



**Informe de Prácticas Profesionales como
Opción de Grado**



**DISPOSITIVO PARA MEDIR Y MONITORIZAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO Y
CONSUMO DE LAS AUTOCLAVES EN LA CENTRAL DE ESTERILZACION
DEL HOSPITAL DIVINA MISERICORDIA (MAGANGUE_BOLIVAR)**

PRESENTADO POR:

Oswaldo Junior Cordero González

Código:

2016219029

PRESENTADO A:

Ing. María del Pilar Sales Camargo

Tutor de prácticas profesionales

Ing. William José Echávez Morales

Jefe inmediato empresa

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Programa de ingeniería electrónica**

Fecha de entrega: 21/08/2022



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Contenido

1.	PRESENTACIÓN	5
2.	FUNCIONES Y OBJETIVOS	6
2.1	OBJETIVO GENERAL	6
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
2.3	FUNCIONES DEL PRACTICANTE EN LA ORGANIZACIÓN:.....	6
2.3.1	APOYO Y SOPORTE TECNOLÓGICO	6
2.3.2	AUXILIAR ADMINISTRATIVO	6
3.	JUSTIFICACIÓN.....	7
4.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.	8
4.1	¿QUIÉNES SOMOS?.....	8
4.2	MISIÓN	8
4.3	VISIÓN.....	8
4.4	PRINCIPIOS y VALORES	8
4.5	SERVICIOS	9
4.6	ESPECIALIDADES.....	10
4.7	CALIDAD	12
4.8	EQUIPOS DE VERIFICACIÓN Y METROLOGÍA	12
5.	SITUACIÓN ACTUAL	13
6.	BASES TEÓRICAS RELACIONADAS	14
6.1	BOMBA DE INFUSIÓN.....	14
6.2	ELECTROCARDIOGRAMO	15
6.4	MÁQUINA DE ANESTESIA.....	15
6.5	FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA	15
6.6	VENTILADOR MECÁNICO	15
6.7	NEBULIZADOR	16
6.8	DEFIBRILADOR.....	16
6.9	ECÓGRAFO.....	16
6.10	SERVOCUNA.....	17
6.11	INCUBADORAS NEONATALES.....	17
7	DESARROLLO DE ACTIVIDADES:	19



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



8	CRONOGRAMA:	30
9	PRESUPUESTO:	31
10	CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	32
11	BIBLIOGRAFÍA	33
	ANEXOS	34



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Especialidades ofrecidas por M&M STH.	10
Ilustración 2 Especialidades ofrecidas por M&M STH.	11
Ilustración 3 Especialidades ofrecidas por M&M STH.	11
Ilustración 4 Equipos patrones utilizados por M&M STH.	12
Ilustración 5 Arreglo de bomba de infusión	22
Ilustración 6 Arreglo de monitor multiparámetro	23
Ilustración 7 Verificación del monitor con simulador	23
Ilustración 8 Electrobisturí	24
Ilustración 9 Electrocardiógrafo	24
Ilustración 10 Desinstalación de tomógrafo	25
Ilustración 11 Reparación de lampara de hendidura	26
Ilustración 12 Reparando lámpara cielítica	26
Ilustración 13 Reparación de lampara de fototerapia	27
Ilustración 14 Reparación de equipo de laboratorio	27
Ilustración 15 Diseño del PCB	28
Ilustración 16 PCB	28
Ilustración 17 prototipo instalado	29
Ilustración 18 Muestra de datos	29
Ilustración 19 arreglo de succionador	34
Ilustración 20 Ventilador mecánico	35
Ilustración 21 Prueba de los sensores	35
Ilustración 22 Quema de circuito	36
Ilustración 23 Soldando componentes	36
Ilustración 24 Instalación sensor de conductividad	37
Ilustración 25 Sensor de presión y flujo	37
Ilustración 26 Sensor de corriente	38
Ilustración 27 instalación del prototipo	38
Ilustración 28 Conectando sensores al circuito	39
Ilustración 29 Organización de cables	39
Ilustración 30 Sensores y circuito instalados	40
Ilustración 31 Calibración de sensores	40
Ilustración 32 Tapado del circuito	41



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



1. PRESENTACIÓN

La Fundación Renal de Colombia es la encargada de brindar los servicios de salud, centrados en la seguridad del paciente con calidad, oportunidad y con trato humanizado en todas sus sedes. En este caso en el hospital LA DIVINA MISERICORDIA sede Magangué, el ya mencionado cuenta con diferentes servicios como: medicina interna, hospitalización, uci plena e intermedia, extensión quirúrgica, cirugía, ginecología, rayos X, uci neonatal, sistema, eléctrico, urgencia, oftalmología, biomédico, entre otros. La Fundación Renal de Colombia es la entidad principal en satisfacer, resolver cualquier tipo de necesidad o problema que se genere en el hospital.

La empresa M&M STH es la responsable del Departamento Biomédico, esta es una empresa asociada a la Fundación Renal de Colombia, la cual cuenta con un equipo de trabajo preparado y dispuesto a prestarles el mejor servicio de soporte ingenieril, técnico y de apoyo tecnológico, en equipos biomédicos y así ayudar en la mejora continua de servicios de salud integral, seguridad al paciente y de alta gestión.

En este informe describiré las actividades desarrolladas en mi jornada laboral durante mi proceso de prácticas profesionales en el Departamento Biomédico del hospital La Divina Misericordia u otros hospitales y clínicas a las cuales se les brinda nuestro servicio. Mis actividades iban encaminadas en realizar calibraciones, manteamientos preventivos y correctivos de todos los equipos como: bomba de infusión, electrocardiógrafo, monitores multiparámetros, camas de cirugía, tensiómetros, pulsioxímetros, pesos neonatales, lámparas de fototerapia, nebulizadores, electrobisturí, succionadores, torre de laparoscopia, ecógrafo, centrifugadoras, entre otros. Todo esto bajo la supervisión del ingeniero a cargo y con ayuda de los manuales de cada equipo.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



2. FUNCIONES Y OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema para medir humedad, temperatura, conductividad, presión y flujo del agua en las autoclaves de la central de esterilización, con el fin de mantener un buen funcionamiento de los equipos y así evitar complicaciones o daños a futuros en el HOSPITAL DIVINA MISERICORDIA (Magangué_ Bolívar) todo esto utilizando IOT.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Implementar un dispositivo funcional capaz de enviar la información de las variables censadas a través de internet.
- Evaluar el funcionamiento y la eficacia del prototipo en alertar a los jefes de servicios y al departamento de biomédicos que las autoclaves no se encuentran trabajando en los parámetros adecuados.

2.3 FUNCIONES DEL PRACTICANTE EN LA ORGANIZACIÓN:

- Apoyo a mantenimientos de equipos médicos y sistemas de gases medicinales.
- Mantenimientos preventivos
- Mantenimientos correctivos
- Análisis de causas y fallas del equipo

2.3.1 APOYO Y SOPORTE TECNOLÓGICO

- Instalaciones y diseños de sistemas CCTV
- Instalaciones y diseños de sistemas de control de acceso
- Diseño y fabricación de productos de IOT y otros productos electrónicos

2.3.2 AUXILIAR ADMINISTRATIVO

- Gestión de software de mantenimiento
- Gestión y control de inventarios de partes y repuestos para mantenimientos de equipos biomédicos.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

3. JUSTIFICACIÓN.

Es fundamental para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes, una adecuada gestión de los equipos y dispositivos biomédicos, más allá del mantenimiento correctivo es una necesidad creciente. La mala gestión de los Equipos Biomédicos conduce a:

- La ineficacia y perjudica la salud de los usuarios.
- Aumenta las posibilidades de tiempo de inactividad.
- Pueden ser perjudiciales tanto para los médicos como para los pacientes.
- No se pueden proporcionar mejores servicios de salud con una gestión incompetente de equipos.

