



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO LABORAL DENTRO DE
“SERVICIO CLÍNICO PLURIFUNCIONAL”**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Richard Emerson Lazcano Barajas

ASESOR DE INFORME

Dr. en Ing. Jesús Manuel Dorador



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Ingres a 2017

Índice

CAPÍTULO 1: Descripción de la empresa	1
CAPÍTULO 2: Descripción del puesto.....	3
CAPÍTULO 3: Descripción de la participación del alumno en la empresa.....	5
Capacitación en Funcionamiento de Equipos de Laboratorio Clínico y Patológico:	5
Centrifugas.....	5
Microscopios	5
Histoquinete.....	6
Micrótomos	6
Inclusor de parafina.....	7
Capacitación en fundamentos de la Central De Equipos y Esterilización (CEYE)	7
Distribución de áreas de la CEYE	8
Funcionamiento del autoclave.....	9
Puerta	11
Trampa termostática	12
Válvulas Solenoide.....	13
Refacciones	13
Datos técnicos	14
Aplicación de conocimientos generales en equipos de áreas especializadas dentro de hospital y desarrollo de actividades generales como gerente.....	15
Ejemplo Completo de Desarrollo de Actividades.....	18
Mantenimiento correctivo.....	18
Antecedentes:	18
Situación del equipo:	19
1er Visita:	19
Dictamen técnico:.....	19
Detalles principales de la propuesta solución:.....	20
2da. Visita:	21
3er Visita:	22
CONCLUSIONES.....	23
ANEXOS	24
BIBLIOGRAFÍA:	32

CAPÍTULO 1: Descripción de la empresa

Fundada en 2006 en un pequeño taller en la Ciudad de México, Servicio Clínico Plurifuncional surgió después de la incursión de su fundador Antonio Lazcano Licona en una industria de venta de equipos médicos dos años atrás, en dicha experiencia, se percató que tanto en el sector privado como el de gobierno no se contaba con una cultura de mantenimiento preventivo a los equipos de las diversas áreas de los hospitales para otorgar un servicio de alta calidad a los usuarios.

Pudo darse cuenta que en muchos lugares algunas áreas no otorgaban el servicio a los pacientes por no contar con los equipos adecuados y que para algunos hospitales la adquisición de aparatos médicos nuevos excedía los presupuestos permitidos.

Después de la fundación y aprovechando una cartera de clientes ya establecida, se procedió con la oferta de los servicios de mantenimiento a equipos médicos a diversos hospitales y fue en una visita al estado de Veracruz en 2008 que contamos con la fortuna de conocer el laboratorio SONI el cual dio la oportunidad de revisar sus equipos y desde entonces se tiene un contrato establecido con calendario fijo de mantenimiento en su cadena de laboratorios.

Desde enero del 2009 la empresa cubre las necesidades de servicio y soporte técnico, preventivo y correctivo al área de equipo médico en la zona norte del estado de Veracruz, contando con la confianza laboral de clientes como laboratorio Soni SA de CV, diversos hospitales de la Secretaria de Salud del estado (SESVR) y clínicas del IMSS e ISSSTE de la zona. El éxito de los servicios de la empresa, principalmente en la zona norte del estado de Veracruz, llevó a establecer unas oficinas en la ciudad de Papantla, Veracruz.

Además se cuenta con la ventaja de tener la matriz en la Ciudad de México, lo que permite el acceso a apoyos técnicos diversos y fácil adquisición de refacciones y accesorios de vital importancia para ofrecer respuestas rápidas y eficientes. La empresa se dedica fundamentalmente a los servicios preventivos y correctivos a los siguientes equipos, para los cuales también se cuenta con venta de refacciones.

ÁREA	EQUIPOS
LABORATORIO CLÍNICO	<ul style="list-style-type: none">➤ Espectrofotómetros➤ Hornos de secado➤ Centrifugas clínicas y de refrigeración➤ Agitadores rotatorios de plaquetas y tubos➤ Analizadores de química clínica➤ Estufas de cultivo➤ Microscopios➤ Baños María➤ Parillas de agitación eléctricas
LABORATORIO DE PATOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none">➤ Baños de flotación➤ Afiladores de cuchillas➤ Inclusor de parafina➤ Micrótomos➤ Procesador de tejidos

TERAPIA INTENSIVA Y CONSULTORIOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Monitor de signos vitales ➤ Desfibriladores ➤ Incubadoras ➤ Electrocardiógrafo y Tocardiógrafo ➤ Cunas térmicas ➤ Pulsoxímetros ➤ Rayos X
QUIROFANO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mesas de cirugía ➤ Lámparas de cirugía ➤ Sierras striker (para traumatología)
UNIDADES DENTALES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemas flush ➤ Rayos X ➤ Instalación de unidades
CENTRAL DE EQUIPOS Y ESTERILIZACIÓN (CEYE)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Autoclaves de vapor autogenerado ➤ Autoclaves alimentadas por fuente externa de vapor.

Tabla 1 (Relación de equipo médico en el cual se enfoca la compañía)

