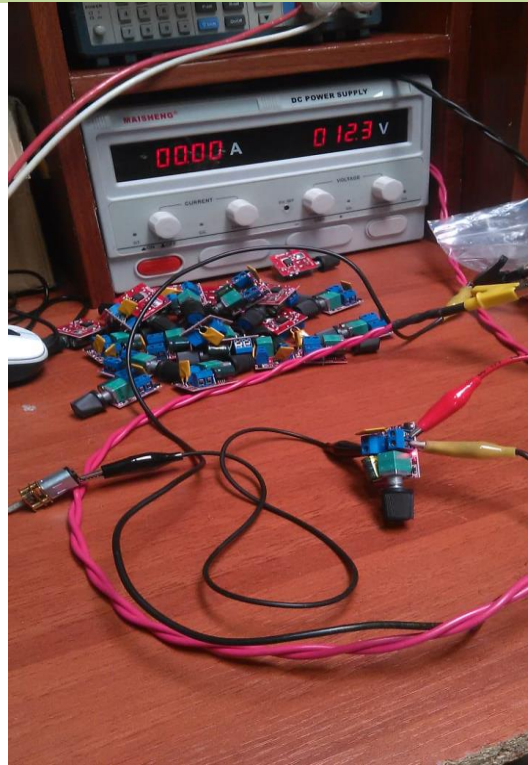
- Pruebas de calidad técnica en PWM:

A los controladores PWM se les realizan pruebas de forma tal que se pueda verificar su adecuado funcionamiento, de igual forma, verificando que soportaran los voltajes y corrientes que se indicaban en sus características.

### Características del dispositivo.

### Evidencia prueba de calidad.

Voltaje de entrada: 3V – 30V DC  
Ciclo útil: 2-100 %  
Frecuencia: 10 KHz  
Número de canales: 1  
Corriente pico: 3<sup>a</sup>



Voltaje de funcionamiento: 12V – 40  
V DC  
Potencia de funcionamiento: 0.01W  
- 400 W  
Corriente de reposo: 0.02 A  
Frecuencia de operación: 13 KHz  
Ciclo útil de PWM: 10% - 100%



- Pruebas de calidad técnica a medidores.

Los medidores digitales que son adquiridos por la empresa son probados de tal manera que se pueda constatar su correcto funcionamiento y toma de mediciones.



Ilustración 9. Prueba de calidad a medidor digital multifuncional DC PZEMO. Elaborada por el autor.



Ilustración 10. Prueba de calidad a voltímetro 7 seg rojo. Elaborada por el autor.

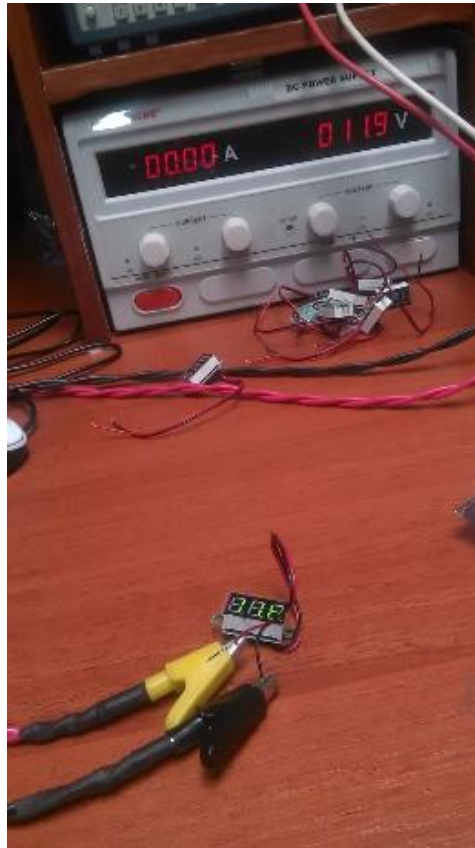


Ilustración 11. Prueba de calidad a medidor 3. Elaborada por el autor.

## 2.3. Manual de funciones y características técnicas de un Grabador láser referencia VIS4044.

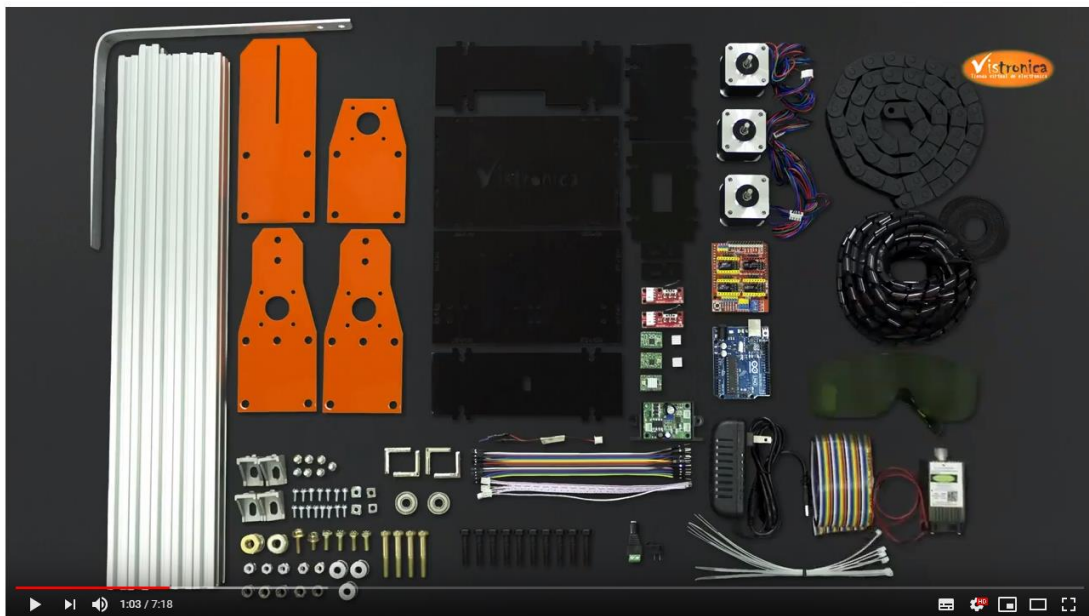
Para fin de la monografía, se toman como ejemplo dos video tutoriales en donde se explica el ensamble y calibración de una máquina de grabado láser denominada VIS4044 que desarrolla sus funciones sobre diversos materiales, como cuero, madera y acrílico; dichas grabaciones se encuentran en la plataforma YOUTUBE con los nombres “Ensamble grabador láser VIS4044 VISTRONICA” y “Calibración Grabador Láser VIS4044 VISTRONICA”, a continuación, se describe cada uno de ellos.

### 2.3.1. Ensamble grabador láser VIS4044 VISTRONICA.

- **Presentación del ingeniero a cargo:** En este espacio del video se llevó a cabo la presentación del ingeniero electrónico pasante en VISTRONICA S.A.S, quien

se llama Omar Andrés Fonseca Castro, quien para el momento tenía terminación académica, en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Cundinamarca.