Por tales razones, mi papel en la empresa es ayudar a los compañeros técnicos e ingenieros a que los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos biomédicos se realicen en el menor tiempo posible o lo estipulado en el cronograma. Además, colaboro realizando rondas por los diferentes servicios corroborando que cada uno de los equipos utilizados estén funcionando de forma adecuada y en las condiciones correctas.

Asimismo, de estar atento y dispuesto a solucionar cualquier inconveniente que se presente con los equipos durante mi jornada laboral.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

4.1 ¿QUIÉNES SOMOS?

Somos un equipo de 11 colaboradores, comprometidos con nuestros clientes. Entre Ingenieros, tecnólogos y técnicos. Registrados ante el Invima, con conocimiento científico y experiencia práctica en la planeación y ejecución de la gestión en la tecnología biomédica en clínicas y hospitales.

4.2 MISIÓN

Maximizar la vida útil y la rentabilidad de la inversión en tecnología biomédica de nuestros clientes mediante:

- Asesoría en la adquisición y operación segura de equipos biomédicos y accesorios.
- Mantenimiento oportuno, certificado y calificado.
- Disposición final de equipos biomédicos de manera eficiente y con responsabilidad ambiental.

4.3 VISIÓN

Para el año 2025 ser el referente en el sur de Bolívar para la gestión de la tecnología biomédica en clínica y hospitales, y ser el empleador preferido por técnicos, tecnólogos e ingenieros que quieran especializarse en el sector salud.

4.4 PRINCIPIOS y VALORES

- Responsabilidad: Trabajando con excelencia los asuntos encomendados, velando por la efectividad personal y de equipo, en el logro final de resultados.
- Respeto y amabilidad: Para brindarle la más agradable atención de nuestros servicios prestados.
- Compromiso en ofrecer un servicio oportuno: Comprometidos con un tiempo de respuesta a sus solicitudes de manera inmediata.
- Comunicación: Comunicamos todo de manera sincera, sencilla, precisa, oportuna y personalizada.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



4.5 SERVICIOS

Gestión de inventarios

Elaboraciones de inventario de equipos de la institución, incluyendo la elaboración y actualización de hoja de vida.

Al administrar un hospital, comenzamos a documentar todos los activos en stock para poder planificar las actividades de mantenimiento en torno a ellos. Etiquetamos diferentes equipos médicos por tipo e introducirlos en un sistema de gestión en línea. De esta manera, cada dispositivo tiene su propia identificación única y se puede rastrear fácilmente. Además de esto, utilizamos etiquetas con códigos de barras para registrar los detalles relevantes de cada activo.

Programas de mantenimientos

El plan de mantenimiento de equipos biomédicos es el conjunto de tareas preventivas y correctivas a realizar por cumplimiento de objetivos para garantizar la disponibilidad de los equipos y eliminar los tiempos de paro mejorando el rendimiento aumentando productividad.

Auditorias periódicas

Las auditorías periódicas de los programas de mantenimiento de equipos biomédicos permiten verificar el estado de todo su inventario y garantizar la seguridad del equipo médico en todo momento. Realizamos la verificación y revisión de metrología de los equipos biomédicos.

Gestión del ciclo de vida

El seguimiento de un activo médico a lo largo de su vida útil le permitirá optimizar todos los procesos de mantenimiento del mismo. De esta forma, se pueden evitar las averías que se producen en medio de las operaciones diarias. Además, también puede ahorrar dinero retirando maquinaria vieja o vendiéndole a valor residual en lugar de programar reparaciones a gran escala. *¡Obtenga reemplazos en el momento adecuado!*

Informes procesables

El análisis de datos en profundidad le permite medir el rendimiento de los equipos hospitalarios. Con estas estadísticas, los ingenieros biomédicos preparan informes procesables para examinar la tasa de rendimiento del equipo y las tendencias generales en la gestión de activos. Estos informes también ayudan a detectar las áreas que necesitan mejoras.

Esperamos así satisfacer sus necesidades con un buen servicio de calidad, honestidad, responsabilidad y experiencia.

4.6 ESPECIALIDADES

En la ilustración 1 se aprecian las diversas especialidades que ofrece la empresa M&M STH:

<p>CARDIOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electrocardiógrafo • Holter de ECG Y MAPA • Equipo de prueba de esfuerzos. • Ecógrafos 	<p>RAYOS X</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipos de RX Fijos y Movil • Digitalizadores de Imágenes • Arco en C • Mamógrafos • Ecógrafos 	<p>CUIDADOS INTENSIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Central de monitoreo • Desfibriladores • Monitores de multiparametro • Bombas de infusión • Ventiladores • Laringoscopio • Camas
<p>CENTRAL DE GASES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulador de oxígeno • Flujómetros • Tomas de oxígeno, aire y vacío • Válvulas de seguridad • Planta de Vacío • Manifold de Oxígeno • Concentrador de Oxigenos 	<p>HOSPITALIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitores de S.V. • Oxímetro de pulso • Camas y camillas • Carro de medicamentos • Carro de paro. 	<p>NEFROLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maquinas de hemodialisis • Planta de Tratamiento de agua

Ilustración 1 Especialidades ofrecidas por M&M STH.

Se describen en la ilustración 2 los diversos servicios ofrecidos por M&M STH:

<p>ODONTOLOGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unidad odontologica • Cavitron • Amalgamadores • Lampara de fotocurado • Piezas de alta • Negatoscopio <hr/> <p>URGENCIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitores de SV/Multiparametro • Ventilador de transporte • Oximetro de pulso 	<p>LABORATORIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centrífugas • Analizadores químicos • Analizadores hematología • Equipos de electrolitos • Neveras • Pipetas electrónicas • Contador de cédulas • Agitador de plaquetas • Termociclador • Estereoscopio • Microscopio • Micrótopo de cuchillas • Baño de flotación • Baño serológico 	<p>CIRUGIA Y RECUPERACION</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desfibrilación • Electrobisturries • Monitor multiparametros • Lámpara de Cirugías (Cielitica y Pielitica) • Mesas de Cirugías • Torre de Laparoscopia • Equipo láser holmium • Maquinas de Anestesia • Bombas de infusión • Succionador de Secreciones
---	---	---

Ilustración 2 Especialidades ofrecidas por M&M STH.

En la ilustración 3 se pueden apreciar más equipos a los cuales también se le realizan mantenimientos preventivos y correctivos.

<p>CONSULTA EXTERNA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecógrafos • Electrocardiografos • Equipos de organos de sentidos • Básculas • Tensiómetros • Fonendoscopio • Lampara Cuello de cisne 	<p>NEONATOLOGÍA Y SALA DE PARTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doppler fetal • Monitores fetales • Incubadoras abiertas • Incubadoras cerradas • Lámparas de cirugías • Mesas de parto
---	--

Ilustración 3 Especialidades ofrecidas por M&M STH.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



4.7 CALIDAD

Contamos con equipos patrones para verificación y ajustes de fábrica de las diferentes variables y parámetros de los equipos biomédicos y con más de 3 años de experiencia y con un equipo de personas con toda la experiencia y servicio para garantizar un trabajo óptimo a todos nuestros clientes.

4.8 EQUIPOS DE VERIFICACIÓN Y METROLOGÍA

Se detallan a continuación en la ilustración 4 los equipos patrones utilizados para realizar calibraciones, pruebas y verificar cada uno de los parámetros de los equipos biomédicos se encuentren en los rangos emitidos por el fabricante:

- TACOMETRO.
- LUXOMETRO.
- TERMÓMETRO DIGITAL.
- DECIBELÍMETRO DIGITAL.
- MEDIDOR DE PRESIÓN.
- VATÍMETRO PARA DESFIBRILADOR.
- MEDIDOR DE OXIGENO DIGITAL.
- MULTÍMETROS.
- ANALIZADOR DE EKG.
- BALANZA ANALITICA.
- OSCILOSCOPIO.
- PULMONES DE PRUEBA.
- TERMOHIGROMETRO DIGITAL.
- VACUOMETRO.
- PHANTOM PARA EQUIPOS DE RX, ARCO EN C, Y PARA ECOGRAFOS.
- OJO ESQUEMÁTICO.
- LENTES DE PRUEBA.
- ANALIZADOR DE FLUJO Y VOLUMEN LIQUIDO.
- EQUIPOS PARA ANÁLISIS DE ELETRO BISTURI Y SEGURIDAD ELECTRICA.