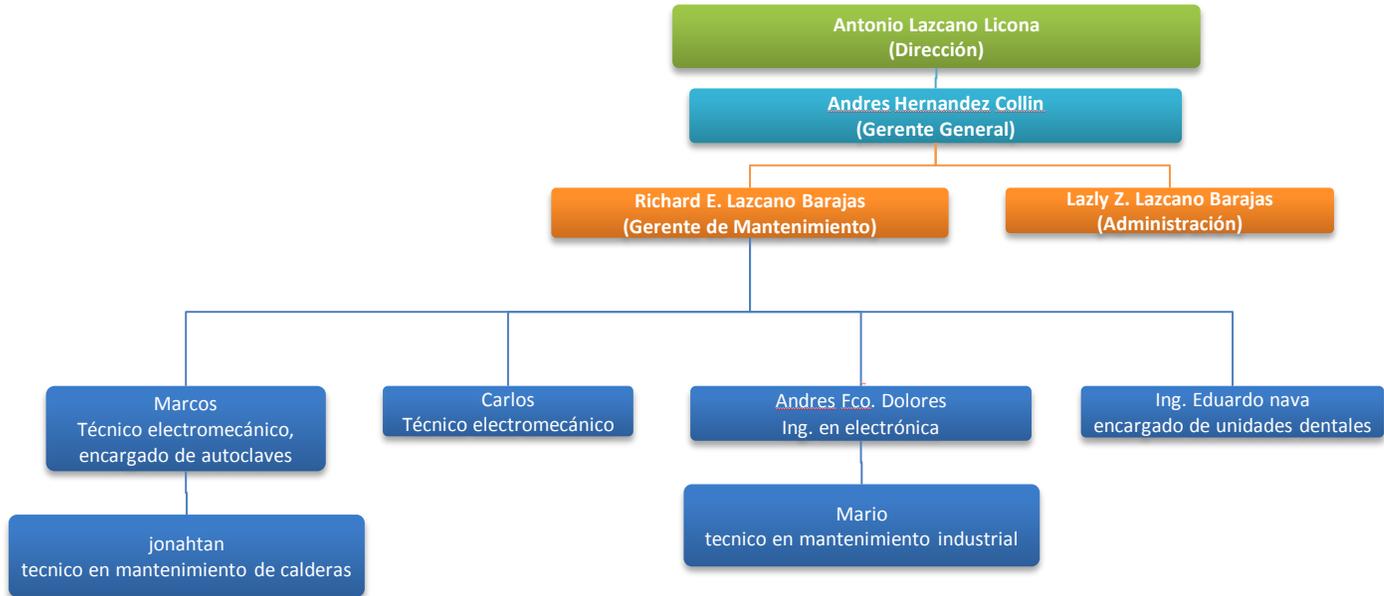
Misión.

Ofrecer servicio de calidad en tiempo y forma que responda a las necesidades del sector salud, en lo referente a la funcionalidad de equipo médico. Contando para ello con personal de varios años de experiencia en la ejecución de servicios preventivos, correctivos y de apoyo técnico dentro del área corporativa de servicios médicos.

Visión.

Tenemos la firme convicción de mantener los altos estándares de calidad en el respaldo que nuestra compañía otorga a los diversos clientes de nuestro campo de acción y poder posicionarnos en el transcurso de los próximos 10 años en el principal proveedor a nivel estado y como uno de los principales proveedores a nivel nacional de servicios en lo referente al área de soporte técnico correctivo y preventivo de equipo médico

Organigrama general de la compañía.



CAPÍTULO 2: Descripción del puesto

Nombre: Gerente de Mantenimiento y Desarrollo del Producto

Jefe inmediato: Gerente General (Ing. Andrés Hernández Collin)

Perfil:

Ingeniero Mecánico, Mecatrónico, Electrónico o carrera afín al área. De preferencia con experiencia comprobable dentro del ramo de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo médico, o bien de equipo eléctrico/electrónico de funciones específicas.

Descripción del puesto:

Controlar la ejecución de las actividades de mantenimiento y reparaciones en los distintos hospitales, laboratorios particulares y dependencias de gobierno (IMSS, ISSSTE y SESVER) a las cuales brindamos

nuestros servicios, distribuyendo, coordinando y supervisando los trabajos del personal a su cargo, para garantizar el buen funcionamiento de los equipos y la calidad de nuestro trabajo.

Funciones, actividades y/o tareas:

El gerente de mantenimiento es el enlace directo entre el cliente y la compañía para poder analizar el problema planteado y así ofrecer las mejores soluciones para satisfacer las necesidades y requerimientos de los mismos, entre sus funciones principales se encuentran:

Realizar las inspecciones pertinentes a las instalaciones y los equipos para detectar las fallas y con ello planificar, coordina y controla el mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos, es quien estima el tiempo y los materiales necesarios para realizar las labores de mantenimiento y reparaciones pertinentes, inspecciona el progreso, calidad y cantidad de servicios ejecutados, detecta fallas, dificultades y/o problemas que se presenten durante la ejecución del trabajo y decide la mejor solución.

Tiene también la responsabilidad de llevar a cabo la capacitación del personal a su cargo sobre equipos nuevos o bien áreas específicas de operación de los aparatos existentes y deberá elaborar informes periódicos de las actividades realizadas.

Conocimientos:

- Prácticas, métodos, herramientas, materiales y equipos médicos localizados en las diferentes áreas dentro de hospitales y laboratorios clínicos (Desde microscopios hasta rayos x.
- Riesgos que involucran los distintos trabajos y las medidas de precaución que deben observarse en los mismos.

Habilidades:

- Dar órdenes e instrucciones en forma clara y precisa en forma oral y escrita.
- Ejecutar reparaciones y remodelaciones complejas.
- Estimar tiempo, materiales y costos de trabajo de mantenimiento y reparación.

Destrezas:

- El uso de herramientas y equipos utilizados en la actividad.

CAPÍTULO 3: Descripción de la participación del alumno en la empresa.

Capacitación en Funcionamiento de Equipos de Laboratorio Clínico y Patológico:

Se recibió capacitación de los principales equipos de laboratorio, esencial para entender el funcionamiento operativo de los mismos, para así poder determinar de manera oportuna las fallas y decidir las mejores soluciones. La información relevante que se recibió durante la capacitación es la siguiente:

Centrifugas

Es un equipo de laboratorio que genera movimientos de rotación, tiene el objetivo de separar los componentes que constituyen una sustancia. Hoy en día hay existe una diversidad de centrifugas que tiene diferentes objetivos, independientemente del tipo de investigación o industria.

En la rama del laboratorio clínico puede ser utilizado para el análisis de la sangre ya que permite separar el plasma de los otros componentes de la sangre. (Glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas, entre otros).



Microscopios

Es un equipo basado en lentes ópticos. También se le conoce como microscopio de luz o microscopio de campo claro. Aumenta el tamaño de los objetos que son realmente muy pequeños y que no se pueden ver a simple vista, a su vez puede ser monocular, binocular entre otros.

Partes de un microscopio óptico

Sistema óptico

- **Ocular:** Lente situada cerca del ojo del observador. Amplía la imagen del objetivo.
- **Objetivo:** Lente situada cerca de la preparación. Amplía la imagen de ésta.
- **Condensador:** Lente que concentra los rayos luminosos sobre la preparación.

- **Diafragma:** Regula la cantidad de luz que entra en el condensador.
- **Foco:** Dirige los rayos luminosos hacia el condensador.

