

**MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS DE
OPERACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EXISTENTES EN LA FUNDACIÓN
HOSPITAL SAN PEDRO PASTO.**

MARIO MIGUEL RUIZ MÁRQUEZ

**Director
ING. JAIME ORLANDO RUIZ PAZOS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2008**

**MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS DE
OPERACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EXISTENTES EN LA FUNDACIÓN
HOSPITAL SAN PEDRO PASTO.**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Electrónico**

MARIO MIGUEL RUIZ MÁRQUEZ

**Director
ING. JAIME ORLANDO RUIZ PAZOS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2008**

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son
responsabilidad exclusiva de su(s) autor(es).”

Artículo Primero del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Septiembre de 2008

*Dedicado a mis padres Alba Y
Adalberto, por su apoyo y comprensión,
quienes con su gran amor me enseñaron
que la felicidad no es una meta sino
una forma de vida.*

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres por su infinito amor y sabiduría que me guiaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mis hermanos Paco y Julian por su apoyo y por ser mi compañía durante toda mi vida.

A mis amigos de verdad, por estar siempre ahí, por su inmenso cariño, por una amistad sincera y por compartir todos y cada uno de los inolvidables momentos que pasamos.

Al ingeniero Esteban Acosta por su apoyo y quien con su valiosa colaboración en el Hospital San Pedro permitió llevar este proyecto a feliz término.

Al ingeniero Jaime Orlando Ruiz por su colaboración prestada y quien brindó todo su conocimiento y experiencia para guiar este proyecto.

A todas y cada una de las personas quienes de una u otra forma influyeron en mí y me aportaron su granito de arena para lograr mi meta.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. REFERENTES DEL PROYECTO	15
1.1 Título del proyecto	15
1.2 Modalidad	15
1.3 Planteamiento del problema	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo general	16
2.2 Objetivos específicos	16
3. MARCOS	17
3.1 Marco teórico.	17
3.2 Marco referencial.	17
4. METODOLOGÍA	19
5. INSTRUCTIVOS DE OPERACIÓN.	21
5.1 Documentación	21
5.2 Elaboración.	22
6. CAPACITACIÓN.	25
6.1 Talleres de capacitación.	25
7. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS	28
7.1 Mantenimiento preventivo	29
7.2 Mantenimiento correctivo	32
8. REPARACIÓN.	34
8.1 Incubadoras	34
8.2 Camas eléctricas	38
9. ACTIVIDADES ADICIONALES	43
9.1 Hojas de vida	43

9.2 Calibración de pipetas	44
10. CONCLUSIONES	48
11. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	51

LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. Esquema de funcionalidad incubadora	35
Figura 2. Diagrama de bloques de incubadora	36
Figura 3. Diagrama del sistema de incubadora	36
Figura 4. Diagrama de bloques cama eléctrica.	39
Figura 5. Circuito de potencia cama eléctrica.	40
Figura 6. Diagrama eléctrico cama Hill ROM.	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Instructivo de operación máquina de anestesia DATEX OHMEDA aespire/5.	52
Anexo B. Protocolo de mantenimiento máquina de anestesia	57
Anexo C. Hoja de vida centrífuga Clay Adams	59
Anexo D. Reporte de calibración.	62

RESUMEN

El presente proyecto de pasantía, tiene como fin brindar la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera en una forma práctica y obtener un alto grado de experiencia en cuanto al desempeño y a situaciones que se le presentan a un ingeniero electrónico orientado a la electro medicina, en un ambiente laboral real, así como también, hacer valiosos aportes en reparación de equipos, capacitación de personal y apoyo en funciones laborales a la Institución.

Aquí se incluyen todas las actividades que se realizan en la Fundación Hospital San Pedro, las cuales comprenden principalmente mantenimiento preventivo y correctivo, reparación y puesta a punto de equipos biomédicos y capacitación al personal de la Institución en cuanto al manejo correcto de los equipos biomédicos con los que ellos trabajan.

Todas las actividades se realizan bajo la orientación del personal de mantenimiento que labora en la institución y con la supervisión del mismo, dicho personal se encuentra bajo la dirección del ingeniero Esteban Efraín Acosta Mora quien es el propietario de la empresa Tech Medic la cual contrata los servicios de mantenimiento con la Fundación Hospital San Pedro Pasto.

ABSTRACT

The present internship project have as main objective to offer the opportunity to apply the knowledge acquired during the career development in a practical way, obtaining a high degree of experience about the acting against the situations that an electronic engineer (specially in electro-medicine) confronts in a real work space. Also, it provides valuables considerations about the repairing of equipments, training of operative resource and support in other functions at the Institution.

Here, all the activities that are developed at the “Fundación Hospital San Pedro” are included. They include the preventive and corrective maintenance, besides the repair and setting of biomedical equipments and the training to the personnel of the Institution for the correct handling of the biomedical equipments existents.

INTRODUCCIÓN.

En los últimos tiempos se han presentado en el país muchos cambios políticos y sociales que traen consigo reformas que pretenden mejorar el nivel y la calidad de vida de las personas; el sector salud por obvias razones se ve inmerso en esta transformación, por lo cual, actualmente las instituciones que prestan el servicio de atención en salud a la comunidad están obligadas a demostrar su capacidad, eficiencia y calidad en sus servicios para ser habilitadas según lo exigen los entes gubernamentales y así alcanzar los mayores estándares de calidad para ofrecer el mejor servicio y poder seguir funcionando y manteniéndose como empresas competitivas en el medio.

En esta etapa de mejoramiento de la calidad en el sector salud, la tecnología se abre un espacio y aporta a la medicina herramientas fundamentales para el diagnóstico y tratamiento de múltiples patologías y enfermedades, haciendo indispensable que las instituciones adquieran equipos biomédicos de última tecnología para la atención al paciente.

Las instituciones de salud deben contar con el personal calificado para mantener los equipos biomédicos en las condiciones óptimas de funcionamiento, siendo entonces los ingenieros electrónicos encaminados a la electro medicina, los ingenieros biomédicos, los bioingenieros, etc, los encargados de velar por dichas condiciones de los equipos y por mantener constantemente capacitado al personal que trabaja con estos acerca de su uso y aplicaciones.

El poder desarrollar todas estas actividades en la Fundación Hospital San Pedro y bajo la orientación de personal calificado, se convierte en una gran oportunidad y en una práctica fundamental que aporta a su formación como ingeniero y afianza los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería electrónica enfocada a la electro medicina.

A continuación se exponen todas las tareas y labores que se realizó en el transcurso de la pasantía. Dichas actividades se pueden clasificar en tres grupos, mantenimiento, reparación y puesta a punto y capacitación del personal en equipos biomédicos.

1. REFERENTES DEL PROYECTO

1.1 TÍTULO DEL PROYECTO

MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EXISTENTES EN LA FUNDACIÓN HOSPITAL SAN PEDRO PASTO.

1.2 MODALIDAD

Este proyecto se encuentra dentro de la modalidad de Pasantía laboral, estipulada en el artículo 1º del Acuerdo No. 043 de 2002, Reglamento de Trabajo de Grado en la Facultad de Ingeniería.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, por el crecimiento y la alta competencia entre las empresas prestadoras del servicio de salud, se hace ineludible para estas contar con altos estándares de calidad y excelencia en todos sus servicios.

Contar con equipos biomédicos en excelentes condiciones de funcionamiento para una institución de salud es parte esencial en la prestación del servicio, por lo cual las labores de mantenimiento tanto preventivo y correctivo se convierten en la base fundamental para conseguir dicho propósito. Actualmente la gran mayoría de actividades de mantenimiento se realizan en la etapa correctiva, por lo que es necesario aplicar los protocolos de mantenimiento preventivo que existen en la institución

La mala operación de los equipos biomédicos por parte del personal es una de las principales causas de daños y mal funcionamiento de estos, por lo cual entrenar y capacitar a las personas que los manipulan se convierte en una necesidad de la institución, y por ende para esto se necesita contar con los instructivos de operación adecuados para cada equipo.

La consecución de recursos y el estado financiero de las instituciones de salud en nuestra región, es actualmente una limitante para lograr la mejora y acreditación en la prestación de servicios, por lo cual reparar equipos biomédicos inactivos es una necesidad y un aporte importante que beneficia a la Fundación Hospital San Pedro Pasto

2. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar mantenimiento preventivo y correctivo, y diseñar instructivos de operación de los equipos biomédicos en la Fundación Hospital San Pedro Pasto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un reconocimiento global de los equipos biomédicos existentes en el Hospital San Pedro Pasto.
- Recolectar toda la información posible de los equipos biomédicos objeto de trabajo de esta pasantía, como manuales de servicio, de mantenimiento, publicaciones, etc.
- Estudiar a fondo tanto la información recolectada como a cada equipo, para poder realizar su respectivo instructivo de operación.
- Documentar los instructivos de operación y realizar la capacitación respectiva de cada uno, al personal médico y paramédico de la Institución.
- Realizar cada una de las actividades de mantenimiento a los equipos biomédicos, según sean requeridas.
- Hacer un análisis y diagnóstico del estado en que se reciben los equipos a reparar.
- Ejecutar la reparación de los equipos según su viabilidad.

3. MARCOS.

3.1 MARCO TEÓRICO.

El desarrollo de la pasantía debe estar sustentado en una base teórica y un conocimiento de términos médicos y tecnológicos los cuales es importante resaltar y se presentan a continuación:

Servicio de salud: Conjunto de labores realizadas por una institución especializada, para brindar al usuario una atención en promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación médica.

Institución prestadora del servicio de salud: Institución o entidad que cuenta con el equipo, el personal, la infraestructura física y la normatividad para prestar servicios de salud a la comunidad.

Equipo biomédico: Todo artefacto, utensilio, herramienta o similar eléctrico, mecánico, electrónico o semejante, que se utiliza en la prevención, diagnóstico, tratamiento o cualquier procedimiento médico en la prestación del servicio de salud.

Instructivo básico de operación: cartilla en la cual se explican los procedimientos, cuidados y recomendaciones fundamentales para el correcto uso de un equipo biomédico.

Mantenimiento preventivo: Es la revisión periódica y programada de ciertos aspectos, tanto técnicos y mecánicos, que propende encontrar fallas y/o prevenirlas en un equipo biomédico.

Mantenimiento correctivo: Es la ejecución de tareas y procedimientos con el fin de corregir un daño o una falla que haya presentado un equipo biomédico.

Hoja de vida de equipo biomédico: documento en el cual se consignan todas las características técnicas, tecnológicas, descriptivas y el historial de mantenimiento de un equipo biomédico.

3.2 MARCO REFERENCIAL.

El servicio de salud es una necesidad básica a la cual tienen derecho todas y cada una de las personas que existen en el país, la calidad de la misma depende de los controles y reglamentos que el gobierno ejecute y exija a las instituciones prestadoras del servicio de salud, es así, que las entidades gubernamentales como el Ministerio de la protección social expide leyes y decretos en vela de

reglamentar y controlar el perfecto funcionamiento y la alta calidad en el servicio de salud que se presta al usuario por parte de las instituciones prestadoras del servicio de salud.