Ilustración 4 Equipos patrones utilizados por M&M STH.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



5. SITUACIÓN ACTUAL

En el hospital Divina Misericordia de Magangué – Bolívar día a día se presentan problemas con los equipos médicos, por el mal uso o mala configuración debido a la falta de capacitación del personal médico. También se presentan problemas en los circuitos internos de los equipos. Es aquí donde el Departamento Biomédico juega un papel importante en el hospital, realizando los mantenimientos preventivos y correctivos de los diferentes equipos y las respectivas capacitaciones al personal que está interactuando con los equipos médicos diariamente para brindar un servicio excelente y de calidad.

Mi proyecto se va a centrar en el área de esterilización donde se presentan fallas recurrentes en los ciclos de las autoclaves de vapor que generan gastos innecesarios de insumos, energía y afectaciones en la vida útil de los componentes del equipo, generando retrasos en el proceso de esterilización del instrumental quirúrgico.

En las autoclaves se presentan múltiples fallas que afectan el proceso de esterilización. Una de ella es la caída de tensión provocando que las resistencias no calienten lo cual produce escasez de vapor en la recámara interrumpiendo el ciclo de esterilización.

Otras de las fallas, es la conductividad del agua permeada cuando no se encuentra en los niveles adecuados, alterando así el buen funcionamiento durante el ciclo de esterilización. Además, la baja presión del agua provocada por fugas en el sistema también es la causante de dicho error.

Con el dispositivo a implementar se busca monitorizar las variables antes mencionadas como presión del agua, conductividad del agua, flujo del agua, caída de tensión y corriente para así tener un buen funcionamiento de la autoclave. El personal de la central de esterilización tendrá visualización de los parámetros antes mencionados generando confiabilidad en el inicio de un ciclo y así evitar interrupciones.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



6. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS

En todo mi proceso como estudiante en la Universidad del Magdalena curse diferentes materias que hicieron de mí una persona integral en el ámbito de la ingeniería electrónica. Durante el desarrollo de mis prácticas profesionales las asignaturas que tuvieron mayor énfasis fueron las siguientes:

- Electrofisiología
- Instrumentación hospitalaria
- Programación I y II
- Electrónica I, II y III
- Circuitos DC y AC

En el área de instrumentación hospitalaria los conocimientos adquiridos durante mi proceso como estudiante fueron de gran importancia, dado que en su momento tuve contacto con diferentes equipos médicos como: electrocardiogramas, bombas de infusión, monitores multiparámetros y simuladores para corroborar la buena medición de dichos equipos.

Los conocimientos en programación fueron muy útiles al momento de implementar los proyectos, puesto que gran parte del código del proyecto del compañero practicante de la Universidad de Pamplona fue desarrollado por mi persona y el código de mi proyecto. Cabe resaltar que todos estos códigos fueron desarrollados en la interfaz de Arduino la cual se trabajó mucho en la universidad, para el desarrollo de estos utilizamos la ESP32.

Las competencias generadas en el área de electrónica I, II, III y circuitos AC_DC han sido de gran ayuda al momento en que se presentan problemas internos en el equipo y toca analizar las placas, tomar mediciones luego recurrir al manual o ficha técnica de los ya mencionados, además determinar que componente se encuentra en mal estado para hacer el cambio y dar pronta solución colocando así el equipo en funcionamiento.

La parte de electrofisiología me ha servido mucho en el momento de analizar señales médicas, así mismo como reaccionan los músculos al momento de ser estimulados por algún tipo de señal.

6.1 BOMBA DE INFUSIÓN

Son dispositivos electromecánicos que, mediante la generación de una presión positiva en su interior, permiten el desplazamiento del fluido a administrar, desde su recipiente contenedor hasta el acceso vascular del paciente, a una velocidad constante, precisa y controlable. Estos sistemas permiten programar intervalos



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



muy amplios de ritmos de infusión, es decir, pueden administrar flujos de entre 0,1 mL y 1L a la hora.(De, n.d.)

6.2 ELECTROCARDIOGRAFO

El electrocardiografo es un instrumento medico capaz de obtener un registro grafico de la actividad eléctrica existente en el miocardio humano. La representación de las señales cardiacas puede de diversos tipos que van desde variaciones de posición de una aguja hasta una imagen en papel o monitor.(José et al., n.d.)

6.3 MONITOR MULTIPARÁMETRO

Los monitores multiparamétricos se encargan de recoger, mostrar y almacenar todas las constantes vitales del paciente. Trabaja de forma diferente para cada signo vital. Por ejemplo, para medir la frecuencia cardíaca, recoge mediante electrodos la actividad eléctrica del corazón y la amplifica. Para medir la frecuencia respiratoria recoge y amplifica los movimientos respiratorios del tórax. Para determinar la cantidad de oxígeno del paciente lo hace a través de su pulso.(monitor multiparámetro - el monitor multiparámetro y el monitoreo permanente del estado hemodinámico - studocu, n.d.)

6.4 MÁQUINA DE ANESTESIA

Una máquina de anestesia es un dispositivo médico complejo constituido por conjunto de elementos empleados para administración de gases medicinales o anestésicos a un paciente durante la anestesia, tanto en la ventilación espontanea como en la controlada. Una máquina de anestesia es un equipo de alta precisión que se emplea para garantizar la dotación precisa del gas medicinal, es decir aquella que no genere problemas de salud al paciente. Esta se encarga de producir y combinar agentes anestésicos por inhalación y un flujo de gas fresco de gases médicos. Con la finalidad de inducir y mantener al paciente bajo anestesia.(Máquina de anestesia: Partes y función - Kalstein, n.d.)

6.5 FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA

Una fuente conmutada es un circuito electrónico que transforma la energía eléctrica a través de dispositivos de dispositivos de conmutación que se enciende y apagan a altas frecuencias, los cuales son conocidos como tiristores, y con componentes de almacenamiento de energía eléctrica como capacitores o inductores para la suministración de energía cuando el dispositivo de conmutación se encuentra en el estado no conductor.(Fuentes Conmutadas: ¿Qué Son? - electrónica Completa, n.d.)

6.6 VENTILADOR MECÁNICO

Un respirador o ventilador es una máquina con una turbina interna que genera un flujo de aire a presión introducido en la vía aérea mediante un tubo y una



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



mascarilla. El mecanismo consiste en introducir (inspiración) y sacar aire de los pulmones (expiración) a unos intervalos (frecuencia respiratoria) y en unas cantidades previamente determinadas. El objetivo es poder llevar el oxígeno a las células, sustituyendo o asistiendo parcialmente la respiración normal del paciente. (¿Qué son los ventiladores mecánicos? ¿Por qué son tan importantes en el tratamiento de la COVID-19? - Esteve Teijin, n.d.)

6.7 NEBULIZADOR

Un nebulizador es un equipo médico que una persona con asma u otra afección respiratoria puede usar para administrar medicamentos de manera directa y rápida a los pulmones. Este dispositivo convierte el medicamento líquido en una niebla muy fina que una persona pueda inhalar a través de una mascarilla o boquilla. Administrar medicamentos de esta manera, permite que lleguen directamente a los pulmones y al sistema respiratorio. (¿Para qué sirve un nebulizador? | Dispositivos Médicos, n.d.)

6.8 DESFIBRILADOR

Se trata de un dispositivo diseñado para aplicar una descarga eléctrica al corazón que le permita recuperar su funcionamiento normal. Dispone de unos sensores que analizan el ritmo cardíaco e indican en qué momento es necesario aplicar la descarga y con qué intensidad. Este dispositivo es capaz, a través de la energía que aplica al corazón por medio de la pared torácica, de restaurar el ritmo cardíaco normal. (Qué es un desfibrilador y cómo funciona | Endesa, n.d.)

