

**INFORME DE ACTIVIDADES DE INGENIERÍA DESARROLLADAS COMO
PASANTE EN LA CLINICA BELEN DE FUSAGASUGA.**

PROYECTO

**“DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO Y REPOTENCIACIÓN EN EQUIPOS
BIOMÉDICOS DE CENTRIFUGACIÓN DE LABORATORIO DE LA CLÍNICA
BELÉN DE FUSAGASUGA”**

ANGIE MELISSA MUÑOZ PACHON

INFORME DE PASANTIA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA ELECTRONICA

FUSAGASUGA

2018

INFORME DE ACTIVIDADES DE INGENIERÍA DESARROLLADAS COMO PASANTE EN LA CLINICA BELEN DE FUSAGASUGA.

PROYECTO

“DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO Y REPOTENCIACIÓN EN EQUIPOS BIOMÉDICOS DE CENTRIFUGACIÓN DE LABORATORIO DE LA CLÍNICA BELÉN DE FUSAGASUGA”

ANGIE MELISSA MUÑOZ PACHON

Documento presentado como trabajo de grado modalidad Pasantía para optar al título de Ingeniero Electrónico

Director de Pasantía Clínica Belén de Fusagasugá

JOHANA GUTIERREZ

Ingeniero Biomédico

Director de Pasantía Universidad de Cundinamarca

ISMAEL ROA LENGUADO

Ingeniero electrónico

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA ELECTRONICA

FUSAGASUGA

2018

DEDICATORIA

Le dedico este triunfo a mi familia que siempre estuvo hay para apoyarme cuando más lo necesitaba, en especial a mis padres por darme fuerza y no dejarme caer. A mis profesores y compañeros que me acompañaron en el transcurso de toda la carrera, en especial a mi compañera de pasantías. Le doy gracias a Dios por permitirme cumplir con una de mis más grandes metas.

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT.....	10
RESUMEN.....	12
INTRODUCCION.....	14
1 EL PROBLEMA.....	16
1.1 Descripción del problema.....	16
1.2 Planteamiento del problema.....	17
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 El objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4 Alcances y limitaciones.....	19
2 MARCO REFERENCIAL.....	20
2.1 Clínica Belén de Fusagasugá.....	20
2.2 Marco legal.....	22
2.3 Marco conceptual.....	23
2.3.1 Electromedicina.....	23

2.3.2	Dispositivo médico	24
2.3.3	Clasificación de los dispositivos	24
2.3.4	Centrifuga.....	25
2.3.5	Propósito de la centrífuga	26
2.3.6	Partes de la centrifuga	26
3	DISEÑO METODOLOGICO	30
3.1	Diagnóstico de centrifugas pertenecientes a la Clínica.....	30
3.1.1	BIORED- LW scientific	31
3.1.2	SCIENTIFIC- 80-2B.....	34
3.1.3	Biocare 800D	36
3.2	Mantenimiento correctivo.....	38
3.2.1	BIORED- LW scientific	39
3.2.2	HETTICH EBA 20.....	43
3.3	Mantenimiento preventivo.....	45
3.4	Repotenciación	49
3.4.1	Determinación del tipo de repotenciación	50
3.4.2	Diseño del temporizador	50

3.4.3	Programación del prototipo	53
3.4.4	Pruebas del temporizador con el sistema de la centrifuga	56
3.4.5	Reensamble del equipo repotenciado	58
3.4.6	Pruebas de la centrifuga repotenciada	60
4	ANALISIS DE RESULTADOS	61
5	ACTIVIDADES TIPO INGENIERIL	64
6	CONCLUSIONES	66
	ANEXO 1	70
	ANEXO 2	71
	ANEXO 3	72
	ANEXO 4	74
	ANEXO 5	75
	ANEXO 6	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Árbol del problema. Fuente: elaboración propia.	17
Figura 2	Instalaciones de la Clínica Belén de Fusagasugá fuente: Pagina web de la entidad	20
Figura 3	Logotipo de la Clínica Belén de Fusagasugá. Fuente: Pagina web de la entidad	22
Figura 4	Partes de la centrifuga. Fuente: (Organization, 2008)	27
Figura 5	Metodología del proyecto. Fuente: elaboración propia	30
Figura 6	Centrifuga Biored LW Scientific. Fuente: elaboración propia.....	31
Figura 7	Fases diagnostico centrifuga Biored. Fuente: Elaboración propia	32
Figura 8	Diagrama control centrifuga Biored. Fuente: elaboración Propia.....	33
Figura 9	Motor Centrifuga Biored. Fuente: Elaboración propia	33
Figura 10	Centrifuga SCIENTIFIC- 80-2B. Fuente: elaboración propia	34
Figura 11	Parte interna de la centrifuga Scientif 80-2B. Fuente: elaboración propia	36
Figura 12	Biocare 800D	36
Figura 13	Mantenimiento Correctivo. Fuente: elaboración propia.....	38
Figura 14	Escobillas, centrifuga LW scientific. Fuente: Elaboración propia	40

Figura 15 Posición de encoder en el sensor de herradura. Fuente: elaboración propia.....	41
Figura 16 Residuos de vidrios encontrados en soporte de muestras	42
Figura 17 Daño en sensor de herradura centrífuga Biored. Fuente: elaboración propia	43
Figura 18 Centrífuga HETTICH EBA 20. Fuente: Elaboración propia.....	43
Figura 19 Mantenimiento correctivo. Centrífuga HETTICH EBA20. Fuente: elaboración propia.	45
Figura 20 Proceso del mantenimiento preventivo. Fuente: elaboración propia	47
Figura 21 Fases repotenciación centrífuga SCIENTIFIC- 80-2B.....	50
Figura 22 Arduino Nano. Fuente: (Arduino, 2018)	51
Figura 23 LCD 16*2 Backlight Azul. Fuente: (Vistronica, 2016).....	52
Figura 24 Relé de 1 canal. Fuente: (Vistronica, 2016).....	52
Figura 25 Diagrama de flujo del programa a implementar. Fuente: Elaboración propia.....	55
Figura 26 Prueba de temporizador. fuente: elaboración propia	56
Figura 27 Temporizador análogo. fuente: elaboración propia.....	57
Figura 28 Prueba del temporizador con la centrífuga. Fuente: elaboración propia	57
Figura 29 Ajustes al equipo para la instalación del temporizador digital. Fuente: Elaboración propia	58

Figura 30 Control del temporizador. Fuente: Elaboración propia.....	59
Figura 31 Centrifuga repotenciada. Fuente: elaboración propia.	59
Figura 32 Muestras de sangre. A) Sin centrifugar. B) Centrifugadas. Fuente: Elaboración propia	60
Figura 33 Centrifuga LW Scientific. En el servicio de laboratorio clínico de la Clínica Belén. Fuente: Elaboración propia.....	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de rotor. Tomado de: (Organization, 2008)	29
Tabla 2 Características de centrifugas a diagnosticar	31
Tabla 3 Cronograma de mantenimiento. Fuente: Documentos pertenecientes al departamento de mantenimiento y equipos médicos.....	48
Tabla 4 Equipos pertenecientes al servicio de UCI. Fuente: Elaboración propia...	64

ABSTRACT

Engineering is a discipline that encompasses scientific and technological knowledge is one of the most important activities for the progress of society, through which systems that provide solutions to problems of everyday life are conceived. One branch of engineering is the electronics that has applications in different fields as it is in health which is the development, management and technical support in medical equipment, this is called electromedicine

This document aims to publicize the activities to be carried out during the internship in Bethlehem Fusagasugá Clinic to choose the title of electronics engineer, practices were conducted in the department Maintenance Physical and Medical Equipment entity. Where support to the different services that have the Clinic will be provided.

The clinical laboratory of the entity is very important for the provision of its services since it is one of the tools for diagnosing patients, this laboratory has the microbiology, hematology, urology and immunology. For most types of service analyzes must be performed separation of the components of both blood and urine, which can be performed by means of centrifugal, generated by a computer called speed centrifuge. The work done during the stage of intern will focus on diagnosis,

maintenance and upgrade of the centrifuges having Clinic, considering that only has a working computer. Finally, the results become apparent during work performed.

RESUMEN

La ingeniería es una disciplina que abarca conocimientos científicos y tecnológicos es una de las actividades más importantes para el progreso de la sociedad, por medio de la cual se conciben sistemas que brindan soluciones a problemas de la cotidianidad. Una de las ramas de la ingeniería es la electrónica que tiene aplicaciones en diferentes campos como lo es en la salud de donde resulta el desarrollo, gestión y soporte técnico en equipos médicos, esto es llamado electromedicina.

El presente documento tiene como fin dar a conocer las actividades que se van a efectuar durante la pasantía en la Clínica Belén de Fusagasugá para optar el título de ingeniero electrónico, las practicas se realizaron en el departamento Mantenimiento Físico y de Equipos Médicos de la entidad. En donde se brindará soporte técnico a los diferentes servicios que tiene la Clínica.

El laboratorio clínico de la entidad es muy importante para la prestación de sus servicios puesto que es una de las herramientas para el diagnóstico de los pacientes, este laboratorio cuenta con las áreas de microbiología, hematología, urología e inmunología. Para la mayoría de los tipos de análisis realizados en el servicio hay que realizar la separación de los componentes tanto de la sangre como de la orina, lo cual se puede realizar por medio de la velocidad centrifuga, generada

por un equipo llamado centrifuga. El trabajo realizado durante la etapa de la pasantía se centrará en el diagnóstico, mantenimiento y repotenciación de las centrifugas que tiene la Clínica, teniendo en cuenta que solo se tiene un equipo en funcionamiento. Finalmente se evidenciarán los resultados obtenidos durante el transcurso del trabajo realizado, así como otras actividades tipo ingenieril.

INTRODUCCION

La salud va de la mano con la ingeniería puesto que gracias a los avances tecnológicos cada vez es más fácil diagnosticar una enfermedad o tener un adecuado tratamiento, todo esto parte de la electromedicina ya que es la rama de la ciencia que se encarga del desarrollo, aplicación, mantenimiento y gestión de los equipos, instalaciones y accesorios médicos.

La Clínica Belén de Fusagasugá es una entidad privada que presta sus servicios en el ámbito de la salud. El laboratorio clínico es un área transversal de la Clínica pues es una de las principales herramientas para el diagnóstico de las enfermedades de un paciente.

Durante la pasantía se realizó un proyecto en el área del laboratorio clínico de la Clínica Belén, el cual se basa en la centrifugación de las muestras de laboratorio, este procedimiento cumplió la función de sedimentar los componentes ya sea de la sangre u orina.

El desarrollo del trabajo se realizó de la siguiente manera, en el capítulo 1 se describe la problemática a resolver, en el capítulo 2 se desarrolla marco referencial, en el tercer capítulo se describe la metodología que se implementó para llegar a los

resultados que se encuentran en el capítulo 4. En el capítulo 5 se encuentran las actividades desarrolladas durante la pasantía.

1 EL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El laboratorio clínico en la Clínica Belén de Fusagasugá es un área transversal que brinda sus servicios las 24 horas del día, por ende, el tiempo de trabajo de cada dispositivo es significativo, lo cual genera una gran dependencia en el buen funcionamiento de los equipos que se encuentran en el servicio para poder garantizar seguridad, exactitud y oportunidad en los resultados.

Uno de los pasos para generar un resultado confiable es la centrifugación la cual se usa en varios campos de análisis como por ejemplo el de sangre, para dividir el suero sanguíneo de los glóbulos rojos. Actualmente el laboratorio solo cuenta con un equipo capaz de cumplir con esta labor. Lo que conlleva a tener inconvenientes durante el procedimiento, ya sea por daño de esta, al tener en cuenta que no hay un aparato de reposición, como consecuencia se frena por completo la labor. Por otra parte, está la cantidad de muestras que llegan al laboratorio a diario comparado con la capacidad que tiene el servicio para centrifugarlas. Una descripción de esta problemática se puede observar en la figura 1, correspondiente al árbol de problemas.

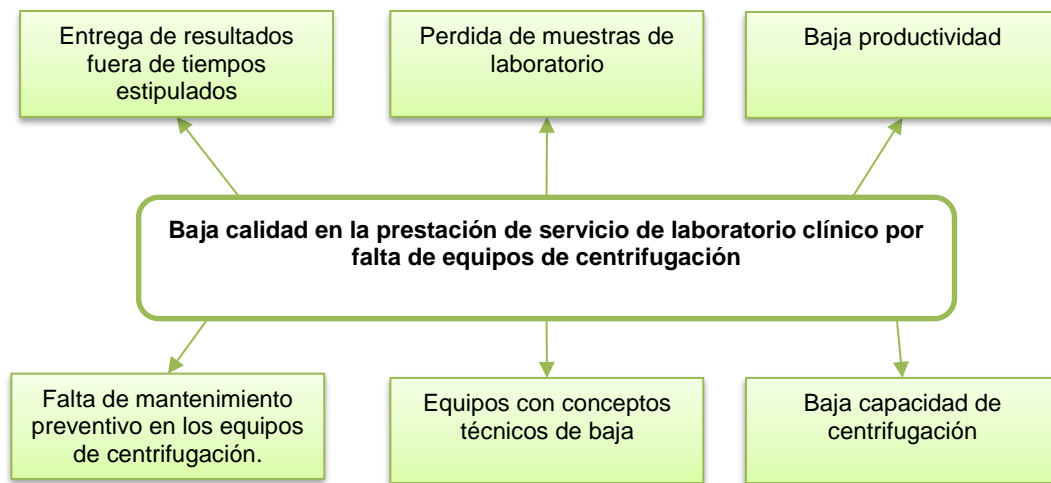


Figura 1 Árbol del problema. Fuente: elaboración propia.