Para garantizar que las entidades prestadoras de servicios de salud cumplan con ciertas normas y estándares mínimos en su parte tecnológica, infraestructura, recursos humanos y financieros, el gobierno ha ordenado que deben someterse a una evaluación y revisión para ser habilitadas y poder así prestar el servicio de salud según se dicta en la Resolución N°. 1043 de 3 de abril de 2006¹ por la cual se establece las condiciones que deben cumplir los prestadores de servicios de salud para habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoría para el mejoramiento de la calidad de la atención y se dictan otras disposiciones.

Debido a que la tecnología es una herramienta esencial y hoy en día va de la mano con la medicina a la cual hace un gran aporte en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, el Ministerio de la protección social la regula mediante el Decreto 1011 de 2006², por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud, en el que se establece la capacidad tecnológica y científica que deben cumplir las entidades prestadoras de servicios de salud.

¹COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 1043 de 2006. Bogotá: 2006. 3p.

²COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1011 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006.

4. METODOLOGÍA.

El trabajo de la pasantía se desarrolla acorde con lo estipulado en el anteproyecto, aprobado para su ejecución, tanto por la Universidad de Nariño como por la Fundación Hospital San Pedro; las actividades allí planteadas comprenden el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos, la elaboración de instructivos básicos de operación para equipos biomédicos, la capacitación del personal en el manejo de éstos y la reparación y recuperación de equipos.

La fundación Hospital San Pedro posee diversidad de equipos y herramientas que conforman su tecnología biomédica, ésta se puede clasificar en tres grupos que dependen de la complejidad de la tecnología de la cual está fabricado o tiene cada equipo, entonces están de alta, media y baja tecnología, en cuanto a la primera clasificación existen equipos biomédicos que por su avanzada tecnología su instalación y mantenimiento está a cargo de personal especializado, principalmente comprende los equipos de diagnóstico por imágenes como tomógrafo, angiógrafo, y máquinas de rayos X. En una tecnología media se encuentran equipos que poseen tecnología electrónica, mecánica, eléctrica o combinados y que para trabajar con ellos se debe tener conocimientos de bioingeniería y conceptos básicos de anatomía, entre estos se puede nombrar maquinas de anestesia, monitores de signos vitales, electro bisturíes, desfibriladores, entre otros; estos equipos son principalmente en los que se basa el desarrollo del trabajo de la pasantía. Por último se encuentran equipos cuya tecnología es mas sencilla tales como neveras, ollas esterilizadoras, laringoscopios, negatoscopios, etc.

Las actividades se desarrollan de acuerdo a los procedimientos y cronogramas establecidos en la institución, cumpliendo las fechas señaladas en los cronogramas en el caso del mantenimiento preventivo, en los casos de mantenimiento correctivo y reparación de equipos se ejecutaron las actividades de acuerdo a la solicitud del ingeniero encargado según se presentaron los hechos que lo ameritaban, y las fechas y espacios en los cuales se desarrollaron las capacitaciones de personal fueron designados según la disponibilidad del mismo y según ordenaba el jefe de cada sección involucrada.

Para cumplir con los procedimientos que exige la institución se documenta cada una de las tareas realizadas, siguiendo los formatos que existen para este fin en el Hospital, se diligencian los reportes de mantenimiento, los reportes de entrega de equipos, se deja constancia con un acta y la firma de los asistentes de cada una de la capacitaciones y se realizan informes bimestrales de todas las tareas realizadas dirigidos tanto a la universidad como a la institución.

Durante el desarrollo de las actividades que conforman la pasantía se involucran las áreas de urgencias, unidad de cuidados intensivos, taller de mantenimiento, cirugía, consulta externa, hospitalización, laboratorio clínico, banco de sangre, medicina interna y rayos X, áreas en las cuales se encuentran los equipos biomédicos o se presentan circunstancias que daban espacio para realizar tareas adicionales o incluidas en el contexto del proyecto.

La aprobación del proyecto de pasantía como también la supervisión, la responsabilidad y la dirección del proyecto en la institución estuvo bajo la orientación del ingeniero electrónico ESTEBAN EFRAÍN ACOSTA MORA, quien es la persona responsable del área de mantenimiento en la Fundación Hospital San Pedro Pasto y quien para efectos de la pasantía tuvo la función de asesor del estudiante. Además del Ing. ESTEBAN ACOSTA, se contó con el apoyo, asesoría, supervisión y recomendaciones prestadas por los otros funcionarios del Hospital y también personal externo que de una u otra forma esta vinculado con el mantenimiento y manejo de los equipos biomédicos.

5. INSTRUCTIVOS DE OPERACIÓN.

La capacitación del personal de la institución es uno de los principales objetivos de la pasantía, por lo cual se hace necesario y se toma como primer paso para esto, realizar instructivos básicos de operación de equipos que sirven como arma primordial en el proceso de capacitación.

Los instructivos básicos de operación son una herramienta en la cual se describe los pasos y la forma en que se debe utilizar un equipo biomédico, están dirigidos al personal médico o paramédico, para que basados en estos puedan aprovechar y realizar todas las funciones que el equipo ofrece. Estos instructivos están redactados de una forma sencilla con un lenguaje fácil de entender y con la mayor cantidad de gráficos posibles, que facilitan el entendimiento y la manipulación de un equipo.

Un instructivo básico de operación posee las recomendaciones, los cuidados que se debe tener y los pasos que se deben seguir al manipular o trabajar con un equipo biomédico para hacerlo de una forma correcta.

Al contar con instructivos de operación se pretende conseguir un óptimo funcionamiento del equipo, una óptima atención del paciente, prevenir los riesgos tanto al paciente como al operario y disminuir los daños que se ocasionan por mal uso o prácticas indebidas de los mismos.

5.1 DOCUMENTACIÓN.

La documentación es el primer paso y la base para realizar un instructivo básico de operación, puesto que en esta etapa se recolecta toda la información posible que tenga referencia con el equipo, con el fin de fundamentarse y obtener el conocimiento que se necesita para realizar un instructivo estructurado de una manera eficiente que cumpla con su objetivo de ilustrar al personal a quien va dirigido.

La información es adquirida de todas las fuentes existentes y disponibles, en algunos casos y para ciertos equipos existen en la institución los manuales del usuario entregados por el fabricante los cuales aportan información fundamental en cuanto a características e instrucciones, también se utilizan otras fuentes disponibles como internet, revistas, artículos y publicaciones específicas donde se puede encontrar importante información que aporta en la documentación del trabajo.

Teniendo como base la información recolectada se da forma al cuerpo del instructivo, planteando los procedimientos y maneras correctas que debe seguir el

operario de determinado equipo para obtener un óptimo funcionamiento del mismo.

Además de la recolección de información, se realiza un trabajo de campo el cual consiste en la manipulación directa del equipo, esto con el fin de familiarizarse y tener un perfecto conocimiento teórico-práctico del equipo y así poseer todas las herramientas necesarias para poder capacitar al personal del hospital.

Este trabajo de campo consiste en simular y practicar todas las funciones que el equipo ofrece, encender, navegar por los menús del equipo, realizar conexiones y desconexiones, tomar pruebas, según sea viable y dependiendo de la función que realiza cada equipo.

5.2 ELABORACIÓN.

La elaboración de un instructivo básico de operación consiste en organizar y plantear los pasos, cuidados y recomendaciones fundamentales para una correcta manipulación de un equipo, esto se lleva a cabo en un documento que tiene un formato preestablecido en la institución, el número de páginas, pasos y gráficos se determinan de acuerdo a la complejidad de cada equipo.

Después que se realiza la recolección de información y teniendo el conocimiento necesario acerca del equipo se sigue el formato preestablecido para realizar el documento y se redacta el contenido del instructivo e insertan los gráficos, una vez se haya terminado de elaborarlo se lo entrega al ingeniero encargado de la institución para que lo revise y haga las correcciones pertinentes; cuando el instructivo esta corregido y es aprobado, se hace la entrega a la institución quien se encarga de enviarlo a cada servicio o área para ser adjuntado al equipo y dar la capacitación correspondiente basada en dicho manual.

Un instructivo terminado consta de la identificación, en la cual se describe marca, modelo, tipo de equipo, área donde pertenece, número de serie y número de activo, siguen las especificaciones técnicas donde se describen voltaje, corriente, potencia y frecuencia de trabajo del equipo y en seguida se encuentra el cuerpo del instructivo, es decir, los pasos y forma correcta de utilizar el equipo, los cuales varían de uno a otro.

En el anexo A se encuentra el instructivo básico de operación de una maquina de anestesia DATEX OHMEDA aespire/5 a modo de ejemplo.

Se realizó el instructivo básico de operación de los equipos que se describen a continuación, su descripción detallada se encuentra en cada uno de los manuales.

Desfibrilador: Es un equipo de marca NIHON KOHDEN, modelo TEC 7721E, se encuentra en las áreas de Cirugía, urgencias y UCI. El desfibrilador es un equipo

que se utiliza para proporcionar descargas eléctricas al paciente con el fin de tratar paro cardiorrespiratorio y hacer que el corazón retome su ritmo eléctrico normal, también posee un sistema para monitorizar el ritmo cardiaco y la señal de ECG del paciente. Básicamente trabaja en cuatro modos de operación, desfibrilación, cardioversión sincrónica, AED (descarga automática externa) y monitorización.

Monitor de signos vitales: Equipo marca NIHON KOHDEN modelo Life Scope ubicado en el área de urgencias. Un monitor capta información del estado de los signos vitales del paciente y los presenta en una forma visual ya sea en valor numérico o en forma de señal. El monitor Life Scope posee pantalla sensible al tacto y tiene las posibilidades de monitorizar ECG, SpO₂, presión arterial tanto invasiva como no invasiva y temperatura.

Máquina de anestesia: Es un equipo marca DATEX OHMEDA modelo AESPIRE/S5 que se encuentra en el área de cirugía, es un equipo que se utiliza para soporte de vida, para inducir y conducir gases anestésicos al paciente durante la cirugía y otros procedimientos de diagnóstico y tratamiento, proporcionando flujo continuo mediante fluxómetros de oxígeno, óxido nitroso y aire, así como otros gases anestésicos por vaporizaciones.

Aspirador ultrasónico: Este equipo es de marca VELLELAB y modelo CUSAEXcel pertenece al área de cirugía. Un aspirador quirúrgico ultrasónico permite al cirujano extraer tejido de manera selectiva y con un control preciso, cumple tres funciones fragmentación, irrigación y aspiración. La fragmentación se realiza por medio de ultrasonido de 23 o 36 KHz, al hacer contacto con el tejido separa las células, la irrigación hace fluir líquido estéril al tejido y la aspiración succiona tejido desfragmentado, el líquido de irrigación y otros residuos.