Sistema mecánico

- **Soporte:** Mantiene la parte óptica. Tiene dos partes: el pie o base y el brazo.
- **Platina:** Lugar donde se deposita la preparación.
- **Cabezal:** Contiene los sistemas de lentes oculares. Puede ser monocular, binocular, entre otros.
- **Revólver:** Contiene los sistemas de lentes objetivos. Permite, al girar, cambiar los objetivos.
- **Tornillos de enfoque:** Macrométrico que aproxima el enfoque y micrométrico que consigue el enfoque correcto.



Histoquinete

Es un procesador de tejidos automático, instrumento que hace más ágil el proceso de los métodos histológicos, este equipo realiza los pasos de fijación, deshidratación aceleración e inclusión.



Micrótopo

Es un instrumento de corte que permite obtener rebanadas muy finas de material, conocidas como secciones. Son un instrumento para la microscopia porque permiten la preparación de muestras para su observación en microscopios de luz transmitida o de radiación de electrones.



Incluctor de parafina

Se trata de una estación modular de inclusión, diseñada para el encastramiento del tejido y la confección de bloques de parafina; cuenta con un módulo calefactor de dispensación de parafina una superficie de trabajo espaciosa, así como zonas de almacenaje tanto para casetes como moldes. La activación del flujo de parafina es mediante clip manual el cual se acciona mediante el molde de inclusión o con el dedo.

La velocidad de flujo es regulable y los recipientes colectores de parafina extraíbles, calentados (de forma indirecta a través de la superficie de trabajo). Dicha superficie de trabajo es grande y de fácil limpieza con zona de enfriamiento integrada.

La temperatura del depósito de casetes/moldes de inclusión, de la superficie de trabajo y del recipiente de parafina regulable entre 55° C y 70° C. La indicación de temperatura permanente para todos los rangos de trabajo.



Capacitación en fundamentos de la Central De Equipos y Esterilización (CEYE)

Se recibió capacitación en fundamentos de CEYE y en el funcionamiento de una autoclave Fehlmex modelo Azteca 2038EG, equipo esencial para el funcionamiento del hospital ya que es el sistema principal de abasto de material estéril para quirófanos. La información relevante que se recibió durante la capacitación es la siguiente:

La Central de Equipos y Esterilización (CEYE) es un servicio de la Unidad Médica cuyas funciones son: Obtener, centralizar, preparar, esterilizar, clasificar y distribuir el material de consumo, canje, ropa

quirúrgica e instrumental médico quirúrgico a los servicios asistenciales de la Unidad Médica. El objetivo de la CEYE es asegurar la distribución adecuada de equipo, material e instrumental de manera oportuna y con la optimización de tiempo y recursos, para que en forma ininterrumpida (las 24 horas del día y los 365 días del año) los artículos requeridos por los servicios médico-quirúrgicos sean proporcionados para el logro de sus actividades.

Distribución de áreas de la CEYE

Área roja o contaminada

Es donde se realiza la recepción de artículos que ya fueron utilizados para su sanitización y descontaminación. Esta área debe contar con una pared divisoria de las demás áreas para evitar que el aire potencialmente contaminado circule en todas direcciones.

Área azul o limpia

Es donde se realiza la selección y empaquetado de los artículos para esterilizar, en esta área se deben localizar mesas de trabajo y los productos limpios aún no esterilizados.

Área verde o estéril

Es donde se almacenan todos los paquetes estériles, listos para su uso. En esta área se deben localizar solamente la estantería con paquetes estériles.

Esterilizador (Autoclave)

Es un equipo fijo de acero inoxidable que se emplea para la esterilización de material de laboratorio en forma manual o automática los objetos que resisten altas temperaturas y humedad de vapor a presión.

El equipo **Azteca 2038 EG** está diseñado para cubrir un amplio campo de aplicaciones en Clínicas, Hospitales y Centros Médicos, así como Industrias Farmacéutica y Biotecnológica, etc. El autoclave opera con vapor saturado como agente de esterilización y tiene un rango de temperatura de 90 a 137 °C (194 a 278°F), y una presión de 0.13 a 2.3 Kg/cm² (2 a 34 PSI). Los ciclos serán de acuerdo con el material que va a ser procesado.

El sistema de control del esterilizador está basado en instrucciones lógicas de un diagrama de flujo en el que cada paso solo tiene una ruta precisa de acción, dando como resultado una alta rentabilidad y seguridad de operación. La unidad de control micro-computarizado garantiza la operación automática del ciclo.

Los principales parámetros de presión y temperatura del proceso son controlados y mostrados en lecturas digitales. Por medio de indicadores y parámetros impresos, aparte de los parámetros mencionados, 2 manómetros miden la presión interna de la cámara de esterilización y la cámara externa de alimentación de vapor.

El control frontal, permite al operador determinar los principales parámetros del proceso de la esterilización: Pre vacíos, tiempos, expulsiones, secados. El autoclave está equipado con un sistema de operación manual para realizar operaciones sencillas, simples o especiales.

Alimentación y suministros.

La alimentación eléctrica del autoclave será de las siguientes características.

220 V 3N 60 hz. Tres fases neutro y tierra física.

Protección: Con interruptor termo magnético de tres polos cable de salida al autoclave del No. 10 AWS siempre que no exceda los 3 m (118”).

El suministro de agua fría será de las siguientes características:

Tubo de cobre 13 mm ($\frac{1}{2}$ ”) con válvula de compuerta

Presión 1.4 a 3.5 Kg/cm² (20 a 50 PSI)

Conductividad <50 μ s/cm

PH 5 a 7

Apariencia incolora, limpia sin sedimentos, sin material suspendido

El suministro de vapor será de las siguientes características:

Tubo roscado de acero negro cedula 80 de 19 mm ($\frac{3}{4}$ ”) con válvula de compuerta

Presión 3.5 a 5.6 Kg/cm² (20 a 50 PSI)

Conductividad <15 μ s/cm

Libre de condensados y material en suspensión.

Funcionamiento del autoclave.

La tubería del autoclave opera con válvulas solenoides para vapor, las cuales controlan el flujo que entra y sale de la cámara, además contiene una válvula de entrada de aire y otras para agua que funcionan con la Bomba de Vacío.

Las funciones de las válvulas son como sigue:

Válvula de entrada de vapor

Permite la entrada del vapor a la chaqueta, para calentar la cámara y mantener la temperatura durante la fase de esterilización.

