



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

BIOtec SUMINISTROS MÉDICOS, S. DE R.L.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERA EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

21841061 ALLISON SARAHI OVIEDO IRAHETA

ASESOR: REYNA VALLE

CAMPUS SAN PEDRO SULA; MARZO, 2023

AGRADECIMIENTOS

"A mi madre por siempre inculcarme que todo es posible si se trabaja duro para lograrlo, darme su amor y nunca soltarme la mano. A mi padre por siempre darme apoyo incondicional en todo momento y sus sabios consejos, sin ustedes esto no sería posible. A mi hermano, quien siempre me ha demostrado su amor incondicional y su apoyo. Cada uno de mis logros es gracias a ustedes. Ustedes son la razón por la cual sé que, aunque haya tropiezos en el camino a su lado siempre lograre cada una de mis metas."

RESUMEN EJECUTIVO

La práctica profesional fue realizada en la empresa BioTec Suministros Médicos, desempeñando el cargo de ingeniero de campo en el Departamento de Biomédica de la empresa. Se realizaron mantenimientos preventivos y correctivos en establecimientos prestadores del servicio de imagenología. Durante la duración de la práctica se realizaron de igual manera instalaciones de equipos médicos. Se trabajó durante 10 semanas en brindar servicio técnico que mantuviese a los equipos médicos de imagenología en estado funcional.

Palabras clave- biomédica, cardiología, mantenimiento, imagenología.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	2
II.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	3
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
2.1.1.	MISIÓN	4
2.1.2.	VISIÓN	4
2.1.3.	VALORES	4
2.2.	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	4
2.3.	OBJETIVOS DEL PUESTO	5
2.3.1.	OBJETIVO GENERAL	5
2.3.2.	OBJETIVO ESPECÍFICOS	5
III.	MARCO TEÓRICO	6
3.1.	ANÁLISIS DEL SECTOR	6
3.1.1.	PRINCIPAL COMPETIDOR EN EL MERCADO	6
3.1.2.	PRINCIPALES CLIENTES	6
3.2.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	6
3.3.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	7
3.4.	IMAGENOLOGÍA	7
3.4.1.	RAYOS X	7
3.4.2.	TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA	8
3.4.3.	RESONANCIA MAGNÉTICA	9
3.4.4.	ULTRASONIDO	10
3.4.5.	MAMÓGRAFO	11
3.4.6.	ANGIÓGRAFO	12
IV.	DESARROLLO	13
4.1.	SEMANA 1: ENERO 16-21	13
4.1.1.	OBJETIVOS	13
4.1.2.	INTRODUCCIÓN	13
4.1.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	13
4.1.4.	ANEXOS SEMANALES	14

4.2. SEMANA 2: ENERO 23-28	16
4.2.1. OBJETIVOS.....	16
4.2.2. INTRODUCCIÓN.....	16
4.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	16
4.2.4. ANEXOS SEMANALES.....	17
4.3. SEMANA 3: ENERO 30- FEBRERO 4	18
4.3.1. OBJETIVOS.....	18
4.3.2. INTRODUCCIÓN.....	18
4.3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	18
4.3.4. ANEXOS SEMANALES.....	19
4.4. SEMANA 4: FEBRERO 6- 11	21
4.4.1. OBJETIVOS.....	21
4.4.2. INTRODUCCIÓN.....	21
4.4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	21
4.4.4. ANEXOS SEMANALES.....	22
4.5. SEMANA 5: FEBRERO 13- 18	24
4.5.1. OBJETIVOS.....	24
4.5.2. INTRODUCCIÓN.....	24
4.5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	24
4.5.4. ANEXOS SEMANALES.....	25
4.6. SEMANA 6: FEBRERO 20- 25	28
4.6.1. OBJETIVOS.....	28
4.6.2. INTRODUCCIÓN.....	28
4.6.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	28
4.6.4. ANEXOS SEMANALES.....	29
4.7. SEMANA 7: FEBRERO 27- MARZO 4	31
4.7.1. OBJETIVOS.....	31
4.7.2. INTRODUCCIÓN.....	31
4.7.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	31
4.7.4. ANEXOS SEMANALES.....	32
4.8. SEMANA 8: MARZO 6- 10	34

4.8.1.	OBJETIVOS	34
4.8.2.	INTRODUCCIÓN.....	34
4.8.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	34
4.8.4.	ANEXOS SEMANALES.....	35
4.9.	SEMANA 9: MARZO 13- 18	37
4.9.1.	OBJETIVOS	37
4.9.2.	INTRODUCCIÓN.....	37
4.9.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	37
4.9.4.	ANEXOS SEMANALES.....	38
4.10.	SEMANA 10: MARZO 20- 24	40
4.10.1.	OBJETIVOS	40
4.10.2.	INTRODUCCIÓN.....	40
4.10.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	40
4.10.4.	ANEXOS SEMANALES.....	41
4.11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	43
V.	CONCLUSIONES	44
5.1.1.	CONCLUSIÓN GENERAL	44
5.1.2.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	44
VI.	RECOMENDACIONES	45
6.1.1.	RECOMENDACIONES A UNITEC.....	45
6.1.2.	RECOMENDACIONES A BIOTEC SUMINISTROS MÉDICOS, S. DE R.L.....	45
VII.	BIBLIOGRAFÍA	46

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logotipo de BioTec Suministros Médicos.	3
Ilustración 2. Jerarquía del departamento de biomédica.....	4
Ilustración 3. Philips MobileDiagnost Opta.	8
Ilustración 4. Philips IQon Spectral CT.....	9
Ilustración 5. Philips Ingenia Ambition.....	9
Ilustración 6. Philips CX50 Compact Xtreme.	10
Ilustración 7. Philips MicroDose.	11
Ilustración 8. Philips Hemo System IntelliVue X3.....	12
Ilustración 9. Ultrasonido PHILIPS CX50.....	14
Ilustración 10. Host y DARC de tomógrafo.....	14
Ilustración 11. Artefacto en fluoroscopia.....	15
Ilustración 12. Slip Ring de tomógrafo Lightspeed.	15
Ilustración 13. Cableado de angiógrafo.	17
Ilustración 14. Display de angiógrafo.....	17
Ilustración 15. Monitor de angiógrafo dentro de la sala.....	17
Ilustración 16. Tarjeta madre de ultrasonido Philips HD5.....	19
Ilustración 17. Fantoma de mamografía previo a estudio.	19
Ilustración 18. Brazo en C Philips Pulsera durante mantenimiento preventivo.	20
Ilustración 19. Tarjeta TGPU de tomógrafo Lightspeed VCT.	22
Ilustración 20. Tarjeta madre averiada de PDU de tomógrafo Lightspeed VCT.....	22
Ilustración 21. PDU sin averías para tomógrafo Lightspeed VCT.....	23
Ilustración 22. Escobillas de carbón de tomógrafo Lightspeed.....	23
Ilustración 23. Error presentado en módulo 7 tomógrafo Lightspeed de GE.....	25
Ilustración 24. Reinstalación de módulo 7 tomógrafo Lightspeed de GE.....	25
Ilustración 25. Cambio de Terminal Server de RM Signa HDxt.	26
Ilustración 26. RM Signa HDxt operando correctamente.....	26
Ilustración 27. Proceso de cambio de cable de pantalla para ultrasonido Chison Eco 6.	27
Ilustración 28. Tanque de aceite hidráulico de mesa de RM GE Signa HDxt 1.5T.....	29
Ilustración 29. Pantalla de calibraciones de mamógrafo GE Essential.....	29
Ilustración 30. Ultrasonido Chison ECO 6 luego de mantenimiento preventivo.	30
Ilustración 31. Brazo en C Philips Pulsera en proceso de conexión con plataforma BVscope.....	32
Ilustración 32. Cambio de monitor de estación de trabajo TC GE Brightspeed.	32
Ilustración 33. Equipo ECG Mortara durante prueba de funcionamiento.	33
Ilustración 34. Mamógrafo GE Essential con fantoma.....	35
Ilustración 35. Revisión mesa de tomógrafo GE VCT.	35
Ilustración 36. Tarjeta ETC de tomógrafo GE Lightspeed.....	36
Ilustración 37. ECG Mortara Eli 230.	38
Ilustración 38. Capacitación de polígrafo Philips.	38
Ilustración 39. Ultrasonido Philips EPIQ 7C.....	39