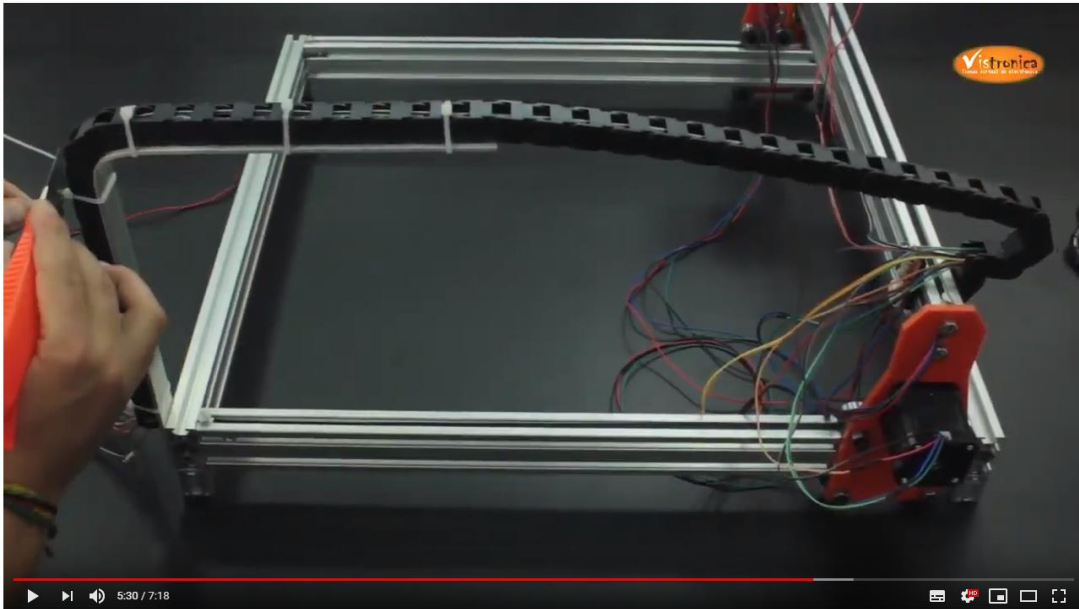
- **Mención de los materiales necesarios para el ensamble:** en este espacio del video, se mencionó que el objetivo del mismo era el ensamble de la máquina de grabado laser denominada VIS4044, la cual tiene la función de llevar a cabo grabados de trazo sobre superficies como cuero, madera, acrílicos entre otros; en consecuencia, se dieron a conocer los materiales necesarios para dicho ensamble, estos fueron: perfiles de aluminio, ángulos de aluminio, acrílico, tornillería, placas electrónicas, motores, cableado, laser, amarraderas, rodamientos, poleas, conectores, cadena porta cables, cabezal laser.



Ensamble Grabador Láser VIS4044 VISTRONICA

**Ilustración 12. Descripción de materiales en el video tutorial. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=jqvDp6ubCXE&t=4s>**

- **Ensamble:** en esta etapa, el ingeniero electrónico pasante, inicia el ensamble de la VIS4044, con cada una de las piezas y materiales anteriormente mencionados, para una mayor comprensión se explica paso por paso y se enfoca cada uno de los componentes que se requieren en cada circunstancia específica de ensamble.



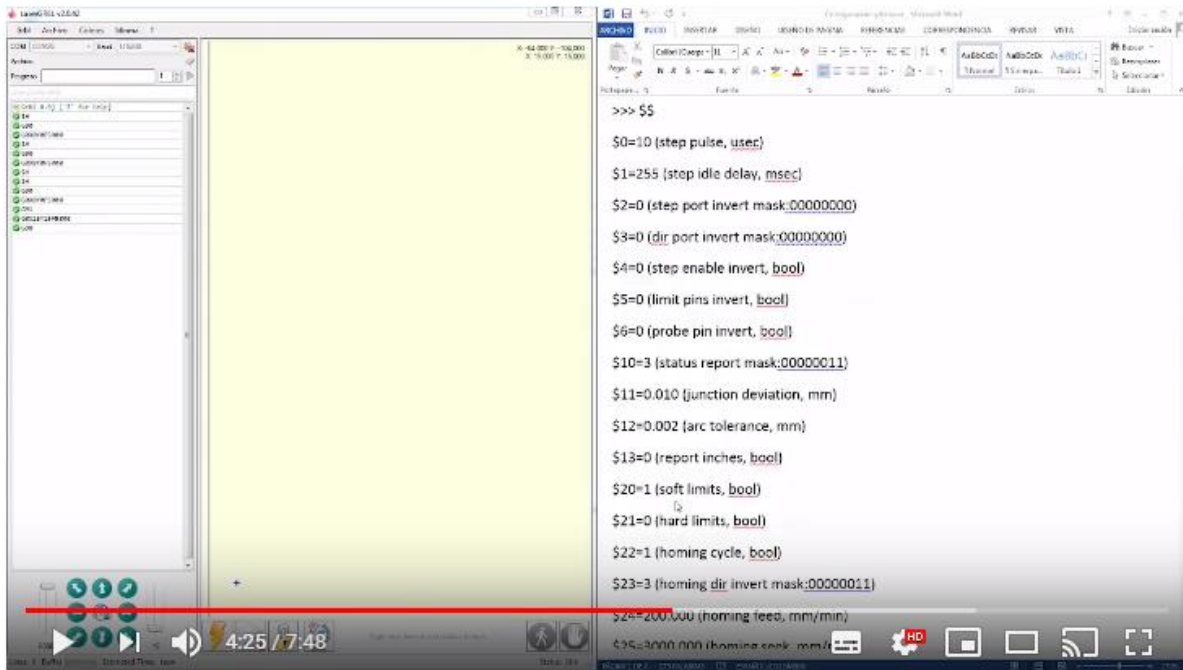
Ensamble Grabador Láser VIS4044 VISTRONICA

Ilustración 13. Proceso de ensamblado en video tutorial. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=jqvDp6ubCXE&t=4s>

- **Culminación:** en esta etapa el ingeniero electrónico pasante, da por terminado el ensamble de la VIS4044. Mencionando además la marca de la empresa en convenio.

### 2.3.2. Calibración Grabador Láser VIS4044 VISTRONICA

En dicho video se muestra el proceso mediante el cual se lleva la maquina a valores iniciales con ayuda del software ARDUINO, en donde se modifican los valores existentes en la máquina comparándolos con los programados inicialmente.



## Calibración Grabador Láser VIS4044 VISTRONICA

Ilustración 14. Ejemplo de calibración mencionada en video tutorial. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=RumDDnlqJhA>

## 2.4. Apoyo a los proyectos de la empresa.

A modo de ejemplo, se toman tres diseños de circuitos realizados y probados durante el acompañamiento en la empresa, un inversor DC/AC, convertor DC-DC y un inversor en topología puente completo.

### 2.4.1. Inversor DC/AC en topología PushPull.

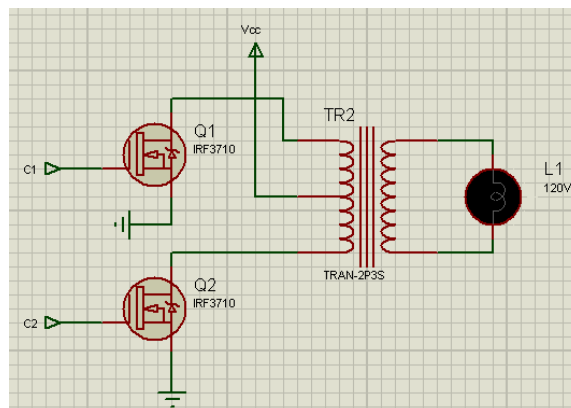


Ilustración 15. Diseño circuito inversor DC/AC. Elaborada por el autor.