Monitor de signos vitales: Equipo de marca DATEX OHMEDA modelo CARDIOCAP/S5 del área de cirugía. Este monitor está diseñado para trabajar en conjunto con la máquina de anestesia de DATEX OHMEDA AESPIRE/S5, por lo cual el Cardiocap/5 ofrece capacidades de monitorización de los signos vitales, tales como la monitorización de la oxigenación, la circulación, presión invasiva y no invasiva y análisis de gases de las vías respiratorias del paciente que es esencial cuando se están administrando gases anestésicos.

Autoclave: El equipo es de marca ALL AMERICAN modelo 25x y está ubicado en el área de laboratorio; este equipo se utiliza para esterilizar o eliminar todos los agentes infecciosos del instrumental de laboratorio, tiene una capacidad de 25 litros y funciona a base de vapor de agua y presión.

Electrocardiógrafo: Equipo de marca NIHON KOHDEN modelo CARDIOFAX ECG-9620 se encuentra en las áreas de cirugía, urgencias, UCI y hospitalización. Es un equipo de monitoreo y diagnóstico que toma información de las señales eléctricas producidas por el músculo cardiaco del paciente por medio de

electrodos de contacto que se ubican en el paciente y despliega la señal en una pantalla, el CARDIOFAX ECG-9620 permite 12 derivadas de ECG y un análisis en tiempo real de las condiciones eléctricas del corazón del paciente.

6. CAPACITACIÓN.

Es de vital importancia para una empresa que el personal que trabaja en ella tenga todas las herramientas necesarias para realizar un excelente trabajo, la formación académica sumada con la práctica, la experiencia y los conocimientos que cada uno posee se reflejan en el resultado final que es la calidad en el servicio prestado al paciente.

La capacitación del personal médico y paramédico en el uso de equipos biomédicos es un aporte de gran importancia para la Fundación Hospital San Pedro, ya que les brinda los conocimientos necesarios para utilizar un determinado equipo de forma óptima y brindar así al paciente la mejor atención y una alta calidad en un determinado diagnóstico o tratamiento de la enfermedad con el apoyo de herramientas tecnológicas.

Si el personal que opera los equipos biomédicos esta capacitado y tiene el conocimiento adecuado para operar y aprovechar al 100% un equipo, se aumenta la calidad técnica del servicio prestado en la institución y es un aporte en el objetivo general de la misma, en cuanto a lograr los estándares de calidad exigidos por las entidades gubernamentales según el Decreto 1011 de 2006³, por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud, en el que se establece la capacidad tecnológica y científica que deben cumplir las entidades prestadoras de servicios de salud.

Además, se contribuye para aumentar la vida útil del equipo ya que se reducen los daños ocasionados por mal manejo y operación incorrecta de los mismos.

6.1 TALLERES DE CAPACITACIÓN.

Para instruir al personal del hospital o reforzar sus conocimientos en cuanto a la operación de equipos biomédicos, se organiza en forma de taller diversas capacitaciones en las cuales se exponen los manuales básicos de operación y se enseña la forma correcta de utilizar determinado equipo.

En el plan que se realiza para llevar a cabo dichos talleres se acuerda primero, la fecha y hora del mismo, para esto, se concreta con el jefe de área la disponibilidad de espacio y tiempo de las personas interesadas, por lo general se programan en días sábados y en las primeras horas de las jornadas laborales para causar el

³COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Op. Cit.

menor traumatismo en las múltiples actividades cotidianas que se presentan en el hospital.

Los talleres se ejecutan con un grupo aproximado de 15 personas entre los cuales se encuentran médicos, enfermeras, auxiliares y otros trabajadores interesados, el objetivo a cumplir es que cada uno de los asistentes obtenga o actualice las nociones básicas y las recomendaciones de como limpiar, proteger y utilizar el equipo, para no incurrir en practicas indebidas que van en detrimento de la calidad de servicio prestado al paciente y también en detrimento del estado mismo del equipo.

La capacitación comienza con una descripción teórica del instructivo básico de operación del equipo, en la que se explican cada uno de los pasos y recomendaciones ahí expuestos; seguido se hace una demostración práctica de las funciones y pruebas con el equipo. En el transcurso de la capacitación se va aclarando las dudas y las preguntas que surgen por parte del personal asistente.

Para lograr el objetivo planteado y hacer la actividad muy enriquecedora se hace una ronda práctica en la que cada uno de los asistentes realiza los procedimientos y pasos que se ha enseñado, con el fin de que el personal manipule y dé cuenta de los obstáculos o problemas que se pueden presentar al utilizar el equipo.

Para finalizar se deja constancia de cada una de las capacitaciones realizadas, se elabora un documento que contiene la descripción del equipo, el servicio, la fecha, la hora y una lista con las firmas de las personas con quienes se efectuó el taller.

A continuación se presenta una lista de las capacitaciones cumplidas donde se describe el equipo y área en la que se realizó cada una de ellas.

- **Equipo:** Aspirador ultrasónico
Marca: VELLEYLAB
Modelo: CUSA EXcel
Área: Cirugía

- **Equipo:** Desfibrilador.
Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: TEC 7721E
Área: Cirugía.

- **Equipo:** Monitor de signos vitales
Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: Life Scope
Área: Urgencias

- **Equipo:** electrocardiógrafo

Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: Cardiofax
Área: urgencias

➤ **Equipo:** Desfibrilador.
Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: TEC 7721E
Área: urgencias

7. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS

El mantenimiento de equipos biomédicos constituye una tarea vital y fundamental para toda entidad prestadora del servicio de salud, esta actividad se realiza con el fin de prevenir y corregir todas las fallas, daños y mal funcionamiento de algún equipo.

Al mantener en óptimo funcionamiento los equipos se cumple con un nivel adecuado en la calidad de servicio prestado, además de dar cumplimiento a las exigencias de las entidades gubernamentales para las empresas prestadoras del sector salud como dicta en el anexo técnico⁴ No.1 de la Resolución N°. 1043 de 3 de abril de 2006⁵ por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los prestadores de servicios de salud para habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoria para el mejoramiento de la calidad de la atención y se dictan otras disposiciones.

El mantenimiento se clasifica en mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, y se definen como su nombre lo dice. Mantenimiento predictivo es aquel que predice o se anticipa a un posible daño, éste se realiza por inspección directa del equipo para descubrir desgastes, calentamiento de piezas, o cualquier otra señal que dé aviso de un posible daño en el futuro, la acción que se ejecuta es corregir la irregularidad antes de que se ocasione la falla del equipo, este tipo de mantenimiento puede ser incluido dentro del mantenimiento preventivo y se realizan simultáneamente.

Mantenimiento preventivo es el conjunto de tareas realizadas periódicamente que tienen por objeto mantener en buenas condiciones el equipo y prevenir así posibles daños; en general las actividades que componen el mantenimiento preventivo son inspección general del equipo, incluye verificar componentes externos, componentes internos, software, el ambiente y las condiciones en que se encuentra el equipo, temperatura, humedad, fuentes de alimentación, eléctricas, gases (O₂, N₂, etc.) entre otros, dependiendo de cada equipo. También se realiza lubricación, limpieza, ajuste, calibración y en ciertos casos el equipo tiene la función de Auto Test que verifica por si mismo su estado y alerta de posibles daños.

El mantenimiento preventivo representa para la institución un ahorro en dinero y en tiempo ya que evita daños que suelen traer consigo una reparación con un alto

⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Anexo Técnico No.1 de la Resolución N°. 1043 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006 P. 89

⁵ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Op. Cit.

costo y evita traumatismos en la prestación del servicio por la inhabilitación que sufre determinado equipo mientras es reparado.

Mantenimiento correctivo es aquel que se realiza después del evento, es decir, se ejecuta para corregir una falla que ya se presentó en un equipo; el procedimiento que se lleva a cabo es efectuar una inspección general del equipo para detectar donde radica el daño y se realiza cambio o reparación de la parte en conflicto.

7.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las actividades de mantenimiento preventivo en la Fundación Hospital San Pedro Pasto se realizan basadas en la programación que existe en los cronogramas de mantenimiento de cada equipo, éstos se efectúan por el personal de mantenimiento y bajo la responsabilidad de la empresa TECH MEDIC, contratista de este servicio con la institución; en algunos equipos que se encuentran en el hospital en condición de comodato, o que fueron adquiridos recientemente y se encuentran todavía cubiertos por garantía, este mantenimiento lo ejecuta directamente la empresa contratista o proveedora de los mismos, quienes periódicamente se trasladan a la institución para realizar dicha tarea.

Las tareas específicas que se realizan en la ejecución del mantenimiento preventivo se encuentran consignadas en los protocolos de mantenimiento, adjuntos a las hojas de vida de cada equipo. Estos protocolos son guías que indican los pasos, herramientas, conocimientos y tareas necesarias para cumplir de forma adecuada con este trabajo.

La persona encargada de realizar esta tarea, verifica la fecha en la que se debe realizar el mantenimiento a un equipo, reúne la hoja de vida y su respectivo protocolo, sigue los pasos y recomendaciones allí expuestas, para finalizar diligencia el reporte el cual se lo entrega al jefe del área en la que se encuentra el equipo y una vez firmado por este, se adjunta y se deja constancia en la hoja de vida. En el anexo B se encuentra el protocolo de mantenimiento de una maquina de anestesia como referencia.

La participación en la ejecución de estas labores varió según el equipo. En los casos que el mantenimiento se realizó por parte de las empresas proveedoras se limitó a ser observador del trabajo realizado; en la mayoría de equipos se ejecutaron tareas de apoyo como desensamble de piezas, limpieza, lubricación, revisión de tarjetas y componentes electrónicos, diligenciar reportes, entre otras.

Para ciertos equipos con los cuales se adquirió más experiencia el estudiante fue el ejecutor en su totalidad de las tareas de mantenimiento preventivo. Cabe mencionar que en todos los casos y por la buena disposición del personal que labora en la institución siempre se recibió una enseñanza e ilustración acerca de cómo se compone, como funciona, recomendaciones y sugerencias en cómo

manipular y como mantener a cada equipo, lo que representa una ilustración mayor y una experiencia adquirida adicional que brinda una excelente formación como ingeniero electrónico.

Los equipos involucrados en esta actividad son:

- **Equipo:** Desfibrilador.
Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: TEC 7721A
Área: Urgencias

- **Equipo:** Electro bisturí.
Marca: Valley Lab
Modelo: Force 2
Área: Cirugía

- **Equipo:** Electrocardiógrafo
Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: CARDIOFAX ECG9620T
Área: Medicina interna

- **Equipo:** Desfibrilador.
Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: TEC 7700
Área: Medicina interna

- **Equipo:** Lámpara de calor radiante
Marca: MEDIX
Modelo: SM401
Área: Cirugía

- **Equipo:** Lámpara cielítica
Marca: BERCHTOLD
Modelo: ChromoPhare C-571
Área: Cirugía

- **Equipo:** Laringoscopio.
Marca: WELLCH ALLYN
Área: Urgencias

- **Equipo:** Monitor de signos vitales
Marca: NIHON KHODEN
Modelo: BSM 2301K
Área: Urgencias

- **Equipo:** Electrocardiógrafo
Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: CARDIOFAX ECG9620T
Área: Urgencias

- **Equipo:** Monitor de signos vitales
Marca: DATASCOPE
Modelo: PASSPORT
Área: Urgencias

- **Equipo:** Monitor de signos vitales
Marca: NIHON KHODEN
Modelo: BSM 2353K
Área: Cirugía

- **Equipo:** Mesa de cirugía
Marca: UNIVERSIS
Área: Cirugía

- **Equipo:** Máquina de anestesia
Marca: OHMEDA
Modelo: EXCEL210
Área: Cirugía.