1.2 Planteamiento del problema

En el año 2016 el departamento de Mantenimiento y equipos médicos saca de servicio la última centrifuga perteneciente a la Clínica Belén de Fusagasugá y la reponen con un equipo en calidad de préstamos esta es de menor capacidad de muestras por centrifugación, hasta el presente año es la única que se encuentra en servicio.

Teniendo en cuenta los largos tiempos de uso, el equipo tiende averiarse frecuentemente, al no poseer una centrifuga de respaldo, esto conlleva a generar perdidas de muestras de laboratorio, baja productividad y una entrega de resultados fuera de tiempos estipulados. Lo que baja la calidad en la prestación de servicios de laboratorio clínico por falta de equipos de centrifugación. Todo esto se debe a

que hay una baja capacidad de muestras por centrifugación, también existen equipos con concepto técnico de baja en el departamento de mantenimiento con capacidad de ser retornados al servicio. Además, no está estipulado un mantenimiento preventivo que mantenga una buena vida útil de los equipos.

¿Mediante qué actividades por medio de la ingeniería se puede optimizar el servicio de laboratorio clínico de la Clínica Belén?

1.3 Objetivos

1.3.1 El objetivo general

Realizar el diagnóstico, mantenimiento y repotenciación en equipos de centrifugación del laboratorio en la Clínica Belén de Fusagasugá.

1.3.2 Objetivos específicos

- Aumentar la capacidad de muestras por centrifugación en el laboratorio de la Clínica Belén de Fusagasugá.
- Disminuir el tiempo del proceso de centrifugación de todas las muestras que llegan a diario al laboratorio clínico.

- Reducir las pérdidas de muestras de laboratorio por hemolisis.

1.4 Alcances y limitaciones

Este proyecto tiene como fin optimizar el servicio de centrifugación de las muestras, la cual hace parte del procedimiento de algunos tipos análisis en el laboratorio en la Clínica Belén de Fusagasugá.

Como resultado del diagnóstico, se espera retornar al servicio (2) dos centrifugas de las tres (3) que se encuentran en el departamento de mantenimiento y equipos médicos. Las cuales fueron conceptuadas de baja por ingenieros a cargo del departamento anteriormente.

Uno de los dos equipos es netamente análogo, por ende, lo que se pretende es repotenciar este cambiando su tecnología en la parte de temporización de análogo a digital.

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 Clínica Belén de Fusagasugá

La Clínica Belén de Fusagasugá siendo un ente prestador de servicio en la salud de nivel de complejidad III, cuenta con los servicios de urgencias, hospitalización, consulta externa, unidad de cuidados intensivos, cirugía, imágenes diagnósticas, laboratorio clínico y apoyo terapéutico. Su sede principal se encuentra ubicada en la Transversal 12 # 17- 01 en Fusagasugá (Cundinamarca), además tiene las sedes de consulta externa Piedra Grande y Caney. Las cuales se pueden observar en la Figura 2



Figura 2 Instalaciones de la Clínica Belén de Fusagasugá fuente: Pagina web de la entidad

MISION:

“Estamos para proteger su vida, trabajando con calidad científica, compromiso, Responsabilidad y Seguridad”.

VISION:

“Seremos en el 2018 el principal centro de referencia en servicios de salud de mediana y alta complejidad, en la región del Sumapaz y reconocidos por nuestros estándares de calidad

VALORES CORPORATIVOS

- Compromiso: Capacidad del colaborador para cumplir con el desarrollo de su trabajo dentro del plazo que se le ha estipulado, con profesionalismo, responsabilidad y lealtad, poniendo su mayor esfuerzo para alcanzar los objetivos por encima de las metas esperadas y expectativas de los clientes.
- Responsabilidad: Hacer las cosas de la mejor manera, de tal forma que nunca se perjudique al otro ni a la organización; Asumir las consecuencias de nuestras palabras, acciones, decisiones y compromisos contraídos.
- Servicio: Poner al servicio del cliente y nuestros grupos de interés toda la disponibilidad, actitud y conocimiento para satisfacer sus expectativas.

- Disciplina: Respetar y seguir las normas y procedimientos procurando vivirlos por convencimiento.
- Trabajo en equipo: Unir y coordinar esfuerzos para alcanzar más y mejores resultados, basados en la sana convivencia.

LOGOTIPO:



Figura 3 Logotipo de la Clínica Belén de Fusagasugá. Fuente: Pagina web de la entidad

2.2 Marco legal

La Clínica Belén de Fusagasugá se rige bajo unas normativas. Como lo es la resolución número 1441 de 2013, emitida por el ministro de salud y protección social, en medio del cual definen la dotación que deben tener los entes prestadores de servicios de salud para la habilitación de un servicio. Y el decreto número 4725 de 2005 emitida por el ministerio de salud en el que reglamentan el régimen de

registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano

Además, en el decreto 1917 de 1994 emitido por el ministerio de salud el cual reglamenta los requisitos y condiciones técnico- sanitarias para el funcionamiento, acreditación y licenciamiento de Laboratorios Clínicos.

Y la norma técnica colombiana NTC-ISO 15189 emitida por Icontec en la cual se registran los requisitos generales para la calidad y competencia en el laboratorio clínico.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 *Electromedicina*

Es la especialidad de las ciencias de la salud que estudia y analiza el cuidado de la salud desde el punto de vista de la tecnología sanitaria. En otras palabras, consiste en la correcta planificación, aplicación y desarrollo de equipos y técnicas utilizadas en los exámenes y tratamientos médicos, así como el control de calidad de los equipos empleados y el control y prevención de los riesgos asociados. En los países anglosajones esta especialidad se la conoce como Ingeniería Clínica, aunque las funciones y atribuciones de estos profesionales pueden variar de un país a otro (García, 2008).

2.3.2 Dispositivo médico

Cualquier instrumento, aparato, utensilio, máquina, aparato, implante, reactivo para uso in vitro, software, material u otro artículo similar o relacionado, destinado por el fabricante para ser utilizado, solo o en combinación, para los seres humanos, para uno o más del propósito (s) médico (s) específico (s) de:

- diagnóstico, prevención, control, tratamiento o alivio de la enfermedad,
- diagnóstico, monitoreo, tratamiento, alivio o compensación por una lesión,
- investigación, reemplazo, modificación o apoyo de la anatomía o de un proceso fisiológico,
- apoyar o mantener la vida,
- control de la concepción
- desinfección de dispositivos médicos,
- proporcionar información mediante el examen in vitro de muestras derivadas del cuerpo humano (Asanuma, 2012).

2.3.3 Clasificación de los dispositivos

La clasificación de los dispositivos médicos realizada por el fabricante, se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico. Se deberá establecer la clasificación de los dispositivos médicos

siguiendo las reglas establecidas en el artículo 7° del decreto número 4725 DE 2005, dentro de las siguientes clases:

Clase I. Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.

Clase IIa. Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

Clase IIb. Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

Clase III. Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión (Colombia, 2005).

2.3.4 Centrifuga

La palabra centrífuga proviene de la palabra latina centrum que significa centro y de la palabra fugare que significa huir. La centrífuga está diseñada para utilizar la fuerza centrífuga que se genera en los movimientos de rotación, con el fin de separar los elementos constituyentes de una mezcla (Organization, 2008).

2.3.5 Propósito de la centrífuga

La centrífuga se ha diseñado para utilizar la fuerza centrífuga, fuerza que se genera cuando un objeto rota alrededor de un punto, para separar sólidos suspendidos en un medio líquido por sedimentación o para separar líquidos de diversa densidad. Los movimientos rotacionales permiten generar fuerzas mucho más grandes que la gravedad, en período controlados de tiempo (Organization, 2008).

En el laboratorio clínico se usa para separar los componentes sólidos de los líquidos biológicos, como lo es la sangre donde se separan los glóbulos rojos y las plaquetas

2.3.6 Partes de la centrifuga

En la figura 4 se identifican cuáles son las partes que constituyen principalmente una centrifuga:

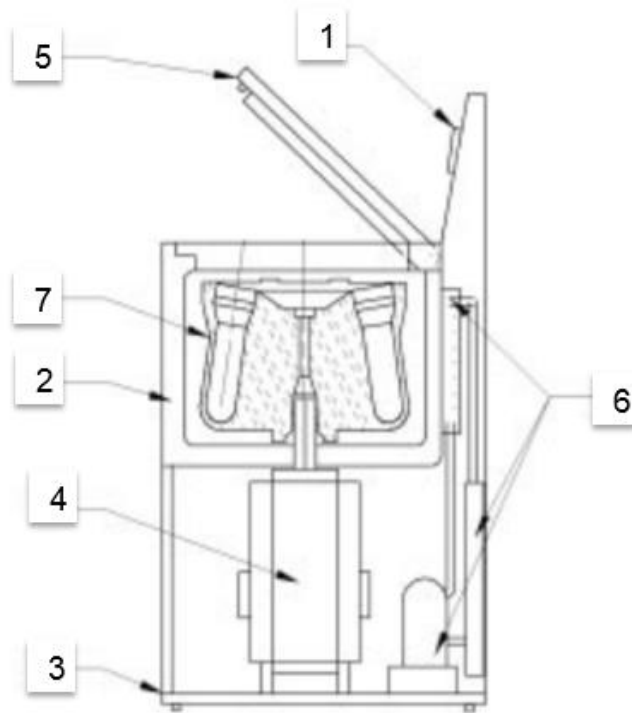

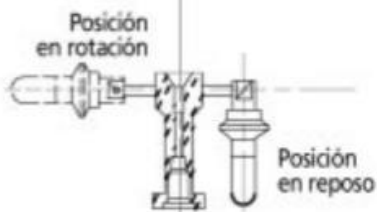
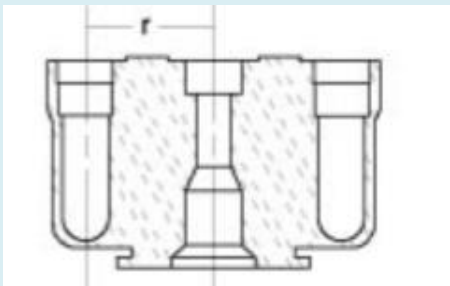


Figura 4 Partes de la centrifuga. Fuente: (Organization, 2008)

1. Panel de control, que consta de botones o perillas, por medio de cual se ingresan los parámetros de funcionamiento del equipo.
2. Cámara, espacio donde se realiza la centrifugación. Giro del rotor.
3. Base.
4. Motor AC. Las características de este dependen del tipo de centrifuga
5. Tapa de seguridad.
6. Sistema electrónico.
7. Rotor y soportes; en donde se depositan las muestras a centrifugar. En la tabla 1 se pueden observar los diferentes tipos de rotores.

TIPO DE ROTOR	CARACTERÍSTICAS	ESQUEMA TRANSVERSAL	CORTE
Rotores de ángulo fijo	<p>Son rotores de propósito general. Mantienen los tubos en un ángulo fijo $[\alpha]$ que por diseño está especificado entre los 20 y los 45 grados. Se utilizan para sedimentar partículas subcelulares. El ángulo acorta la trayectoria de las partículas y los tiempos de centrifugado, si se comparan con los rotores de cubo pivotantes.</p>		
Rotores de cubo pivotante	<p>Se utilizan para realizar estudios isopícnicos.</p>		
Rotores de tubo vertical	<p>Este tipo de rotor mantiene los tubos paralelos al eje de rotación. Así se logran obtener bandas separadas, a través del diámetro de tubo y no la longitud del tubo. Estos rotores se usan para realizar estudios isopícnicos y en algunos casos</p>		

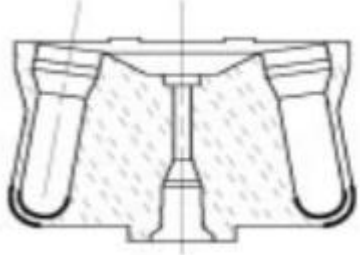
	<p>separaciones de tasa zonal, donde la reducción del tiempo de centrifugado es importante. Estos rotores utilizan tubos de diseño especial.</p>	
<p>Rotores de tubo casi vertical</p>	<p>Este tipo de rotor está diseñado para centrifugación gradiente, cuando hay componentes en la muestra que no participan en el gradiente. El ángulo pequeño de estos rotores reduce el tiempo de centrifugado, en comparación con los rotores de ángulo fijo.</p>	

Tabla 1 Tipos de rotor. Tomado de: (Organization, 2008)

3 DISEÑO METODOLOGICO

Para el desarrollo del proyecto se determinó la metodología que se observa en la figura 5, la cual está dividida en cuatro fases principales.