Para el funcionamiento de este inversor es necesario desarrollar una etapa que controla cada uno de los interruptores y así poder generar una señal AC en el devanado secundario del transformador.

Se usó el encapsulado SG3525 para generar las señales de control. Al ajustar su configuración, es capaz de proporcionar dos señales PWM desfasadas 180 grados, con una amplitud de 12VDC; además, puede suministrar un tiempo muerto en el sistema, lo que lo hace muy útil en este tipo de aplicaciones debido a la conmutación de cada uno de los mosfets utilizados, evitando de esta manera cortos en la fuente de alimentación  $V_{CC}$ .

El circuito simulado que se usó como configuración para el modulador SG3525 fue el siguiente:

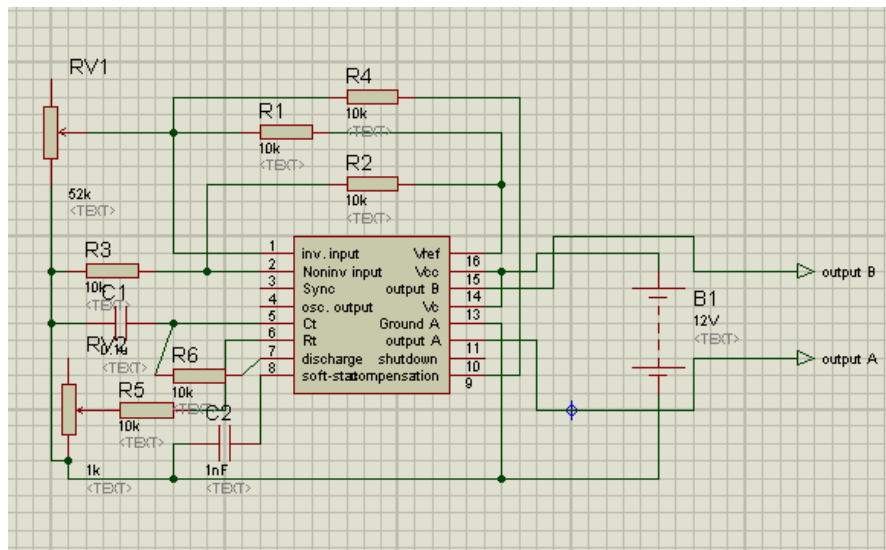


Ilustración 16. Simulación circuito inversor DC/AC. Elaborada por el autor.

Usando esta configuración en el SG3525 se obtienen dos señales PWM desfasadas 180°, las cuales, con ayuda de los potenciómetros, se puede modificar tanto el ciclo útil de cada una de las señales; como la frecuencia a la que se desea trabajar.



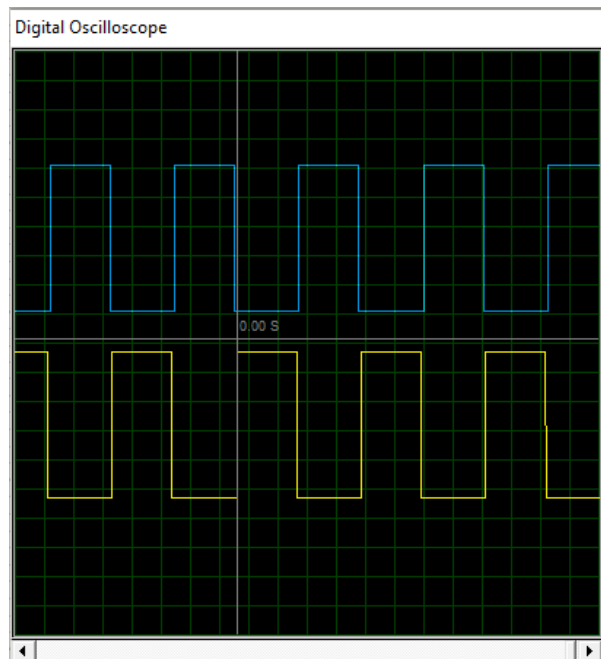


Ilustración 17. Señales de salida observadas en el simulador. Elaborada por el autor.

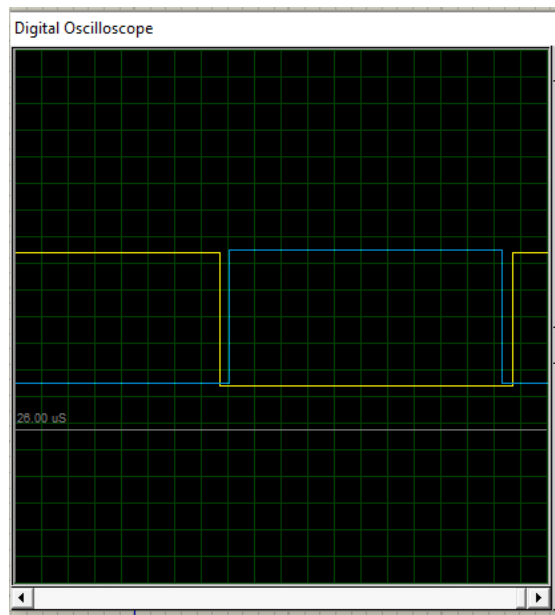
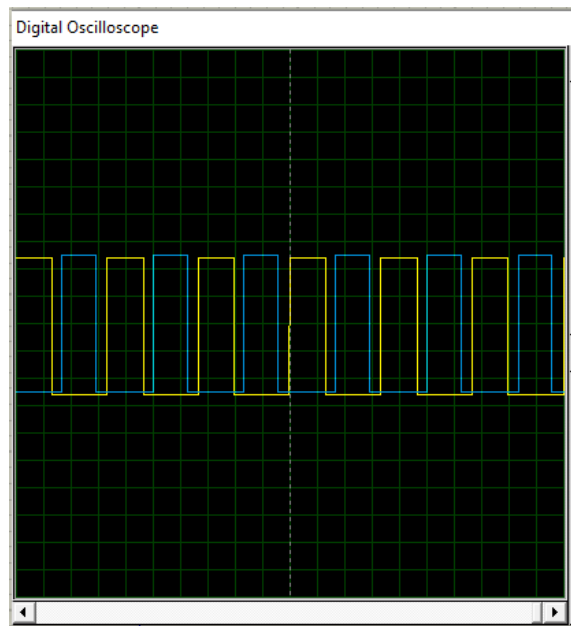


Ilustración 18. Señal "punto muerto" observadas en el simulador. Elaborada por el autor.

Para obtener las mejores respuestas en el circuito, se decidió trabajar a una frecuencia de 20 KHz y un ciclo útil de aproximadamente 45%.