En caso de ataque cardíaco, el tiempo de reacción del que disponemos para atender al paciente y conseguir revertir la situación es mínimo. Por esta razón, los desfibriladores son esenciales para salvar muchas vidas. (Qué es un desfibrilador y cómo funciona | Endesa, n.d.)

6.9 ECÓGRAFO

Es un equipo de diagnóstico utilizado en electromedicina para llevar a cabo ecografías. Los ecógrafos emiten ultrasonidos, imperceptibles para el oído humano, que penetran en el cuerpo hasta llegar a los diferentes órganos que queremos analizar. Una vez estos ultrasonidos acceden a los órganos internos se produce un efecto rebote, el cual sirve para devolvernos los ultrasonidos en forma de imagen. Gracias a la ecografía los especialistas médicos pueden diagnosticar con mayor precisión y exactitud el estado de un paciente. (¿qué es un ecógrafo? - integralmed s.a., n.d.)

Los ecógrafos nos permiten obtener imágenes de nuestros órganos internos con el objetivo de detectar y diagnosticar posibles enfermedades y anomalías en nuestro cuerpo. Este instrumento médico se utiliza en diferentes



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



especialidades como fisioterapia, ginecología, cardiología o urología entre otros.(¿qué es un ecógrafo? - integralmed s.a., n.d.)

6.10 SERVOCUNA

Una servocuna es un equipo médico utilizado con frecuencia en las unidades de cuidados intensivos neonatales, cuya finalidad es brindar a los neonatos un área térmica confortable que le permita mantener su temperatura corporal dentro de los niveles normales.(¿Qué es una servocuna y sus funciones? - Kalstein, n.d.)

Son equipos sumamente esenciales debido a que cuando nace un bebé, éste necesita ser calentado, para que no fluctúe de manera considerable su temperatura ya que previamente se encontraba en el interior del útero materno su incubadora natural. Es por ello que al nacer se debe procurar mantener la temperatura corporal del bebe en los niveles normales, ya que son muy susceptibles de experimentar hipotermia, lo que conlleva al deterioro de sus funciones corporales y orgánicas.(¿Qué es una servocuna y sus funciones? - Kalstein, n.d.)

6.11 INCUBADORAS NEONATALES

Una incubadora para bebés prematuros o neonatos es un equipo fundamental de una unidad de tratamiento intensivo neonatal. Consiste en una cámara cerrada de material transparente que incluye un acolchado esterilizado para acostar al bebé, con calefacción por convección, filtro de aires exterior, ventanas para manipular al paciente, y diversos y sofisticados sistemas de monitoreo que incluyen control de peso, respiración, cardíaco y de actividad cerebral. (incubadora (definición y principales tipos), n.d.)

La cámara permite limitar la exposición del recién nacido a los gérmenes, y la complejidad de los equipos permiten también diversos tratamientos de cuidados intensivos, incluyendo terapia intravenosa, suplemento de oxígeno, soporte mecánico de la respiración y administración de fármacos.(incubadora (definición y principales tipos), n.d.)

6.12 ELECTROBISTURÍ

La unidad electro quirúrgica, también conocida como electrobisturí o bisturí caliente es un equipo electrónico capaz de transformar la energía eléctrica en calor con el fin de coagular, cortar o eliminar tejido blando, eligiendo para esto corrientes que se desarrollan en frecuencias por encima de los 200.000Hz ya que éstas no interfieren con los procesos nerviosos y sólo producen calor.(Electrobisturí - Apuntes de Electromedicina Xavier Pardell, n.d.)



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Está compuesta por una serie de unidades individuales que en conjunto conforman un circuito eléctrico: la corriente debe fluir desde un generador hasta un electrodo activo, a través del tejido, y volver al generador vía electrodo de dispersión inactivo.

Al ser el electrobisturí un aparato eléctrico, su uso no está libre de complicaciones. El mayor peligro es la quemadura eléctrica.(Electrobisturí - Apuntes de Electromedicina Xavier Pardell, n.d.)

Este equipo consta de dos partes, una estéril y una no estéril. Lo estéril, sería el cable (partiendo desde el aparato) y el mango con la punta del electrobisturí. Lo que no es estéril es la plancha que va por debajo del paciente a la hora de utilizar el electrobisturí.(Electrobisturí - Apuntes de Electromedicina Xavier Pardell, n.d.)

Las puntas, de carga positiva, pueden ser de tipo: Cuchillo (la más utilizada), Aguja (para zonas de menor tamaño) o punta bola (para coagular mucosas). Algunas suelen ser de teflón para que el tejido no quede adherido al quemarse. El mango puede ser a pedal o puede tener botones para operar el electrobisturí. El botón amarillo, es el del corte. El botón azul, es el de coagulación.(Electrobisturí - Apuntes de Electromedicina Xavier Pardell, n.d.)

6.13 SUCCIONADOR

Los succionadores o aspiradores de secreciones, se emplean antes y después de las intervenciones quirúrgicas, con el fin de eliminar fluidos, tejidos, huesos o gases del paciente, para facilitar la limpieza y evitar infecciones por residuos.(Mantenimiento de equipos de medicina: Succionador quirúrgico, n.d.)

Un succionador es un equipo complejo e importante que cuenta con una tecnología de vacío de gran calidad y un diseño funcional. Su uso es sencillo y silencioso, y lo encontramos en procedimientos de cirugía general, liposucciones, endoscopias y neurocirugía.(Mantenimiento de equipos de medicina: Succionador quirúrgico, n.d.)

En Precisión Ingeniería disponemos de succionadores quirúrgicos para todas las aplicaciones, que se pueden utilizar en varios sitios de salud, como quirófanos, unidades de cuidados intensivos y servicios de urgencias. (Mantenimiento de equipos de medicina: Succionador quirúrgico, n.d.)



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



7 DESARROLLO DE ACTIVIDADES:

Mis prácticas profesionales las inicié el día 22 de febrero del año 2022, desde la fecha ya mencionada empezaron mis días de capacitación en el Hospital Divina Misericordia. Durante las primeras semanas me explicaron el funcionamiento y servicio que prestaba cada uno de los equipos que están bajo la responsabilidad del Departamento Biomédico.

Después de aproximadamente 30 días de preparación revisando los manuales y fichas técnicas de los equipos y sirviendo de soporte técnico en los procesos de mantenimiento a los compañeros. Realicé mi primer mantenimiento correctivo a una bomba de infusión marca Mindray, la cual se le hizo cambio de sensores de oclusión de entrada y salida, e igual que el sistema peristáltico debido a que estaba pasando a chorro (medicamento). Seguidamente en la oficina se encontraban aproximadamente 35 bombas de infusión que no habían sido reparadas, de estas 35 bombas mi compañero de práctica y yo reparamos 28, el restante se le dio de baja. Todo el proceso de reparación y calibración de estas duró aproximadamente 22 días. Dependiendo de los errores que presentaban dichas bombas se le cambian los sensores de oclusión, sistema peristáltico, tarjeta madre, tapas, Flex, pantalla, entre otros componentes.

Con el pasar del tiempo fui realizando mantenimientos preventivos y correctivos a muchos más equipos como: monitores multiparámetros, lámpara cialítica, lámpara de fototerapia, nebulizadores, mesas de cirugía, ventiladores mecánicos, ecógrafos, torres de laparoscopia, succionadores, incubadoras, servocuna, electrobisturí, electrocardiograma, autoclaves, entre otros equipos. Todo esto bajo la supervisión del ingeniero William Echávez, coordinador de práctica de la empresa.

Luego nos enfocamos a trabajar en el proyecto del compañero de la universidad de Pamplona, este consistía en controlar el encendido, apagado y temperatura de un aire acondicionado, también a mirar el consumo que este genera durante sus horas de trabajo, todo esto manejando IOT.