- **Equipo:** Nebulizador
Marca: PULMO-AIDE
Área: Urgencias

- **Equipo:** Máquina de anestesia.
Marca: DATEX-OHMEDA
Modelo: AESTIVA / S5
Área: Cirugía

- **Equipo:** Succionador
Marca: GOMCO
Área: Urgencias

- **Equipo:** monitor de signos vitales
Marca: NIHON KOHDEN
Área: Medicina interna

- **Equipo:** Desfibrilador
Marca: NIHON KOHDEN
Modelo: CARDIO LIFE
Área: Medicina interna

- **Equipo:** Cama eléctrica
Marca: Hill ROM
Modelo: Century Plus
Área: UCI
Cantidad: 12

- **Equipo:** Cama eléctrica
Marca: Hill ROM
Modelo: 837
Área: Hospitalización
Cantidad: 19

- **Equipo:** MAQUINA DE ANESTESIA.
Marca: DATEX OHMEDA
Modelo: AESPIRE 5
Área: Cirugía

7.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo en el Hospital es realizado también por el personal de mantenimiento bajo la dirección del ingeniero ESTEBAN ACOSTA.

El mantenimiento correctivo es intempestivo y no se puede predecir o programar, se ejecuta cuando el operario del equipo o el jefe de la sección dan aviso de una falla, entonces se procede a realizar una inspección interna o externa del equipo dependiendo del tipo de daño, una vez descubierto el problema se procede al cambio o reparación de la parte afectada, en casos en los cuales no es posible la reparación se remite el equipo directamente con el proveedor o en algunos casos se da de baja e inhabilita.

Todas las actividades que se realiza en cada uno de los equipos de mantenimiento correctivo llevan también un reporte y quedan consignadas en las hojas de vida del mismo, esto con el fin de tener un historial de los daños frecuentes de un equipo y encontrar posibles causas de los mismos.

La participación en las actividades de mantenimiento correctivo consistió en apoyo y observación que permitieron ganar experiencia y conocimiento en cuanto a las fallas mas comunes que se presentan en los diferentes equipos; entre los equipos

involucrados en esta tarea están, equipo de rayos X, succionador, desfibrilador, cama eléctrica, entre otros.

8. REPARACIÓN.

Hoy en día las instituciones de salud se han convertido en empresas, y como tales, deben ser rentables y autosuficientes económicamente; por esta razón el estado financiero de las instituciones de salud en nuestra región, es una limitante para lograr la implementación y adquisición de nuevos equipos que influyan positivamente en la prestación del servicio y mejoren la calidad del mismo.

En miras de conseguir equipo médico a bajos costos la Fundación Hospital San Pedro recibió una donación de un lote de equipos de segunda mano provenientes de Estados Unidos; la función del estudiante en esta parte de la pasantía fue hacer un análisis del estado en el que se encontraba cada uno de los equipos y así poder ejecutar las tareas necesarias para rehabilitar y entregar los equipos en óptimas condiciones para ser utilizados en el hospital.

El proyecto implica la reparación y puesta a punto de dos tipos de equipos, incubadoras infantiles y camas eléctricas; se alcanzó la habilitación de 2 incubadoras que están a disposición de la institución con miras de ser vendidas a otro hospital del departamento, y se entregó funcionando 4 camas eléctricas que se encuentran siendo utilizadas en los servicios del Hospital. Esto se convierte en un aporte del estudiante para la institución, teniendo en cuenta que estos equipos en funcionamiento, sumados tienen un valor comercial aproximado a los \$30'000.000.00 de pesos, lo cual se constituye en un ahorro significativo en la adquisición de equipo médico para el hospital.

8.1 INCUBADORAS

El trabajo se realiza con incubadoras marca Ohio modelo IC, estas incubadoras son aptas para niños recién nacidos en las cuales se puede proporcionar al bebe un ambiente propicio para su desarrollo o tratamiento de enfermedades según sea el caso, con condiciones de temperatura controlados a las necesidades del infante.

La temperatura es controlada a la necesidad del paciente y se realiza de dos formas, una es el control en modo manual en el cual se controla la temperatura del ambiente, es decir, los sensores están en el habitáculo en el que se encuentra el niño, y la otra es en modo servo en la cual el control se realiza directamente basado en la temperatura del bebe.

Su funcionamiento consiste en hacer circular aire caliente a través de la cubierta del ambiente del bebe, esto se realiza por medio de una resistencia ubicada en la parte interna del modulo del niño y un ventilador que hace recorrer el aire en todo el circuito, en el circuito se encuentra un recipiente con agua y cuando el aire

circula por encima de la superficie del mismo adquiere humedad, en la figura 1 se muestra el esquema.

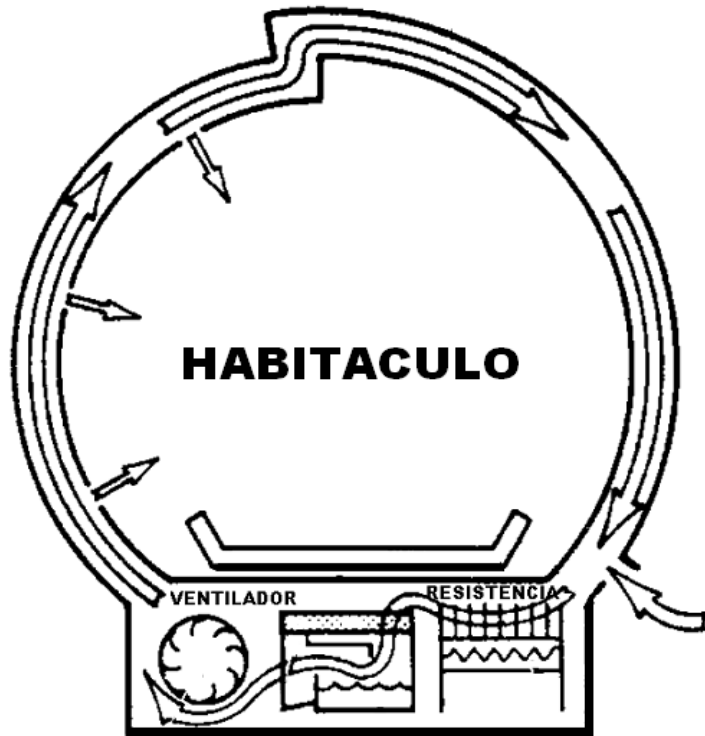


Figura 1. Esquema de funcionalidad incubadora

La incubadora se compone de un panel de control, en el cual el operario asigna la temperatura que desea, selecciona el modo de trabajo servo o manual, se visualizan las alarmas y la temperatura a la que se encuentra el bebe, éste se basa en un micro controlador para el control de los displays y el proceso de las señales provenientes de la tarjeta de control.

La resistencia es controlada por la tarjeta y el ventilador permanece a una velocidad constante, los sensores son de tipo resistivo o termistor y se encuentran ubicados en el habitáculo, uno a cada lado más el sensor de piel que se utiliza en modo servo. En la figura 2, se muestra el diagrama en bloques.

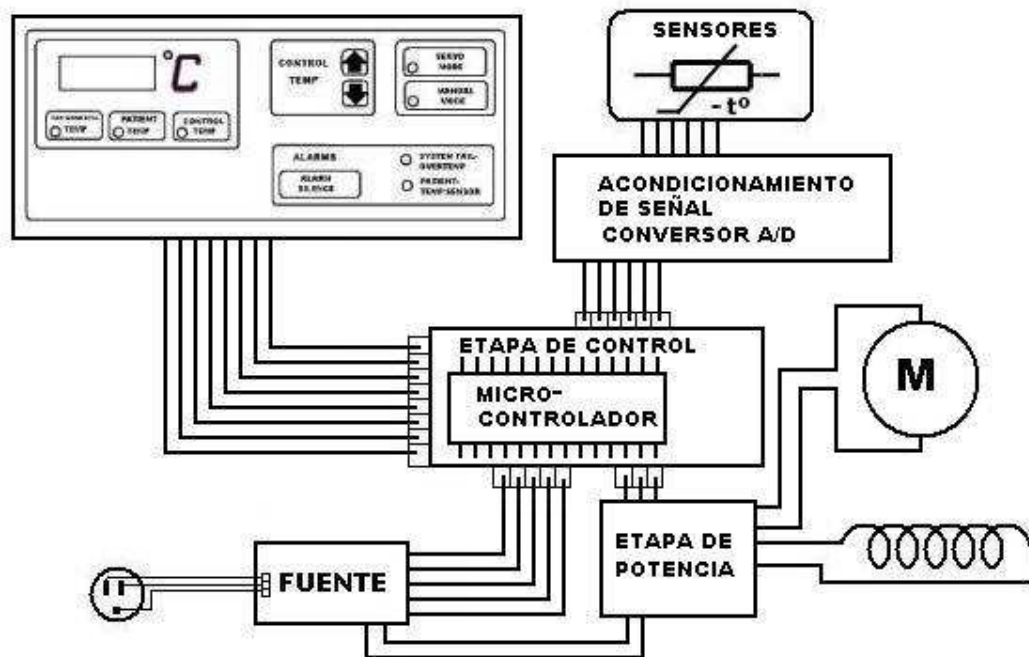


Figura 2. Diagrama de bloques de incubadora

La tarjeta de control a base de un micro controlador se encarga de realizar todos los procesos, además del panel de control recibe y procesa las señales de los sensores, las compara con la temperatura asignada por el usuario y enciende o no la resistencia para mantener una temperatura constante, mediante un control proporcional, el diagrama del sistema se muestra en la figura 3.

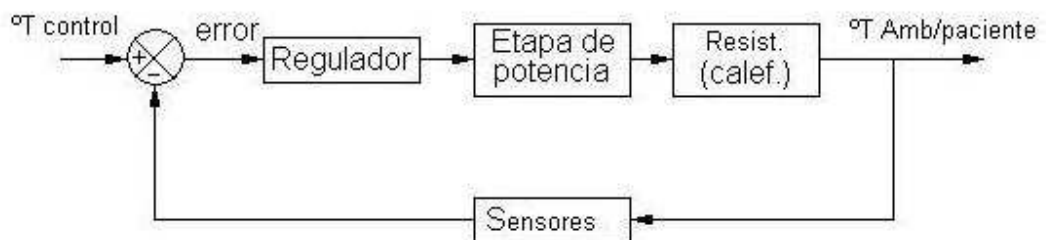


Figura 3. Diagrama del sistema de incubadora

El sistema recibe la señal acondicionada de los sensores y se resta a la señal de temperatura de control programada por el operario, para producir la señal de error, si el error está por encima o por debajo de la temperatura de control se aumenta o disminuye el suministro de corriente que alimenta a la resistencia manteniendo la temperatura constante al valor asignado.