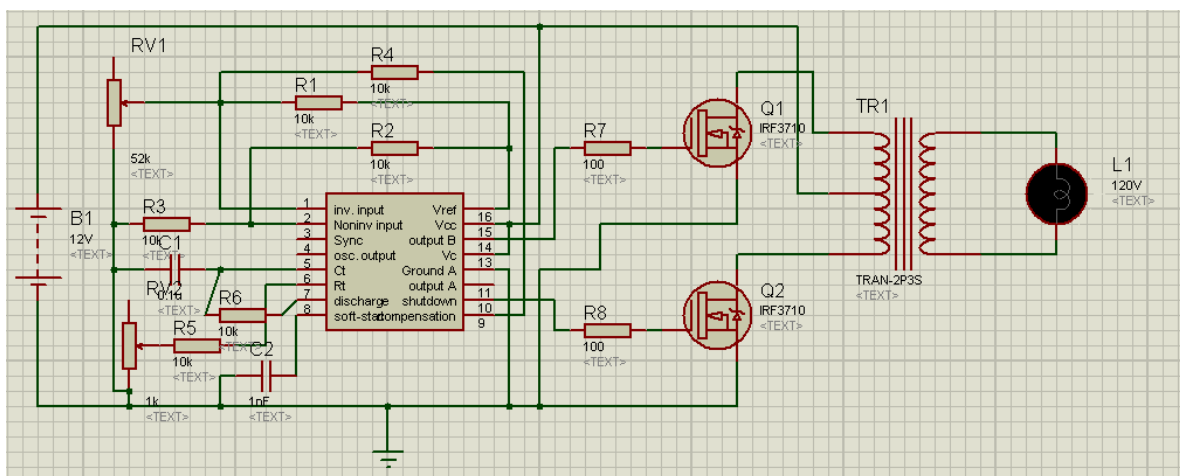


**Ilustración 19.** Señales de “frecuencia y ciclo útil” observadas en el simulador. Elaborada por el autor.

Para la etapa de potencia se usó el Mosfet irf3710 ya que es de fácil adquisición y cumple con las especificaciones adecuadas para las corrientes y voltajes que se manejan en este subsistema.

Se uso también un transformador con núcleo de ferrita, debido a su buena relación de tamaño y peso contra potencia; para las pruebas se usó un trasformador de 150W.

El circuito simulado que se usó en la primera etapa del proyecto para montar en el protoboard fue el siguiente:



**Ilustración 20.** Circuito simulado Inversor DC/AC topología PushPull. Elaborada por el autor.

En la anterior figura se puede observar la etapa de control usando el SG3525 y su respectiva configuración que genera las señales PWM optimas que excitan a cada uno de los Mosfet en configuración PushPull, y de esta forma crear una oscilación que termina por generar en el devanado secundario del transformador un voltaje de 120V AC con forma de onda cuadrada y una frecuencia de 20kHz.

En las pruebas de laboratorio se observa un voltaje RMS de 120V AC con forma de onda cuadrada y frecuencia de 20 KHz.



Ilustración 21. Pruebas de laboratorio inversor DC/AC. Elaborada por el autor.

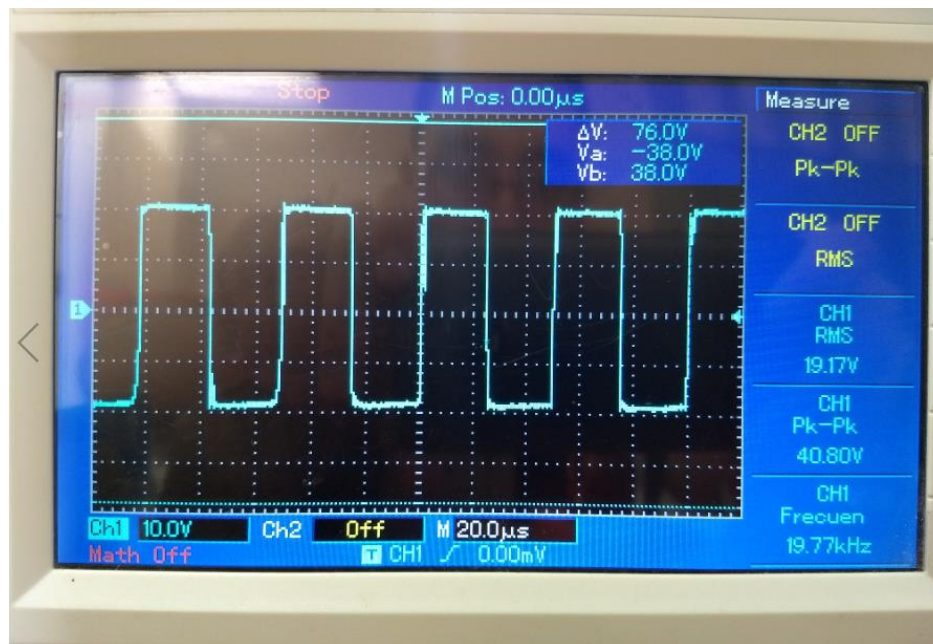


Ilustración 22. Señal de salida observada en osciloscopio. Elaborada por el autor.

## 2.4.2. Convertor DC-DC.

Teniendo la onda de salida del inversor en topología Pushpull, se hace un rectificador de onda completa con un puente de diodos y un capacitor de la siguiente manera.

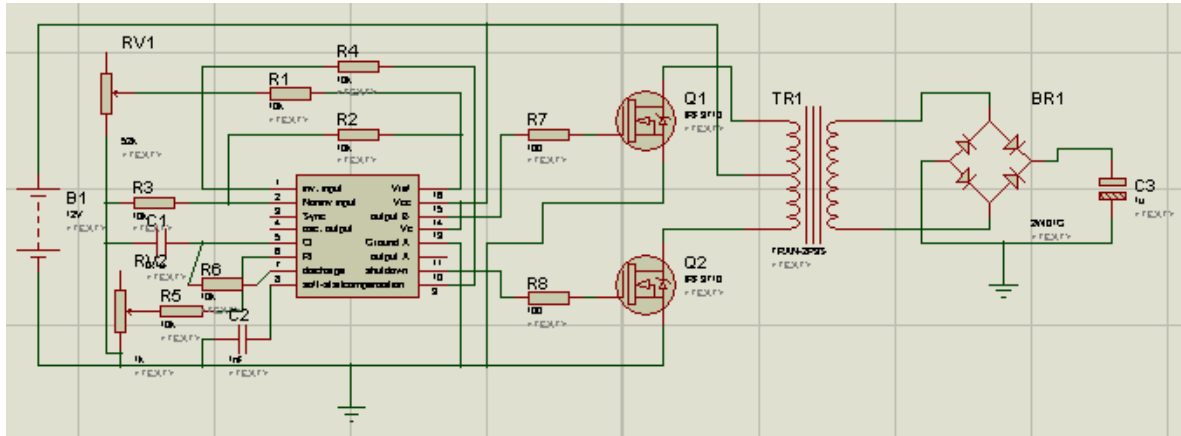


Ilustración 23. Circuito simulado para convertor DC-DC. Elaborada por el autor.