Válvula de entrada de vapor a la Cámara Interna

Permite la entrada de vapor de la chaqueta a la cámara interna durante el ciclo de esterilización.

Válvula de escape rápido

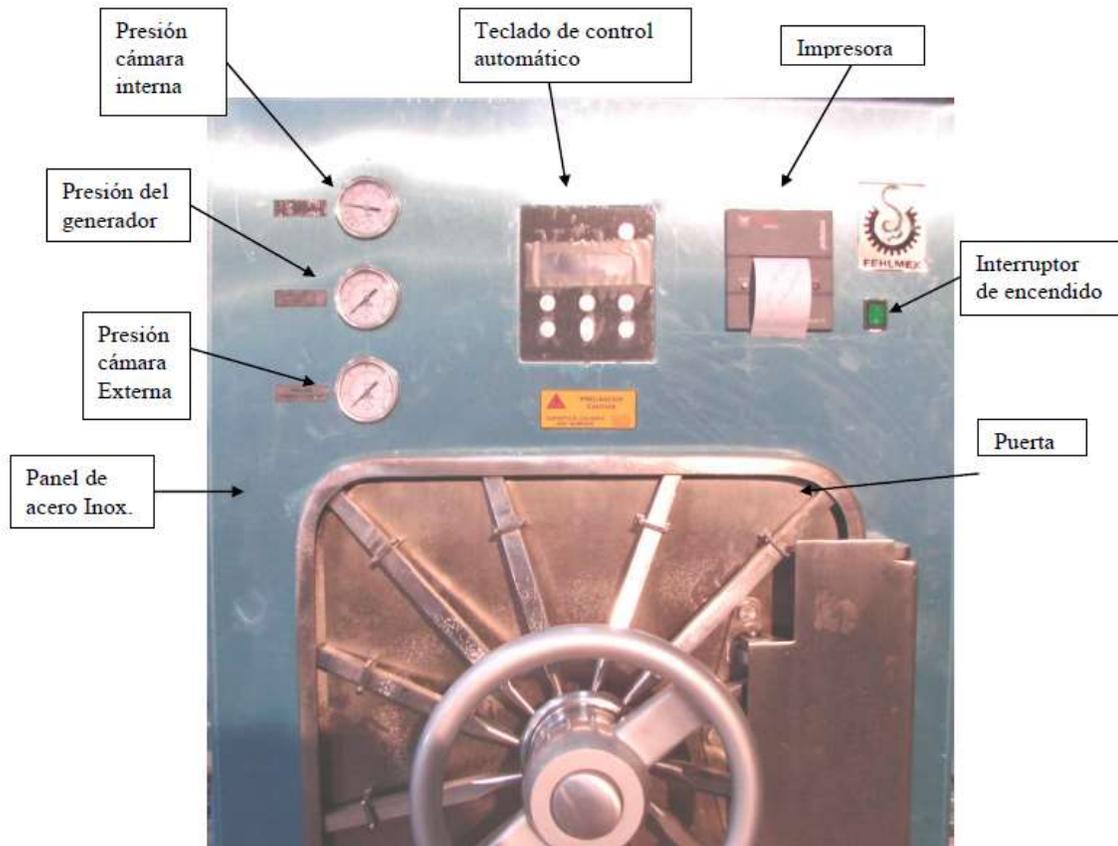
Expulsa el vapor de la cámara en las fases de Pre vacío y post-esterilización, así como en la etapa de secado.

Válvula de expulsión lenta (Condensados)

Expulsa el vapor lentamente después de la etapa de esterilización en el programa de líquidos.

Válvula de entrada de aire

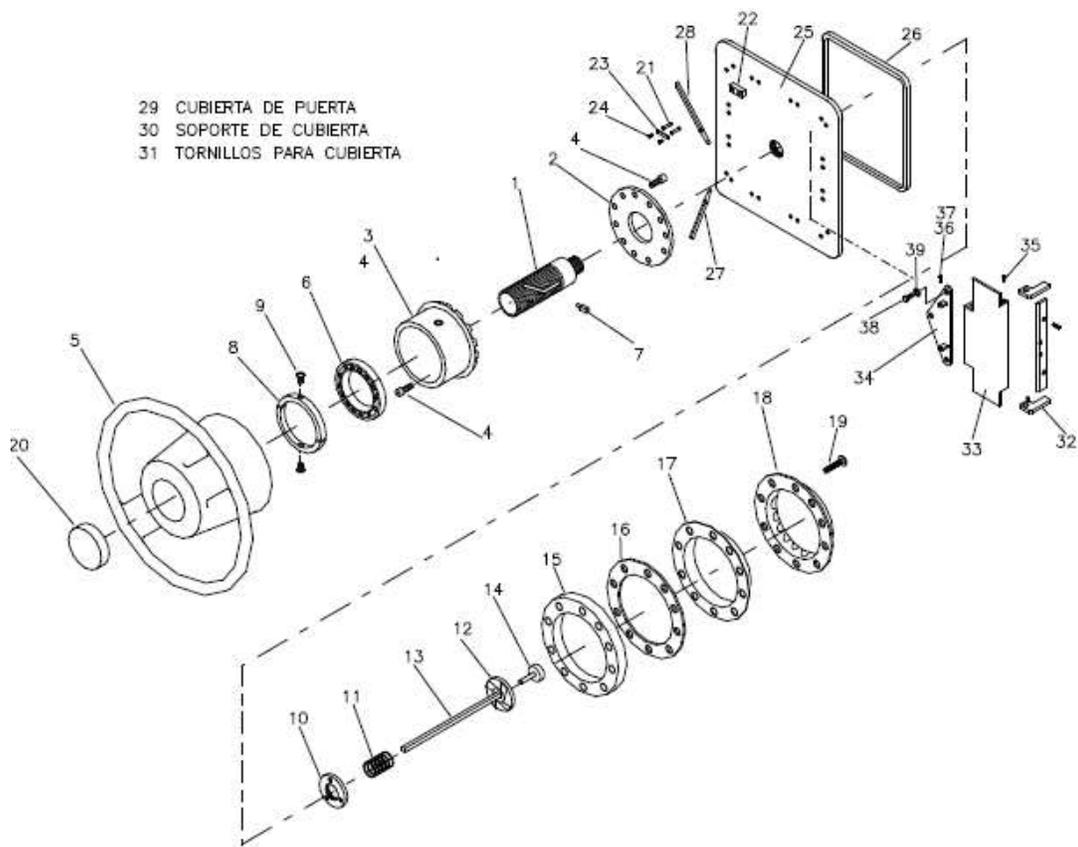
Introduce aire filtrado dentro de la cámara para romper el vacío al final de cada ciclo.