Ilustración 40. TC GE Brightspeed durante mantenimiento preventivo. 41
Ilustración 41. Fluoroscopio Philips Eleva. 41
Ilustración 42. Tomógrafo GE Revolution. 42

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

DARC- Computador de datos y reconstrucción

ECG- Electrocardiógrafo

MC-Mantenimiento Correctivo

MP- Mantenimiento Preventivo

PDU- Power Distribution Unit (Unidad de Distribución de Poder)

RM- Resonancia magnética

TC-Tomografía Computarizada

I. INTRODUCCIÓN

Durante el presente documento serán descritas todas aquellas actividades realizadas a lo largo de la práctica profesional efectuada en la empresa BioTec Suministros Médicos S. de R.L., al igual que todos los fundamentos que engloban a la compañía. En el transcurso de la práctica se asume el cargo de Ingeniero de Campo dentro del departamento de biomédica; las actividades que se realizarán engloban mantenimientos preventivos y correctivos a equipos médicos, proyectos de preinstalación e instalación. La empresa se enfoca en el rubro de venta y servicio técnico de equipo biomédico, principalmente el área de imagenología.

En esta lectura se podrán encontrar 7 capítulos que abordarán en su totalidad la práctica profesional realizada. En el capítulo 2 se describirán las generalidades de la empresa, se detallará el departamento en el cual se desempeñará la práctica, se presentarán los objetivos del puesto asignado. Por otra parte, en el capítulo 3 se detallará la base teórica aplicada durante la práctica, las principales tecnologías que fueron intervenidas y su aplicación en el ámbito médico, al igual que el sector en el cual ejerce la empresa. El capítulo 4 contendrá todas aquellas actividades desarrolladas a lo largo de las 10 semanas de práctica profesional. Se detallarán las conclusiones en el capítulo 5, las mismas estarán directamente ligadas a los objetivos. En el capítulo 6 se enumerarán las diferentes recomendaciones planteadas a la empresa y a la universidad. Por último, en el capítulo 7 listará todas las referencias bibliográficas utilizadas para el enriquecimiento del presente documento.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se exponen los conceptos básicos de la empresa, el cargo asignado y la descripción del departamento en cual es realizada la práctica profesional.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

BioTec Suministros Médicos S. de R. L. se dedica a la venta y servicio de mantenimiento a equipamiento médico de imagenología, cardiología y de diagnóstico preclínico. Fundada en San Pedro Sula en el año 2012 por los Ings. Cristian Pinto, Luis Urbina y Holvan Ortiz.

Las principales líneas de distribución de la empresa son Philips, Chison, Perlove y Mortara; dentro de las cuales se destacan por ser los representantes autorizados en Honduras para los equipos médicos de la marca Philips.

El mercado principal de la empresa son los hospitales, clínicas y personal de salud; ofreciendo a sus clientes la venta, opciones de compra, instalación de equipos, servicios postventa, garantías y contratos de servicio.

Entre los equipos distribuidos por la empresa destacan: tomógrafos (TC), equipos de rayos X, fluoroscopias, ultrasonidos, resonancias magnéticas (RM), mamógrafos, electrocardiógrafos (ECG), monitores de signos vitales, oftalmoscopios y otoscopios.



Ilustración 1. Logotipo de BioTec Suministros Médicos.

Fuente: (BioTec, 2020)

La empresa cuenta con 2 sucursales ubicadas en las principales ciudades de Honduras, una en San Pedro Sula y la segunda en Tegucigalpa. Cuenta con personal de ventas, biomédico, técnico y de administración. Actualmente cuentan también con equipamiento en Belice al cual se le realizan los servicios técnicos requeridos.

2.1.1. MISIÓN

Queremos ser la primera opción de equipamiento médico en Honduras, para todo médico especialista y Centro Hospitalario. Siguiendo fieles a nuestro enfoque en la rama de radiología general, atención a la mujer y cardiología (BioTec, 2020).

2.1.2. VISIÓN

Sentimos un fiel compromiso con la salud de los pacientes que atienden los centros médicos donde nos han dado la confianza de entrar con nuestros equipos o nuestros servicios. Nuestra visión es brindar un servicio con carácter de "urgencia" para que nuestros clientes se pueden concentrar en sus pacientes, y no sus equipos.

2.1.3. VALORES

- Trabajo en equipo.
- Orientación a satisfacción del cliente.
- Integridad.
- Responsabilidad social.
- Honestidad.
- Compromiso de servicio.
- Puntualidad.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de biomédica de BioTec está conformado por 3 ingenieros de campo, 2 técnicos y 1 coordinador de ingeniería. En el departamento se llevan a cabo diferentes labores de servicio postventa como ser: mantenimientos preventivos y correctivos, instalación y capacitaciones. En el departamento también se incluye la elaboración de informes de diagnóstico de los equipos y además el control de los mantenimientos programados.

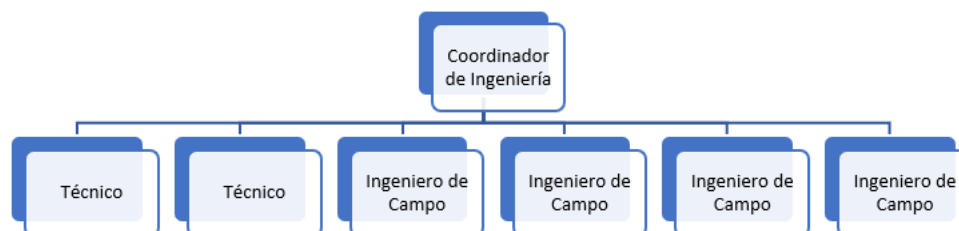


Ilustración 2. Jerarquía del departamento de biomédica.

2.3. OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Efectuar las labores de ingeniero de campo dentro de la empresa mediante la aplicación de conocimientos de ingeniería en biomédica.

2.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Preparar instalaciones de equipamiento médico dentro de clínicas y hospitales.
- Resolver problemas presentados por diferentes equipos médicos mediante mantenimientos correctivos.
- Colaborar en la realización de mantenimientos preventivos para equipamiento médico con la utilización de simuladores y analizadores, particularmente de imagenología.

III. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentarán las bases teóricas que engloban el rubro en el cual se desempeña la empresa, así como los conceptos que acompañan las actividades realizadas durante la práctica profesional.

3.1. ANÁLISIS DEL SECTOR

3.1.1. PRINCIPAL COMPETIDOR EN EL MERCADO

Seijiro Yazawa Iwai es una empresa multinacional con tres diferentes áreas de enfoque siendo la medicina, la industria pesada y la energía. En el área médica se enfoca en cuatro especialidades: imagenología, medicina general, odontología y oftalmología. Entre sus principales marcas se encuentra Canon Medical, Toshiba Medical y Konica Minolta (Seijiro Yazawa Iwai, 2023).

3.1.2. PRINCIPALES CLIENTES

BIOTEC se encarga de brindar mantenimientos preventivos y correctivos a diferentes establecimientos de salud, entre sus principales clientes encontramos al Hospital del Valle en San Pedro Sula y el hospital Honduras Medical Center en Tegucigalpa (BioTec, 2020).

3.1.2.1. *Hospital del Valle*

El Hospital del Valle ofrece servicios de imagenología como ser rayos X, tomografía, fluoroscopia, angiografía, ultrasonido, mamografía, densitometría y resonancia magnética. Los equipos utilizados en estos servicios reciben sus mantenimientos por parte de BioTec (Hospital del Valle, 2021).

3.1.2.2. *Honduras Medical Center*

El hospital Honduras Medical Center es un establecimiento de salud privado ubicado en la capital hondureña Tegucigalpa. El centro brinda servicios de radiología e imágenes, los equipos médicos de imagenología utilizados en el hospital obtienen sus mantenimientos de parte de BIOTEC (HMC, 2016).