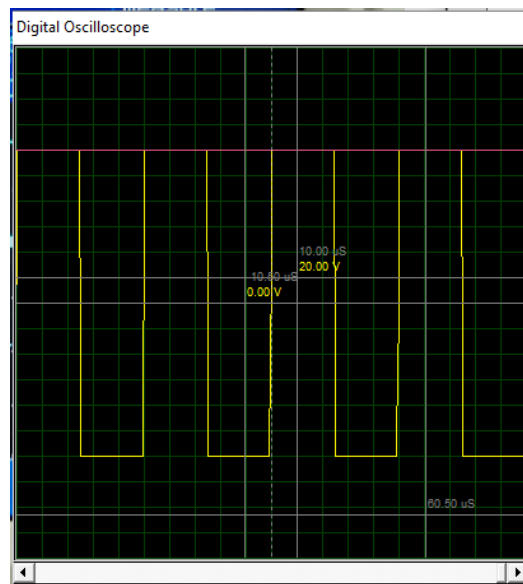


Ilustración 24. Señal de salida convertor DC-DC observada en simulador. Elaborada por el autor.

Obteniendo de esta forma una señal completamente DC con un nivel de 170V.

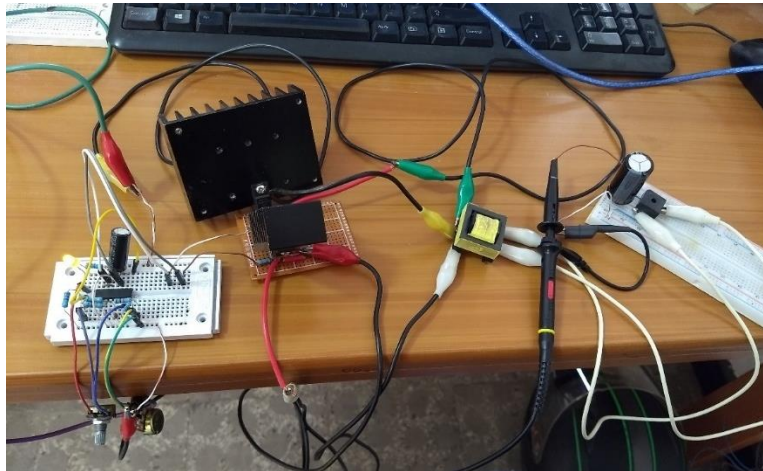


Ilustración 25. Pruebas de laboratorio Convertor DC-DC. Elaborada por el autor.

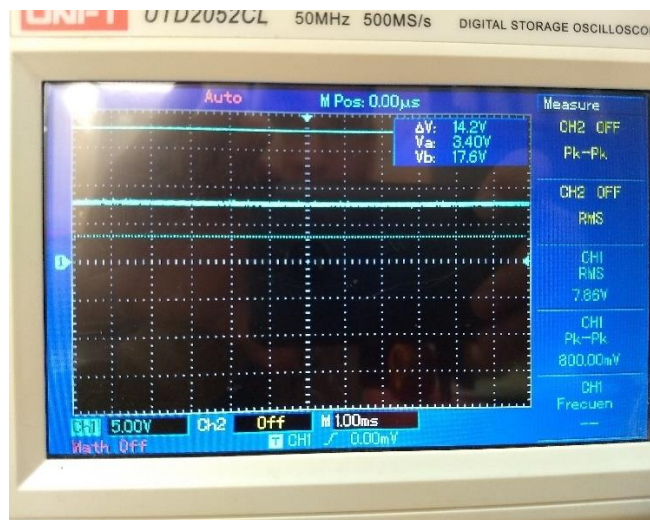


Ilustración 26. Señal de salida circuito convertor DC-DC. Elaborada por el autor.

### 2.4.3. Inversor en topología puente completo.

Se quería ofrecer un inversor con forma de onda de salida seno modificada así que se decidió usar el software Arduino y la placa Arduino Uno R3 para desarrollar el control en esta etapa.

El circuito que caracteriza al inversor en topología puente completo es el siguiente:

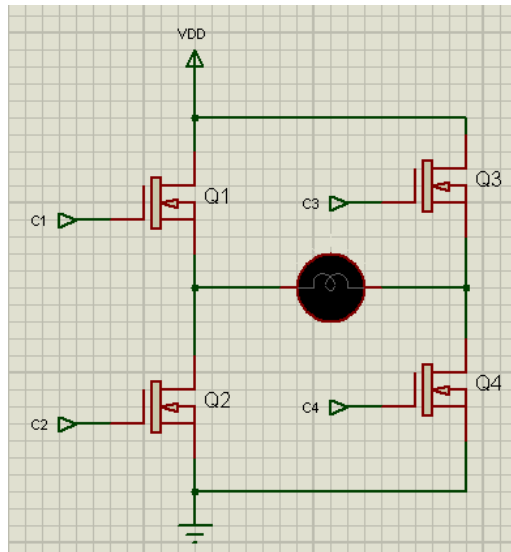


Ilustración 27. Circuito diseñado y simulado para inversor. Elaborada por el autor.

Para no ocasionar un cortocircuito en la fuente de alimentación  $V_{DD}$  es necesario que  $C_1$  y  $C_2$  tengan un desfase de 180 grados, de igual forma  $C_3$  y  $C_4$ .

Al estar en estado de conducción los mosfet  $Q_1$  y  $Q_4$  se aplica en la carga un voltaje de  $+V_{DD}$ . Cuando están conduciendo los mosfet  $Q_1$  y  $Q_3$  el voltaje en la carga será igual a 0V. Cuando están conduciendo los mosfet  $Q_2$  y  $Q_3$  se aplica un voltaje de  $-V_{DD}$  en la carga; y cuando están conduciendo los mosfet  $Q_2$  y  $Q_4$  el voltaje en la carga será de 0V.

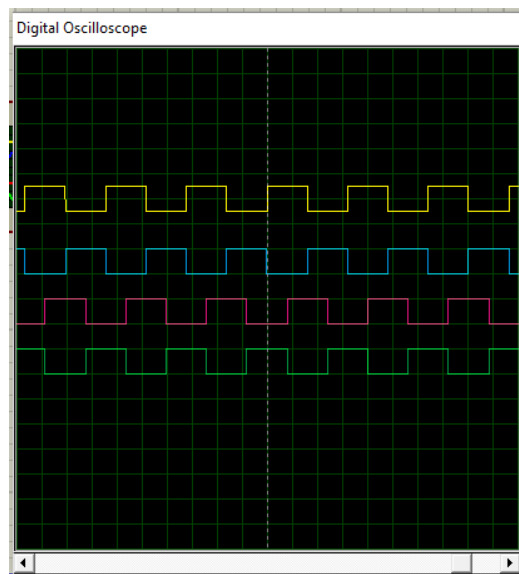


Ilustración 28. Señales de control observadas en el simulador. Elaborada por el autor.

Con estas señales de control se procedió a desarrollar la etapa de potencia. Se usaron para este caso los mosfet irfp250N, ya que soportan las características tanto de voltaje (V) como de corriente (I) que maneja este sistema.

Debido a que tanto el mosfet que está en la parte superior (Q1) como el mosfet que se encuentra en la parte inferior (Q2) deben ser excitados con pulso de amplitud 12V DC en sus terminales G (gate) y S (source), es necesario usar el driver IR2110 que se encarga de esto, usando un capacitor para crear de esta forma una tierra flotante en Q1.