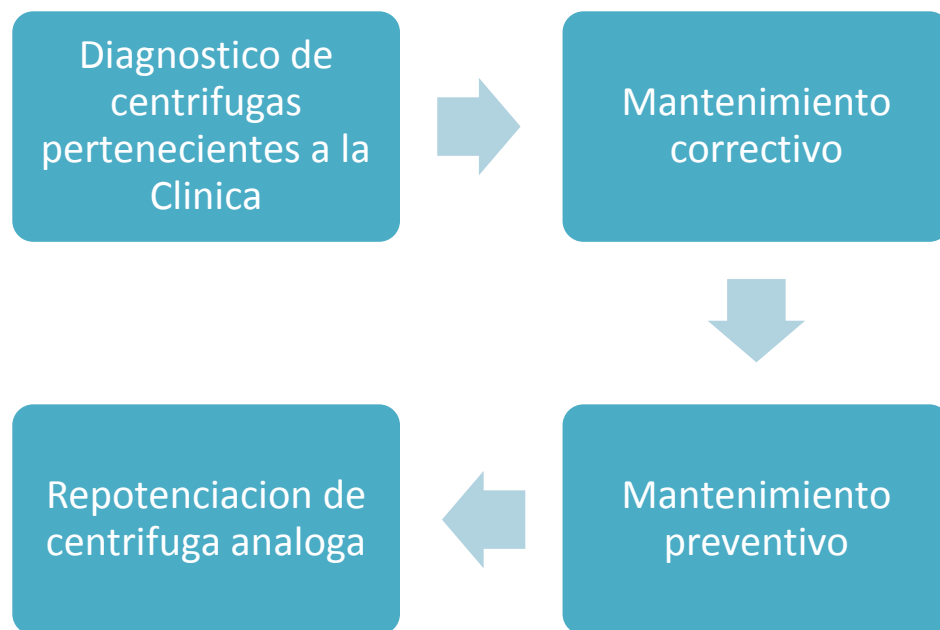


Figura 5 Metodología del proyecto. Fuente: elaboración propia

3.1 Diagnóstico de centrifugas pertenecientes a la Clínica

En el momento de iniciar las pasantías, la ingeniera a cargo del departamento dio a conocer el problema que tenían en cuanto a la falta de capacidad para centrifugar muestras en el laboratorio clínico.

La Clínica Belén posee tres (3) centrifugas en el departamento de mantenimiento. En la tabla 2 se identificarán las características de cada uno de los equipos.

MARCA	MODELO	CAPACIDAD EN TUBOS
BIORED	LW Scientific	24
SCIENTIFIC	80-2B	12
Biocare	800D	6

Tabla 2 Características de centrifugas a diagnosticar

3.1.1 BIODRED- LW scientific



Figura 6 Centrifuga Biored LW Scientific. Fuente: elaboración propia

Características técnicas:

- Tiempo de trabajo máximo 30 min
- Velocidad máxima 12000 RPM
- Capacidad 24 tubos de 75 ml

- Panel de control digital

La centrifuga Biored fue retirada del servicio del laboratorio clínico en el año 2016 por concepto técnico. En el cual determinaron que tanto la tarjeta de control como el motor no eran aptos para una readaptación.

Para el diagnóstico de este equipo se determinaron 2 fases las cuales se pueden observar en la figura 7



Figura 7 Fases diagnostico centrifuga Biored. Fuente: Elaboración propia

En la primera fase se identifica el funcionamiento principal del equipo en el cual se conoce a fondo el uso para el que está diseñada, además se determina que este equipo tiene un control digital para poder trabajar sobre los rangos de velocidad en el cual se centrifuga una muestra. En la Clínica Belén la velocidad en la que centrifugan las muestras es de 3500 RPM. En la figura 8 se observará el diagrama en el cual se determinó el modo de funcionamiento del equipo, es un control digital general. Con un sistema que determina la velocidad en la que tiene que trabajar el motor dependiendo del parámetro de entrada y la salida del sensor de herradura.

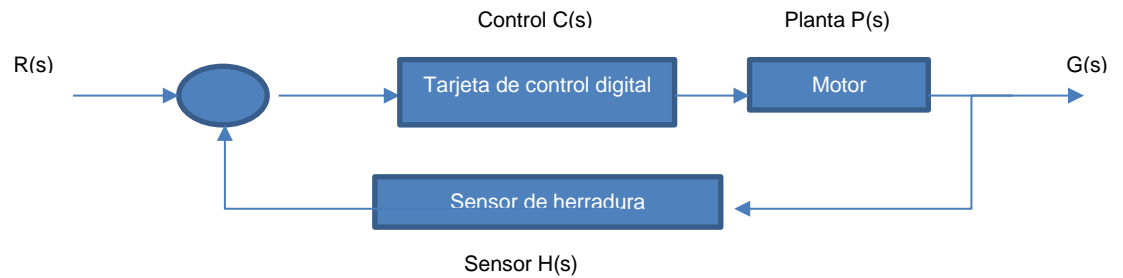


Figura 8 Diagrama control centrífuga Biored. Fuente: elaboración Propia

En la segunda fase de diagnóstico del equipo se evalúan cada uno de los componentes, midiendo continuidad y resistencia. En el momento en que se enciende el equipo se observa que el display funciona correctamente y al introducir el parámetro de temporización, no se encuentra problema alguno, pero al poner a trabajar el equipo, el motor no funciona.



Figura 9 Motor Centrífuga Biored. Fuente: Elaboración propia

Al evaluar el motor se identifica que el rodamiento de la parte superior de este se encuentra fracturado. Se hace el cambio del rodamiento, se lubrica con aceite siliconado. Además, se observa que las escobillas están muy desgastadas y es necesario su cambio. En el momento en que llegan los repuestos y se hace el cambio de estos, se enciende el equipo y como resultado el equipo funciona correctamente.

El 3 de noviembre de 2017 se entrega la centrifuga al servicio de laboratorio clínico en periodo de prueba durante un día, al ver que no tienen inconformidades con el equipo, el 8 de noviembre se hace entrega oficial de este con su respectiva hoja de vida y cronograma de mantenimiento.

3.1.2 SCIENTIFIC- 80-2B



Figura 10 Centrifuga SCIENTIFIC- 80-2B. Fuente: elaboración propia

Características técnicas:

- Tiempo de trabajo máximo 30 min
- Velocidad máxima 4000 RPM
- Capacidad 12 tubos de 20 ml
- Panel de control análogo

La centrifuga Scientific 80-2B fue conceptuada de baja y retirada del servicio de laboratorio clínico en el año 2015 por daño en tarjeta de control.

Para diagnosticar esta centrífuga se tuvo en cuenta el diagrama de circuito que se encuentra entre los documentos pertenecientes al equipo, Ver Anexo 1.

Este equipo tiene incorporada la etapa de potencia y control en la misma tarjeta y es netamente análogo.

En primera instancia se enciende el equipo y se observa que este no funciona, por ende, para identificar el daño que tiene el aparato se empieza con un seguidor de voltaje y se determina que no está entrando energía al equipo. Se miran los fusibles y se descarta el daño de estos. Al evaluar detalladamente el diagrama del circuito en comparación con la tarjeta de control y potencia se establece que hace falta un conector en la entrada del transformador de voltaje y se identifica un cable en la tarjeta conectado inadecuadamente, se hace la corrección de conexiones y se pone en marcha la centrifuga.



Figura 11 Parte interna de la centrifuga Scientif 80-2B. Fuente: elaboración propia

3.1.3 Biocare 800D



Figura 12 Biocare 800D

Características técnicas:

- Tiempo de trabajo máximo 30 min
- Velocidad máxima 4000 RPM

- Capacidad 6 tubos de 20 ml
- Panel de control análogo

La centrifuga Biocare 800D se encuentra en los equipos que era parte de la unidad renal, la cual funciono en la clínica entre los años 2012 a 2014.

En el momento de diagnosticar este equipo se verifica que este al terminar el ciclo de centrifugado, internamente se recalienta y como consecuencia de esto aumenta la temperatura de los soportes de las muestras. Al realizar pruebas con muestras de sangre. Se determina que no es apta para la función que debe cumplir dentro del laboratorio clínico, puesto que uno de los parámetros de funcionamiento es que no de aumentar el grado de las muestras centrifugadas en estas.

Se realizan adaptaciones de refrigeración, abriendo rejillas en la base del equipo. pero no tiene cambio alguno frente a los resultados obtenidos después del ciclo de centrifugación.

Al realiza una investigación sobre el funcionamiento de este equipo y se encuentra que es utilizado para centrifugar plasma rico en plaquetas el cual se usa en tratamientos estéticos que promueve la regeneración celular. Por tal razón no es de uso adecuado para la centrifugación en el laboratorio clínico

3.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se le realiza a un equipo cuando este tiene algún tipo de daño. En el diagrama de la figura 13 se describen los procesos y actividades asociadas a la gestión del mantenimiento correctivo en equipos y dispositivos médicos.

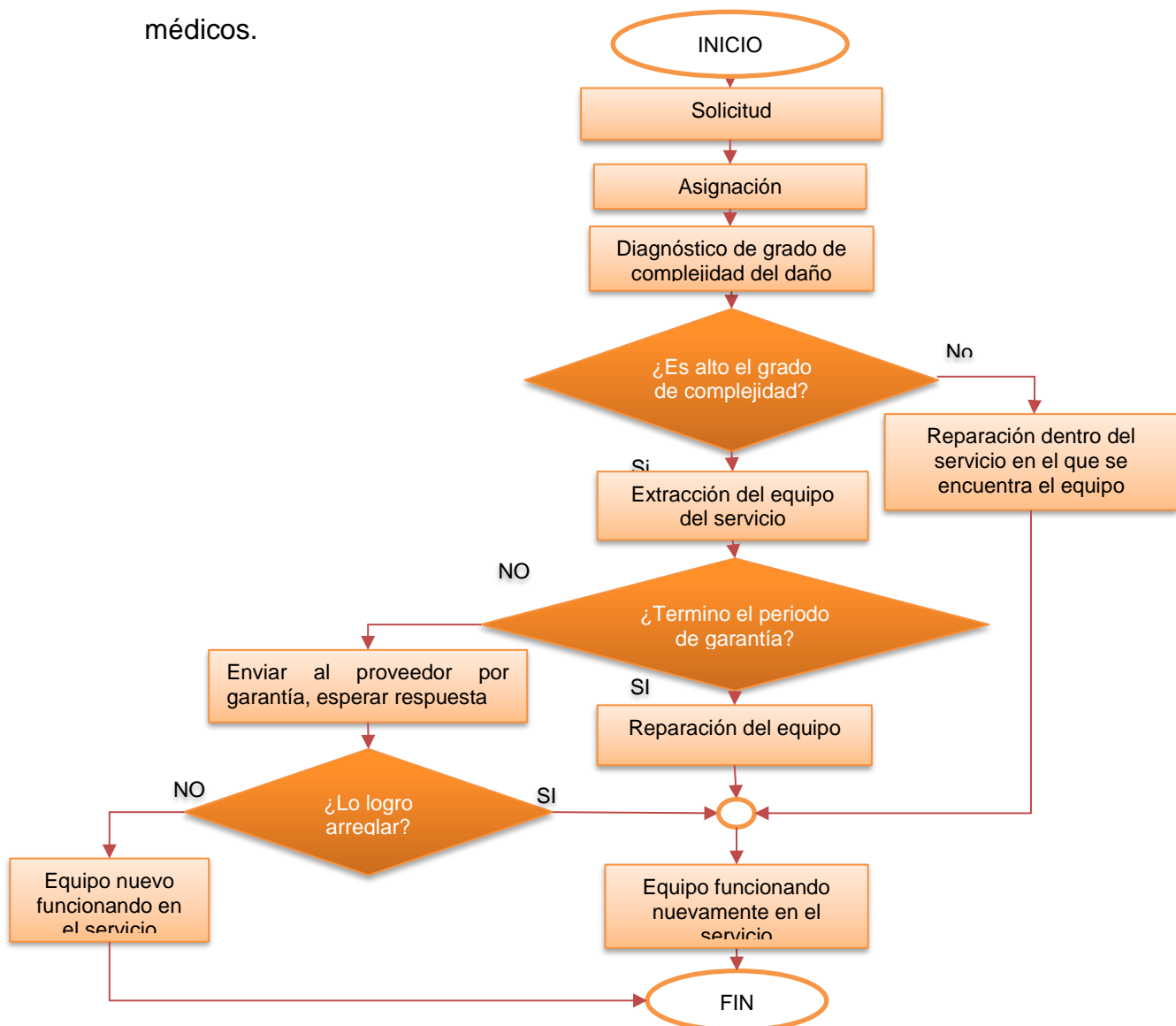


Figura 13 Mantenimiento Correctivo. Fuente: elaboración propia

- Solicitud, en primera instancia el personal asistencial tiene que realizar un formato que esta estandarizado por la institución.
- Asignación, se determina la prioridad dependiendo el servicio que está presentando la solicitud.
- Diagnóstico del grado de complejidad del daño, en el cual se determina si es alto el grado de complejidad se saca del servicio el equipo, si es todo lo contrario, se realiza la reparación dentro del mismo servicio.
- Si está terminado el periodo de garantía del equipo, la reparación la hace el personal de mantenimiento y equipo médico de la Clínica Belén
- Si aún no se ha dado por terminada la garantía, se contacta al proveedor y se envía a la fábrica con espera de respuesta y devolución del equipo o reposición de este.
- Equipo funcionando nuevamente en el servicio, el equipo ya está reparado y es óptimo para el uso en el área de la salud.