3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo (MP) suele programarse a intervalos definidos e incluye tareas específicas, como la lubricación, limpieza o sustitución de piezas que suelen desgastarse o tienen un ciclo de vida corto. Asimismo, el mantenimiento preventivo suele ser establecido por el manual de mantenimiento de cada equipo médico, esto con el fin de mejorar la calidad de vida

de los equipos. Los fabricantes también fijan los procedimientos e intervalos de mantenimiento de cada equipo. Sin embargo, las organizaciones usuarias también pueden ajustar estos intervalos en función de las condiciones de su entorno local (Hernández-López et al., 2020).

3.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo (MC) permite mantener el pleno rendimiento de las funciones de un dispositivo médico, mediante intervenciones eficaces en el momento en que se produce un problema. Sin embargo, esta acción debe estar bien planificada, ya que actúa no sólo a nivel de los síntomas, sino también a nivel de la búsqueda y solución de la causa del defecto en sí. Incluye la localización de averías en máquinas cuyo mal estado provoca paradas y las reparaciones efectuadas en los equipos médicos (Corciovă et al., 2020).

3.4. IMAGENOLÓGÍA

La imagenología médica tiene como objetivo principal brindar información del interior de la fisiología y anatomía humano, como ser diversas partes de cuerpo y sus órganos. Las principales modalidades de imagenología médica son: la emisión nuclear, la resonancia magnética (RM), la emisión de rayos X y el ultrasonido. Estas modalidades son utilizadas para la visualización, manejo y análisis de diversos estudios en el cuerpo humano, con el fin de diagnosticar y evaluar también la respuesta del paciente al tratamiento. Esta herramienta de apoyo de diagnóstico aporta de gran manera al correcto diagnóstico de los pacientes. La imagenología engloba los métodos de recolección de imagen, así como el procesamiento de estas y su posterior análisis (Huérfano et al., 2016).

3.4.1. RAYOS X

Los rayos X pueden interactuar con la materia ya que son un tipo de radiación ionizante con pequeña longitud de onda. Entre más pequeña sea la longitud de onda de los rayos mayor será su energía y su capacidad de penetración. Estos sistemas se conforman principalmente por 3 diferentes componentes los cuales son: el tubo de rayos X, el generador de alto voltaje y el detector de radiación. La importancia de estos equipos en el ámbito médico recae en su ayuda en el diagnóstico en diversas áreas médicas. Algunas áreas en las cuales se destaca el uso de los rayos X son las siguientes: estudios de los sistemas esquelético, respiratorio, gastrointestinal, urinario y cardiovascular (Díaz, 2014).

3.4.1.1. *Philips MobileDiagnost Opta*

El equipo de rayos X portátil Philips MobileDiagnost Opta cuenta con diversos beneficios como ser su tamaño compacto, su rapidez y su flexibilidad. Este entrega un diagnóstico de calidad, su rapidez y sistema digital permite observar las imágenes en un margen de 13 segundos (Philips Healthcare, 2014).



Ilustración 3. Philips MobileDiagnost Opta.

Fuente: (Philips Healthcare, 2014)

3.4.2. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

La tomografía computarizada también conocida como TC es un equipo que toma los principios de los rayos X, sin embargo, en este se sustituye la placa radiográfica por detectores. Los detectores se encargan de adquirir los datos después de la irradiación al paciente. La TC utiliza los rayos X y además un sistema informático que permite el procesamiento de los datos adquiridos por los detectores generando imágenes en secciones progresiva en la zona estudiada. Los estudios de TC permiten visualizar las estructuras internas del organismo humano, esto facilita el diagnóstico de diversas patologías que afectan al cuerpo humano (Subias & Jerez, 2021).

3.4.2.1. *Philips IQon Spectral CT*

Como primer TAC basado en detectores espectrales, el IQon Spectral CT ofrece múltiples capas de datos retrospectivos en una sola exploración de baja dosis, lo que le permite mejorar confianza clínica que impacta en resultados de calidad (Philips Healthcare, 2016).



Ilustración 4. Philips IQon Spectral CT.

Fuente: (Philips Healthcare, 2016)

3.4.3. RESONANCIA MAGNÉTICA

La resonancia magnética utiliza campos magnéticos para la obtención de imágenes detalladas de los órganos y tejidos internos del cuerpo humano, estos campos magnéticos se generan con imanes de gran tamaño, ondas de radiofrecuencia y un computador que permite el procesamiento de las imágenes adquiridas. Su utilización elimina la irradiación que puede llegar a ser perjudicial para los pacientes, por tanto, es un método de diagnóstico ampliamente utilizado por diferentes áreas de la medicina (Martínez et al., 2009).

3.4.3.1. *Philips Ingenia Ambition*

El Ingenia Ambition ofrece una calidad de imagen excelente incluso para pacientes difíciles y realiza exámenes de RM hasta un 50% más rápido con la aceleración Compressed SENSE para todas las anatomías tanto en 2D como en 3D. El rápido tiempo total de examen se consigue simplificando el manejo del paciente en el orificio con la configuración del paciente guiándolo sin contacto. Además, el Ingenia Ambition ofrece una experiencia audiovisual envolvente para calmar a los pacientes y guiarlos durante los exámenes de RM (Philips Healthcare, 2020).



Ilustración 5. Philips Ingenia Ambition.

Fuente: (Philips Healthcare, 2020)

3.4.4. ULTRASONIDO

El ultrasonido es una técnica diagnóstica no invasiva que permite obtener imágenes del interior del cuerpo. Las sondas de ultrasonidos, denominadas transductores, emiten ondas sonoras con frecuencias superiores al umbral de audición humano (por encima de 20 kHz), pero la mayoría de los transductores que se utilizan actualmente funcionan a frecuencias mucho más altas (en la gama de los megahercios (MHz)) (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering, 2016).

3.4.4.1. *Philips CX50 CompactXtreme*

El sistema de ultrasonidos CX50 CompactXtreme incorpora la tecnología de cristal PureWave, el mayor avance en tecnología de transductores piezoeléctricos en 40 años. Con la tecnología de cristal PureWave, los médicos pueden confiar en una resolución de campo y la capacidad de obtener imágenes de una amplia variedad de pacientes. Desde 2004, se han realizado más de un millón de exámenes con la tecnología PureWave añadiendo ahora calidad superior a los estudios portátiles (Philips Healthcare, 2016).



Ilustración 6. Philips CX50 Compact Xtreme.

Fuente: (Philips Healthcare, 2016)

3.4.5. MAMÓGRAFO

Los mamógrafos son equipos médicos utilizados como método de prevención secundaria, estos consisten en la exploración diagnóstica con imagen generada por rayos X de la glándula mamaria. Este estudio es llamado mamografía y el mismo permite detectar el cáncer de mama antes de que se comiencen a presentar síntomas o lesiones. Estos estudios permiten al paciente recurrir a tratamientos menos agresivos y podrán contrarrestar a la enfermedad con mayores probabilidades de cura (Moscoso et al., 2018).

3.4.5.1. *Philips MicroDose*

La mamografía MicroDose SI de Philips con imágenes espectrales de disparo único ofrece una eficacia de dosis probada, calidad de imagen excepcional y aplicaciones espectrales no invasivas en una mamografía rápida y cómoda. Diseñado para deleitar a médicos pacientes y técnicos, ayuda a ofrecer una atención de alta calidad, eficiente y centrada en el paciente (Philips Healthcare, 2015).



Ilustración 7. Philips MicroDose.

Fuente: (Philips Healthcare, 2015)

3.4.6. ANGIÓGRAFO

El angiógrafo utiliza los principios básicos de los rayos X y junto a sistemas digitales extrae únicamente las estructuras de interés como ser los vasos sanguíneos del cuerpo humano (Perez, 2017). Una angiografía es un procedimiento de diagnóstico que utiliza imágenes de rayos X para detectar obstrucciones en los vasos sanguíneos (arterias o venas). La angiografía permite al médico ver cómo circula la sangre por los vasos sanguíneos de determinadas partes del cuerpo. Los médicos utilizan un angiograma del corazón, el cuello, los riñones, las piernas u otras zonas para localizar el origen de un problema arterial o venoso (Cleveland Clinic, 2022).