La configuración que se usó para crear la tierra flotante es el siguiente:

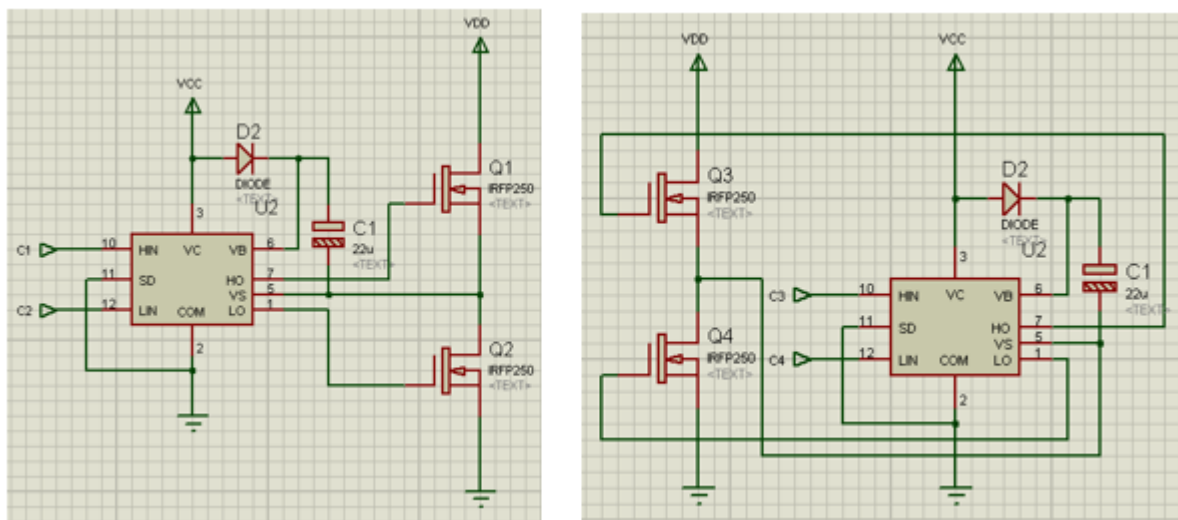


Ilustración 29. Circuito diseñado y simulado para crear la tierra flotante. Elaborada por el autor.

En donde  $C_1$  y  $C_3$  son las señales de control para los mosfet de la parte superior;  $C_2$  y  $C_4$  las señal de control para los mosfet de la parte inferior;  $V_{CC}$  es la alimentación del IR2110, para este caso 12V DC y  $V_{DD}$  es el nivel DC que proporciona el convertidor DC/DC anteriormente desarrollado (170V DC).

El circuito simulado que se usó para el inversor en topología puente completo es el siguiente.

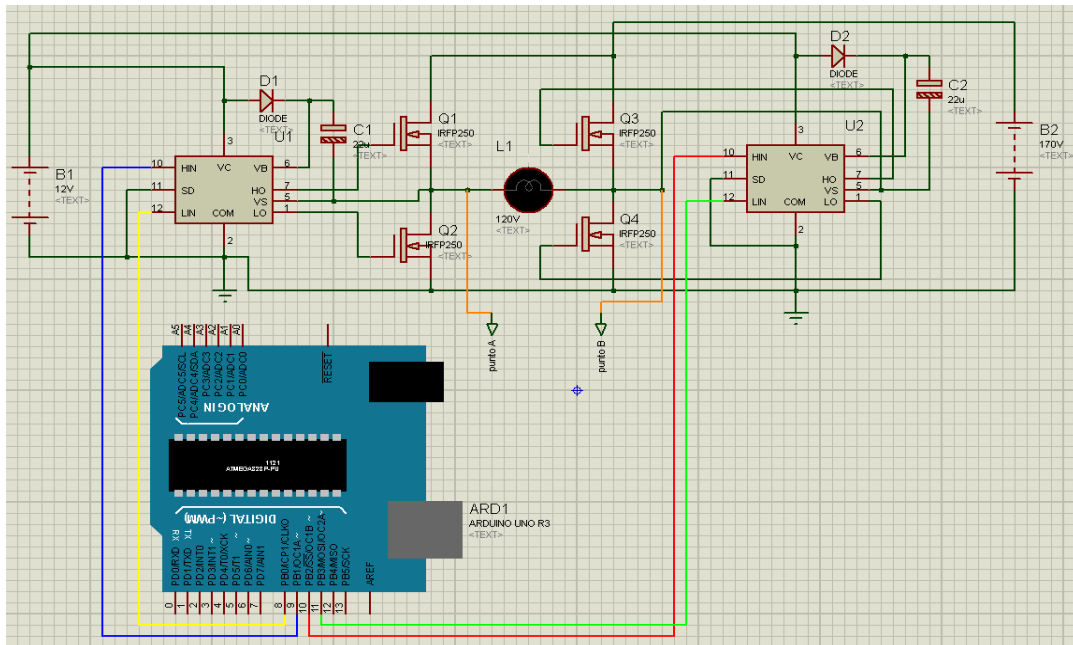


Ilustración 30. Circuito completo simulado para inversor. Elaborada por el autor.

Los resultados que se obtuvieron en la simulación fueron los siguientes, señales tomadas del punto A y del punto B de la figura anterior, referenciadas a tierra, y se observan dos señales DC con una amplitud de 170 V y un desfase de aproximadamente 90 grados.

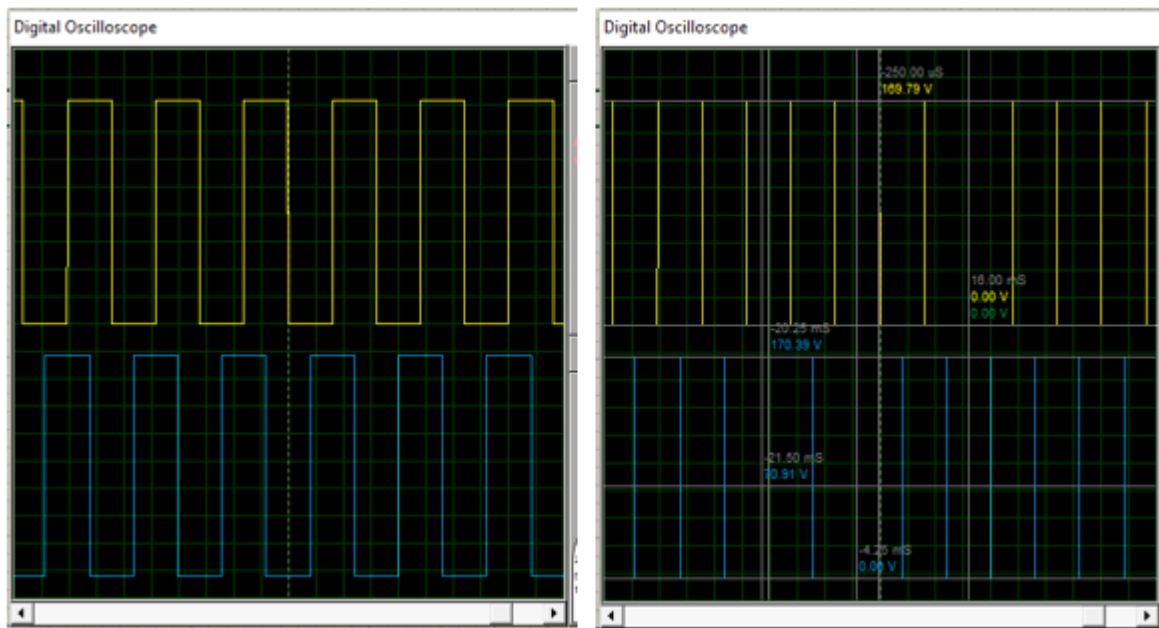


Ilustración 31. Señales de salida observadas en el simulador. Elaborada por el autor.