Por último, trabajé en mi proyecto, este consiste en un sistema para monitorizar la presión y la conductividad del agua en las autoclaves y así verificar que estos se encuentren en los parámetros adecuados para evitar que los ciclos de esterilización sean interrumpidos. También podemos medir el consumo de corriente y de agua que esta genera por ciclo de trabajo. las variables voltaje, potencia, temperatura serán censadas y mostradas, todo esto utilizando IOT.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Como primera fase del proyecto se planteó la problemática a desarrollar, después de socializar con el ingeniero William coordinador de mis practicas empresarial planteamos la idea solución y una vez teniendo concretado todo lo que se iba a desarrollar, empezó mi búsqueda para la realizar el prototipo.

La principal tarea era analizar las fallas y problemáticas que se presentaban en la autoclave para luego desarrollar el prototipo con los componentes adecuados y la programación exacta para solucionar dichos problemas presentados en la matachana.

Se plantearon varias ideas con el fin de llegar a la solución de las problemáticas presentadas, entre el planteamiento estaba en analizar que sensores o materiales utilizar junto con su programación. Se utilizan sensores para obtener lecturas de presión, conductividad, corriente, medición de flujo entre otros.

Luego de detectar o tener la idea de que realizar se investiga y se hace la comparación de que sensores utilizar, ver que sensor tiene más efectividad y toma de resultado. Ejemplo como ¿Por qué escogí el sensor DHT-22 (sensor de humedad y temperatura) y no el DHT-11? ¿Por qué escogí el sensor PZEM – 004T (sensor de corriente) y no el SCT 013? ¿Por qué trabajar con la ESP32 y no con un ARDUINO? Comparaciones que a futuro dieron resultados positivos.

Una vez obtenidos los sensores y sistemas embebidos a utilizar, se programó cada uno por medio de la interfaz de Arduino Cloud, interfaz que trabaja online y deja programar sin ningún problema la ESP32 sistema embebido encargado en mandarle señal a cada sensor. Ya programada la ESP32 se hacen las pruebas con los sensores y diferentes componentes en la protoboar para observar los resultados del circuito a implementar.

Teniendo mayor seguridad de los resultados obtenidos con el circuito instalado en protoboard se pasa a realizar la PCB en Proteus programa que me permite simular y realizar circuitos impresos. Al momento de realizar la PCB como organización de pistas se tuvo mucha complicación ya que este circuito tiene muchas conexiones lo que dificultaba la realización de la placa, como solución a esto se realizaron puentes superficiales que me permitieron desarrollar las pistas y circuito sin ningún problema. Además de este inconveniente al momento de hacer la impresión del circuito no encontraba papel termotransferible o propalcote en el municipio de Magangué por tal motivo me vi en la obligación de encargarlo en la ciudad de Sincelejo. Una vez obtenido el papel se tiene dificultad al momento de imprimir el circuito ya que las impresoras láser que estaban disponible se trababan al momento de imprimir porque dicho papel era muy grueso. Como solución a esto se ajusta la imagen del circuito a tamaño real



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



y la mando a la ciudad de Santa Marta a un compañero de la universidad que es el encargado en hacerme el favor de imprimir el circuito y luego enviármelo a Magangué - Bolívar.

Teniendo el papel en mano hago el planchado sobre la placa y se realiza el montaje del circuito. Se realizan pruebas de los sensores para verificar el funcionamiento de cada uno de ellos.

Seguidamente se hace la instalación del circuito en la central de esterilización, todo este proceso de instalación de sensores se tuvo que esperar hasta un domingo debido a que las autoclaves no se pueden dejar fuera de servicio por mucho tiempo. Por último, se realiza nuevamente calibración de los sensores, se verifica que todo está funcionando correctamente. Se deja circuito funcionando.

A continuación, dejaré unas imágenes como evidencia de mis intervenciones a algunos equipos, desarrollo de proyecto y en anexos adjuntaré link de una bitácora con información más detallada sobre mis actividades desarrolladas en mis prácticas, link de video del prototipo funcionando.

En la ilustración 5 observamos una bomba de infusión marca Mindray a la cual se le cambió el motor paso a paso, los sensores de oclusión y el sensor de puerta quedó funcionando perfectamente.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Ilustración 5 Arreglo de bomba de infusión

En la ilustración 6 podemos observar un monitor multímetro, presentaba errores en las tomas de presión, se realiza cambio de bomba de insuflar y válvulas.

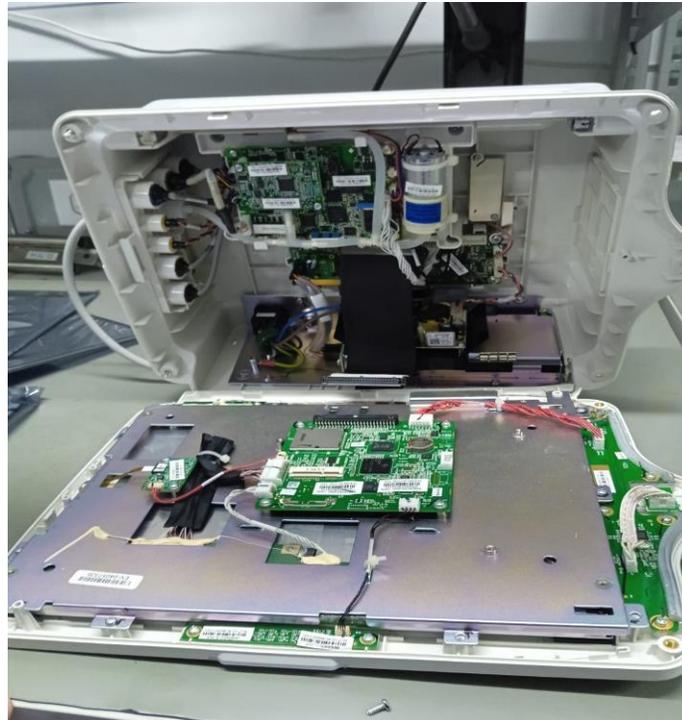


Ilustración 6 Arreglo de monitor multiparámetro

En la ilustración 7 corroboramos que el monitor esté funcionando y tomando los parámetros correctamente con ayuda del simulador.



Ilustración 7 Verificación del monitor con simulador

En la ilustración 8 observamos un electrobisturí al cual se le realiza cambio de botón de encendido.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Ilustración 8 Electrobisturí

En la ilustración 9 observamos un electrocardiógrafo al cual se le realiza mantenimiento preventivo y se verifica que este tomando las derivadas de forma correcta con ayuda del simulador.



Ilustración 9 Electrocardiógrafo

En la ilustración 10 estábamos realizando la desinstalación de un tomógrafo en el hospital de Mompox.