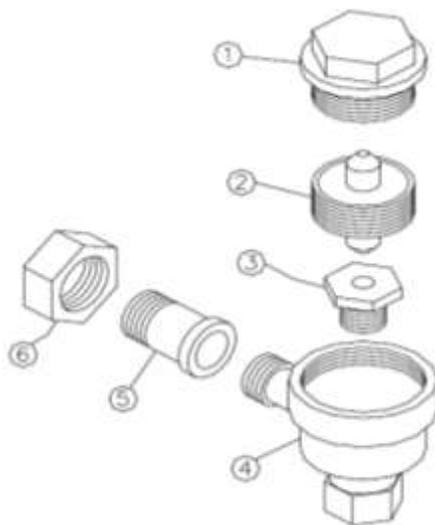
Puerta

PARTES	No. Parte	DESCRIPCION	CANT.
1	CM-0046	Husillo	1
2	CM-0047	Asiento de núcleo	1
3	CM-0048	Núcleo	1
4	MF-TO-H-018	Tornillo allen $\phi 5/16''$ -18 NC x 7/8"	6
5	CM-0049	Volante	1
6	MF-RO-X-016	Rodamiento axial de bolas	1
7	CM-0050	Cuña de núcleo	2
8	CM-0051	Media luna	2
9	MF-TO-A-029	Tornillo para medias lunas	2
10	CM-0053	Contra de seguro	1
11	CM-0054	Resorte de seguro	1
12	CM-0055	Seguro	1
13	CM-0056	Varilla	1
14	CM-0058	Rondana 1" Axial	1
15	CM-0059	Porta diafragma	1
16	CM-0060	Empaque de diafragma	1
17	CM-0061	Diafragma	1
18	CM-0062	Tapa de diafragma	1
19	MF-TO-A-050	Tornillo hexagonal de $\phi 1/4''$ -28 NF x 5/8"	12
20	CM-0063	Tapón para volante	1
21	CM-0064	Poste para brazos	24
22	CM-0065	Block para brazos	12
23	CM-0066	Puente para brazos	12

Tabla 2 (Relación de partes de puerta de autoclave)



Trampa termostática



NUM.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Tapa de trampa	1
2	Ensamble de diafragma	1

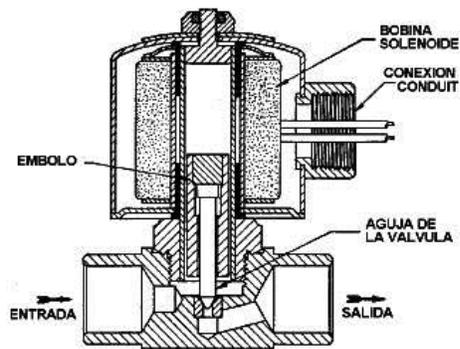
3	Tuerca de asiento	1
4	Cuerpo de trampa	1
5	Niple de 1/2" NPT	1
6	Tuerca	1

Tabla 3 (Relación de partes de trampa termostática)

Válvulas Solenoide

Vapor $\frac{3}{4}$ " Ø No. de parte 8222G66 120/60

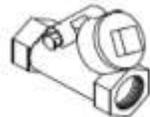
Agua $\frac{1}{2}$ " Ø No. de parte 1-8210-G2