La siguiente figura muestra el voltaje aplicado en la carga del circuito expuesto en la figura 23, y se observa una onda seno modificada con un voltaje pico de 170 V (120 V RMS aprox.) y una frecuencia de aproximadamente 60 Hz.

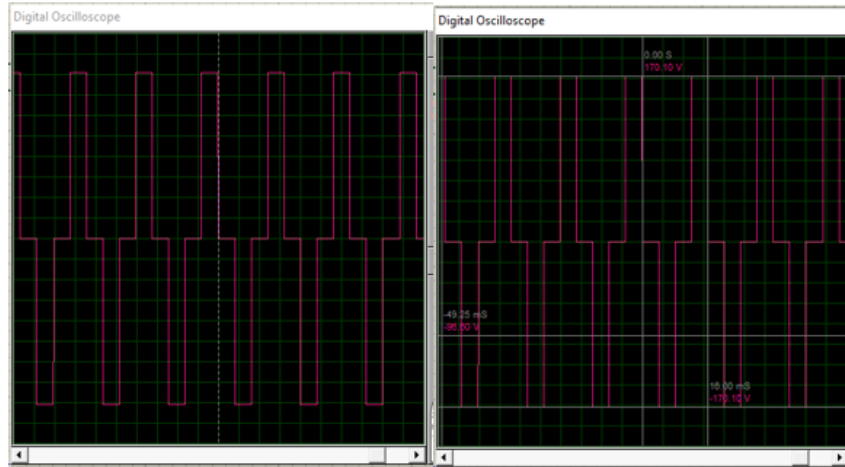


Ilustración 32. Señal del voltaje en la carga, observada en el simulador. Elaborada por el autor.

Finalmente se acoplaron las etapas anteriormente expuestas como se muestra en el siguiente esquemático.

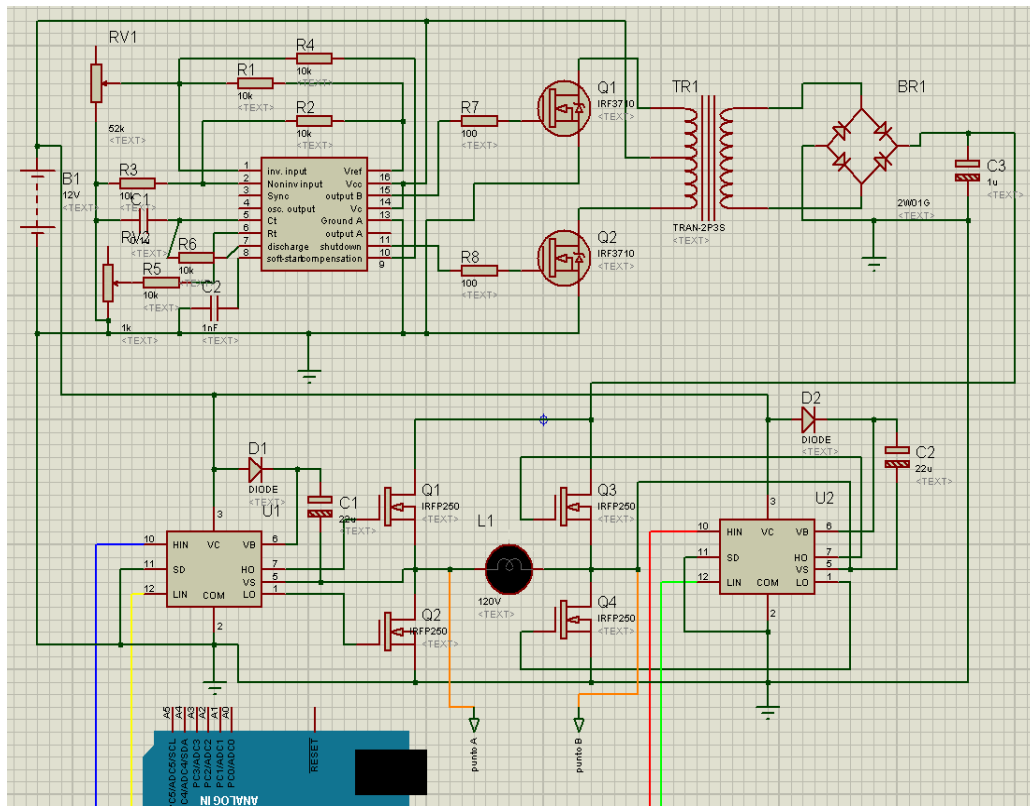


Ilustración 33. Circuito prototipo para inversor. Elaborada por el autor.

Los resultados que se obtuvieron en las pruebas de laboratorio se muestran a continuación.

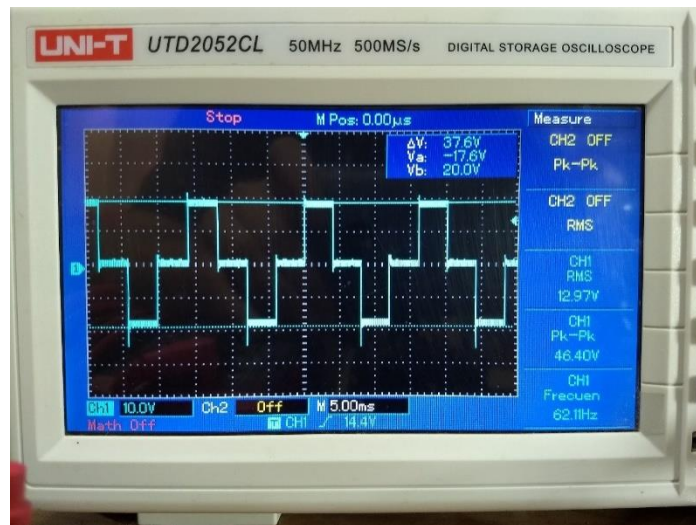


Ilustración 34. Señal de salida para circuito de inversor implementado. Elaborada por el autor.



Ilustración 35. Pruebas de laboratorio para circuito inversor. Elaborada por el autor.

### 3. Conclusiones

---

Si bien Vistrónica es una empresa relativamente joven, se puede palpar la fortaleza en su estructura organizacional, pues se observan mejoras en procesos específicos concernientes a este aspecto; un ejemplo claro de ello es el sistema de gestión de información que ya están funcionando, conformado por las plataformas ODOO y GITLAB, herramientas que no sólo facilitan la organización en la labor diaria de cada participante, sino que consolida un repositorio importante con los activos de la empresa; proceso que ayuda en la búsqueda y permanencia de estándares de calidad, que no sólo se ven reflejados en los productos vendidos sino en el desarrollo de proyectos.

Aunque aún no se cuenta con una mención especial que certifique la calidad del producto ofertado y no se tenga estructurado aún un Sistema de Gestión de calidad, la empresa se ha preocupado por realizar las pruebas técnicas necesarias según el tipo de dispositivo y por entregar al cliente productos con la calidad especificada y descrita a través de su página WEB, lo que ha ayudado a mantener la confianza del cliente y posición frente a otras empresas del mismo sector.