3.4.6.1. *Philips Hemo system with IntelliVue X3*

El angiógrafo con IntelliVue X3 integrado permite realizar diferentes intervenciones cardiovasculares manteniendo el monitoreo de los signos vitales del paciente, las formas de onda y las alarmas se muestran en la sala de control y la sala de exploración. En la sala de control, el personal puede realizar análisis hemodinámico y mostrar los resultados en la sala de exploración para evaluación en tiempo real del estado del paciente (Philips Healthcare, 2022).



Ilustración 8. Philips Hemo System IntelliVue X3.

Fuente: (Philips Healthcare, 2022)

IV. DESARROLLO

En este capítulo se abordarán las actividades realizadas a lo largo de la práctica profesional. Segmentado en semanas, incluyendo objetivos y evidencia fotográfica de las labores.

4.1. SEMANA 1: ENERO 16-21

4.1.1. OBJETIVOS

- Comprender los diferentes métodos de mantenimiento preventivo.
- Examinar diferentes equipos médicos.
- Colaborar en los mantenimientos correctivos.

4.1.2. INTRODUCCIÓN

En la primera semana se inició con la familiarización con los equipos dentro de la empresa, así como con los diferentes métodos de mantenimiento preventivo y correctivo empleados dentro de la misma.

4.1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Durante el primer día de trabajo se realizaron diversos mantenimientos correctivos dentro del taller de la empresa. Comenzando con la revisión de particiones de un host de tomógrafo y corroborar su conexión al computador de datos y reconstrucción (DARC) ya que el mismo presentaba fallas. Al reiniciarlo diversas veces y además recargarle su sistema operativo se logró comunicar nuevamente estos dos componentes. En el segundo día se realizaron calibraciones de hardware y reinstalación de software al equipo de ultrasonido portátil Philips CX50, el cual presentaba falsos contactos al tratar de oprimir el botón de modo M. Posterior a la realización de estas calibraciones el equipo regreso a su operación normal. En el tercer día se presentó un problema de video en un ultrasonido Philips Voluson 730, al cual se le procedió a realizar limpieza completa interior y reinstalación de software. Sin embargo, el problema persistió, por lo cual, se procedió a la revisión de la tarjeta de video de este la cual se observó presentaba algunos defectos. Durante el cuarto día se visitó la sala de Fluoroscopia del Hospital del Valle en San Pedro Sula, ya que el equipo presentaba artefacto en la imagen al momento de realizar los estudios, por lo tanto, se hizo cambio de tarjeta de video y el equipo regreso a su estado funcional. En el quinto día de la semana Se realizó una limpieza al equipo General Electric de rayos X modelo Proteus, al

mismo se le realizó una inspección visual para asegurar que estuviesen todas sus partes. En el sexto y último día de la semana laboral se realizó un mantenimiento preventivo de tomógrafo General Electric modelo Lightspeed. Durante este mantenimiento se le cambió el aceite a los cables de alta tensión del tubo de rayos X, se realizó una limpieza de filtros, revisión de los carbonos y limpieza general del equipo.

4.1.4. ANEXOS SEMANALES



Ilustración 9. Ultrasonido PHILIPS CX50.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 10. Host y DARC de tomógrafo.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 11. Artefacto en fluoroscopia.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 12. Slip Ring de tomógrafo Lightspeed.

Fuente: (Propia, 2023)

4.2. SEMANA 2: ENERO 23-28

4.2.1. OBJETIVOS

- Examinar los manuales para la instalación de equipo de hemodinamia Intellivue X3.
- Colaborar con la instalación de equipo de hemodinamia Intellivue X3.
- Realizar diferentes tareas para la correcta instalación de equipo de hemodinamia Intellivue X3.

4.2.2. INTRODUCCIÓN

Durante la segunda semana laboral se realizaron las tareas para la instalación de equipo de hemodinamia Philips del modelo Intellivue X3.

4.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El primer día de la semana se comenzaron los preparativos para la instalación del equipo Philips Intellivue X3 en la sala de hemodinamia del Hospital del Valle en San Pedro Sula, para esto se realizaron lecturas exhaustivas de los manuales de instalación, así como la interpretación de los diagramas de conexión del equipo. El segundo día de la semana se visitó la sala de hemodinamia y se comenzó con el cableado del equipo, los cables fueron transportados por medio de ductos desde la sala de control hasta los gabinetes principales del angiógrafo de la sala. Durante el tercer día se realizaron las conexiones de fibra óptica para la visualización de imagen dentro de la sala en uno de los cuatro monitores del angiógrafo para esto igualmente se introdujo los cables a los ductos y estos fueron conectados directamente a los gabinetes. Durante el cuarto día una vez finalizada la instalación y cableado del equipo, se procedió a realizar inicialización del software, al igual que pruebas de funcionamiento con el apoyo de simuladores. Se utilizó un simulador de paciente de ECG. Durante la inicialización de software se realizó la conexión entre los monitores en la sala de control y el monitor dentro de la sala de examinación, para poder hacer esto igualmente se introdujeron diversas licencias al software, así como la creación de usuario y contraseña la cual fue compartida con el personal del hospital. El quinto y último día de la semana se realizó una entrega de ultrasonido Philips modelo Affiniti 30 en el Centro de Neumología y Alergia (CNA). Se le realizó una programación junto al doctor e igualmente se le capacitó sobre el uso de este.

4.2.4. ANEXOS SEMANALES



Ilustración 13. Cableado de angiógrafo.

Fuente: (Propia, 2023)

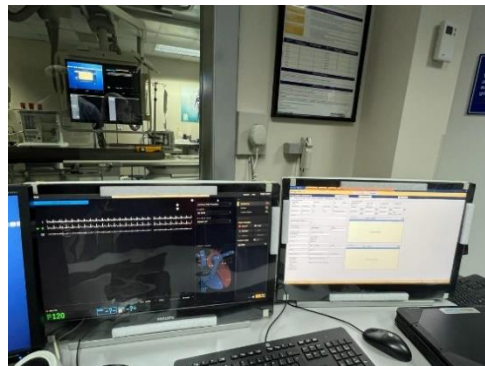


Ilustración 14. Display de angiógrafo.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 15. Monitor de angiógrafo dentro de la sala.

Fuente: (Propia, 2023)

4.3. SEMANA 3: ENERO 30- FEBRERO 4

4.3.1. OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento preventivo de brazo en C Philips Pulsera.
- Apoyar en mantenimiento preventivo de mamógrafo General Electric (GE) DMR+.
- Colaborar en el mantenimiento correctivo de ultrasonido Philips HD5.

4.3.2. INTRODUCCIÓN

En la tercera semana de la práctica profesional se realizaron diversos mantenimientos preventivos incluyendo mamógrafo, brazo en C y ultrasonido.

4.3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Durante la semana se realizó el mantenimiento preventivo de dos brazos en C Philips Pulsera en el Hospital del Valle, a los cuales se les hizo limpieza externa total y limpieza de contactos en el banco de capacitores. Igualmente se realizaron mantenimientos a dos mamógrafos un GE DMR+ en Oncorad y un GE Essential en el Hospital del Valle, a estos se les realizó limpieza externa e interna además de rellenado de refrigerante en su unidad de distribución de poder (PDU). Se realizaron después de culminado el MP estudios de mamografía utilizando fantoma para mamógrafo.

Además, se realizó mantenimiento correctivo de ultrasonido Philips HD5 EN EL Hospital Mario Catarino Rivas al cual se le hizo reemplazo de disco duro y se inició recarga de software, sin embargo, esta no pudo ser completada ya que se diagnosticó que la lectora de discos del equipo se encontraba en mal estado. También, se colaboró en el embalaje de equipo de rayos X GE Proteus el cual se dirigía hacia el sur de Honduras en donde fue instalado.