Como primera actividad se realiza un diagnóstico del estado en que llegaron los equipos, encontrándose un deterioro parcial de sus componentes tales como cubierta, gavetas, entre otros, las incubadoras encienden pero presentan falla y alarma de mal funcionamiento, no existe sensor de piel.

Para detectar fallas y corregir errores en una incubadora se realiza varios procedimientos que dependen del estado y la falla que presente el equipo, es decir, si enciende o no, si prende solo el ventilador, si no enciende el panel de control, si no censa la temperatura, si se activan las alarmas del sistema, si calienta, etc.

Como primera medida se debe revisar la alimentación del equipo, que esté bien conectado y que esté llegue a la fuente, luego se revisa la fuente, verificando que esté convirtiendo a corriente continua la alterna proveniente de la red para alimentar los dispositivos digitales.

Se hace una revisión general del equipo, esto implica verificar que todos sus componentes se encuentren correctamente conectados, sensores, motor de ventilador, resistencia y panel de control.

Generalmente el equipo emite una alarma sonora cuando existe una falla en el sistema, entonces se procede a revisar componente por componente.

Se revisa el motor, si está funcionando se verifica que no presente vibración o sonido anormal, si está desactivado se revisa alimentación o el motor como tal, bobinados, balineras, etc.

Para verificar la resistencia directamente se prueba si emite calor, en caso contrario se revisa que esté siendo alimentada, si es satisfactorio se mide la resistencia como tal, en caso que esté correcto el daño puede estar en la tarjeta de control, la cual no emite la orden de radiar calor que puede deberse a daño de la misma o a mala lectura de temperatura.

Se verifica el panel de control de la misma forma, se verifica que funcionen todos sus displays, leds indicadores y botones.

Por último se revisan los sensores de temperatura, son de tipo resistivo o termistor, se revisan que estén perfectamente conectados y funcionando.

Para el caso particular de las incubadoras, los equipos necesitaron de mantenimiento y limpieza general, presentaron fallas en su funcionamiento, tales como funcionamiento irregular de motores de ventilación, no censa la temperatura por falla del sensor de ambiente, y ausencia total del sensor de piel.

Se hace limpieza de sus componentes tanto mecánicos, chasis y tarjetas electrónicas, se cambia un sensor de temperatura, se revisa conectores, correcto funcionamiento de los sensores de temperatura de ambiente comparando la temperatura mostrada en el panel de control con la medida en un termómetro en el interior de la incubadora, se revisa los motores del ventilador y se cambia las balineras de uno de estos debido a que presentaba desgaste. Se entregan dos incubadoras en correcto funcionamiento para quedar a disposición de la institución.

8.2 CAMAS ELÉCTRICAS.

Se trabaja con cuatro camas eléctricas marca Hill ROM, tres de ellas modelo Centra y una modelo Century Plus, las camas están diseñadas para brindar comodidad y poder adecuarlas a las posiciones que necesite el paciente, poseen cuatro movimientos que son high-low el cual sube o baja la cama en su totalidad respecto al piso, cabecera que inclina la parte alta de la cama donde reposa la espalda y la cabeza del paciente, el movimiento de pies que levanta e inclina la parte inferior de la cama y trendelenburg que inclina la cama en su totalidad.

Existen tres paneles de mando donde se encuentran los controles para activar los movimientos de la cama, dos de ellos destinados para uso del paciente y el personal médico que se encuentran en las barandas laterales de la cama, uno a cada lado, en estos existe un botón para subir y bajar los movimientos de high-low, cabecera y pies. El otro panel de control se encuentra en la parte inferior de la cama y está destinado al personal médico, en este panel existen los comandos para ejecutar los movimientos de high-low y trendelenburg, además, de los comandos para bloquear cualquiera de los movimientos o dejar sin funcionalidad los controles del paciente.

La cama eléctrica basa su funcionamiento en un circuito electrónico que controla tres motores, una etapa de potencia, un circuito mecánico y los paneles de control; en la figura 3 se muestra un diagrama de bloques.

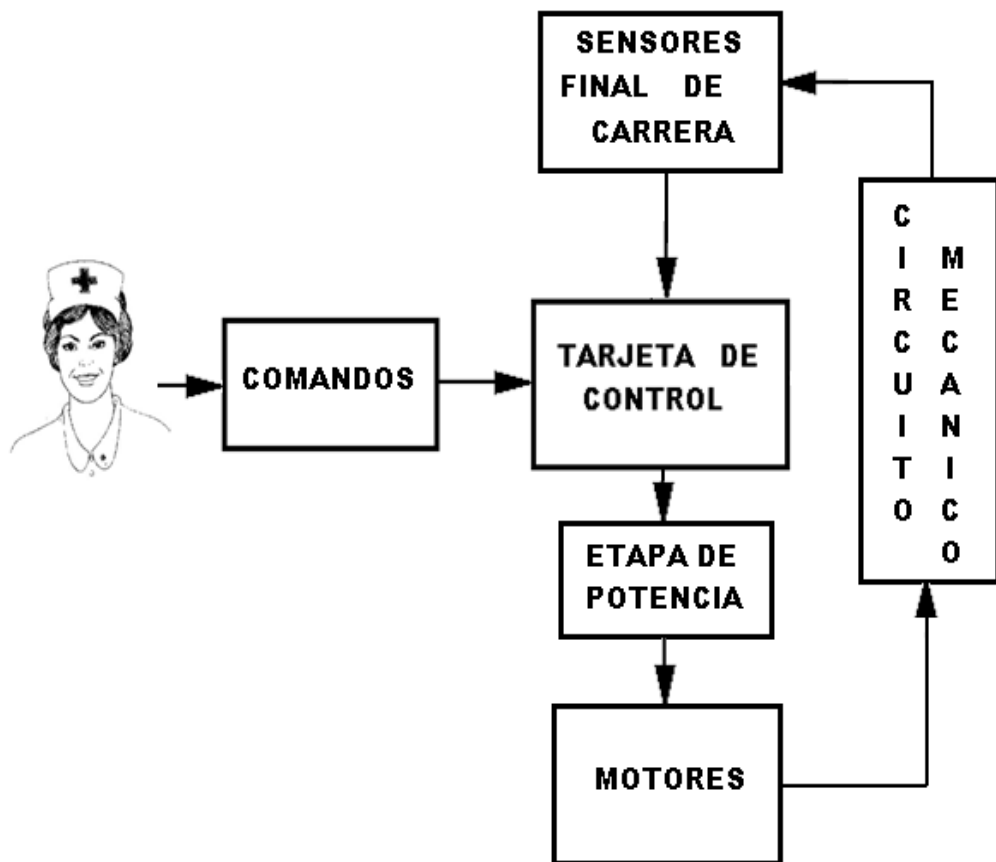


Figura 4. Diagrama de bloques cama eléctrica.

Los comandos permiten al usuario ejecutar o poner a la cama en la posición deseada, son pulsadores que mientras se presionan activan el movimiento al cual están asignados, a menos que la cama esté en el límite de dicho movimiento.

Para controlar los límites de posición o ángulo de inclinación se utilizan sensores finales de carrera o de límite, ubicados en el chasis de la cama y en lugares específicos donde se presionan o liberan según se mueva la cama.

En la tarjeta de control se encuentran todos los circuitos electrónicos que administran las funciones de la cama, aquí llegan las señales de los comandos y de los sensores de límite. Por medio de un micro controlador se efectúa el control de los movimientos, este se encarga de enviar la señal de marcha adelante o atrás al motor según corresponda al comando que se está presionando, debe leer las señales tanto de los bloqueos del usuario como del sensor de límite por si muestra que ya llegó al máximo de su desplazamiento y se debe detener el motor, en caso

de enviar la orden de dos acciones contrarias simultáneamente, el motor se detiene y no ejecuta ningún movimiento.

La tarjeta de control envía la señal de avance o retroceso al motor, para esto se utiliza una etapa de potencia que permite la interacción entre los voltajes lógicos de la señal de la tarjeta y la corriente alterna aplicada al motor, la etapa de potencia se ejecuta por medio de un opto acoplador tipo foto TRIAC al cual llega la señal de la tarjeta y a su vez acciona la compuerta de un TRIAC que permite el paso de AC a la bobina del motor, en la figura 5 se muestra el diagrama básico.

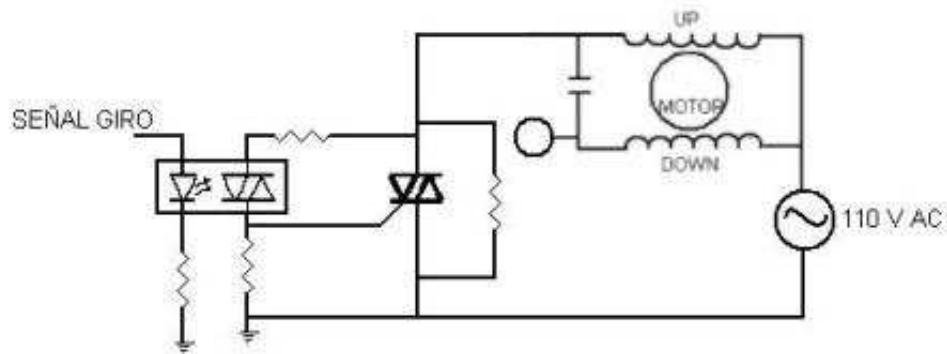


Figura 5. Circuito de potencia cama eléctrica.

Los motores son de corriente alterna, a 115 voltios, tienen tres terminales, un neutro y dos fases, debido a que el motor posee dos bobinas en el interior y el sentido de giro del mismo depende de la bobina a la cual se esté alimentando.

Cada motor hace girar un tornillo sin fin y se conecta a este por medio de un acople, estos a su vez conectados al circuito mecánico de la cama accionan cada uno de los movimientos de la misma, en este circuito mecánico se encuentran inmersos los sensores de límite, que se ubican de tal forma en la que se activan o desactivan en ciertas posiciones, y así poder enviar esta señal a la tarjeta de control. El diagrama eléctrico de la cama se muestra en la figura 6.

Para entregar las camas en condiciones aptas para ser utilizadas en los servicios del Hospital se realiza como primera medida un diagnóstico previo general para verificar el estado en que se encuentran cada uno de los equipos, basados en los daños encontrados se procede a su reparación.

Cuando se repara un equipo se debe en primer lugar revisar la alimentación del mismo, una vez se verifique que cada uno de los componentes del equipo tiene la energía que requiere, se procede a detectar donde radica la falla que presenta.