Ya que la empresa no sólo se dedica a la venta de dispositivos comprados a proveedores en diferentes partes del mundo, sino que cuenta con un área de desarrollo con ingenieros dedicados específicamente a estas labores, el tiempo de pasantía se convierte en un completo aprendizaje, pues se refuerza la temática estudiada en los diferentes cursos y, se adquieren nuevos saberes no sólo concernientes a la materia, sino enseñanzas que ubican al estudiante en un aspecto del mundo productivo real y actual.

En el diseño del prototipo inversor DC/AC de 1000W se buscaba desarrollar un producto con el fin de optimizar tanto el tamaño como el peso del mismo, pero no fue posible la realización de pruebas rigurosas, debido a la poca oferta y difícil adquisición de los transformadores con núcleo de ferrita.

Es importante que Vistrónica SAS adopte las recomendaciones de la norma ISO 9001 ya que se enfoca en la mejora continua de los procesos internos de la empresa, además de satisfacer las necesidades del cliente; pero de igual manera, sería una muy buena decisión acoger algunos ítems establecidos en la norma ISO 14001, los cuales buscan una armonía entre el medio ambiente, la sociedad y la economía.

# Bibliografía

- [1] ICONTEC INTERNACIONAL., «NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO 9001,» 23 SEPTIEMBRE 2015. [En línea]. Available: [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Sobre%20el%20Ministerio/Sistemas-de-Gestion/NTC\\_ISO\\_9001\\_2015.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Sobre%20el%20Ministerio/Sistemas-de-Gestion/NTC_ISO_9001_2015.pdf). [Último acceso: 13 04 2019].
- [2] KEYENCE CORPORATION, «[www.keyence.com.mx](http://www.keyence.com.mx),» [En línea]. Available: [https://www.keyence.com.mx/ss/products/marketing/traceability/law\\_basic.jsp](https://www.keyence.com.mx/ss/products/marketing/traceability/law_basic.jsp). [Último acceso: 13 04 2019].
- [3] ALDELTA Innovación y tecnología., «[www.aldelta.com.co](http://www.aldelta.com.co),» [En línea]. Available: <https://www.aldelta.com.co/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/normas-pcb-y-electronica/>. [Último acceso: 23 05 2019].
- [4] IPC ASSOCIATION CONNECTING ELECTRONICS INDUSTRIES, «IPC-A-610 Aceptabilidad de ensamblajes electrónicos,» 2000.
- [5] odoo, «[www.odoo.com](http://www.odoo.com),» [En línea]. Available: [https://www.odoo.com/es\\_ES/page/project-management](https://www.odoo.com/es_ES/page/project-management). [Último acceso: 01 06 2019].
- [6] M. Nieva, «<https://platzi.com>,» [En línea]. Available: <https://platzi.com/blog/que-es-gitlab/>. [Último acceso: 31 5 2019].

Anexo 1.

Formato implementación ISO 9001 en proyectos desarrollo.

Proyecto.	<b>Pruebas de calidad técnica realizadas al producto final</b>
Planificar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo: realizar pruebas en productos importados verificando el correcto funcionamiento del componente.</li> <li>• Proceso: llevar al límite los productos, aplicando los valores máximos de corrientes y voltajes que proporcionaban las hojas de datos.</li> <li>• Recursos: fuente de poder, cargas resistivas, cargas inductivas, cautín, estaño, multímetro.</li> <li>• Resultado: productos ofertados en correcto funcionamiento.</li> </ul>
Hacer	Testeo a cada producto importado.
Verificar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separar los productos que no funcionan correctamente.</li> </ul>
Actuar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intentar corregir errores de fabrica en productos importados.</li> <li>• Desechar productos que definitivamente no pueden llegar a tener un correcto funcionamiento.</li> </ul>

Proyecto.	<b>Manual de funciones y características técnicas de un Grabador láser referencia VIS4044</b>
Planificar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo: desarrollar un video tutorial que sirva de guía para los clientes de vistronicasas que adquieran un grabador laser VIS4044.</li> <li>• Proceso: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Redacción del libreto explicando cada uno de los pasos en el ensamble de la maquina referenciada.</li> <li>○ Grabación del ensamble de la maquina explicado paso a paso.</li> <li>○ Edición de las tomas recolectadas.</li> <li>○ Subida del video terminado a la plataforma YouTube</li> </ul> </li> <li>• Recursos: Cámaras de video profesionales, cuarto adecuado con iluminación y la acústica conveniente, componentes de la maquina de grabado laser VIS4044, herramienta necesaria para el armado de la máquina.</li> <li>• Resultado: Video tutorial en la plataforma YouTube</li> </ul>
Hacer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grabación de las tomas ensamblando la máquina.</li> <li>• Grabación del audio del video.</li> <li>• Edición y subida del video a YouTube</li> </ul>
Verificar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar cada una de las tomas realizadas</li> </ul>
Actuar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar de nuevo grabaciones a tomas en donde se encontraban errores.</li> </ul>

Proyecto.	<b>Prototipo inversor DC/AC 1000W</b>
Planificar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo: desarrollar el prototipo de un inversor DC/AC 1000W, optimizando el tamaño y el peso de este.</li> <li>• Proceso: diseño de etapa de control y de potencia de cada subproyecto (inversor topología pushpull, convertor dc/dc e inversor topología puente completo).</li> <li>• Recursos: transistores de potencia IRF 3710, transformadores con núcleo de ferrita 150W, fuente de poder 15 A, potenciómetros, capacitores, resistencias, sg3525, carga resistiva, multímetro, osciloscopio, puente de diodos, drivers IR2110, diodos, transistores irfp250.</li> <li>• Resultado: inversor 1000 W</li> </ul>
Hacer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo etapa de control y etapa de potencia inversor DC/AC topología pushpull.</li> <li>• Desarrollo convertor DC/DC.</li> <li>• Desarrollo inversor topología puente completo.</li> <li>• Acople de los subproyectos y pruebas de rendimiento del prototipo inversor DC/AC.</li> </ul>
Verificar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de rendimiento al inversor en topología pushpull</li> <li>• Pruebas de rendimiento convertor DC/DC.</li> <li>• Pruebas de rendimiento inversor topología puente completo.</li> </ul>

## Anexo 2.

En el siguiente cuadro se muestran las actividades propuestas en el acta protocolaria; y el tiempo en meses dedicado a dichas actividades.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Análisis de las normas vigentes de control de calidad a productos electrónicos en el país y de los tipos de control de calidad que existen.	X	X						
Determinar el tipo de control de calidad que se va a aplicar a los productos de la empresa			X					
Realizar el control de calidad a los productos nuevos de la empresa.	X	X	X	X	X	X	X	X
Realizar el manual de funciones y características técnicas de los productos nuevos.								X
Realizar el diseño grafico de los productos de la empresa.								
Apoyar los proyectos que se desarrollan en la empresa	X	X	X	X	X	X	X	X

La actividad “realizar el diseño grafico de los productos de la empresa” no fue posible llevar a cabo en ninguno de los meses en los que se desarrolló la pasantía, debido a que vistronica no pudo solucionar algunos inconvenientes de licencias en el software utilizado.