Se realizó también una visita al tomógrafo Philips Brightspeed en Hospital Ferraro, debido a que este ha presentado problemas de temperatura y problemas con su torre de interfaz de sistema de computadora pequeña (SCSi) ya que una de las lectoras se encontraba completamente inutilizable y la segunda con problemas, por lo cual se hizo reemplazó de la torre.

4.3.4. ANEXOS SEMANALES



Ilustración 16. Tarjeta madre de ultrasonido Philips HD5.

Fuente: (Propia, 2023)

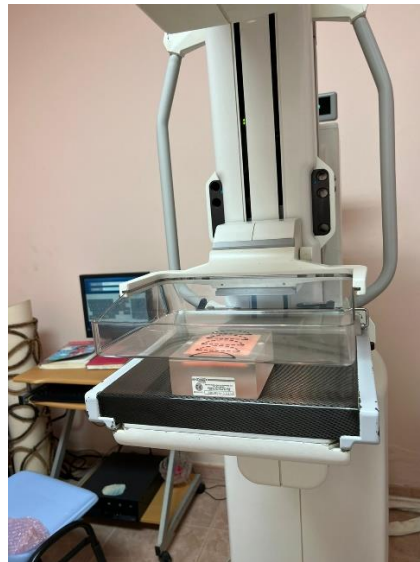


Ilustración 17. Fantoma de mamografía previo a estudio.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 18. Brazo en C Philips Pulsara durante mantenimiento preventivo.

Fuente: (Propia, 2023)

4.4. SEMANA 4: FEBRERO 6- 11

4.4.1. OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento preventivo en tomógrafo GE Lightspeed.
- Colaborar en mantenimiento de tomógrafo GE Lightspeed VCT.
- Diagnosticar fallas en tomógrafo GE Lightspeed VCT.

4.4.2. INTRODUCCIÓN

En la cuarta semana se realizaron diversos mantenimientos preventivos y correctivos especialmente a tomógrafos.

4.4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Durante la semana se comenzó por realizar mantenimiento preventivo en tomógrafo GE Lightspeed al cual se le reemplazaron los carbones del slip ring, esto ya que previamente se había determinado que los mismos se encontraban ya desgastados. Se realizó luego del reemplazo estudios utilizando fantoma de tomografía. El tomógrafo GE Lightspeed VCT tuvo un percance en su PDU el cual se cortocircuitó por tanto la tarjeta madre del PDU fue consumida por el fuego. Se reemplazó por completo el PDU, sin embargo, luego de realizar esto el equipo seguía sin funcionar correctamente por tanto se comenzaron a realizar diversas revisiones para diagnosticar la causa de esto y se determinó que la tarjeta de comunicación gantry-mesa (TGPU) se había también sobrecalentado durante el incidente de la PDU. Al obtener ya la nueva tarjeta se reemplazó, sin embargo, se presentó un error en los sensores de paro de emergencia de la mesa. Los sensores también fueron reemplazados, como consecuencia el equipo logro operar óptimamente.

4.4.4. ANEXOS SEMANALES

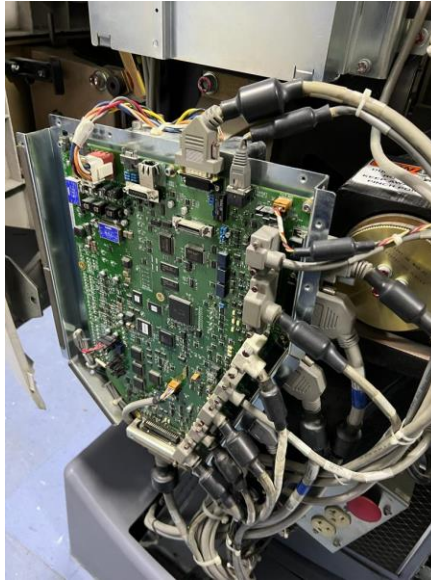


Ilustración 19. Tarjeta TGPU de tomógrafo Lightspeed VCT.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 20. Tarjeta madre averiada de PDU de tomógrafo Lightspeed VCT.

Fuente: (Propia, 2023)

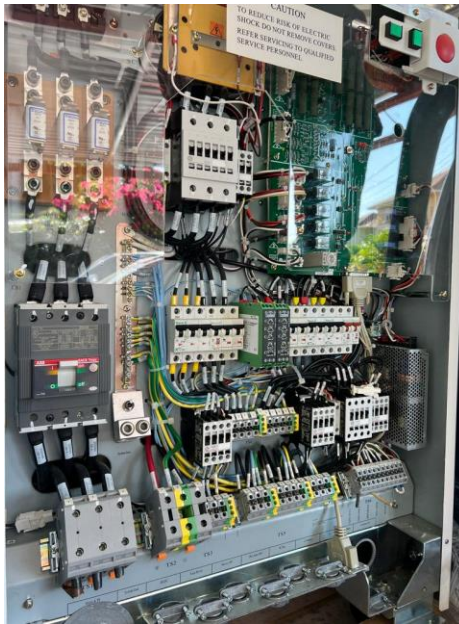


Ilustración 21. PDU sin averías para tomógrafo Lightspeed VCT.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 22. Escobillas de carbón de tomógrafo Lightspeed.

Fuente: (Propia, 2023)

4.5. SEMANA 5: FEBRERO 13- 18

4.5.1. OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento correctivo a ultrasonido portátil Chison.
- Colaborar en mantenimiento correctivo de RM Signa HDxt de GE.
- Calibrar tomógrafo GE Lightspeed.

4.5.2. INTRODUCCIÓN

Durante la quinta semana se realizaron distintas actividades correctivas al igual que correctivas a equipos de tomografía y ultrasonido.

4.5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Se realizó mantenimiento correctivo en ultrasonido Chison Eco 6 el cual no lograba desplegar la pantalla por lo cual se revisó cable de pantalla y este fue reemplazado ya que se observó que se encontraba averiado.

Se viajó a la ciudad de La Ceiba al centro de radiología e imágenes Radiomed debido a problemas en la RM Signa HDxt de GE la cual no lograba arrancar correctamente durante su encendido, luego de recabar posibles causas se determinó que se debía cambiar el Terminal Server el cual se encarga de comunicar los diferentes módulos del equipo.

Se reemplazó tanto el Terminal Server como su fuente de poder ya que se logró observar que al tener la fuente de poder anterior luces naranjas se iluminaban indicando un funcionamiento incorrecto por parte de esta.

El tomógrafo Lightspeed de GE ubicado en Hospital Ferraro presentaba una especie de artefacto con forma de dona y además indicaba que el módulo número 7 de los detectores del equipo se encontraba con fallas. Se realizó una reinstalación del módulo y luego se procedió a realizar una calibración rápida y estudios utilizando fantoma de tomografía, en las imágenes presentadas en este estudio no se observó el artefacto. Sin embargo, el equipo seguía indicando un error en el módulo 7, por lo tanto, el equipo queda en observación.

4.5.4. ANEXOS SEMANALES

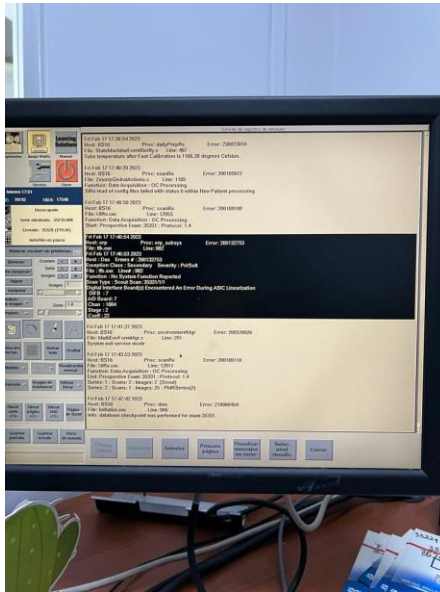


Ilustración 23. Error presentado en módulo 7 tomógrafo Lightspeed de GE.