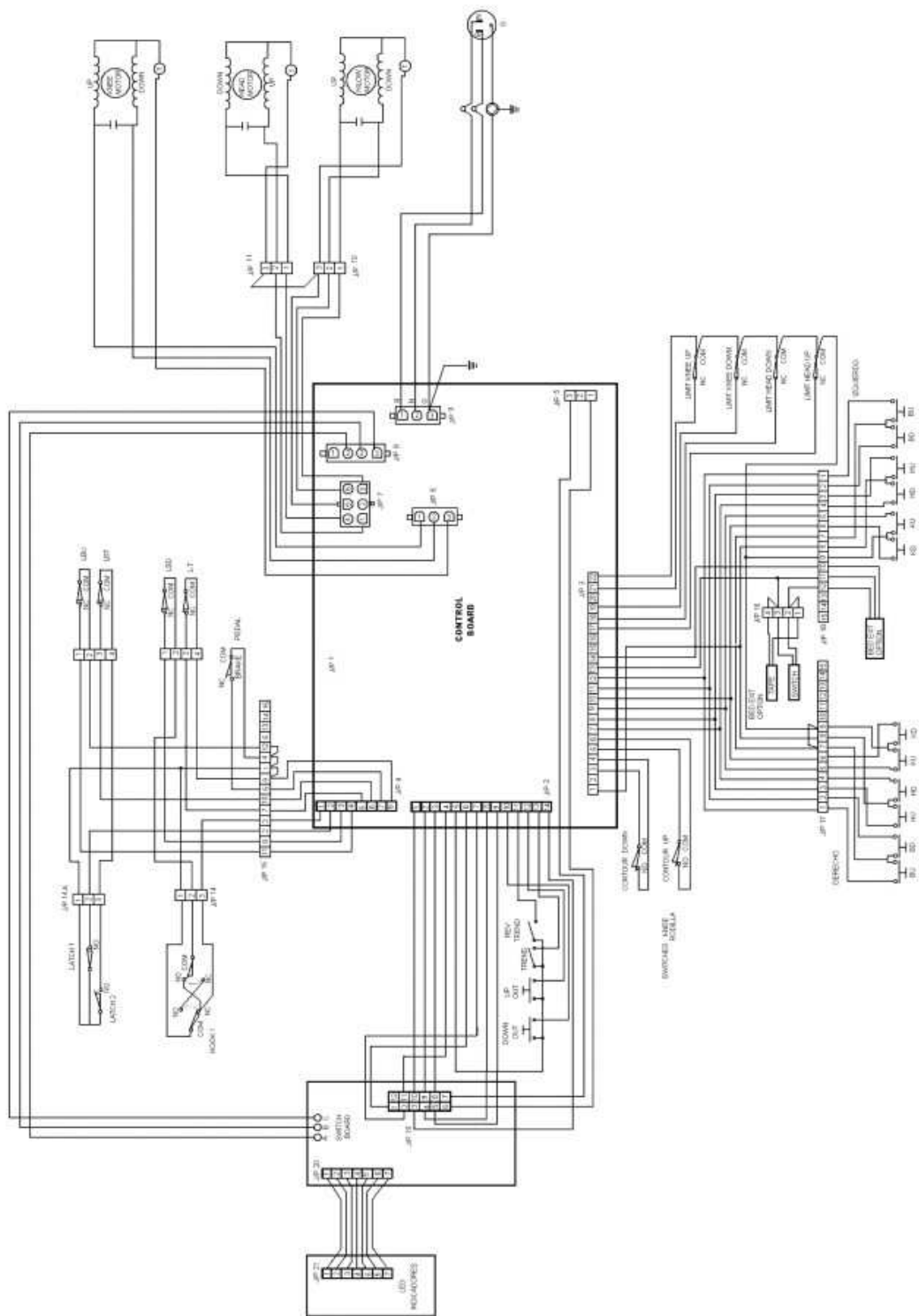


Figura 6. Diagrama eléctrico cama Hill ROM.

La principal falla en una cama eléctrica es que uno o varios de sus movimientos no se ejecutan, para detectar la fuente del problema se puede realizar diversos pasos que permitan encontrarla, ésta puede estar en los comandos, en la tarjeta de control, en la etapa de potencia, en el mismo motor o puede ser un daño mecánico.

Se revisa primero si llega corriente al motor cuando se presiona el botón que lo acciona, para esto se desconecta el motor y se mide con un tester en los terminales que vienen de la etapa de potencia, así se determina si el daño es del motor o está en otro componente. Si la falla no es del motor entonces procedemos a revisar la etapa de potencia, verificamos con un tester que este llegando desde la tarjeta la señal al opto acoplador, si es así, puede estar quemado el triac o el mismo opto acoplador y es cuestión de revisarlos y cambiarlos, para esto si no se puede leer la etiqueta del componente, se revisa las características de corriente y voltaje del motor y se adecua un reemplazo que las satisfaga.

En caso contrario que la tarjeta no esté enviando señal, el problema puede radicar en los comandos, se deben desconectar y probar con un tester, también puede estar la falla en uno o varios de los sensores de límite, o en la misma tarjeta, en cualquiera de los casos depende ya de cada equipo.

Para el caso particular del trabajo realizado se detectó daño en los tableros de comandos, una de las camas no ejecutaba movimiento high-low ni trendelenburg (inclinación), otra presentó daño de un acople entre uno de los motores y el eje y oxidación de partes móviles.

Las tareas realizadas por parte del estudiante consistieron en una limpieza total tanto de chasis, partes mecánicas y componentes electrónicos, lubricación de las partes móviles, reparación de los tableros de control, se instalaron los leds indicadores. Para corregir el movimiento high-low de una de las camas se encontró que el problema radicaba en las conexiones de los puertos y en el mal funcionamiento de pulsadores de final de carrera y se realizó la corrección de las fallas encontradas, también el reemplazo de un acople entre el motor y uno de los tornillos sin fin que producen el movimiento de ascenso y descenso, dicho acople se mando a hacer en torno puesto que no se encontró reemplazo original, se verificó al final que todos los movimientos de las camas respondan de forma adecuada a los comandos y se entregaron con su respectivo reporte a la institución.

9. ACTIVIDADES ADICIONALES

Conjuntamente a las actividades plasmadas en el anteproyecto se colaboró en tareas adicionales que se presentaron en el transcurso del tiempo de trabajo de la pasantía y que fueron solicitadas por el ingeniero de la institución, estas labores se realizaron en paralelo al desarrollo normal del proyecto y se constituyen en un aporte extra de mutuo beneficio.

8.1 HOJAS DE VIDA

Se colaboró con la elaboración de las hojas de vida faltantes de los equipos en el área de banco de sangre; dicha labor consistió en consignar y actualizar en los formatos vigentes los datos que existían en las hojas de vida anteriores y completar todos los datos faltantes para cada uno de estos. Los equipos involucrados de esta tarea fueron:

- **Equipo:** CENTRIFUGA
Marca: Clay Adams
- **Equipo:** AGITADOR DE PLAQUETAS
Marca: PLAQUETAMIX
- **Equipo:** SEROFUGA
Marca: CLAY ADAMS
- **Equipo:** NEVERA
Marca: Selecta
- **Equipo:** NEVERA
Marca: Samsung
- **Equipo:** NEVERA
Marca: General Electric
- **Equipo:** CENTRIFUGA REFRIGERADA
Marca: beckman
- **Equipo:** FREZZER
Marca: Baxter
- **Equipo:** CONGELADOR
Marca: Electrolux

- **Equipo:** HEMATROM SELLADOR
Marca: Baxter

En el anexo C se encuentra la hoja de vida de una centrifuga marca becton dikenson como referencia del trabajo realizado.

8.2 CALIBRACIÓN DE PIPETAS

También se realizó la calibración de las pipetas de las áreas de Banco de Sangre y Laboratorio; dicha labor se llevó a cabo según el proceso gravimétrico⁶ que consiste en comparar el volumen de un líquido en este caso H₂O contra su peso, por medio de la densidad del mismo.

Primero se toma la densidad de un líquido, el cual debe ser agua estéril o destilada que garantice su pureza para evitar cambios en su densidad.

Se sabe que la densidad de un líquido depende de factores externos como la presión y temperatura en la que se encuentra, pero para efectos prácticos y debido a su mínima variación que no influye de forma significativa en este propósito, se toma la densidad del agua en 1g/ml.

Como paso a seguir el estudiante toma una muestra con un volumen definido de H₂O con la pipeta y se la pesa en una balanza analítica, en este caso se realizo el proceso con una balanza marca OHAUS modelo Adventur, que pertenece a la Universidad de Nariño. Se pretende que por cada μ l de H₂O la balanza marque 0.001 gramos.

Cuando existe una variación en el peso respecto al volumen medido, es muestra que existe una falla en cuanto a la calibración de la pipeta, en este caso se procede a corregir el error. Existe un émbolo en las pipetas que es el encargado de producir el vacío que hace tomar la cantidad exacta de líquido, la medida depende de que tan arriba o abajo se encuentre dicho émbolo, entonces lo que se hace es girarlo en uno u otro sentido dependiendo si la muestra es mayor o menor a la cantidad deseada, esto se realiza con una llave herramienta propia para este fin.

Una vez se calibre la pipeta se toman diez muestras por cada medida a calibrar para así realizar el reporte de calibración con los datos obtenidos, este reporte

⁶ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD manual de mantenimiento para equipos de laboratorio, WASHINGTON DC. 2005 P. 183

tiene como objetivo mostrar el grado de exactitud y precisión en que se entrega la pipeta.

En el caso de las pipetas variables o que poseen múltiples opciones de volumen de muestra se realiza el mismo procedimiento repitiéndolo en tres puntos, primero se toma la media y luego los dos extremos, es decir, si una pipeta varía de 25 a 250 µl se realiza la calibración en 100 µl que representa un punto medio, esto con el fin de que por condiciones físicas el error de desviación sea menor cuando se aumente o disminuya el volumen a muestrear; luego se toman medidas en 50 µl y 200 µl.

Para el reporte de calibración se realiza un estudio estadístico con el fin de determinar si el equipo queda en condiciones óptimas para ser utilizado, este informe lleva los siguientes ítems.

Media: se realiza un promedio de las 10 medidas realizadas.

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{10} m_i}{n}$$

Donde X es la media, m es el valor de cada medida y n el número de medidas.