Refacciones



VALVULA DE SEGURIDAD
VS13B-R



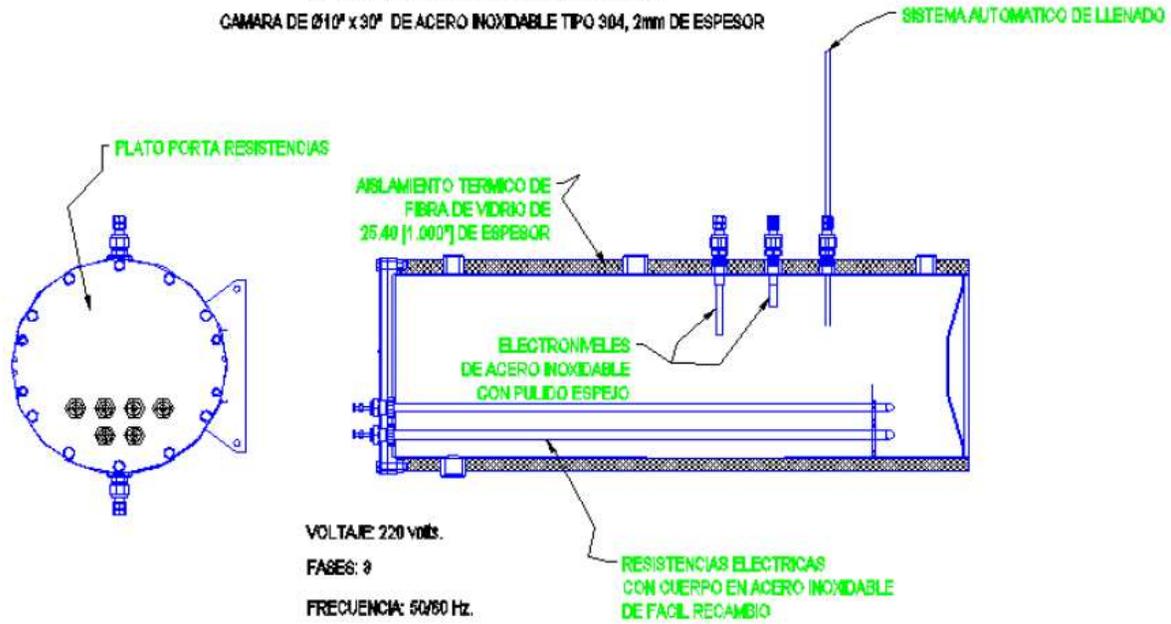
VALVULA CHECK
VC13B-R



COLADOR

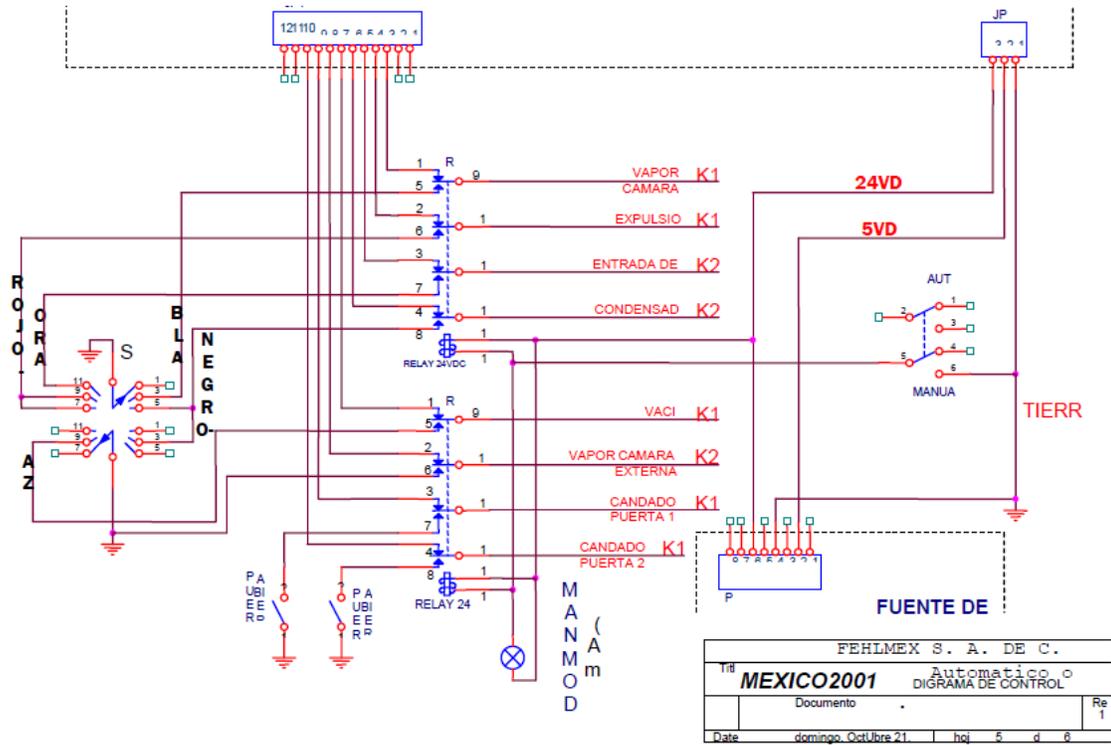
GENERADOR DE VAPOR

CONSTRUCCION BAJO CODIGO ASME
CAMARA DE Ø10" x 30" DE ACERO INOXIDABLE TIPO 304, 2mm DE ESPESOR



VOLTAJE: 220 volts.
 FASES: Ø
 FRECUENCIA: 60/60 Hz.
 CAPACIDAD POR RESISTENCIA: 6000 Watts.
 CANTIDAD DE RESISTENCIAS: 6 (SEIS).
 CAPACIDAD TOTAL DE RESISTENCIAS: 36000 Watts.

Datos técnicos



Los conocimientos adquiridos en la capacitación hicieron que entendiera los funcionamientos hidráulico y eléctrico de un autoclave, complementado con los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería principalmente en materias como “Mecánica de Fluidos” y “Máquinas Térmicas”; la descripción de la hidráulica básica que se tomó durante la capacitación y el comprender conceptos sobre el funcionamiento mecánico y electrónico de los diferentes elementos, algunos de ellos aprendidos en la carrera, como tableros de control y válvulas, facilita la detección de errores que se generan en los diversos sistemas de la máquina y con el apoyo en los esquemas de flujo, se puede cumplir en tiempo y forma con los mantenimientos correctivos.

Estas capacitaciones me han ayudado en mis años 6 años (**5 de ellos a tiempos parciales y el último de tiempo completo**) dentro de la empresa, no solo a llevar a cabo mis actividades en la compañía, las cuales son además de coordinar los servicios preventivos y correctivos que son las actividades principales del día a día y generar los reportes de servicios que se realizan en las clínicas y laboratorios a los cuales brindamos nuestros servicios; sino que además me han servido para poder aplicar mis conocimientos adquiridos en la universidad para resolver algunos problemas particulares.

Aplicación de conocimientos generales en equipos de áreas especializadas dentro de hospital y desarrollo de actividades generales como gerente

A lo largo de mi desarrollo dentro de la compañía he tenido la oportunidad de aplicar muchos de conocimientos adquiridos durante mi carrera enfocado en las áreas de eléctrica/electrónica y mecánica, desarrollo de tarjetas y programación para la solución a diversos problemas de control de temperatura, sensores de flujo, de movimiento y de presión de aire en equipos de alto grado de seguridad dentro de un hospital como son incubadoras de infantes o cunas de radioterapia, ventiladores volumétricos y monitores de signos vitales; así como también los mantenimientos nivel un poco más industrial pero aun dentro de lo que es el ramo médico como son camas de paciente, camas de cirugía, lámpara de cirugía y áreas como casa de máquinas (principalmente el mantenimiento de calderas).

Los conocimientos adquiridos fundamentalmente en materias como:

- Circuitos digitales
- Sistemas electrónicos lineales
- Técnicas de programación
- Análisis de circuitos
- Dinámica de maquinaria
- Mecanismos
- Control automático
- Instrumentación
- Instalaciones electromecánicas

Dichos conocimientos junto con las capacitaciones recibidas en el funcionamiento de los distintos equipos en los que la compañía tiene su enfoque principal, me permiten realizar un mantenimiento preventivo en un tiempo de 1 a 8 hrs aproximadamente y un mantenimiento correctivo en un periodo desde 3 a 48 hrs, dependiendo del equipo requerido. (*Tiempos estimados ya estando en sitio de operación*)

Algunas de las cosas más prácticas que he realizado mediante la aplicación de mis conocimientos adquiridos en la universidad en conjunto con la experiencia adquirida diariamente han sido:

- Desarrollo, manufactura e instalación de un sistema de control de velocidad para las centrifugas de la cadena de laboratorios Soni y América, con este proyecto se consiguió poner en completo funcionamiento cerca de 25 equipos que se encontraban inoperables, además de ellos al ser nuestro la mejora del diseño, logre establecer una reducción de hasta 30 minutos al realizar las rutinas de mantenimiento preventivo futuras para esta cadena de laboratorios.
- Desarrollo, manufactura y puesta en marcha de un sistema de alimentación continua de baterías con cortes automáticos en base a nivel de carga para una planta eléctrica de emergencia en el hospital civil de Papantla, Veracruz. Con dicho prototipo obtuve como resultado ampliar el tiempo de vida de las baterías al evitar que se encuentren en proceso de carga innecesario durante periodos prolongados de tiempo, es decir solo consumen su carga mientras entra la planta de emergencia y el sistema las recarga solo hasta su carga optima de forma automática evitando con ello el tener un responsable que se encuentre pendiente de monitorear la carga de las mismas.
- Rediseño de tarjeta electrónica y sustitución de un sistema de control de cargas para lámparas de quirófano en hospital regional de Poza Rica, Veracruz. Este proyecto en especial fue implementado en cuatro quirófanos en particular, logrando que el tiempo de vida útil de las 8 lámparas que operan en ellos aumentara, pues debido a la constante variación de voltajes y corriente en esa zona del hospital esta se fundían constantemente, y al establecer una carga constante y estable pues se eliminó por completo dicha falla.
- Impartición de capacitaciones sobre el funcionamiento operativo de autoclaves al personal de enfermería de los hospitales regionales de Poza Rica y Tuxpan pertenecientes a SESVER además de la Unidad Médica Familiar No. 73 del IMSS de la ciudad de Poza Rica.

Dentro de actividades principales que desarrollo como gerente son:

- Recibir las solicitudes de cliente que mi administración ordena y consolidar un plan de acción para cada una de ellas, relegando a mis diferentes campos de servicio técnico las actividades correspondientes a cada uno de ellos para la realización de los proyectos de mantenimiento.
- Es mi deber el acudir a la supervisión física de los trabajos para verificar que se realizaron en base a la indicaciones establecidas por el cliente y que los equipos se encuentran funcionando en perfecto estado, sobre todo cuando se trata de la instalación de un nuevo laboratorio, o bien cuando en el servicio correctivo se indico alguna modificación importante.
- Como gerente de mantenimiento me encuentro en constante comunicación con los proveedores de refacciones de uso diario para conseguir siempre los mejores precios y tener comunicación con nuestro almacén es indispensable para poder tener un control sobre los tiempos de mantenimiento que ofrecemos a nuestros clientes.
- Es mi deber el implementar e impartir cursos a nivel técnico para nuestro personal de operación en campo, para que ellos puedan llevar a cabo sus actividades de una forma práctica y con las menores complicaciones posibles.

- Es mi deber el de entregar a la gerencia general todos los reportes finales de servicios de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo con firmas de visto nuevo del cliente y con las correspondientes firmas de nuestros técnicos, así mismo se hace llegar al área administrativa una relación de los materiales o refacciones principales utilizadas en los servicios, para que almacén siempre cuente con el abasto suficiente y soy yo el encargado de verificar los inventarios mensuales de este departamento con la finalidad de que ninguno de nuestros clientes sufra por demoras en el servicio debido a faltantes de material.
- De hecho implemente apoyado los conocimientos adquiridos en mis materias de Costos e Ingeniería Económica y la de Procesos de producción, la manera más eficiente de realizar nuestros inventarios y tener le almacén en constante orden, reduciendo con ello hasta en un 35% las perdidas por gasto en cantidades excesivas de materiales de poco usos que antes se tenían que desechar por tiempo de vida y que no eran aprovechados, y se redujo además en un 40% el tiempo de elaboración de inventarios en comparación con los tiempos estimados de realización antes de mis proyectos.

Dentro del área de desarrollo del producto, debido a que nuestro producto principal es un servicio, mis funciones prioritarias son:

- Elaborar paquetes completos de equipos nuevos y adicionarles los primeros servicios preventivos de los mismos y con ello realizar la captación de clientes cautivos a los cuales se ofrece un calendario personalizado de mantenimientos preventivos para que siempre tengan sus equipos en perfecto funcionamiento.
- El estar en constante comunicación con nuestros clientes me permite el estar al pendiente de sus necesidades básicas y poder ofrecer siempre la mejor solución a las mismas, consiguiendo el mejor equipo al mejor costo, o desarrollando alguna mejora a equipos que él ya tiene como inoperables para hacerlos funcionar y con ello evitarle costos excesivos de adquisición y manteniendo sus laboratorios o unidades medicas en las mejores condiciones para el servicio de los pacientes que siempre resultan ser los usuarios finales.

Ejemplo Completo de Desarrollo de Actividades

A continuación mostraré un ejemplo de mantenimiento correctivo a detalle, relacionado a la capacitación técnica de CEYE aplicando para la solución del problema el uso de los sistemas del equipo Fehlmex azteca 2038EG.

Mantenimiento correctivo.

Reporte de la clínica: la máquina marca error de flujo

Hora de llegada del reporte: lunes 12:30 hrs.

Hora máxima para terminar el reporte miércoles 12:30 hrs.

Antecedentes:

El administrador del Hospital Regional de Poza Rica se comunicó con nosotros porque el equipo descrito a continuación y adscrito al área de CEYE del hospital referido, se encontraba fuera de servicio y requerían de una inspección técnica.

- Equipo: Autoclave
- Marca: CISA
- Modelo: 420
- Serie: s/n
- Inv.: s/n



El proceso de servicio consistió en: una reunión para conocer la situación del equipo en mención y posterior a ella, tres visitas con personal calificado para determinar las fallas y llevar a cabo la reparación.

Situación del equipo:

- El hospital adquirió el autoclave con un proveedor de equipo médico.
- Debido a la falta de capacitación en la operación del equipo y lo complejo del manual para los usuarios, este quedó fuera de servicio.
- Al contactar con el proveedor, este le informo a la administración del hospital que el tiempo de espera para la reparación por parte de la compañía era superior a los 90 días debido al tiempo de entrega de las refacciones.
- La importancia del equipo para el funcionamiento de todos los servicios del hospital, la administración solicito a SERVICIO CLINICO PLURIFUNCIONAL, la cotización del servicio correctivo de la unidad.