Fuente: (Propia, 2023)

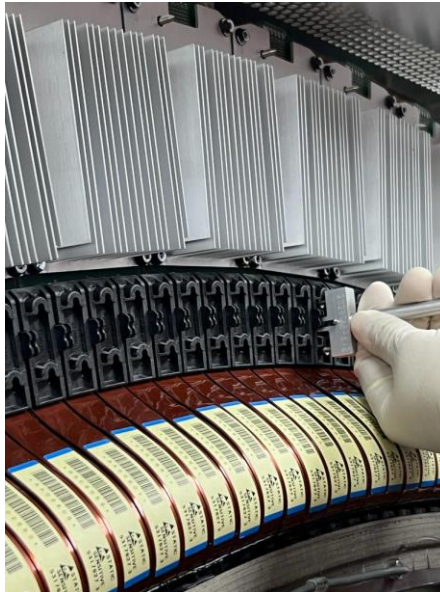


Ilustración 24. Reinstalación de módulo 7 tomógrafo Lightspeed de GE.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 25. Cambio de Terminal Server de RM Signa HDxt.

Fuente: (Propia, 2023)

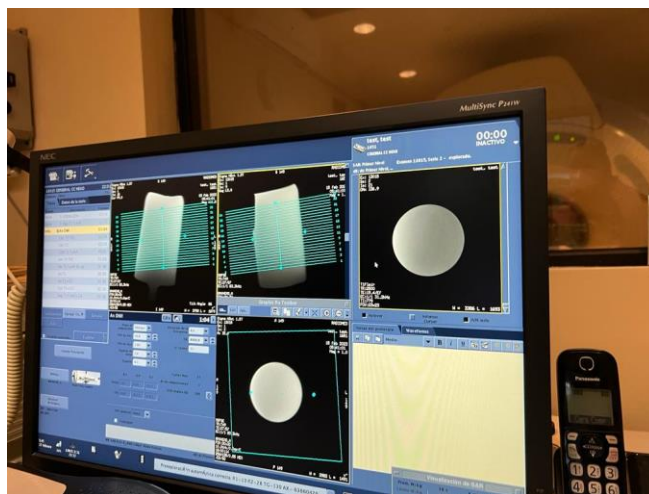


Ilustración 26. RM Signa HDxt operando correctamente.

Fuente: (Propia, 2023)

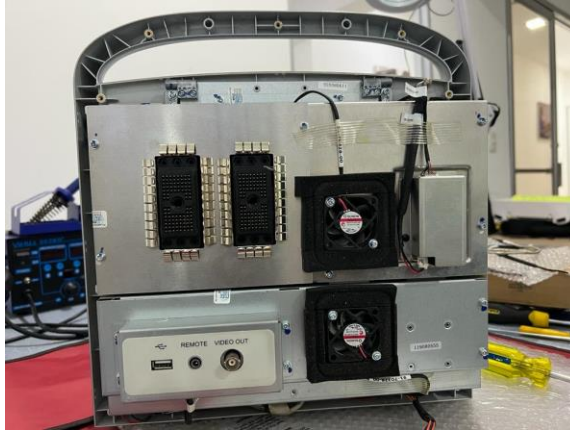


Ilustración 27. Proceso de cambio de cable de pantalla para ultrasonido Chison Eco 6.

Fuente: (Propia, 2023)

4.6. SEMANA 6: FEBRERO 20- 25

4.6.1. OBJETIVOS

- Realizar mantenimiento preventivo a ultrasonido portátil Chison ECO 6.
- Colaborar en mantenimiento preventivo de mamógrafo GE Essential.
- Efectuar mantenimiento correctivo en mesa de RM GE Signa HDxt 1.5T.

4.6.2. INTRODUCCIÓN

En la sexta semana se realizaron mantenimientos tanto correctivos como preventivos a equipos de imagenología.

4.6.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Se realizó mantenimiento preventivo en ultrasonido Chison Eco 6 el cual siguió los protocolos presentados por el fabricante en los manuales de servicio, estos protocolos incluyen limpieza general del equipo y de los contactos electrónicos en su interior.

Durante la sexta semana también se colaboró en el mantenimiento preventivo de mamógrafo GE Essential al cual se le realizaron calibraciones de detector, de periféricos, de colimador y de posición. Igualmente, se utilizó un fantoma para realizar pruebas de imagen y asegurar que el equipo se encontraba en correcto funcionamiento.

Se realizó mantenimiento correctivo de mesa de RM GE Signa HDxt 1.5T, la cual presentaba problemas en su mecanismo de subida y bajada. Se optó por revisar el nivel de aceite hidráulico en la mesa y rellenarlo en caso de que el mismo no estuviese en el nivel óptimo. Al realizarse este mantenimiento se notó diferencia en la mesa y la misma lograba realizar los movimientos de eficientemente.

4.6.4. ANEXOS SEMANALES



Ilustración 28. Tanque de aceite hidráulico de mesa de RM GE Signa HDxt 1.5T.

Fuente: (Propia, 2023)

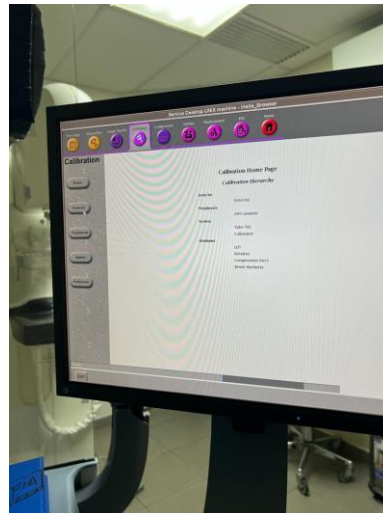


Ilustración 29. Pantalla de calibraciones de mamógrafo GE Essential.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 30. Ultrasonido Chison ECO 6 luego de mantenimiento preventivo.

Fuente: (Propia, 2023)

4.7. SEMANA 7: FEBRERO 27- MARZO 4

4.7.1. OBJETIVOS

- Establecer comunicación entre brazo en C Philips Pulsera y plataforma BVScope.
- Reemplazar monitor averiado de estación de trabajo de TC GE Brightspeed.
- Realizar mantenimiento preventivo en equipos de cardiología no invasiva.

4.7.2. INTRODUCCIÓN

En la séptima semana se realizaron diversas actividades para asegurar el correcto funcionamiento de equipo de cardiología e imagenología.

4.7.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El brazo en C Philips Pulsera presentaba errores al momento de intentar realizar disparos de rayos X, el mismo se congelaba y no permitía realizar ninguna acción. El equipo Pulsera necesita conectarse con la plataforma BVscope para mostrar el registro de errores presentado por el equipo. Se procedió a realizar la conexión equipo-plataforma para revisar el historial de errores, al observar los errores se encontró que la base de datos del equipo se encontraba corrupta. Se intentó realizar una recarga de software, pero la misma no pudo completarse por lo cual se determinó que el siguiente paso a realizarse debe ser el cambio de disco duro del equipo. El equipo se dejó en estado inoperativo durante el tiempo que tome reemplazar el disco duro.

Se realizó cambio de monitor de estación de trabajo de TC GE Brightspeed debido a que el mismo tenía pérdida de imagen, pérdida de píxeles y baja resolución. Se optó por instalar un monitor de grado médico usado provisionalmente que permita a los técnicos seguir realizando los estudios, este monitor será eventualmente reemplazado por uno nuevo.

Se culminó la semana realizando mantenimiento preventivo a equipos de cardiología no invasiva como ser holters cardíacos y electrocardiógrafos de la marca Mortara. A los mismos se les realizó mantenimiento preventivo de acuerdo con los protocolos establecidos por el fabricante, esto incluye limpieza exterior y de contactos. Igualmente, se realizaron pruebas de los equipos utilizando simuladores de paciente.

4.7.4. ANEXOS SEMANALES



Ilustración 31. Brazo en C Philips Pulsera en proceso de conexión con plataforma BVscope.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 32. Cambio de monitor de estación de trabajo TC GE Brightspeed.