3.2.1 BIOD- LW scientific

En transcurso de la pasantía, a la centrifuga Biored LW Scientific se realizaron cuatro (4) mantenimientos correctivos en diferentes fechas.

El 17 de diciembre de 2017, informan al departamento que el proceso de centrifugación no es el adecuado. Se ingresa al servicio y se identifica que la

velocidad del motor no es el conveniente puesto que no aumenta a más de 1000 RPM la velocidad, por tal razón el equipo es retirado del servicio.

Al diagnosticar el daño que presenta la centrifuga se determina que hay que hacerle el cambio de escobillas, puesto que estas se encuentran muy desgastadas, el equipo queda en el departamento durante dos (2) días, en espera del repuesto de las escobillas, las cuales se pueden observar en la figura 14. Se hace el cambio de estas y el equipo queda funcionando correctamente, aun así, se entrega al servicio en periodo de prueba para realizar un seguimiento a su funcionamiento.



Figura 14 Escobillas, centrifuga LW scientific. Fuente: Elaboración propia

El 24 de enero del presente año, vuelven a informar que la centrifuga no está trabajando correctamente, por ende, se vuelve a retirar del servicio y efectivamente, las RPM, que se le ingresan no son las adecuadas frente a las que está generando el equipo en el momento en que funciona. Se revisa tarjeta de control y motor, se

identifica que el encoder no está en una posición óptima para una lectura adecuada del sensor de herradura, se adecua de tal manera que el encoder quede en el centro de la ranura del sensor de herradura como se puede observar en la figura 15.

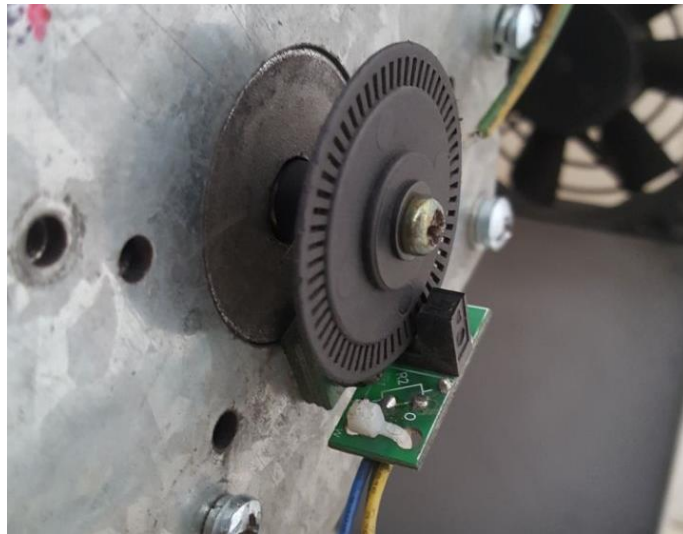


Figura 15 Posición de encoder en el sensor de herradura. Fuente: elaboración propia.

El equipo queda funcionando correctamente y entregado al servicio después de las adaptaciones realizadas.

El 13 de febrero del presente el laboratorio clínico pasa una solicitud de mantenimiento para la centrifuga donde describen la falla: " No centrifugación, ruido excesivo". Se recoge el equipo del servicio, al diagnosticar el daño se observan residuos de vidrios que corresponden a los tubos de muestras de orina como se observa en la figura 16, el problema que genera este hallazgo es desbalance del rotor y causa daños directamente en la estructura eléctrica del equipo. Se informa

al servicio para que realicen la desinfección adecuada de este. Y se procede a verificar que las partes de la centrifuga no hayan sufrido algún tipo de daño, en donde se observa que uno de los cables del motor se encuentra desoldado, determinando que ese es el inconveniente para que el equipo no funcione. Se repara el motor y se prosigue a ingresar el equipo al servicio.



Figura 16 Residuos de vidrios encontrados en soporte de muestras

El 27 de marzo del presente año vuelve la centrifuga al departamento por los mismo inconvenientes descritos anterior mente, esta vez se observan tanto residuos de vidrios como de sangre, se vuelve a informar al servicio, dando como último aviso antes de pasar informe por no realizar una desinfección adecuada. El daño que se ocasiono por mal manejo es tanto en el motor como en el sensor de herradura lo

cual se puede observar en la figura 17. Se repara e ingresa al servicio funcionando correctamente.

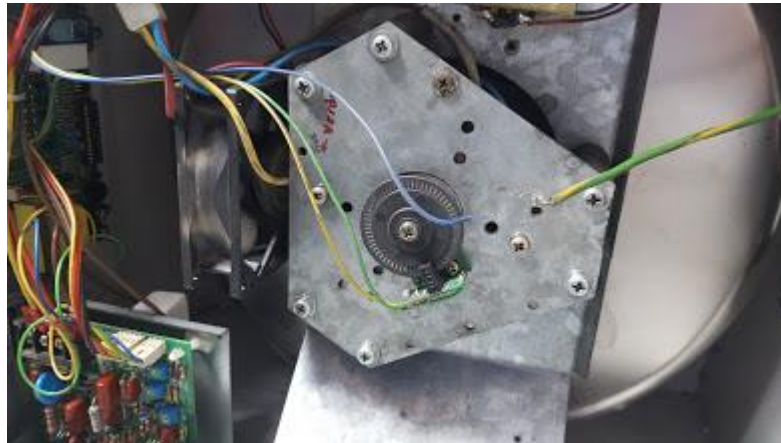


Figura 17 Daño en sensor de herradura centrifuga Biored. Fuente: elaboracion propia

3.2.2 HETTICH EBA 20



Figura 18 Centrifuga HETTICH EBA 20. Fuente: Elaboración propia

La centrifuga HETTICH EBA 20 es la única centrifuga que estuvo al servicio durante el periodo del 22 de julio de 2016 hasta el 08 de noviembre de 2017. A esta

centrífuga durante ese lapso solo se le realizaron mantenimientos correctivos, puesto que el departamento no tiene estipulado un buen plan de mantenimiento preventivo.

Características técnicas:

- Tiempo de trabajo máximo 30 min.
- Velocidad máxima 4000 RPM.
- Capacidad 8 tubos de 20 ml.
- Panel de control digital.

Esta centrífuga tiene seis (6) mantenimientos correctivos desde el momento en que se inician las pasantías en la Clínica Belén de Fusagasugá.

El 14 de noviembre de 2017 el servicio de laboratorio clínico presenta una solicitud de mantenimiento correctivo de la centrífuga anterior mente descrita, el cual dice en la descripción detallada de la falla “no hay centrifugación”. Se verifica el funcionamiento del equipo y efectivamente el motor no está respondiendo a los estímulos de los parámetros (RPM y tiempo) de entrada asignados. Al revisar el motor se identifica que el eje no rota con facilidad, esto se debe a que los rodamientos pierden su lubricación por el constante uso el cual genera fricción y aumento de temperatura, puesto que es la centrífuga que más usan en el servicio. Por ende, se lubrican los rodamientos, y la centrífuga vuelve a su correcto funcionamiento.

Los otros cinco (5) mantenimientos que se le realizan fueron por el mismo motivo por tal razón se les dio el mismo procedimiento de reparación. En la figura 19 se evidencia el uno de los momentos en que se ejecutó el mantenimiento correctivo del equipo.



Figura 19 Mantenimiento correctivo. Centrifuga HETTICH EBA20. Fuente: elaboración propia.

3.3 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo (MP) comprende todas las actividades que se realizan para prolongar la vida útil de un dispositivo y prevenir desperfectos (por ejemplo, calibración, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza, etc) (salud, 2012).

En primera instancia se tiene que tener en cuenta que un MP hace parte de un plan de mantenimiento que se entiende como el instrumento gerencial diseñado para proporcionar acciones sistemáticas de trabajo al departamento o servicio de

mantenimiento de cada institución. El plan deberá incluir los objetivos, las metas, la programación de actividades, los recursos humanos, físicos, tecnológicos y financieros (SALUD, 1997).

En la figura 20 se observa el procedimiento a seguir para realizar un MP, este mantenimiento se realiza en la de la Clínica Belén de cada cuatro (4) a seis (6) meses por servicio, esto quiere decir que al año se realizan tres (3) mantenimientos preventivos en cada una de las áreas de la Clínica.

El mantenimiento preventivo se realiza bajo un protocolo de bioseguridad. En este caso en el anexo 3 se observa el formato bajo el cual se realizaron los mantenimientos preventivos de la centrífuga.

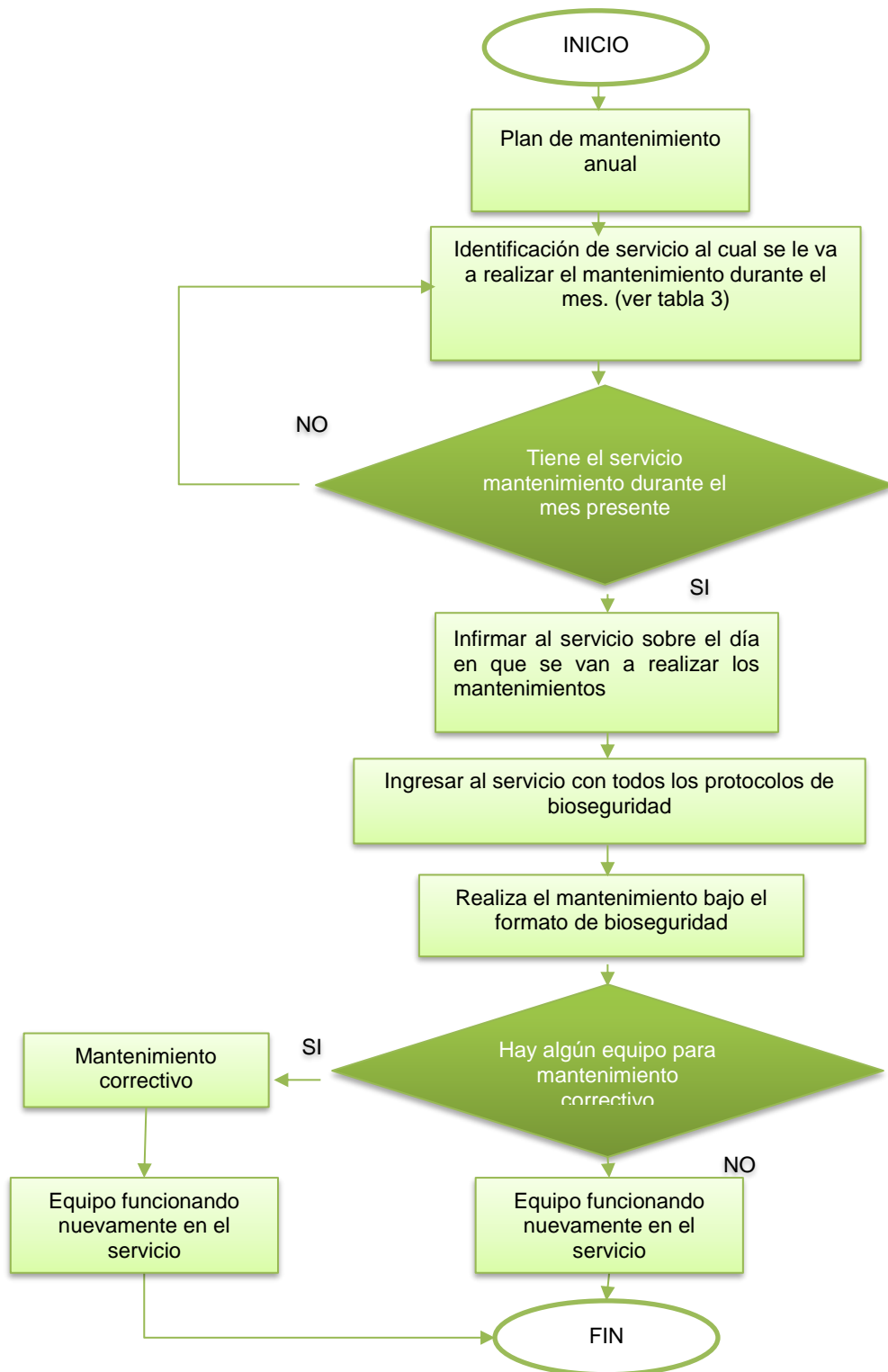


Figura 20 Proceso del mantenimiento preventivo. Fuente: elaboración propia

En el año 2018 el cronograma de mantenimiento preventivo se divide por servicios como se observa en la tabla 3.