Inexactitud: la inexactitud representa que tan inexacta respecto al valor teórico, o seleccionado en la pipeta es la media medida, se da en porcentaje.

$$I = \left| \frac{(X - T)}{X} \right| \times 100\%$$

Donde I = inexactitud, T = valor teórico a medir

Exactitud: La exactitud refleja que tan cerca se encuentra del valor real las muestras tomadas, se da en porcentaje y debe propender ser igual al 100%. Si una calibración es exacta quiere decir que por ejemplo si tomamos 10 muestras de 20 µl cada una, vamos a recolectar 200 µl en total, sin importar si unas son mayores o menores del valor real.

$$E = 100\% - I$$

Desviación estándar: se calcula la desviación estándar con el fin de obtener el coeficiente de variación, esta desviación estándar es una medida de dispersión de los datos respecto a su media aritmética.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - X)^2}{n-1}}$$

Coefficiente de variación: el coeficiente de variación nos indica cuanto se aleja cada una de las muestras del valor real, a diferencia de la exactitud, si tomamos el ejemplo anterior puede ser que 5 muestras sean de 19 μl y 5 de 21, esto nos va a dar una exactitud del 100% pero no un coeficiente de variación de 0.00%, por lo cual nos indica que tan precisa va a ser cada muestra por individual.

$$C = \left(\frac{\sigma}{X} \right) 100\%$$

Se realizó la calibración de las pipetas de las áreas de banco de sangre y laboratorio clínico entre las cuales están:

- **Marca:** Brand Transferpette
Tamaño: 25 – 250 μl
Área: banco de sangre
- **Marca:** Brand Transferpette
Tamaño: 20 μl
Área: banco de sangre
- **Marca:** Brand Transferpette
Tamaño: 5 – 50 μl
Área: banco de sangre
- **Marca:** Brand Transferpette
Tamaño: 25 – 250 μl
Área: laboratorio
- **Marca:** Labsystems
Tamaño: 50 - 200 μl
Área: laboratorio
- **Marca:** Brand Transferpette
Tamaño: 50 – 1000 μl
Área: laboratorio
- **Marca:** Labsystems
Tamaño: 50 μl

- Área:** laboratorio
- **Marca:** Brand Transferpette
Tamaño: 10 μ l
Área: laboratorio
- **Marca:** Brand Transferpette
Tamaño: 25 – 50 μ l
Área: laboratorio
- **Marca:** Brand Transferpette
Tamaño: 50 - 200 μ l
Área: laboratorio

En el anexo D, se muestra un reporte de calibración de una pipeta de 25 – 250 μ l.

10. CONCLUSIONES

El poder desarrollar todas las actividades de pasantía y poder aplicar de forma práctica todos los conocimientos teóricos adquiridos en el transcurso de la carrera, se convierte en un aporte y un complemento indispensable en la formación integral de un ingeniero electrónico.

Contar con manuales básicos de operación y dar capacitación sobre la manera, procedimientos y recomendaciones adecuados que se deben seguir para un uso apropiado de equipos biomédicos, es una herramienta esencial para el personal que labora con ellos, ya que le brinda los conocimientos suficientes para ofrecer un mejor servicio al paciente y disminuye los contratiempos y daños ocasionados por el manejo incorrecto de los mismos.

El mantenimiento preventivo de equipos biomédicos realizado de forma periódica y por personal competente, es la herramienta que da garantía a una institución de salud para contar con equipos biomédicos en óptimo funcionamiento y libres de fallas lo que repercute para prestar un servicio de salud eficiente y en un ahorro de tiempo y dinero.

El trabajar directamente en mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos, bajo la dirección y asesoría de personal calificado del Hospital San Pedro Pasto, es una contribución para enriquecer los conocimientos y la experiencia que se posee en cuanto al manejo de las tecnologías y herramientas biomédicas con las cuales trabajan y cuentan las instituciones prestadoras del servicio de salud en nuestra región.

La cooperación interinstitucional en nuestra región, ofrece la oportunidad de aporte y beneficio mutuo, tanto para la Universidad como para el hospital, permitiendo ejecutar prácticas profesionales que acrecientan la experiencia y aportan en la formación integral como ingenieros electrónicos de los estudiantes, y recibiendo por parte de la entidad de salud los beneficios por el resultado de las acciones realizadas en las pasantías.

11. RECOMENDACIONES

Hacer un estudio técnico sobre el impacto positivo o negativo que se tiene en cuanto a la disminución de los daños y llamados que se realizan al personal de mantenimiento por mal manejo de equipos biomédicos después de efectuadas las capacitaciones, y basado en los resultados, elaborar un plan para ampliar la cobertura a todas las áreas y equipos de la institución y establecer un cronograma que brinde siempre una continua capacitación en el manejo de equipo biomédico al personal del Hospital.

Establecer y/o aumentar los convenios interinstitucionales entre la Universidad de Nariño y las entidades prestadoras del servicio de salud de la región, que permitan a los estudiantes de la rama de electro medicina mayor oportunidad de realizar trabajos de grado y pasantías y recibir por el lado de las empresas el aporte en trabajo e investigación y así cooperar para lograr un crecimiento en tecnología y calidad institucional en Nariño.

Fortalecer el desarrollo de prácticas en el transcurso de la carrera, especialmente en el área de electro medicina, para brindar así la posibilidad a los estudiantes de aplicar sus conocimientos conforme lo están adquiriendo y lograr la formación integral necesaria para ser un profesional competitivo en el medio.

BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Anexo Técnico No.1 de la Resolución N°. 1043 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 1043 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1011 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006.

DATEX OHMEDA. Cardiocap/5 for anesthesia User's reference manual. Finland: 2004

MINISTERIO DE SALUD DIRECCIÓN DE SALUD III LIMA. Plan de mantenimiento de equipos biomédicos. Lima: 2006

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. Manual de mantenimiento preventivo planificado MPP 3ª edición. San Salvador: Octubre de 1999

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. Manual de Operación para Incubadora Infantil. San Salvador: Octubre de 1996


NIHON KOHDEN. Operator's manual cardio fax electrocardiograph ECG-9620. Japan: 2006

NIHON KOHDEN. Operator's manual life scope bedsides monitor BSM-2300. Japan: 2006

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio. Washington D.C.: 2005


ANEXOS




ANEXO A

	INSTRUCTIVO BASICO DE OPERACION	FTO-MTO 001 Pág. 1 de 5
---	--	---------------------------------------

IDENTIFICACION		
INSTITUCIÓN: FUNDACION HOSPITAL SAN PEDRO		
SERVICIO: CIRUGIA	AREA: Sala No. 3	
EQUIPO: MAQUINA DE ANESTESIA	NO. ACTIVO: 00-0001	
MARCA: DATEX / OHMEDA	MODELO: AESPIRE / 55	SERIE: AMXX01466

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CORRIENTE	10A
FRECUENCIA	60Hz
VOLTAGE	110V

ENCENDIDO
<ul style="list-style-type: none"> Conecte el cable de alimentación a una toma de corriente. Verifique que se enciende el indicador de CA δ ubicado en el panel de control del ventilador. Accione el interruptor del sistema a la posición de encendido. <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> Espere mientras el sistema realiza auto comprobaciones y aparece la pantalla normal.

PRUEBAS
<p>PRUEBA DE FUGAS CON DISPOSITIVO.</p> <ol style="list-style-type: none"> Coloque el interruptor del sistema en la posición en espera. <div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> Active la salida de gas común auxiliar. <div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> Apague los vaporizadores. Prueba de equipo de anestesia: <ul style="list-style-type: none"> Gire los controles de flujo $1\frac{1}{2}$ vueltas en sentido anti horario. <div style="text-align: center;">  </div>

PRUEBAS

- Conecte el dispositivo de prueba (pera) en la salida de gas auxiliar.



- Apriete y suelte la pera hasta que este vacía.
- Si la pera se infla en menos de 30 seg. Existe una fuga. No utilice el equipo.
- Desconecte el dispositivo de prueba.

5. Prueba de los vaporizadores.

- Ajuste el vaporizador a 1%
- Repita los pasos de "Prueba de equipo de anestesia"

6. Mantenga el dispositivo de prueba con el sistema.

7. Gire los controles de flujo en sentido horario. (flujo mínimo).

8. Descargue el sistema con O₂.

- Es necesario descargar el sistema para evacuar los agentes de prueba.
- Coloque el interruptor del sistema en la posición de encendido.



- Ajuste el flujo de O₂ a 1L/min.
- Mantenga este flujo durante 1 min.
- Gire el flujo de O₂ al mínimo.
- Coloque el interruptor del sistema en la posición en espera.



PRUEBA DE FUGAS SIN DISPOSITIVO.

Ventilación manual.

1. Coloque el interruptor del sistema en la posición de encendido.



2. Coloque el interruptor Bolsa/Vent en la posición Bolsa.



3. Ajuste la válvula APL en el límite Max (70 cm H₂O).



PRUEBAS

4. Pulse el botón de descarga de O₂ para inflar la bolsa.



5. Tanto la bolsa como el manómetro deben permanecer constantes sin disminuir su volumen, de lo contrario existe una fuga.

Ventilación mecánica.

1. Coloque el interruptor del sistema en la posición de encendido.



2. Bloque la salida del circuito de aire.
3. Coloque el interruptor Bolsa/Vent en la posición Vent.



4. Pulse el botón de descarga de O₂ para inflar la concertina.



Tanto la concertina como el manómetro deben permanecer constantes sin disminuir su volumen, de lo contrario existe una fuga.

AJUSTES.

- Para realizar los ajustes en el controlador del ventilador se debe acceder a las opciones en el menú de la siguiente forma:

1. Presione la tecla menú para desplegar la pantalla del menú principal.



2. Gire el botón de mando para seleccionar las opciones en pantalla.



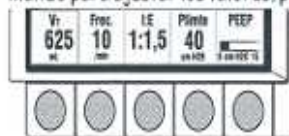
3. Pulse el botón de mando para acceder y/o modificar los parámetros.



- Se deben realizar los siguientes ajustes:

AJUSTES.

1. Volumen de alarmas.
Menú principal>ajuste de pantalla y audio>volumen de alarma "se ajusta el volumen">ir a menú principal>salir a la pantalla normal.
2. Límites de alarma.
Menú principal>ajuste de alarmas>O₂ V_E V_{T2} "se ajustan límites">ir a menú principal>salir a la pantalla normal.
3. Alarma para fugas del circuito.
Menú principal>ajuste de alarmas>fuga circuito>audio on>ir a menú principal>salir a la pantalla normal.
4. Modo de ventilación.
Menú principal>modo de ventilación>control volumen/modo pres.>ir a menú principal>salir a la pantalla normal
5. Bypass cardíaco.
Menú principal>ajustes de alarmas>bypass cardíaco>en curso>ir a menú principal>salir a la pantalla normal.
6. Ajustar controles del ventilador.
Pulse la tecla de selección debajo de cada control V-/Pinsp. Frec. I:E. Plimte. PEEP, gire el botón de mando para ajustar los valores, pulse el mando o la tecla de selección para guardar el ajuste.


VENTILACION MANUAL/MECANICA.
VENTILACION MECANICA.

- Antes de iniciar la ventilación mecánica asegúrese que el circuito del paciente este montado correctamente y que los ajustes de los controles de volumen sean clínicamente correctos.

1. Coloque el interruptor del sistema de evacuación de gases anestésicos en la posición de sistema circular.



2. Coloque el interruptor Bolsa/ Vent en la posición Vent.



3. Pulse el botón de descarga de O₂ para inflar la concertina.



VENTILACION MANUAL/MECANICA.

VENTILACION MANUAL.

- Para detener la ventilación mecánica asegúrese de establecer un circuito manual.

1. Ajuste el límite de presión del circuito de respiración girando la válvula APL.




2. Coloque el interruptor Bolsa/Vent en la posición Bolsa.



PRECAUCIONES.