Fuente: (Propia, 2023)

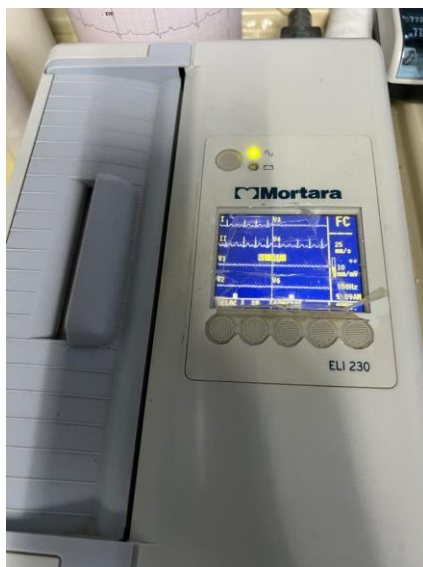


Ilustración 33. Equipo ECG Mortara durante prueba de funcionamiento.

Fuente: (Propia, 2023)

4.8. SEMANA 8: MARZO 6- 10

4.8.1. OBJETIVOS

- Revisar mamógrafo GE Essential con el uso de fantoma.
- Realizar mantenimiento correctivo a mesa de tomógrafo GE VCT.
- Reemplazar tarjeta ETC de mesa de tomógrafo GE Lightspeed.

4.8.2. INTRODUCCIÓN

Durante la octava semana se realizaron actividades de mantenimiento correctivo en tomógrafos y mamógrafos.

4.8.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El mamógrafo GE Essential presentaba problemas de imagen y además su sistema se congelaba por lo cual se le realizaron diversas pruebas para diagnosticar la raíz del problema. También se reportaron sonidos provenientes del tubo de rayos x. Con la ayuda de fantomas se realizaron pruebas de imagen, y de igual forma se realizó una revisión del tubo. Luego de la revisión de tubo se determinó que el mismo debía ser reparado o reemplazado ya que se encontraba creando arcos eléctricos.

Se presento también un error de mesa en el tomógrafo GE VCT, la mesa no lograba realizar los movimientos. Al realizar una revisión a fondo de la mesa se encontró que la causa de este error provenía de una mala conexión de la tarjeta directamente encargada de los encoders que dirigen los movimientos de la mesa. Se hizo una reconexión de estos cables y la mesa continuó su operación de manera eficiente.

La mesa del tomógrafo GE Lightspeed presentó igualmente problemas al iniciar el equipo, la misma no completaba las pruebas de hardware y presentaba un error directamente en la tarjeta ETC, o mejor conocida como table encoder. El error presentado indicaba una falla en la comunicación de la tarjeta con los controles del equipo por lo cual se reemplazó la tarjeta de comunicación de la ETC. Al realizar esto el error no apareció de nuevo y la mesa quedo operacional.

4.8.4. ANEXOS SEMANALES



Ilustración 34. Mamógrafo GE Essential con fantoma.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 35. Revisión mesa de tomógrafo GE VCT.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 36. Tarjeta ETC de tomógrafo GE Lightspeed.

Fuente: (Propia, 2023)

4.9. SEMANA 9: MARZO 13- 18

4.9.1. OBJETIVOS

- Limpiar ECG Mortara modelo Eli 230.
- Supervisar capacitación impartida por aplicacionista de Philips para polígrafo.
- Realizar mantenimiento preventivo de ultrasonido EPIQ 7C de Philips.

4.9.2. INTRODUCCIÓN

En la novena semana de la práctica se realizaron diversas actividades competentes al cargo de ingeniero de campo.

4.9.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Se evaluó el estado de un equipo infestado por insectos el cual se encontraba no operacional, el equipo fue un ECG Mortara modelo Eli 230. Al equipo se le realizó una limpieza total y se determinó que la razón por la cual se encontraba no operacional fue porque su batería se encontraba en mal estado.

El polígrafo instalado anteriormente en la sala de hemodinamia del Hospital del Valle fue parte de la capacitación para enfermeras y médicos en su uso. La capacitación fue impartida por un aplicacionista de Philips quien se encargó de explicar detenidamente cada uno de los usos de polígrafo, así como sus diferentes componentes. Durante esta capacitación también se realizó una intervención con paciente por lo cual las enfermeras y doctores estaban siendo directamente supervisados por el aplicacionista en cada una de sus acciones.

Se realizó mantenimiento según fábrica de ultrasonido Philips EPIQ 7C, durante el mantenimiento se limpió el exterior del equipo, una limpieza detallada de su interior, pruebas de sus transductores y además se verificó que cumpliera con la prueba de hardware y software hecho directamente desde la pestaña de servicio en el propio equipo.

4.9.4. ANEXOS SEMANALES



Ilustración 37. ECG Mortara Eli 230.

Fuente: (Propia, 2023)

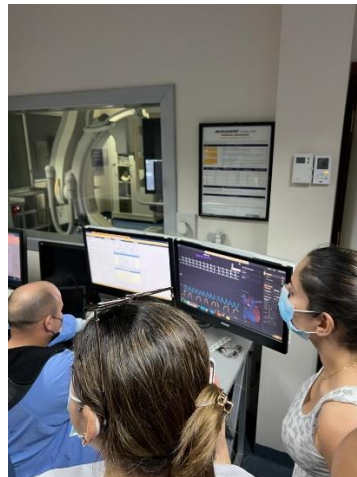


Ilustración 38. Capacitación de polígrafo Philips.

Fuente: (Propia, 2023)

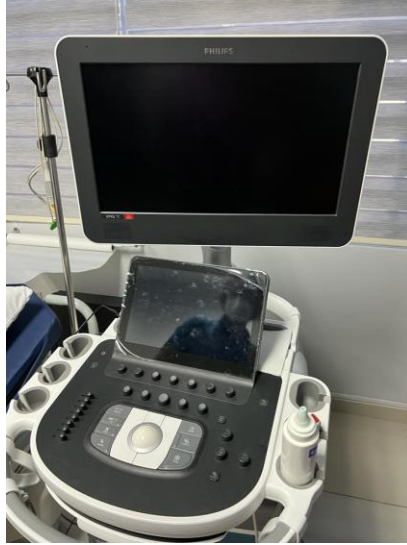


Ilustración 39. Ultrasonido Philips EPIQ 7C.

Fuente: (Propia, 2023)

4.10. SEMANA 10: MARZO 20- 24

4.10.1.OBJETIVOS

- Colaborar en mantenimiento preventivo de TC GE Brightspeed.
- Realizar mantenimiento preventivo de fluoroscopio Philips.
- Colaborar en mantenimiento preventivo de TC GE Revolution.

4.10.2.INTRODUCCIÓN

Durante la última semana de práctica las actividades realizadas fueron pocas, pueden destacarse diferentes mantenimientos preventivos a unidades de imagenología.

4.10.3.DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Se realizó mantenimiento según protocolos de fábrica al tomógrafo GE Brightspeed del Hospital Ferraro. Durante este mantenimiento se realizó limpieza general del equipo, revisión del tanque, del tubo de rayos x para verificar el nivel de aceite dieléctrico. Igualmente se aspiró todo el polvo dentro del equipo y una limpieza detallada de las ventiladoras.

El mantenimiento preventivo del fluoroscopio Eleva de Philips fue hecho siguiendo protocolos de fábrica los cuales determinan una revisión del tubo, revisión de imagen y una limpieza general de la superficie del equipo.

Por último, se culminó con la realización de mantenimiento preventivo en tomógrafo GE Revolution el cual fue realizado de acuerdo con los protocolos propuestos por fábrica. Se revisaron los receptáculos de aceite del tanque y del tubo de rayos X, realizando cambio de aceite dieléctrico viejo. Igualmente se hizo una limpieza general de la superficie del equipo, sus ventiladores y demás componente electrónicos.