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
SALAS QX	ODONTOLOGIA	URGENCIAS	LAB CLINICO
ESTERILIZACION	FISIOTERAPIA	UCI	OBSERVACION PED
HOSPITALIZACION	C. CANEY	C. PIEDRAGRANDE	OBSERVACION ADULT
MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
SALAS QX	ODONTOLOGIA	URGENCIAS	LAB CLINICO/U TRANSFUSIONAL
ESTERILIZACION	FISIOTERAPIA	UCI	OBSERVACION PEDIATRICA
HOSPITALIZACION	C. CANEY	C. PIEDRAGRANDE	OBSERVACION ADULT
SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
SALAS QX	ODONTOLOGIA	URGENCIAS	LAB CLINICO
ESTERILIZACION	FISIOTERAPIA	UCI	OBSERVACION PED
HOSPITALIZACION	C. CANEY	C. PIEDRAGRANDE	OBSERVACION ADULT

Tabla 3 Cronograma de mantenimiento. Fuente: Documentos pertenecientes al departamento de mantenimiento y equipos médicos

Durante el transcurso de la pasantía se le realizaron a las centrifugas mantenimientos preventivos en:

- Octubre, 2017
- Diciembre, 2017
- Abril, 2018

3.4 Repotenciación

Un equipo repotenciado, es aquel que ya fue usado en el servicio y se le hacen una sustitución de una de sus partes principales.

La centrifuga SCIENTIFIC 80-2B es un equipo completamente análogo por tal razón es el que se eligió para realizarle la repotenciación además se tiene en cuenta que la centrifuga Biocare 800D que es otro dispositivo con capacidad de hacerle un cambio de tecnología no es apto para ser usado en el servicio de laboratorio clínico de la Clínica Belén de Fusagasugá. Se realizo la repotenciación en la parte de la temporización, el cual determina la duración de la centrifugación.

La ejecución de la repotenciación del equipo se hizo en 6 fases, en el diagrama de la figura 21 se observa el proceso.

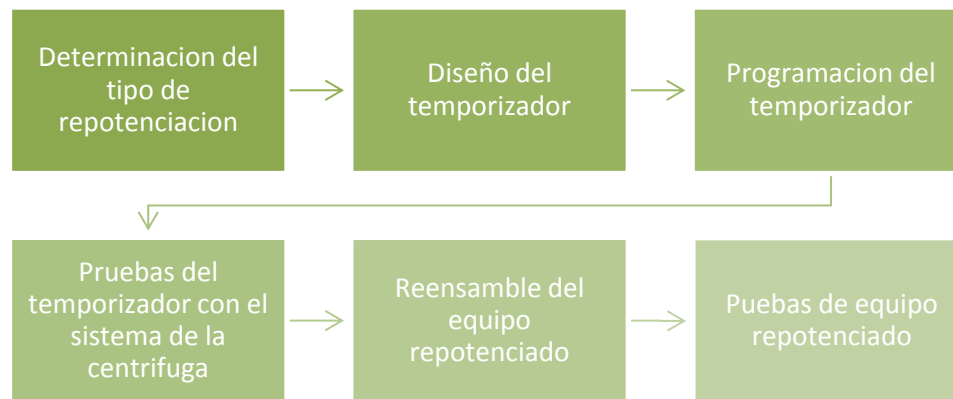


Figura 21 Fases repotenciación centrifuga SCIENTIFIC- 80-2B

3.4.1 Determinación del tipo de repotenciación

En la primera fase del proyecto se le había realizado un diagnóstico al equipo, determinando que es un equipo apto para el uso de centrifugación en el área de laboratorio de la Clínica Belén. Después se determinó con la ingeniera a cargo que la repotenciación que se le realizara al equipo es el cambio de temporizador de análogo a digital.

3.4.2 Diseño del temporizador

En primera instancia se identifica los elementos que compondrían el diseño del temporizador. Que son un Arduino Nano, Una LCD 16*2, Un relé y 4 pulsadores que tendrán las siguientes funciones:

- Pulsador de incremento de tiempo en minutos.
- Pulsador de disminución de tiempo en minutos.

- Pulsador Start: Empieza la centrifugación.
- Pulsador Stop: Detiene la centrifugación en el momento deseado por el usuario.

3.4.2.1 Arduino Nano

Es una board basada en el ATMEGA328, se caracteriza por tener un tamaño muy reducido con respecto a otras series de microcontroladores. Su función en el temporizador es suministrar una serie de ordenes ya programadas, que brindara el correcto funcionamiento del sistema. Su voltaje de alimentación es de 5 V, cuenta con 22 pines digitales suficientes para el prototipo a realizar. sus dimensiones son de 1.85cm x 4.32cm lo cual permite una fácil adaptación en el equipo a repotenciar. En la figura 22 se muestra el dispositivo a implementar.

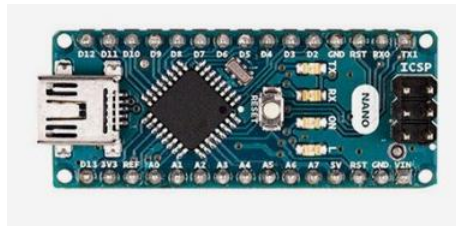


Figura 22 Arduino Nano. Fuente: (Arduino, 2018)

3.4.2.2 LCD 16x2 Backlight Azul

Es una pantalla que permite visualizar todo tipo de caracteres en dos líneas. Su modulo tiene una altura de 11mm, una longitud de 80mm, y un ancho de 35mm, ideal para su adecuación en la parte frontal del equipo. El display tiene tamaño de

64.5mm x 16mm, suficiente para la visualización del temporizador. En la figura 23 se puede observar la LDC a implementar



Figura 23 LCD 16*2 Backlight Azul. Fuente: (Vistronica, 2016)

Módulo Relé de 1 Canal

Es un dispositivo que permite controlar, dispone de un transistor para su activación, maneja cargas de corriente máxima de 10A y hasta 250VAC suficiente para el controlar del encendido y apagado del motor de la centrifuga. En la figura 24 se identifica el relé a utilizar.

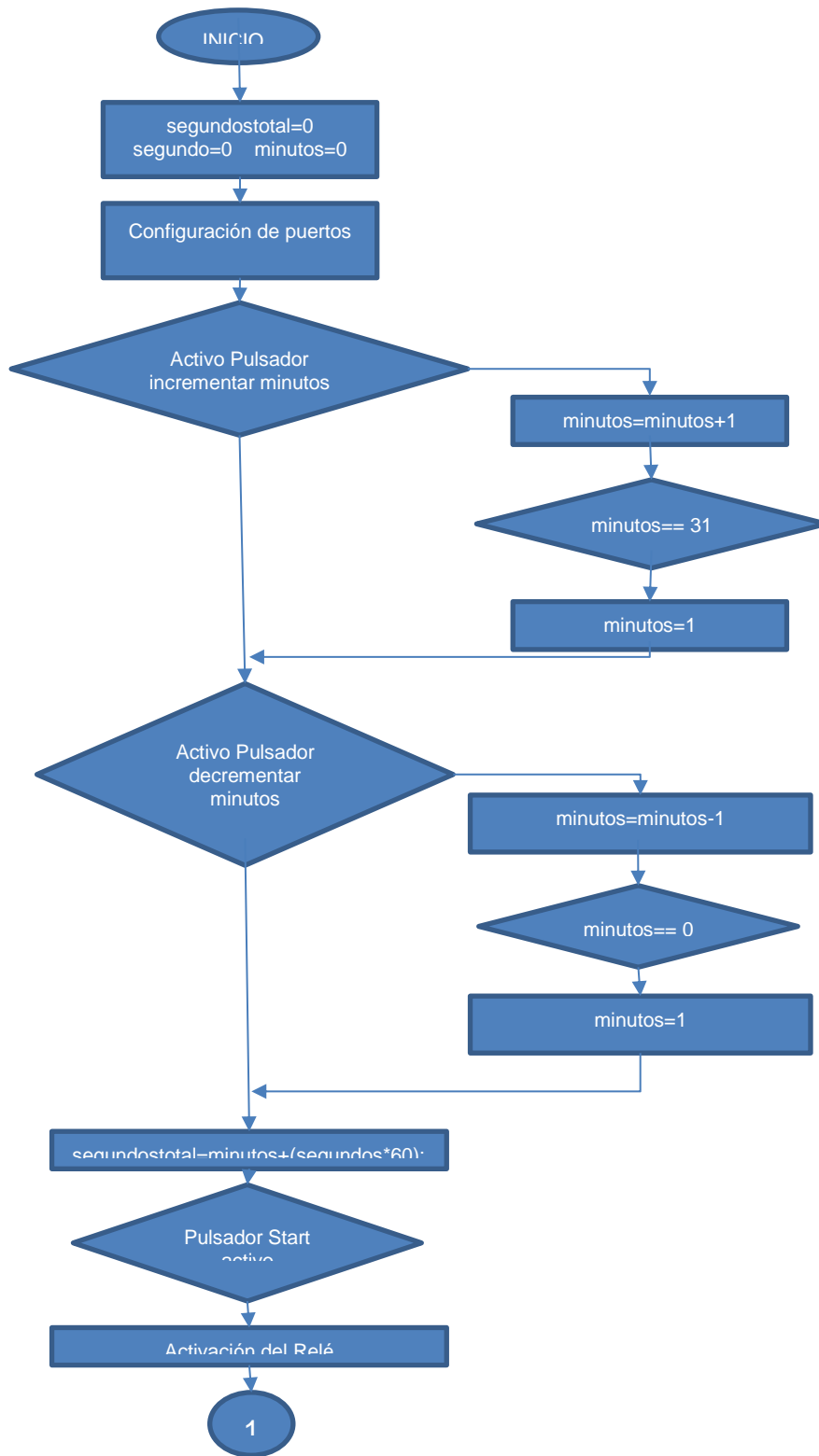


Figura 24 Relé de 1 canal. Fuente: (Vistronica, 2016)

3.4.3 Programación del prototipo

Una vez elegidos todos los módulos a partir de las principales características que se adecuaran a la repotenciación a realizar, se efectúa la interconexión de estos a una carga de 5W la cual corresponde a un bombillo tipo led, para probar el diseño antes de ser implementado en el equipo.

El código de programación se realizó en un entorno de desarrollo de hardware libre llamado Arduino, en el cual se usó la librería Liquid Crystal, que es la adecuada para controlar LCD a implementar. En la figura 25 se observa el diagrama de flujo del de determinación del tiempo a temporizar.



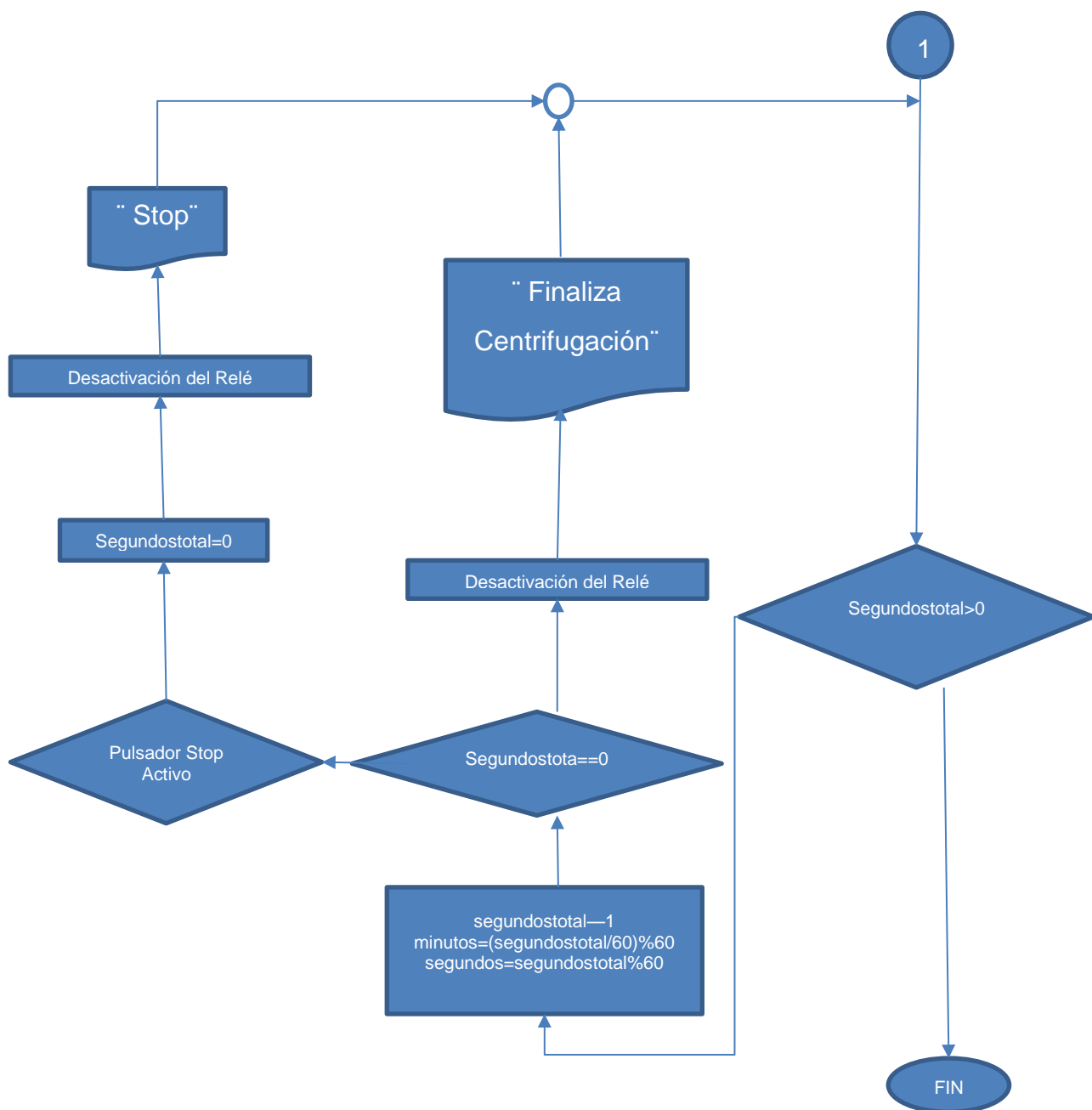


Figura 25 Diagrama de flujo del programa a implementar. Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Pruebas del temporizador con el sistema de la centrifuga