1. No utilice el equipo si existen fugas.
2. No desconecte el equipo tirando del cable, siempre sujete la clavija.
3. Conecte y desconecte el circuito respiratorio sujetando los conectores, no tire de las mangueras.
4. No usar lubricantes cerca o en la máquina de anestesia. Aceites y grasas comunes pueden explotar violentamente al entrar en contacto con el oxígeno.
5. Se debe utilizar materiales anti-estático para cubrir el equipo y sus componentes, la corriente estática es una causa de incendio.
6. Limpiar las superficies externas con un paño de tela humedecido con agua y jabón.
7. Usar la menor cantidad de líquido posible y no permitir que se filtre en los componentes de la máquina.
8. Nunca usar cepillos en la limpieza.
9. No utilizar limpiadores abrasivos.
10. No utilizar agentes o limpiadores de vidrio sobre plásticos o superficies pintadas.
11. Cualquier anomalía en el funcionamiento de la máquina comuníquese al personal de mantenimiento.

Anexo B

	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO										
	<i>CODIGO</i>			<i>VERSION</i>			<i>PAGINAS</i>				
EQUIPO	Máquina de Anestesia										
MARCA							SERVICIO:				
MODELO							AREA:				
SERIE											
Nº DE ACTIVO											
Frec. Mantenimiento	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>S</i>	<i>A</i>	1	2	3	4	5	6
Inspeccionar las condiciones ambientales del equipo											
Inspeccionar la integridad mecánica de toda la unidad en general; identificar daños y partes faltantes											
Limpiar las ruedas de la máquina con solución limpiadora para evitar descargas estáticas											
Revisar la integridad del conector y cable eléctrico											
1. Sistema de gases.											
Verificar la integridad de los yugos sostenedores de los cilindros de gas de alta presión y los conectores de los cilindros de gas de baja presión (conector a pared)											
Revisar el estado y lectura de los medidores de presión; verificar su validez (compararla con la presión medida a la salida)											
Revisar el funcionamiento de las válvulas controladoras de flujo (válvulas de inspiración y espiración)											
Verificar presiones en los reguladores											
Inspeccionar la tubería y adaptadores por fuga de gas											
Verificar que no existan fugas en el sistema de alta presión, para esto abra los cilindros pequeños y después ciérrelos y si en los manómetros de trabajo hay decremento de presión, busque la fuga con agua y jabón											
Verificar la ausencia de fugas en el sistema de baja presión, para esto abra los cilindros grandes y después ciérrelos y si en los manómetros de los reguladores la presión baja, busque la fuga con agua y jabón											
Inspeccionar todos los accesorios de hule, empaques O-ring, diafragmas y otros empaques											
Efectuar limpieza de flujómetros, revisar la calibración de estos											
Revisar físicamente los vaporizadores, revise su calibración											
2. Canister											
Drenar y limpiar el absorbedor (canister)											
Verificar el estado físico del canister											
Revisar empaques del canister, cambiar si es necesario											
Revisar físicamente las válvulas check de inhalación y exhalación, cambiarlas si es necesario											
Revisar y calibrar el medidor de presión											
Revisar la válvula APL, si está operando (cambios de empaque y diafragma se harán en el mantenimiento preventivo)											
Haga la prueba de operación con toda la tubería conectada para verificar la expulsión del gas											
Verificar la operación y control de flujo de las válvulas de flujo de O ₂ y N ₂ O, aplique la ley de los tres dedos y visualmente											
Verificar el funcionamiento de todas las alarmas											
3. Ventilador de anestesia											
Limpiar el exterior del ventilador e inspeccione la integridad física de la unidad											
Revisar el sistema de accionamiento del fuelle y su correcto funcionamiento											

Verificar el funcionamiento del ventilador, asegúrese que el operador lo utiliza eficazmente						
Inspeccionar los componentes eléctricos, identificar componentes deteriorados o sobrecalentados						
Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación						


Frec. Mantenimiento: M: Mensual B: Bimestral T: Trimestral S: Semestral A: Anual

<i>Recursos Materiales</i>	<i>Herramientas y Equipos</i>	<i>Repuestos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol 90° • Algodón • Anestésicos • Cal sodada • Detector de burbujas • Hisopos • Limpiador de superficies líquido • Lubricante • Oxígeno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizador de gases anestésicos • Sopleteador 	

<i>OBSERVACIONES</i>

<i>Realizado.</i>						
<i>Recibido.</i>						
<i>Fecha.</i>						
<i>Tiempo de Ej.</i>						

Anexo C

	HOJA DE VIDA EQUIPO BIOMEDICO	FTO-MTO 001
		Pag. 1 de 2

UBICACIÓN	
INSTITUCIÓN; Fundación Hospital San Pedro	
SERVICIO; Banco de Sangre	AREA;

IDENTIFICACION		
EQUIPO; Centrifuga	NO. ACTIVO 253200038	
MARCA; Clay Adams	MODELO; Dinac 420101	SERIE; 280049


ESPECIFICACIONES TECNICAS	
VOLTAJE; 115 V	CORRIENTE;
FRECUENCIA; 50/60 Hz	POTENCIA;
CAPACIDAD; 24 tubos	VOLUMEN;
PRESION;	OTROS;

PROPIEDAD		ADQUISICION		GARANTIA	
INSTITUCION	X	FECHA DE COMPRA;		SI	
COMODATO		FECHA DE INSTALACIÓN;		NO	X
DOCTOR		PRECIO;			
ARRENDAMIENTO					

DATOS DE SOPORTE			
FABRICANTE		PROVEEDOR	
NOMBRE;		NOMBRE; BECTON DICKINSON	
DIRECCIÓN;		DIRECCIÓN; BOGOTA	
TELEFONO;		TELEFONO; 4814121	
CONTACTO;		CONTACTO;	

RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO		MANUALES		FRECUENCIA DE MTO.	
NOMBRE; TECHMEDIC		OPERACIÓN		BIMENSUAL	X
DIRECCIÓN; Calle 23C No. 1E - 03		SERVICIO		TRIMESTRAL	
TELEFONO; 313 6555385		GUIA RAPIDA		CUATRIMESTRAL	
CONTACTO; Esteban Acosta		PROTOCOLO	X	SEMESTRAL	

CLASIFICACION					
CLASIFICACION		TECNOLOGIA		RIESGO	
DIAGNOSTICO		ELECTRICO		ALTO	
TRATAMIENTO		ELECTRÓNICO	X	MEDIO	X
APOYO		MECANICO		BAJO	
IMÁGENES DIAGNOSTICAS		ELECTROMECAÁNICO	X		
MANTENIMIENTO DE LA VIDA		HIDRÁULICO			
LABORATORIO	X	NEUMATICO			

	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		
	<i>CODIGO</i>	<i>VERSION</i>	<i>PAGINAS</i>

EQUIPO	Centrifuga					
MARCA	Clay Adams			SERVICIO:		
MODELO	Dinac 420101			Banco de Sangre		
SERIE	280049			AREA:		
N° DE ACTIVO	253200058			Banco de Sangre		
Frec. Mantenimiento	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>S</i>	<i>A</i>	
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo.						
Efectuar limpieza integral exterior del equipo.						
Revisar partes y accesorios metálicos y sintéticos (soportes, cabezal, tapadera, empaques, portatubos, etc.)						
Efectuar limpieza integral interna del equipo						
Revisar conexiones eléctricas, internas y externas						
Verificar perillas de control y señalizaciones						
Revisar el motor y sus componentes (carbones, balineras, eje, acoplamiento, juego, etc.), cambiar carbones y lubricar si es necesario						
Verificar la velocidad de funcionamiento en todo el rango (máximo 3,500 - 4,500 r.p.m.)						
Comprobar sistema de frenado y mecanismos de seguridad						
Comprobar operatividad de la unidad en todos los modos de trabajo (inspección de ruidos o vibraciones inusuales)						

Frec. Mantenimiento M: Mensual B: Bimestral T: Trimestral S: Semestral A: Anual

<i>Recursos Materiales</i>	<i>Herramientas y Equipos</i>	<i>Repuestos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Desinfectante • Detergente • Franela • Aceite 5/56 • Guantes plásticos • Limpiador de superficies líquido • Alcohol 70° 	<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador philips • Destornillador plano • Llave cangreja pequeña • Multímetro • Pinza punta plana • Tacómetro • Tenaza de presión • Alicata • Sopleteador 	<ul style="list-style-type: none"> • Escobillas

<i>OBSERVACIONES</i>

<i>Realizado.</i>					
<i>Recibido.</i>					
<i>Fecha.</i>					
<i>Tiempo de Ej.</i>					

Anexo D



REPORTE DE CALIBRACIÓN

Fecha: 24 de Abril de 2008
Institución: Fundación Hospital San Pedro
Equipo: Pipeta Automática Brand Transferpette 25-250ul
Serie: 03Z7585
Calibración No. 1
Medida: 50 ul

Medición	Valor
1	50
2	49
3	49
4	50
5	50
6	50
7	50
8	50
9	49
10	50

RESULTADOS

TEORICO	50 ul
MEDIA	49,70 ul
INEXACTITUD	0,60362173 %
EXACTITUD	99,3963783 %
DESVIACION STANDARD	0,48304589
COEFICIENTE DE VARIACION	0,97192332 %

INTERPRETACION

PRECISION	BUENA
EXACTITUD	BUENA

OBSERVACIONES: Calibración efectuada con Balanza analítica marca OHAUS modelo Adventur de la Universidad de Nariño.



REPORTE DE CALIBRACIÓN

Fecha: 24 de Abril de 2008
Institución: Fundación Hospital San Pedro
Equipo: Pipeta Automática Brand Transferpette 25-250ul
Serie: 03Z7585
Calibración No. 2
Medida: 100 ul

Medición	Valor
1	100
2	99
3	100
4	100
5	99
6	100
7	100
8	99
9	100
10	100

RESULTADOS

TEORICO	100	ul
MEDIA	99,70	ul
INEXACTITUD	0,30090271	%
EXACTITUD	99,6990973	%
DESVIACION STANDARD	0,48304589	
COEFICIENTE DE VARIACION	0,48449939	%

INTERPRETACION

PRECISION	BUENA
EXACTITUD	BUENA

OBSERVACIONES: Calibración efectuada con Balanza analítica marca OHAUS modelo Adventur de la Universidad de Nariño.



REPORTE DE CALIBRACIÓN

Fecha: 24 de Abril de 2008
Institución: Fundación Hospital San Pedro
Equipo: Pipeta Automática Brand Transferpette 25-250ul
Serie: 03Z7585
Calibración No. 3
Medida: 200 ul

Medición	Valor
1	200
2	199
3	200
4	199
5	201
6	200
7	200
8	200
9	200
10	200

RESULTADOS

TEORICO	200 ul
MEDIA	199,90 ul
INEXACTITUD	0,05002501 %
EXACTITUD	99,949975 %
DESVIACION STANDARD	0,56764621
COEFICIENTE DE VARIACION	0,28396509 %

INTERPRETACION

PRECISION	BUENA
EXACTITUD	BUENA

OBSERVACIONES: Calibración efectuada con Balanza analítica marca OHAUS modelo Adventur de la Universidad de Nariño.