4.10.4. ANEXOS SEMANALES

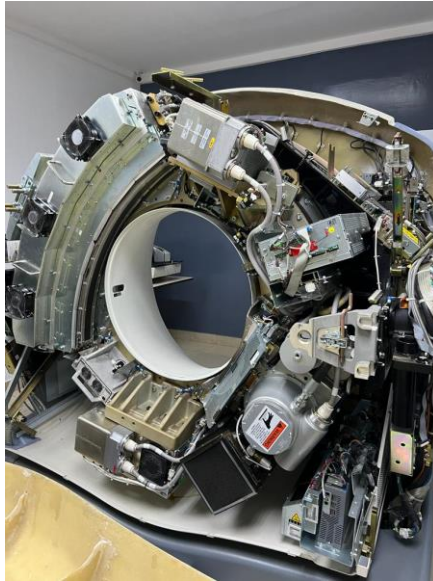


Ilustración 40. TC GE Brightspeed durante mantenimiento preventivo.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 41. Fluoroscopio Philips Eleva.

Fuente: (Propia, 2023)



Ilustración 42. Tomógrafo GE Revolution.

Fuente: (Propia, 2023)

4.11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TAREAS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Familiarización con las herramientas e instalación del departamento										
Mantenimiento preventivo de equipos de imagenología										
Mantenimiento correctivo de equipos de imagenología										
Instalación de equipo médico de imagenología										
Entrega de equipo médico a clientes										

Fuente: (Propia, 2023)

V. CONCLUSIONES

5.1.1. CONCLUSIÓN GENERAL

Se lograron aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en el campo de la imagenología, especialmente utilizando lo aprendido en la clase de Sistemas de Imágenes Médicas. Entre los conceptos más aplicados están los principios de funcionamiento de ultrasonidos, rayos X, TC y RM, la teoría física de los equipos y los fundamentos de reconstrucción de imagen.

5.1.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- Se completaron aproximadamente 3 instalaciones de equipamiento de imagenología en clínicas y hospitales, utilizando las herramientas específicas como llave de tubo de rayos X, tubería para cableado, potenciómetros y multímetros.
- Se realizaron aproximadamente 30 mantenimientos correctivos enfocados en regresar a los equipos a su correcto funcionamiento.
- Se efectuaron aproximadamente 40 mantenimientos preventivos para equipo médico de las áreas de imagenología y cardiología, utilizando herramientas como los simuladores de paciente y fantomas.

VI. RECOMENDACIONES

6.1.1. RECOMENDACIONES A UNITEC

Durante la pandemia en el año 2020 no se lograron concretar diversos elementos didácticos de la carrera como ser visitas a hospitales, acercamiento al equipo médico de manera presencial entre otros, es por esto por lo que UNITEC debería enfocarse en brindar más actividades prácticas en las que se ponga a prueba lo aprendido en las clases, al igual que incluir cursos que apoyen los conocimientos previamente adquiridos.

Establecer actividades que se enfoquen en el área de imagenología antes de la clase de sistemas de imágenes para una mejor introducción al campo, debido a la falta de experiencia práctica en esta área.

6.1.2. RECOMENDACIONES A BIOTEC SUMINISTROS MÉDICOS, S. DE R.L.

Mejorar el manejo de los mantenimientos preventivos utilizando un control como calendarización.

Utilizar plataformas de ordenes de trabajo virtuales que puedan crear un vínculo directo con el cliente para un correcto seguimiento de las actividades realizadas por el Departamento de Biomédica.

Adquirir más herramientas de análisis de los equipos médicos, como ser los analizadores de seguridad eléctrica para asegurar un mejor desempeño en los equipos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. BIOTEC. (2020). *BIOTEC*. <http://biotec-med.com/>
2. Cleveland Clinic. (2022). *Angiogram: Procedure Details, Risks & Recovery*. Cleveland Clinic. <https://my.clevelandclinic.org/health/treatments/4977-angiography>
3. Corciovă, C., Andrițoi, D., Luca, C., Corciovă, C., Andrițoi, D., & Luca, C. (2020). A Modern Approach for Maintenance Prioritization of Medical Equipment. En *Operations Management—Emerging Trend in the Digital Era*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92706>
4. Díaz, I. R. R. (2014). *IMÁGENES DIAGNÓSTICAS: CONCEPTOS Y GENERALIDADES*.
5. Hernández-López, L. A., Pimentel-Aguilar, A. B., & Ortiz-Posadas, M. R. (2020). An index to prioritize the preventive maintenance of medical equipment. *Health and Technology*, 10(2), 399–403. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00371-y>
6. HMC. (2016, mayo 4). *Radiología e Imágenes—Honduras Medical Center*. <https://hmc.com.hn/radiologia-e-imagenes/>
7. Hospital del Valle. (2021). *Imagenología*. <https://www.hospitaldelvalle.com/servicios-generales>
8. Huérfano, Y., Vera, M., Del Mar, A., Chacón, J., Vera, M., Bautista, N., Martínez, M. S., Rojas, J., Bermúdez, V., Contreras-Velásquez, J., Graterol-Rivas, M., Wilches- Duran, S., Torres, M., Prieto, C., Sigüencia, W., Ortiz, R., Aguirre, M., Angarita, L., Cerda, M., ... Bravo, A. (2016). Imagenología médica: Fundamentos y alcance. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 35(3), 71–76.

9. Martínez, O. H. C., Ramírez, C. A. A., & Suarez, C. A. H. (2009). *Resonancia magnética funcional: Evolución y avances en clínica*.
10. Moscoso, N., Geri, M., Arnaudo, M. F., & Lago, F. (2018). EFICIENCIA EN EL USO DE MAMÓGRAFOS PÚBLICOS EN UNA REGIÓN DE ARGENTINA. *Revista Cubana de Salud Pública*.
11. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. (2016, junio). *Ultrasound*. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering.
<https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/ultrasound>
12. Perez, L. (2017, julio 31). *Angiógrafo: Excelencia en alta complejidad*. Grupo Gamma.
<https://www.grupogamma.com/angiografo-excelencia-alta-complejidad/>
13. Philips Healthcare. (2014). *MobileDiagnost Opta Mobile X-ray system*.
https://www.documents.philips.com/doclib/enc/fetch/2000/4504/577242/577256/588723/588736/452299105301_MobileDiagnost_Opta_Rel1_product_overview_LR.pdf
14. Philips Healthcare. (2015). *MicroDose SI*.
https://www.documents.philips.com/assets/20170523/5a072da823f14523a360a77c016a3c86.pdf?_ga=2.146120818.738138547.1674981109-1181315926.1674981109
15. Philips Healthcare. (2016a). *CX50 Portable General Imaging Ultrasound Machine | Philips*.
https://www.documents.philips.com/doclib/enc/fetch/2000/4504/577242/577260/593280/593786/Philips_CX50_CompactXtreme_ultrasound_system_WHC.pdf
16. Philips Healthcare. (2016b). *IQon Spectral CT | Philips Healthcare*.
<https://philipsproductcontent.blob.core.windows.net/assets/20170523/df5da3de47a0449dbc4aa77c0146b5fb.pdf>

17. Philips Healthcare. (2020). *MR Ingenia Ambition 1.5T | Philips Healthcare*.
https://www.philips.com/c-dam/b2bhc/master/resource-catalog/landing/the-next-mr-wave/brochure-Ingenua-ambition-dec2020.pdf?_ga=2.62683628.1754225909.1674980011-676805022.1674980011
18. Philips Healthcare. (2022). *Philips Hemo with Intellivue X3 | Interventional Hemodynamic monitoring*.
https://www.documents.philips.com/assets/20191218/f3455f5a8cd24e6c80d1ab2700ac28c1.pdf?_ga=2.78653524.1762733804.1674982052-736900135.1674982052
19. Seijiro Yazawa Iwai. (2023). HEALTHCARE. *syi*.
<https://www.sejiroyazawaiwai.com/healthcare/>
20. Subias, J. C., & Jerez, J. A. S. (2021). *Tomografía Computarizada Dirigida a Técnicos Superiores En Imagen Para El Diagnóstico*. Elsevier Health Sciences.