Después de realizar pruebas con la carga de 5W se procede a desconectar el temporizador análogo que tiene el equipo de centrifugación, el cual se puede observar en la figura 26.



Figura 26 Prueba de temporizador. fuente: elaboración propia

Ahora se realiza la conexión del relé en el equipo en el mismo lugar en que se encontraba el temporizador análogo, como se identifica en la figura 27.



Figura 27 Temporizador análogo. fuente: elaboración propia

En el momento de probar la conexión se deja el motor fuera del equipo para no tener inconvenientes con la tarjeta de control y potencia. En la figura 28 se identifica el momento en que se prueba del temporizador conectado al sistema de la centrifuga.

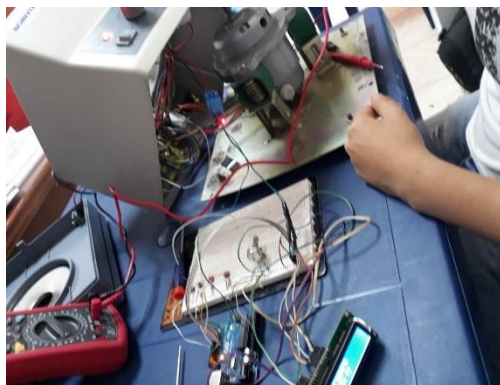


Figura 28 Prueba del temporizador con la centrifuga. Fuente: elaboración propia

3.4.5 Reensamble del equipo repotenciado

Para instalar el temporizador en el equipo fue necesario realizarle una adecuación a la carcasa en la parte frontal, en la figura 29 se observan los ajustes realizadas a la centrifuga.



Figura 29 Ajustes al equipo para la instalación del temporizador digital. Fuente: Elaboración propia

El nuevo control de temporizador se puede observar en la ilustración 30, el cual está incorporado por 4 pulsadores.

- Azul= Start
- Rojo= Stop
- Blanco 1= Aumento de tiempo
- Blanco 2= Decremento de tiempo

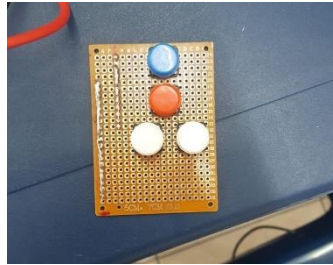


Figura 30 Control del temporizador. Fuente: Elaboración propia

Al tener todos los componentes incorporados a la centrifuga se arma por completo la centrifuga, después de verificar que todo haya quedado instalado correctamente. La centrifuga se pone en funcionamiento, teniendo un buen resultado. En la figura 31 se puede observar la centrifuga completamente ensamblada nuevamente.



Figura 31 Centrifuga repotenciada. Fuente: elaboración propia.

3.4.6 Pruebas de la centrifuga repotenciada

Para probar la centrifuga se pide al personal del laboratorio clínico de la Clínica Belén dos (2) muestras de sangre que estén sin centrifugar. Estas se manejan bajo supervisión de la bacterióloga encargada del servicio. Se le ingresa al temporizador 8 minutos, que es el tiempo adecuado para que las muestras de sangre queden perfectamente sedimentadas, como se puede observar en la figura 32.

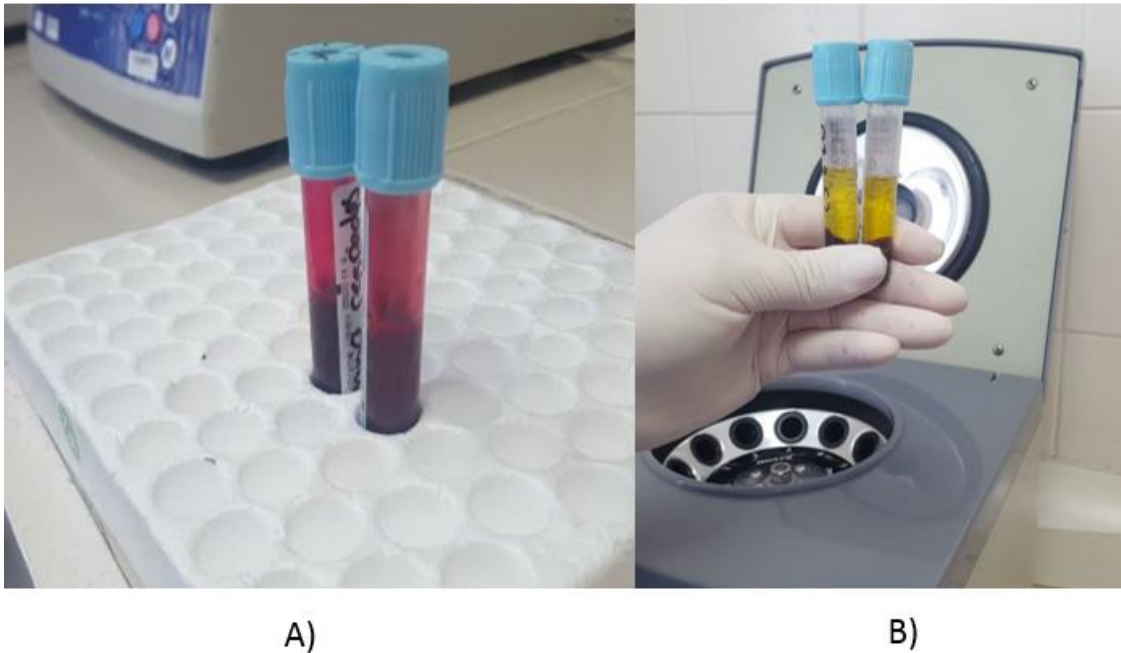


Figura 32 Muestras de sangre. A) Sin centrifugar. B) Centrifugadas. Fuente: Elaboración propia

4 ANALISIS DE RESULTADOS

Como resultado final se ingresó nuevamente al servicio de la Clínica Belén de Fusagasugá las centrifuga LW scientific y Scientific 80-2B.

La Centrifuga Biorad LW Scientific se encuentra en el servicio desde el 8 noviembre de 2017 generando mejorías en el laboratorio en cuanto a la calidad y tiempo de entrega de resultados.

Teniendo en cuenta que la centrifuga Hettich EBA20 era la única que encontraba en el servicio, tenían inconvenientes frente a los resultados de centrifugación puesto que el equipo por tanto uso empezaba a aumentar la temperatura de las muestras ocasionando perdidas de estas. Por ende, al ingresar la centrifuga LW Scientific, disminuye las pérdidas y aumenta la capacidad de centrifugación. En la figura 33 se observa la centrifuga en el laboratorio clínico de la Clínica Belén.



*Figura 33 Centrifuga LW Scientific. En el servicio de laboratorio clínico de la Clínica Belén. Fuente:
Elaboración propia*

Antes de ingresar la centrifuga había una capacidad de 8 muestras por centrifugación, sumándole la cantidad de muestras que se pueden centrifugar en la LW Scientific que son 24, se determina que aumenta la oportunidad de cantidad de centrifugación en un 75% al haber 32 soportes para muestras disponibles, teniendo en cuenta que

$$8 \rightarrow 100\%$$

$$32 \rightarrow x$$

$$\frac{8 * 100\%}{32} = 25\%$$

$$100\% - 25\% = 75\%$$

La bacterióloga a cargo del servicio de laboratorio clínico entrega un documento al departamento de mantenimiento y equipos médicos que certifica los resultados

obtenidos en la labor de su área de trabajo después de implementar el proyecto (ver anexo 2).

En cuanto a la repotenciación de la centrifuga Scientific 80-20, La clínica Belén obtiene además de los equipos en servicio un como respaldo en el momento en que sea necesario un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo. De tal manera que el servicio en ningún momento tenga adversidades para centrifugar las muestras.

5 ACTIVIDADES TIPO INGENIERIL

La institución desde el año 2014 solo aplica un sistema de mantenimiento correctivo, el cual se encarga de la reparación de los equipos una vez se ha producido un fallo, lo que conlleva a dejar los servicios sin la dotación suficiente para prestar una atención de alta calidad a los pacientes. Por tal razón el departamento tiene la necesidad de implementar mantenimientos preventivos.

Teniendo en cuenta lo anterior, durante la pasantía se implementaron los mantenimientos preventivos dentro de los diferentes servicios. Esta labor se dividió en base al cronograma que la Clínica Belén tiene estipulado, observado en la tabla 3 anteriormente descrita.

Uno de los servicios de mayor grado de complejidad es el área de UCI, al cual se le realizaron sus respectivos mantenimientos en noviembre de 2017 y marzo del presente año. En este servicio cuenta con equipos que se identifican en la tabla 4.

Equipo	Cantidad
Monitor Signos Vitales	13
Ventilador	7
Desfibrilador	1
Electrocardiografo	1

Tabla 4 Equipos pertenecientes al servicio de UCI. Fuente: Elaboración propia

A cada uno de estos equipos se les realizo una guia rapida. Antes de esto se aprende sobre el funcionamiento basico cada uno de los dispositivos, y se procede a realizar la guia de funcionamiento basico del desfibrilador (ver anexo 3), electrocardiografo (ver anexo 4), monitor signos vitales (ver anexo 5) y ventilador (ver anexo 6).

Todos estos equipos son de marca Mindray, estos son los principales proveedores directos de la Clinica Belen de Fusagasuga. En el mes de octubre del 2017 la compañía brinda a la clinica una serie de capacitaciones en cuanto al funcionamiento princial de los equipos de su marca a los servicios de UCI, urgencias y salas de cirugias. Posteriormente al departamenteto de mantenimiento y equipos medicos una capacitacion tecnica del los monitores de signos vitales, ventiladores mecanicos y desfibriladores.

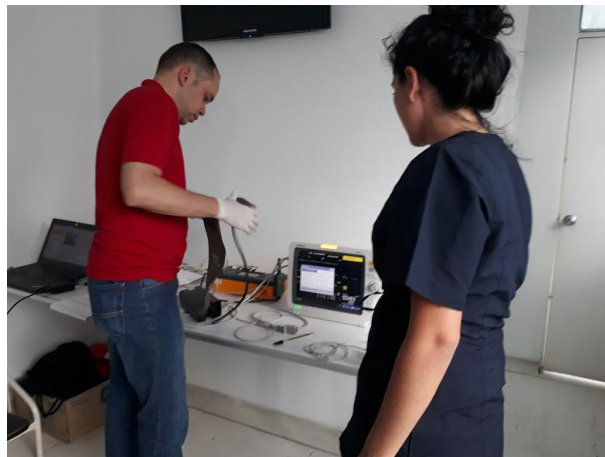


Figura 34 Capacitación compañía Mindray, monitor signos vitales en el servicio de UCI

6 CONCLUSIONES

Con el desarrollo de la pasantía se logró optimizar la labor que realizan en el área de laboratorio clínico de la Clínica Belén de Fusagasugá por medio de la mejora en la centrifugación de las muestras, siendo este su primera fase para realizar los análisis de laboratorio. Teniendo en cuenta que el tiempo de centrifugación de todas las muestras que llegan a diario disminuyó de 4 horas a 1, donde se reduce el tiempo de espera para empezar la fase analítica en un 80%. Además evitan un reproceso en uno de sus tipos de análisis más costosos que es la prueba de colesterol DHL, reduciendo así costos de producción.