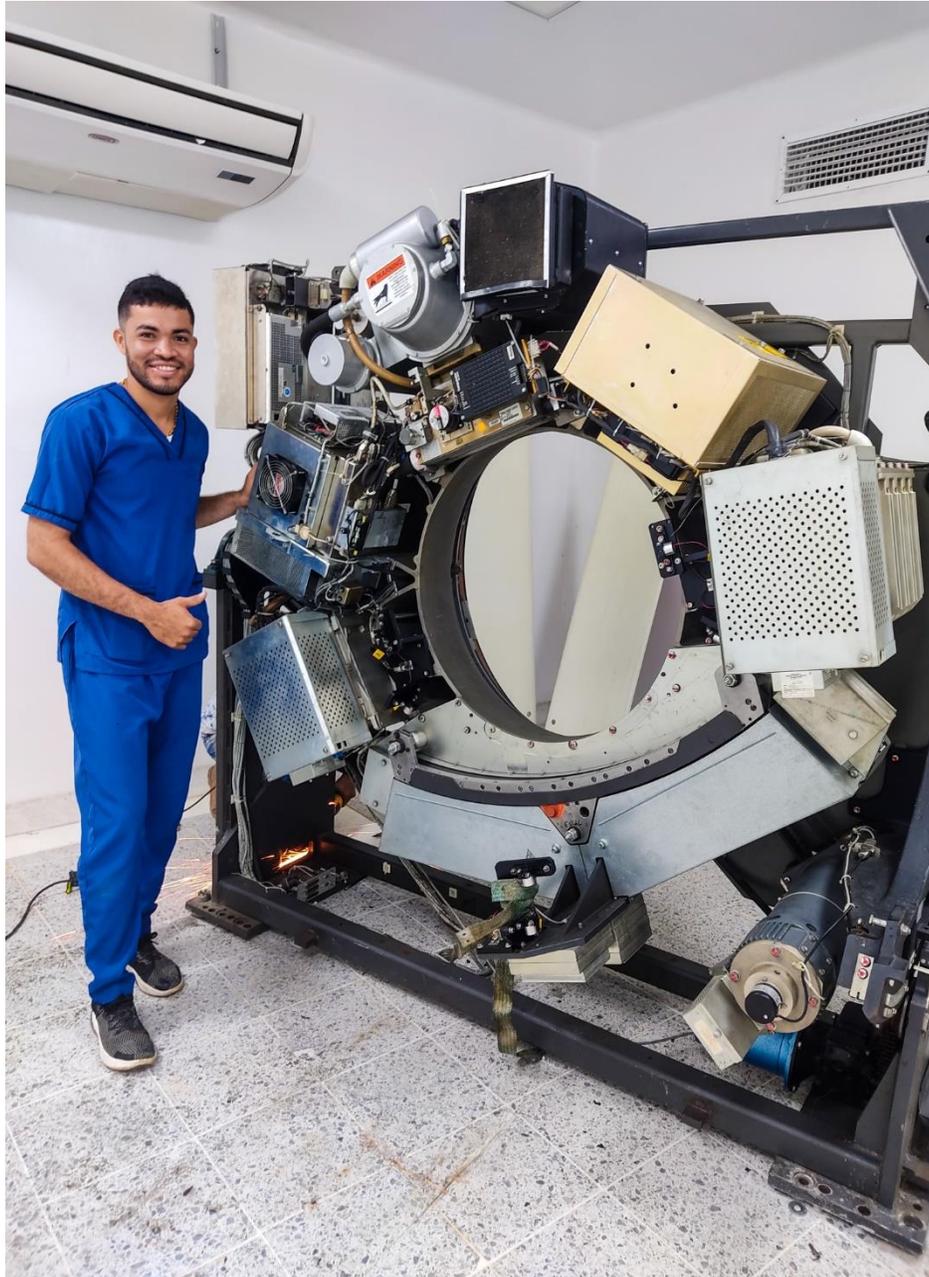


Ilustración 10 Desinstalación de tomógrafo

En la ilustración 11 me encuentro reparando la lampara de hendidura, esta no encendía se le cambio botón de on/of y se realiza limpieza.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Ilustración 11 Reparación de lámpara de hendidura

En la ilustración 12 me encuentro realizando revisión de las lámparas cirúrgicas, se hace el cambio de fuente de alimentación debido a que unos de los paneles titilaban.



Ilustración 12 Reparando lámpara cirúrgica



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 13 reparamos lampara de fototerapia de uci neonatal, no encendía se le cambia transformador y se resoldan las pistas.



Ilustración 13 Reparación de lampara de fototerapia

En la ilustración 14 me encuentro reparando el equipo de laboratorio sta compat, presentaba fuga en el líquido de refrigeración.



Ilustración 14 Reparación de equipo de laboratorio



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 15 me encontraba desarrollando el circuito en Proteus

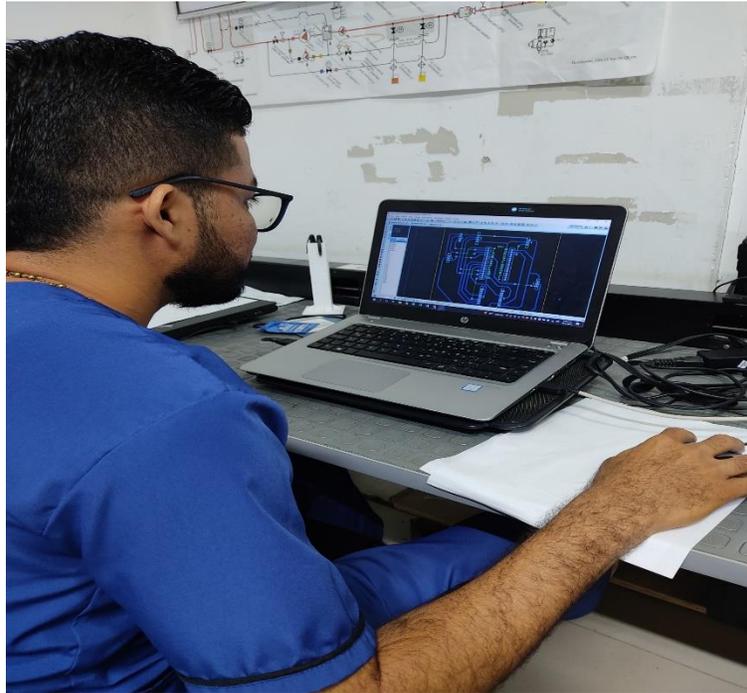


Ilustración 15 Diseño del PCB

En la ilustración 16 apreciaremos el PCB listo para ser planchado

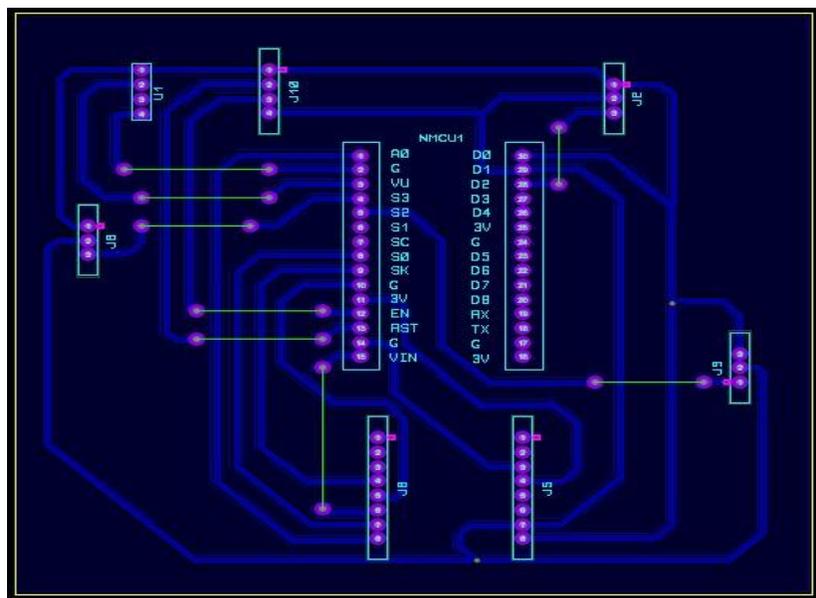


Ilustración 16 PCB



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 17 podemos observar el prototipo ya instalado en la central de esterilización.

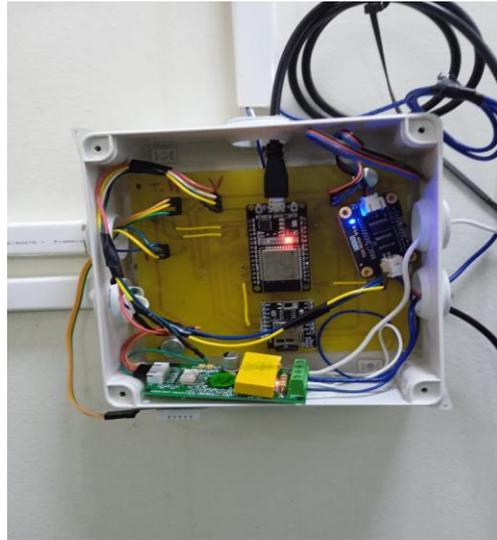


Ilustración 17 prototipo instalado

En la ilustración 18 podemos observar los valores capturados por los sensores en la Dashboards.