La vida útil de la centrifuga Hettich ha mejorado gracias al retorno del equipo LW Scientific, teniendo en cuenta que se reduce la carga de trabajo diaria, fuera de eso al implementar los mantenimientos preventivos se garantiza su buen funcionamiento previniendo así desperfectos en el equipo.

Teniendo en cuenta que no solo el parámetro de velocidad influye en una buena centrifugación, sino también el lapso de duración de esta, ya que si no tiene el tiempo adecuado no se obtendrá la separación correcta de los componentes de la muestra, como resultado se identifica que al cambiar el temporizador de la

centrifuga Scientific 80-2B de análogo a digital se genera una exactitud en tiempo para el proceso de centrifugación.

REFERENCIAS

- Arduino*. (2018). Obtenido de <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>
- Asanuma, K. (16 de 05 de 2012). Definition of the Terms 'Medical Device' and 'In Vitro Diagnostic (IVD)'. *Definición de los términos 'Dispositivo médico' y 'Diagnóstico in vitro (IVD) Dispositivo médico'*. Global Harmonization Task Force.
- Colombia, E. P. (26 de 12 de 2005). por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano. *DECRETO NUMERO 4725 DE 2005*.
- García, A. M. (2008). *Instituto de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer"*. Recuperado el 17 de 03 de 2018, de <http://www.pando.sld.cu/electrom1.html>
- Organization, P. H. (2008). *Maintenance Manual for Laboratory equipment*. Washington D.C.: World Health Organization.
- Presidente de la Republica de Colombia. (5 de agosto de 1994). Decreto 1769 DE 1994.
- SALUD, D. S. (1997). Circular Externa No. 029.
- salud, O. M. (febrero de 2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Suiza.

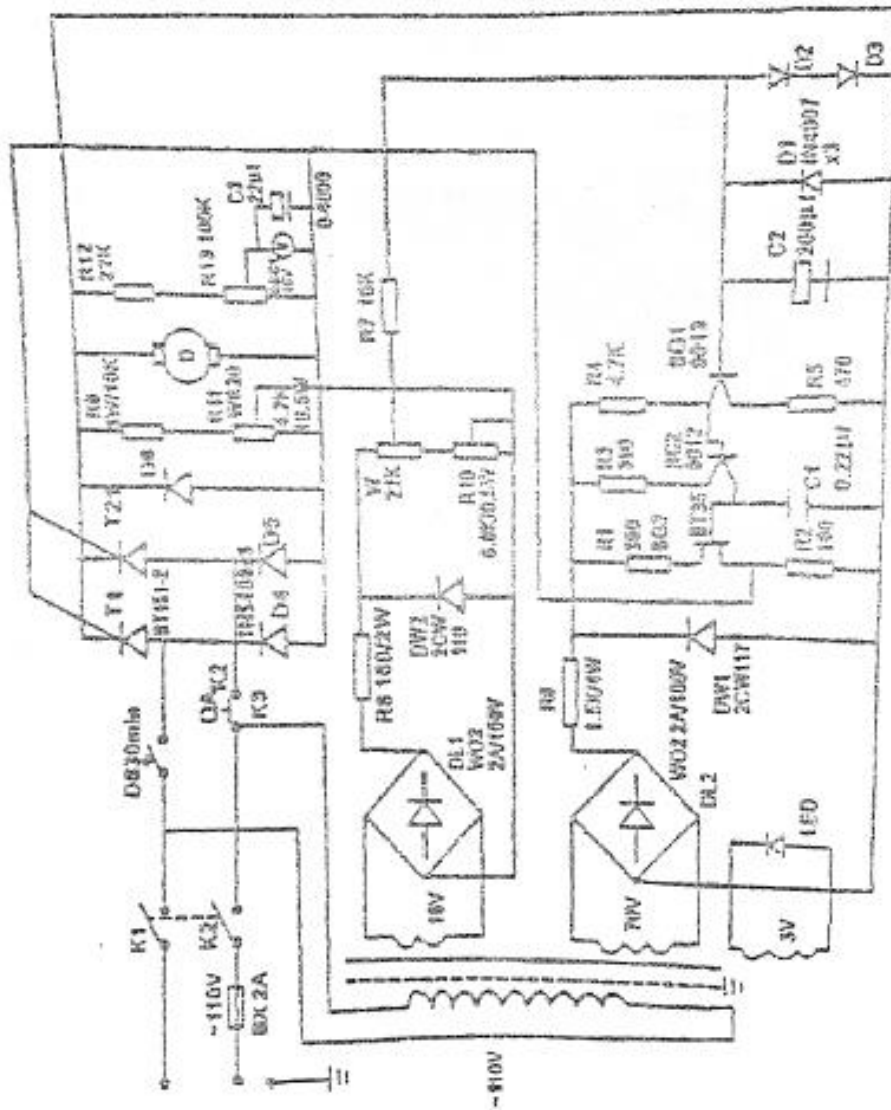
Salud, S. N. (1997). Circular externa No. 029. Superintendencia Nacional de Salud.

Silva, C. (10 de 11 de 2014). *Ingenieria Creativa*. Obtenido de <http://carolina-sp.blogspot.com.co/2014/11/contador-de-pulsos-de-encoder-con.html>

Vistronica. (2016). Obtenido de <https://www.vistronica.com/display/lcd-16x2-backlight-azul-detail.html>

ANEXO 1

DIAGRAMA CIRCUITAL DE LA CENTRIFUGA SCIENTIFIC 80-2B



ANEXO 2



LAB CI 010

Certifico que:

Con el apoyo del personal biomédico enfocado a mantenimientos de centrífuga se obtuvo los siguientes beneficios:

- **Oportunidad** :se redujo 4 horas : antes esperábamos 4 horas para tener todas las muestras disponibles , ahora se cuentan con las muestras antes de 1 hora , se reduce tiempo de espera 80 %
- **Oportunidad**: en el área de uroanálisis , por dar prioridad a la química, la oportunidad era de 2 horas , esta sección se retrasaba el reporte, ahora la oportunidad es 30 minutos
- **Reproceso** : se reprocesaban en química pruebas de colesterol HDL el 80% , prueba más costosa, ahora se redujo el 100%
- **En fase preanalítica** se redujo incidentes por centrifugación por presentar hemólisis o reproceso de centrifugación por no observar optima separación de gel en los tubos usados para el área de química o pruebas especiales

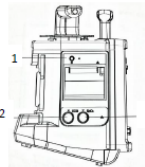
Dado en Fusagasugá a lo diez y siete días del mes de mayo de dos mil diez y ocho

SANDRA GIRALDO ARTUNDUAGA
Coordinadora Lab. Clínico- Servicio Transfusional
Tel 3204992529
8868888 ext 2100

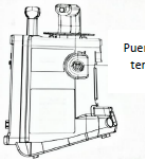
CC hoja de vida equipo

ANEXO 3

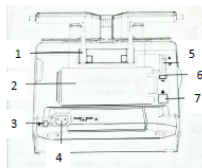
GUIA RÁPIDA DESFIBRILADOR/MONITOR MINDRAY BENEHEART D3



1. Registrador
2. Conector cable ECG
3. Conector del sensor SpO2



Puerto de terapia



1. Gancho
2. Batería
3. Terminal de masa equipotencial
4. Entrada de alimentación AC
5. Conector multifuncional
6. Conector USB
7. Conector de red

mindray Realizado por: Melissa Muñoz
Pasante Ing. Electrónica

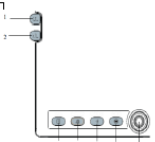
VISTA DE PANTALLA

1. Pantalla
2. Indicador de alimentación de CA
En: cuando se conecta la red de corriente alterna.
Apagado: cuando la red de CA no está conectada.
3. Indicador de batería
Amarillo: cuando la batería se está cargando.
Verde: Cuando la batería está completamente cargada o cuando el equipo está funcionando con alimentación por batería.
Apagado: cuando la batería no está instalada o cuando la batería falla.
4. Indicador de estado (Cruz Roja) luz intermitente: Cuando se detecta un fallo o cuando la batería no está instalado [Sin batería] está ajustado a [Indicador en servicio]
5. Indicador de estado (marca verde) cuando la red de CA está conectada y funciona el equipo correctamente.

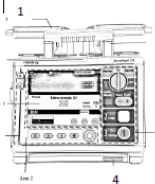


VISTA DE BOTONES

1. Botón Selección de derivaciones: Pulsar este botón para seleccionar la derivación de la primera curva de ECG.
2. Botón de selección de ganancia: Pulsar este botón para seleccionar el tamaño de la primera curva de ECG.
3. botón Grabar: Presione este botón para iniciar la impresión o para detener la impresión actual.
4. Botón de pausa de alarma: Presione este botón para hacer una pausa, reanudar o desactivar las alarmas.
5. botón Marcar sucesos: Pulsar este botón para marcar manualmente los eventos especificados. Si un menú está abierto, al pulsar este botón se cerrará.
6. Botón Menú Principal: Si no aparece un menú en la pantalla, esta tecla entrará en el menú principal. Si vaya acompañado de un menú, este botón se cerrará el menú cuando se pulsa.
7. tecla de navegación puede: Generar derecha o la izquierda para mover el cursor o Presione para confirmar la selección.



1. Pala externa
2. Luz de alarma
3. Micrófono
4. Altavoz
5. Asa



BOTONES RÁPIDOS

1. Botón de selección de modo
Gire este botón para seleccionar el modo o apagar el equipo. Selección de alimentación
2. Botón Desfib en modo manual, pulse este botón para seleccionar el nivel de potencia.
3. Botón de carga: Pulsar este botón para cargar el desfibrilador.
4. Botón de choque: Presione este botón para aplicar una descarga al paciente.

Monitorización de ECG

1. Prepare la piel del paciente. Seque las zonas de aplicación antes de colocar los electrodos
2. Conecte los elementos de sujeción a los electrodos antes de colocarlos
3. Coloque los electrodos al paciente
4. Conecte los cables de derivación al cable ECG para el torso.
5. Conecte el cable ECG al equipo.
6. Cambie el mando de selección de modo a Monitor

Comprobación regular

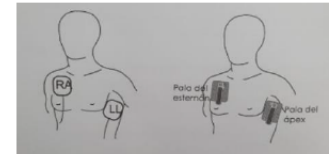
Antes de cada uso, cada turno o una vez a la semana, deberán realizarse las siguientes comprobaciones con el fin de garantizar que el equipo está preparado para ser utilizado en cualquier momento

1. Inspección visual: asegúrese de que las etiquetas de seguridad y las placas de datos pueden leerse con claridad, de que la carcasa del equipo, la pantalla, los botones y los accesorios no presentan daños y están correctamente aislados y de que el equipo no tiene conectores sueltos, pines doblados ni cables desgastados.
2. Prueba de encendido: gire el mando de selección de modo a Monitor y asegúrese de que el equipo puede encender correctamente.
3. Prueba de usuario: puede iniciar una prueba de usuario solo desde el menú principal Prueba de usuario. Pulse el botón de Menú principal y seleccione [Prueba usuario->] Para abrir el menú principal del mismo. Seleccione la prueba [Prueba period.] por último seleccione [Iniciar]. Al terminar registrela.

Cardioversión sincronizada.

1. Conecte el cable de terapia. Aplique los electrodos de desfibrilación multifunción o las palas externas al paciente.
2. Con el mando de selección de modo en la posición Desfib. Manual, pulse la tecla (Activar sinc.) para activar la función de cardioversión sincronizada.
3. Seleccione una derivación. La derivación seleccionada debe tener una señal clara y un complejo QRS amplio.
4. Verifique que los marcadores blancos de onda R aparecen sobre estas ondas. Si no aparecen o no coinciden con las ondas R (por ejemplo, aparecen sobre las ondas T) seleccione otra derivación.
5. Seleccione el nivel de energía si es necesario.
6. Cargue
7. Administre una descarga.

Si se indica descargas sincronizadas adicionales, siga estos pasos:
1. Asegúrese de que el equipo aún se encuentra en el modo Sincr.
2. Repita los pasos anteriores del 4 - 7.



Colocación de las palas/electrodos

DEA

Compruebe que el paciente no responde, no respira y no tiene pulso. A continuación:

1. Descubra el pecho del paciente. Séquelo y si es necesario, recórtelo o rasure el vello excesivo de esta zona.
2. Aplique los electrodos de desfibrilación multifunción al paciente como se indica en su envase. Utilice la colocación anterolateral.
3. Conecte los electrodos al cable correspondiente y, después, conecte este cable al puerto de terapia del equipo. Para fijarlo, presione hasta que se escuche un clic.
4. Cambie el mando de selección de modo a DEA.
5. Siga las instrucciones de la pantalla y de voz.
6. Si se lo solicita el equipo, pulse el botón de descarga.