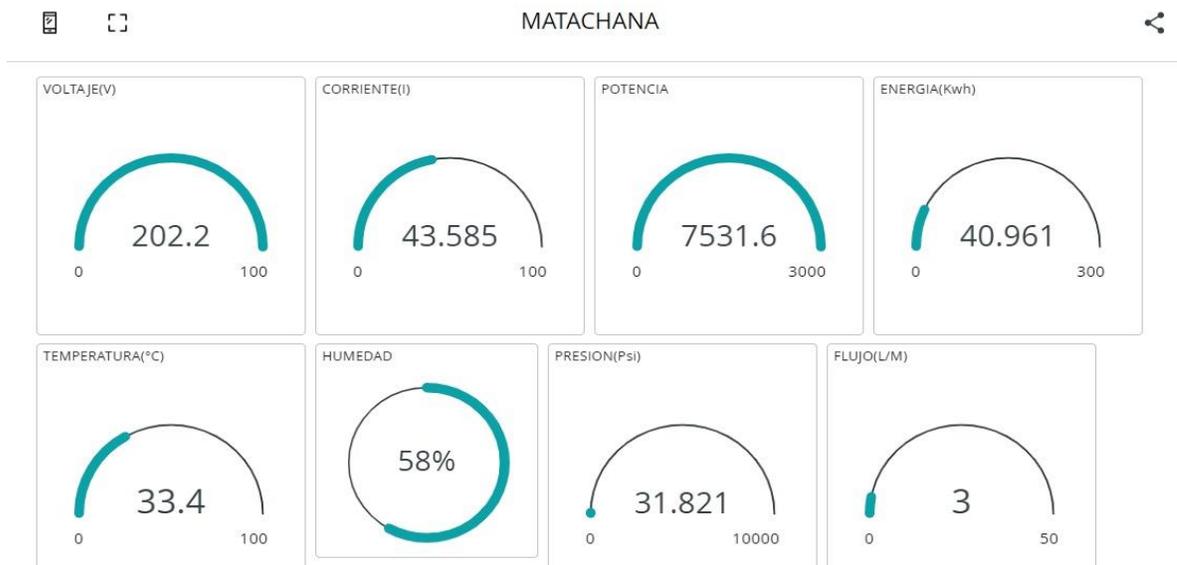


Ilustración 18 Muestra de datos



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



8 CRONOGRAMA:

En la tabla 1 se aprecian las actividades ejecutadas para el desarrollo del proyecto para el monitoreo de la presión y la conductividad del agua en las autoclaves.

Tabla 1. Cronograma del proyecto realizado.

FAS ES	ACTIVIDAD	SEMANAS																
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
FAS E I	Análisis de la problemática y planteamiento del problema																	
	Planteamiento de la idea solución																	
	Búsqueda de información sobre los sensores a utilizar																	
FAS E II	Selección de sensores a utilizar																	
	Programación de sensores																	
	Montaje en protoboard																	
FAS E III	Desarrollo de circuito en Proteus																	
	Desarrollo de PCB en Proteus y ajuste de tamaño real al momento de imprimir.																	
	Montaje del circuito en placa PCB																	
FAS E IV	Instalación, pruebas del circuito y calibración de sensores																	
	Últimos ajustes y culminación del proyecto																	

9 PRESUPUESTO:

En la tabla 2 se relacionan los materiales que se utilizaron para el desarrollo del proyecto, con sus respectivos costos.

Tabla 2. Presupuesto del proyecto realizado.

N°	MATERIALES	CANTIDAD	VALOR UNIDAD (\$)	TOTAL VALOR (\$)
1	Sensor de Presión	2	\$123.000	\$246.000
2	Sensor de Conductividad	1	\$73.000	\$73.000
3	PZEM – 004T (Sensor de corriente)	1	\$64.000	\$64.000
4	Sensor de flujo FS400AG1	1	\$79.000	\$79.000
5	DTH22 (Sensor de humedad y temperatura)	2	\$22.000	\$44.000
6	RTC (Datalogger)	1	\$20.000	\$20.000
7	ESP32	1	\$28.000	\$28.000
8	Memoria SD	1	\$15.000	\$15.000
9	Realización PCB	1	\$70.000	\$70.000
10	TOTAL			\$639.000



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



10 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

- Una vez realizado el diseño del sistema de monitoreo para las autoclaves se instala en la central de esterilización.
- Para ilustrar mejor los resultados obtenidos de los sensores instalados se realiza una Dashboards, (ilustración 18) donde se visualizan todos los parámetros principales de las autoclaves desde cualquier lugar.
- Con este sistema de monitoreo instalado se pueden ver la causa raíz del porque se aborda un ciclo de esterilización debido a la falta de presión de agua, conductividad o caída de tensión entre otros.
- Todos los parámetros censados quedaran guardados en una base de dato por medio del datalogger instalado. Mediante graficas se podrán visualizar todos los valores obtenidos diariamente de la autoclave y así hacer un análisis de los datos a fin de mes.
- Se recomienda que la red wifi donde se conecte nuestra ESP32 sea buena para que la transmisión de los datos no se vea afectada.
- A futuro se quiere generar un impacto económico, la principal idea es desarrollar más prototipos y comercializarlos. También enlazar el prototipo con Telegram u otra aplicación y mandar alarmas a nuestros teléfonos a través de estas.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



11 BIBLIOGRAFÍA

De, M. (n.d.). *CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE BOMBAS DE INFUSIÓN INTELIGENTES GRUPO TECNO.*

Electrobisturí - Apuntes de Electromedicina Xavier Pardell. (n.d.). Retrieved from <https://www.pardell.es/electrobisturi.html>

Fuentes Conmutadas: ¿Qué Son? - Electronica Completa. (n.d.). Retrieved from <https://electroniacompleta.com/fuentes-conmutadas/>

INCUBADORA (DEFINICION Y PRINCIPALES TIPOS). (n.d.). Retrieved from [https://equiposlaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/incubadora-\(definicion-y-principales-tipos\)](https://equiposlaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/incubadora-(definicion-y-principales-tipos))

José, M. C., Moreno, A., Huajuapán, E., León, D. E., & De, O. O. (n.d.). *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA INGENIERO EN ELECTRÓNICA ARTURO HERNÁNDEZ MÉNDEZ.*

Mantenimiento de equipos de medicina: Succionador quirúrgico. (n.d.). Retrieved from <https://procesosbiomedicos.com/mantenimiento-de-equipos-de-medicina-succionador-quirurgico/>

Máquina de anestesia: Partes y función - Kalstein. (n.d.). Retrieved from <https://kalstein.net/es/maquina-de-anestesia-partes-y-funcion/>

Monitor multiparametro - EL MONITOR MULTIPÁRAMETRO Y EL MONITOREO PERMANENTE DEL ESTADO HEMODINÁMICO - StuDocu. (n.d.). Retrieved from <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-cajamarca/medicina-legal/monitor-multiparametro/8985836>

¿Para qué sirve un nebulizador? | Dispositivos Médicos. (n.d.). Retrieved from <https://dispositivosmedicos.org.mx/para-que-sirve-un-nebulizador/>

Qué es un desfibrilador y cómo funciona | Endesa. (n.d.). Retrieved from <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/eficiencia-energetica/desfibrilador-uso>

¿QUÉ ES UN ECÓGRAFO? - INTEGRALMED S.A. (n.d.). Retrieved from <https://integralmed.com.ar/que-es-un-ecografo/>

¿Qué es una servocuna y sus funciones? - Kalstein. (n.d.). Retrieved from <https://kalstein.net/es/que-es-una-servocuna-y-sus-funciones/>

¿Qué son los ventiladores mecánicos? ¿Por qué son tan importantes en el tratamiento de la COVID-19? - Esteve Teijin. (n.d.). Retrieved from <https://www.esteveteijin.com/ventiladores-mecanicos-covid-19/>



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



ANEXOS

N°	Relación de Anexos
1	Enlace de video que evidencia el funcionamiento del proyecto
2	Bitácora de desarrollo de actividades y proyecto
3	Imágenes sobre actividades y desarrollo del proyecto

Enlace de videos:

<https://drive.google.com/file/d/1VTpzyjVkJHmhm4M1NXJ9lrQPYN4p3JRMK/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/15ZFExhkCtvMtRyh1bgveT-YNMILR06lm/view?usp=drivesdk>

Enlace de bitácora de actividades desarrollas durante mis prácticas.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HsNqd0xO8iyM0LA6N5CW-TbyjOWLbBVH/edit?usp=sharing&oid=10113689169042115781&rtpof=true&sd=true>

IMÁGENES

En la ilustración 19 nos encontramos realizando un mantenimiento correctivo a un succionador (limpieza de pistones, bielas y válvulas de aires), no succionaba.