Desfibrilación manual

4. Descubra el pecho del paciente. Séquelo y si es necesario, recórtelo o rasure el vello excesivo de esta zona.
5. Conecte el cable de terapia al puerto correspondiente. Para fijarlo, presione hasta que se escuche un clic.
6. Aplique los electrodos de desfibrilación multifunción o las palas externas al paciente.
7. Gire el mando de selección de modo hasta Desfid. Manual. Ajuste el nivel de energía si es necesario.
8. Cargue
9. Administre una descarga.
Para retirar las palas de la bandeja, agarre las asas y tire de las palas hacia arriba.

Estimulación no invasiva

Estimulación a demanda (Se requiere tanto hilos conductores de ECG como electrodos de desfibrilación).

1. Gire el mando de selección hasta la posición Marcap
2. Seleccione una derivación con una onda R fácilmente detectable.
3. Verifique que los marcadores blancos de onda R aparecen sobre los complejos QRS. Si no aparecen o no coinciden con la onda R, seleccione otra onda R, seleccione otra derivación.
4. Seleccione la frecuencia de marcapasos. Si es necesario, seleccione la salida inicial del marcapasos.
5. Pulse la tecla de software [Inic estim] para iniciar la estimulación.
6. Verifique que los marcadores blancos de electroestimulación aparecen sobre la onda ECG.
7. Ajuste la salida de marcapasos hasta que tenga lugar la captura cardíaca.
8. Verifique la presencia de un pulso periférico.

Estimulación en modo fijo (use solo electrodos de desfibrilación)

1. Gire el mando de selección hasta la posición Marcap
2. Cambie el marcapasos al modo fijo
3. Si los electrodos de ECG están aplicados. Utilice el botón Selec. Deriv. Para seleccionar la derivación que desea.
4. Seleccione la frecuencia del marcapasos. Si es necesario, seleccione la salida inicial del marcapasos.
5. Pulse la tecla de software [Inic estim] para iniciar la estimulación.
6. Verifique que los marcadores blancos de electroestimulación aparecen sobre la onda ECG.
7. Ajuste la salida de marcapasos hasta que tenga lugar la captura cardíaca.
8. Verifique la presencia de un pulso periférico.

ANEXO 4

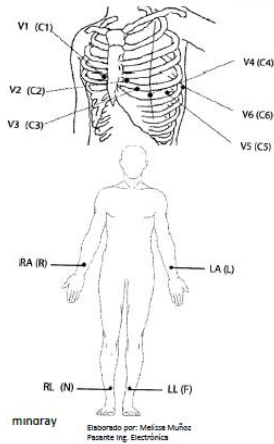


GUIA RÁPIDA ELECTROCARDIOGRAFO MINDRAY BENEHEART R3

VISTA FRONTAL

1. Registrador: imprime informes
2. Pantalla de visualización: muestra ondas y texto
3. Panel de control

COLOCACION DE ELECTRODOS



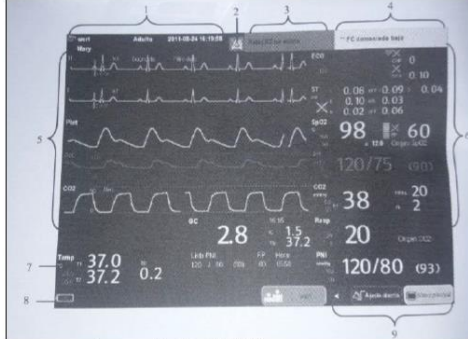
AHA	IEC	Colocación de electrodos
V1	C1	Cuarto espacio intercostal, en el borde derecho del esternón
V2	C2	Cuarto espacio intercostal, en el borde izquierdo del esternón
V3	C3	Equidistante entre las posiciones V2 (C2) y V4 (C4) del electrodo
V4	C4	Quinto espacio intercostal, en la línea medioclavicular izquierda
V5	C5	Línea axilar anterior izquierda, horizontal con respecto a la posición V4 (C4) del electrodo
V6	C6	Línea media axilar izquierda, horizontal con respecto a la posición V4 (C4) del electrodo
RA	R	Sobre la muñeca derecha
LA	L	Sobre la muñeca izquierda
RL	N	Sobre el tobillo derecho
LL	F	Sobre el tobillo izquierdo



PANEL DE CONTROL

0. Comienza el registro de un informe de ECG en tiempo real. Detiene el registro. En el modo numérico introduce el número 0.
 1. Tecla de función que permite seleccionar la opción que aparece en el lado derecho de la pantalla. En el modo numérico introduce el número 1.
 2. Permite acceder al menú principal. Permite salir del menú al abrir otro destino. En el modo numérico introduce el número 2.
 3. Pulse esta tecla y, continuación, pulse las teclas numéricas correspondientes para introducir el ID del paciente. En el modo numérico introduce el número 3.
 4. Tecla de función que permite seleccionar la opción que aparece en el lado derecho de la pantalla. En el modo numérico introduce el número 4.
 5. Permite cambiar la frecuencia del filtro de artefactos de tipo muscular. En el modo numérico introduce el número 5.
 6. Pulse esta tecla y, continuación, pulse las teclas numéricas correspondientes para introducir la edad del paciente. En el modo numérico introduce el número 6.
 7. Tecla de función que permite seleccionar la opción que aparece en el lado derecho de la pantalla. En el modo numérico introduce el número 7.
 8. Permite cambiar las derivaciones que han de registrarse en el modo de medición manual. En el modo numérico introduce el número 8.
 9. Permite cambiar el sexo del paciente. En el modo numérico introduce el número 9.
- Ritmo.** Permite registrar un informe de ritmo. Detiene el registro. En el modo teclado numérico, permite eliminar caracteres.
- ECG.** Comienza el registro de informe de ECG automático
- Tecla de función que permite seleccionar la opción que aparece en el lado derecho de la pantalla.
- ← En el modo numérico permite confirmar la entrada o selección.
- ⏻ Interruptor de encendido y apagado del equipo.

ANEXO 5



PANTALLA DE VISUALIZACION

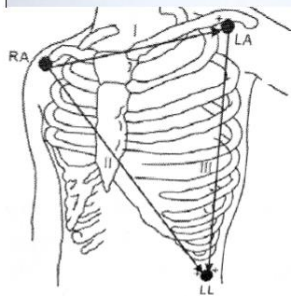
1. Área de información del paciente
2. Símbolos de alarmas
3. Área de alarmas técnicas
4. Área de alarmas fisiológicas
5. Área de ondas

Muestra las ondas de medición. El nombre de la onda aparece en la esquina superior izquierda de la onda. Seleccione esa área y aparecerá el menú de ajustes de medición correspondientes.

6. Área de parámetros
Cada parámetro de medición tiene una ventana de parámetros y el nombre de cada parámetro aparece en la esquina superior izquierda. Seleccione esa área y aparecerá el menú de ajustes de medición correspondientes.

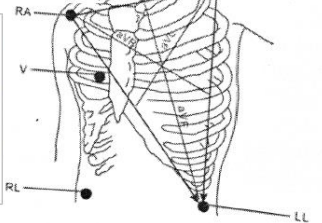
7. Área B de parámetros
8. Área de mensajes

9. Área de teclas de acceso rápido
Proporciona un rápido acceso a las funciones

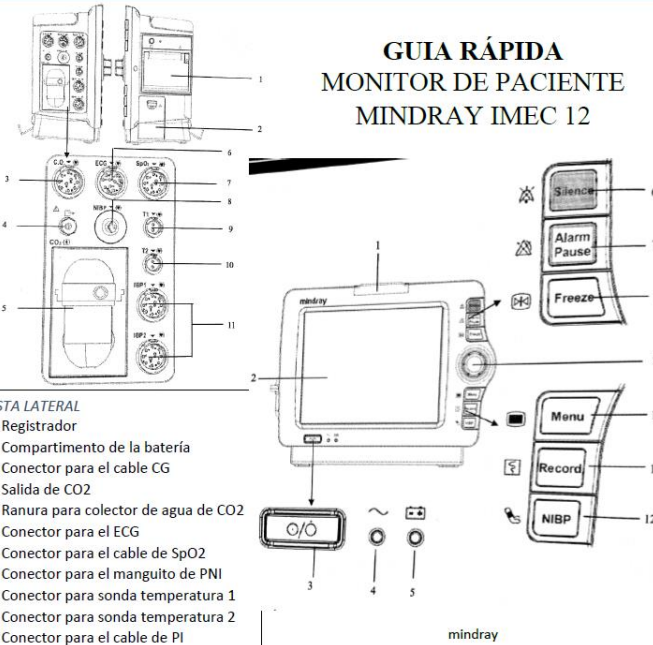


COLOCACION DE LAS DERIVACIONES DE ECG DE 3 Y 5 HILOS
CONDUCTORES

RA: justo debajo de la clavícula y cerca del hombro derecho
LA: justo debajo de la clavícula y cerca de hombro izquierdo
RL: en el lado inferior derecho del abdomen
LL: en el lado inferior izquierdo del abdomen
V: en el tórax



GUIA RÁPIDA MONITOR DE PACIENTE MINDRAY IMEC 12



VISTA LATERAL

1. Registrador
2. Compartimento de la batería
3. Conector para el cable CG
4. Salida de CO2
5. Ranura para colector de agua de CO2
6. Conector para el ECG
7. Conector para el cable de SpO2
8. Conector para el manguito de PNI
9. Conector para sonda temperatura 1
10. Conector para sonda temperatura 2
11. Conector para el cable de PI

VISTA FRONTAL

1. Luz alarma
Cuando se produce una alarma fisiológica o técnica, esta luz parpadeará como se define a continuación:
 - Alarmas nivel alto: la luz parpadeará de forma rápida en rojo
 - Alarmas nivel medio: la luz parpadeará en forma lenta en amarillo
 - Alarma de nivel bajo: la luz se ilumina en amarillo sin parpadear.
2. Pantalla de visualización
3. Interruptor de encendido
4. LED de alimentación CA
5. LED de batería
6. Púlselo para silenciar todos los sonidos de alarma
7. Púlselo para poner en pausa o restaurar alarmas
8. Púlselo para congelar o continuar las ondas
9. Mando
10. Menú
11. Púlselo para iniciar o detener registros
12. Púlselo para iniciar o detener las Mediciones de PNI

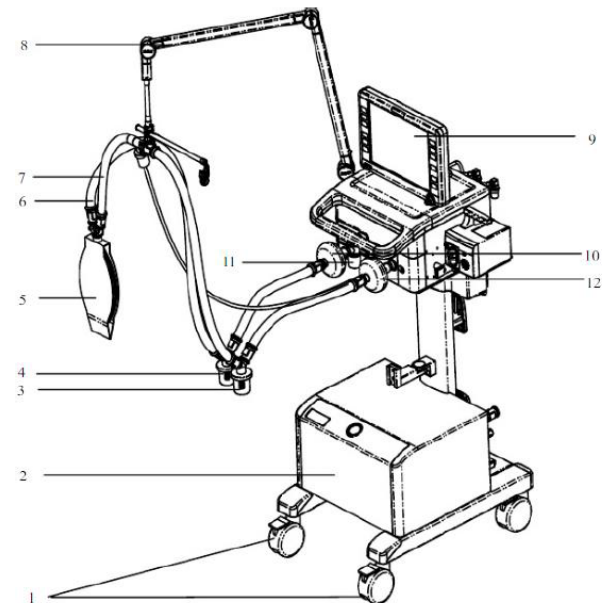
ANEXO 6

1. Conexión del respirador y el compresor a la fuente de alimentación de CA. Abra el suministro de gas.
 - Conexión de respirador:
 - a) Conecte los tubos de respiración a los puertos de inspiración y espiración
 - b) Coloque los tubos de respiración sobre el gancho del brazo de apoyo.
2. Encienda el respirador.
3. Cuando el respirador este encendido, ejecutara la autocomprobación.
4. Elija ejecutar.
5. Cuando haya finalizado la autocomprobación, el respirador empieza a funcionar en el modo ajustado. Para los nuevos pacientes, debe ajustar IBW, el tipo de paciente (Adulto o Pediátrico) y el tipo de ventilación (invasiva o no invasiva).
6. Conectar el respirador al paciente, e inicie la ventilación. Monitorice atentamente al paciente durante unos minutos y observe sus signos vitales y el estado de ventilación del respirador.
7. Siga observando los parámetros y las alarmas durante la ventilación. Vuelva a configuración de modo de ventilación o los parámetros si es necesario.
8. Después del uso, apague el respirador y cierre el suministro de gas.

Elaborado por: Melissa Muñoz
Pasante Ing. Electrónica

REALIZAR AUTOCOMPROBACIÓN POR PACIENTE

Respirador SynoVent E5 Manual de referencia rápida



- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Rueda y freno | 7. Tubo inspiratorio |
| 2. Compresor | 8. Brazo de apoyo |
| 3. Colector de agua de inspiración | 9. Pantalla |
| 4. Colector de agua de espiración | 10. Filtro espiratorio |
| 5. Pulmón de prueba | 11. Colector de agua en el puerto espiratorio |
| 6. Tubo espiratorio | 12. Filtro inspiratorio |