Ilustración 19 arreglo de succionador.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 20 me encuentro realizando mantenimiento correctivo a ventilador mecánico (error de sonido).



Ilustración 20 Ventilador mecánico

En la ilustración 21 me encuentro realizando pruebas en protoboard de los sensores.

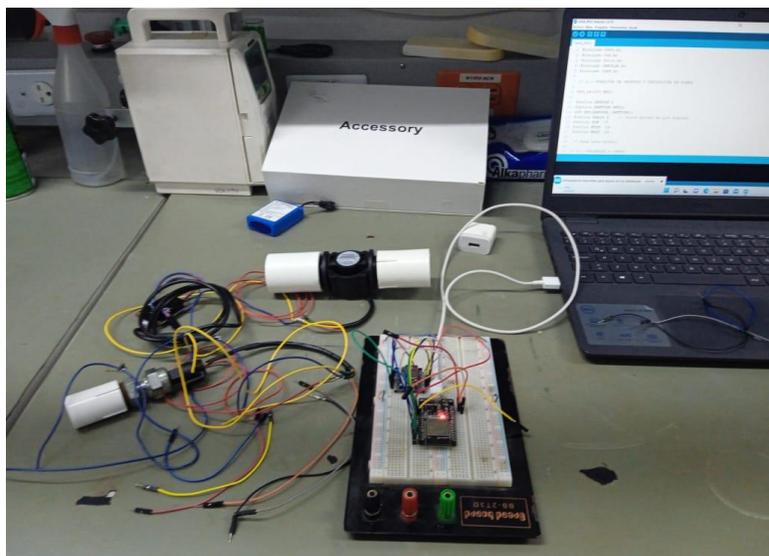


Ilustración 21 Prueba de los sensores



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 22 me encuentro quemando el circuito con ácido férrico.



Ilustración 22 Quema de circuito

En la ilustración 23 me encuentro soldado los componentes a la placa.



Ilustración 23 Soldando componentes



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 24 me encuentro realizando el montaje del sensor de conductividad.

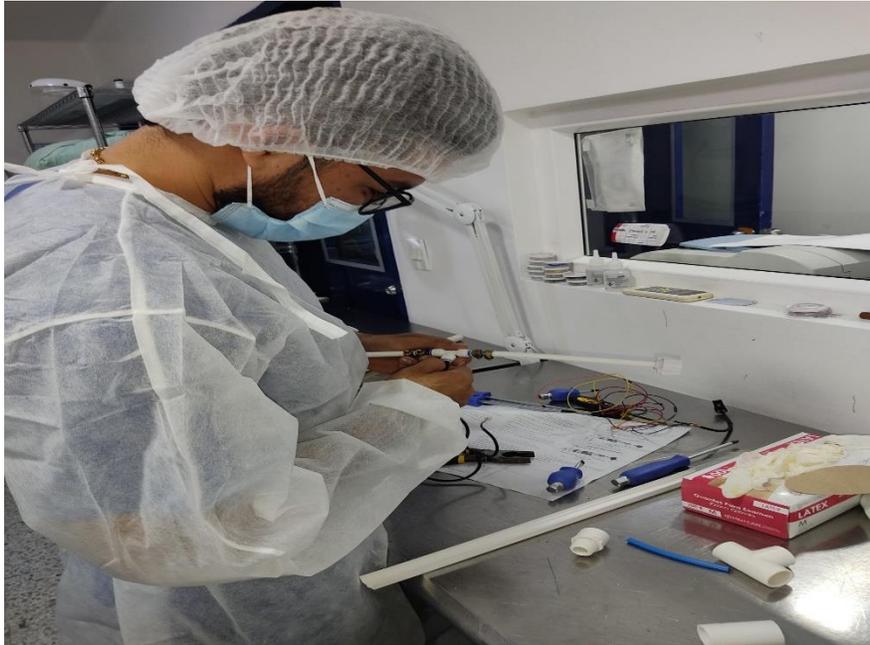


Ilustración 24 Instalación sensor de conductividad

En la ilustración 25 me encuentro realizando el montaje de los sensores de flujo y presión.



Ilustración 25 Sensor de presión y flujo



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 26 observamos el sensor de corriente instalado.



Ilustración 26 Sensor de corriente

En las ilustraciones 27, 28 y 29 me encuentro realizando la instalación del prototipo.



Ilustración 27 instalación del prototipo



Ilustración 28 Conectando sensores al circuito

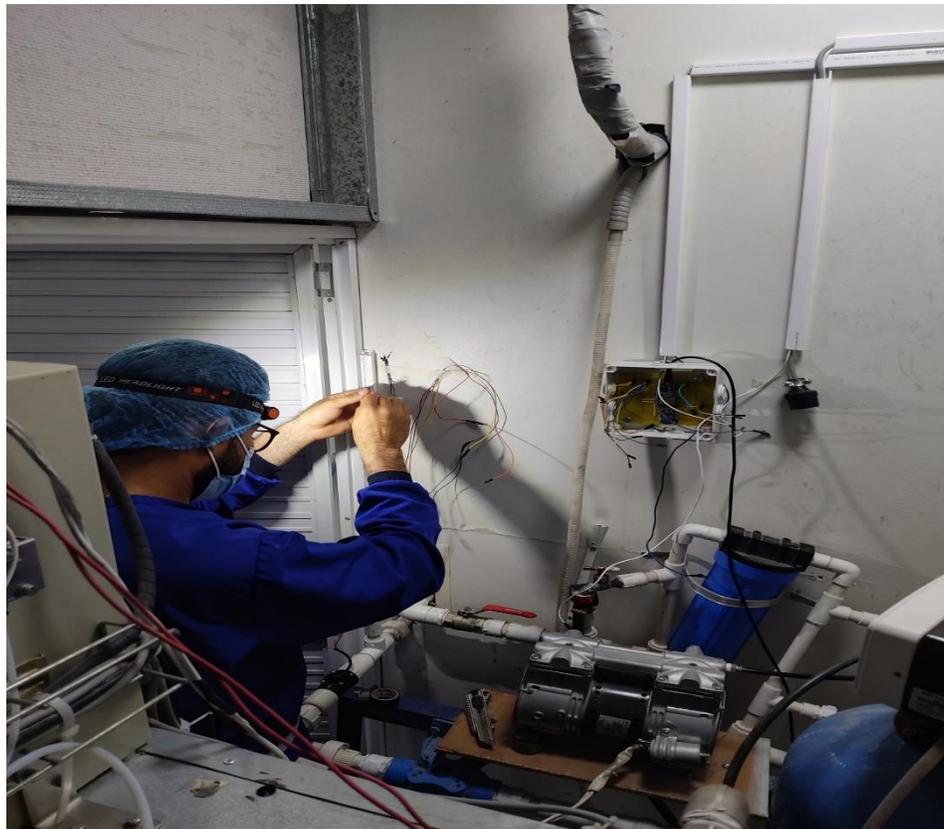


Ilustración 29 Organización de cables



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 30 podemos observar el circuito y los sensores ya instalados.



Ilustración 30 Sensores y circuito instalados

En la ilustración 31 me encuentro realizando ajustes y calibración de sensores.



Ilustración 31 Calibración de sensores



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



En la ilustración 32 se finaliza instalación y tapado del circuito.



Ilustración 32 Tapado del circuito