1er Visita:

- Un servidor en conjunto con personal técnico de la compañía acudimos a las instalaciones del hospital referido para hacer un monitoreo físico del equipo y así poder dar la mejor solución al cliente.

Dictamen técnico:

Se llevó cabo una inspección técnica, la cual se detalla a continuación y con la que se reconocieron los diferentes puntos críticos a tratar en el equipo:

- Lo primero que se realizó fue interrumpir el paso de vapor proveniente de calderas mediante el cierre de válvula de alimentación.
- Se desinstalaron todas las válvulas solenoides del sistema las cuales se probaron de manera independiente. Utilizando un multímetro se revisó la continuidad en la bobina, algunas estaban abiertas y con las que dieron continuidad se empleó una fuente de poder variable y un osciloscopio para alimentarlas con un voltaje constante de 24 VCD.
- Se desinstaló el motor de accionamiento del sistema de contrapeso, una vez fuera del sistema se revisó la continuidad entre cada uno de los devanados, y el cuerpo del mismo para verificar que no estuviese aterrizado y se procedió a alimentarlo de manera directa para analizar su comportamiento por medio de un tacómetro.
- El sistema de control principal cuenta con un display touch y una pantalla LCD, ambos elementos se desmontaron del sistema para alimentarlos con los voltajes adecuados y probarlos por separado, el LCD mostraba áreas pixeladas pero funcionaba para transmitir la imagen, el touch por el contrario no mostraba respuesta alguna y al analizar la tarjeta del sistema me encontré con pistas en corto circuito y un chip con estructura de un PIC pero completamente explotado.

- El control electrónico del equipo se encuentra totalmente dañado, su reparación o la compra de un control nuevo, resulta incosteable para el cliente por los tiempos de entrega de las refacciones por parte del fabricante.
- La puerta funciona por medio de un sistema de cadenas acoplado a un motor que acciona el sistema para subir o bajar la puerta, pero el motor se encuentra obsoleto debido a que una variación en el sistema de alimentación daño sus embobinados.
- Una vez que subió la puerta, un sistema neumático inyecta aire al empaque para inflarlo por medio de un compresor externo y unas válvulas solenoides y así sellar la cámara. Pero este sistema es operado por el control principal el cual se encuentra dañado.
- El sistema cuenta con unas válvulas solenoides para el control de flujos y vapor de agua de las diferentes etapas del proceso de esterilización. Muchas de las cuales quedaron inutilizadas por la misma variación de voltajes que dañó el motor y el control electrónico.

En reunión con el departamento de administración y dirección del hospital les di a conocer la propuesta de solución que nosotros consideramos más viable a su problema, considerando la urgencia del equipo y la vital importancia que este tiene para la clínica, una vez aprobada está y el presupuesto se procedió a programar la segunda visita.



Detalles principales de la propuesta solución:

- Sugerí la adaptación un sistema hidráulico/eléctrico como el del equipo Azteca 2038 EG para el funcionamiento del autoclave, así como también el cambio de los elementos de monitoreo y operación del sistema.
- Implementé una conexión para aprovechar el vapor de alimentación general y con él inflar el empaque de la puerta y así garantizar un cierre hermético de la cámara.
- Tomando como base el efecto venturi, desarrollé un sistema para la liberación del empaque de puerta; mediante el empleo de un tubo de venturi para generar una presión de vacío y así succionar el vapor contenido en el empaque y con ello dejar libre la puerta.

- Solicité que se instalaran válvulas solenoides nuevas y de 127VCA para los cierres y aperturas de flujos del sistema.
- Seleccioné un manómetro regulador para controlar la presión del vapor proveniente de la caldera y dejarlo fija en 21 lb para alimentar el nuevo sistema.
- Diseñé un manual de operación nuevo y con este brindé una capacitación al personal de enfermería que opera el equipo.

2da. Visita:

- Se llevó a cabo el desmantelamiento de todos los sistemas obsoletos del equipo en un periodo de 4 horas
- Instalé las conexiones para la válvula de selección múltiple del sistema e inspeccioné la instalación de las implementaciones del tubo de venturi para la liberación del empaque de puerta, proceso que tomo cerca de 3:30 Hrs.
- Inspeccioné a detalle todas las conexiones eléctricas de alimentación para las nuevas válvulas solenoides.
- Comprobé que el sistema se encontrara libre de fugas y que funcionara dentro de los estándares establecidos.
- Una vez elaboradas todas las modificaciones y llevadas a cabo las revisiones correspondientes al equipo, se programa una tercera y última visita para la capacitación del personal operativo del área de CEYE del hospital Referido.





3er Visita:

- Se solicitó a la jefatura de enfermería un espacio para reunir al personal del área de CEYE que opera la autoclave en mención y otorgar una capacitación sobre el funcionamiento y manejo del nuevo sistema de la misma.
- La capacitación la llevé a cabo con una carga de ropa estándar del hospital para explicar a detalle las funciones de cada uno de los nuevos componentes dentro de las distintas etapas del proceso de esterilización.

CONCLUSIONES.

Gracias al conocimiento obtenido en la Universidad Nacional Autónoma de México durante mis estudios en la Facultad de Ingeniería en la carrera de Ingeniería Mecatrónica, he realizado satisfactoriamente las responsabilidades y obligaciones que se me han encomendado en Servicio Clínico Plurifuncional desde mi ingreso como Técnico de Servicio foráneo hasta mi actual puesto.

La formación como Ingeniero que se me dio durante mis estudios universitarios, me permite dar un servicio satisfactorio, no solo a los clientes, sino ser consciente de que mi trabajo es fundamental para otorgar a los pacientes equipos en excelente estado operativo para el cuidado de su salud, haber estudiado en la Facultad de Ingeniería me ayuda a interpretar diagramas, comprender el funcionamiento electrónico/mecánico y asimilar el diseño de diversos equipos de especialidades médicas, y sobre todo entender la importancia que tiene mi trabajo ya que tener los conocimientos de ingeniería permite ver el alcance de mi trabajo, pues un error repercute directamente con los pacientes.

Con la visión que me da el tener experiencia profesional y lo que con lleva trabajar con tecnología y equipo usado en un campo tan delicado como es el sector salud, puedo entender la importancia de cada conocimiento adquirido, pues nuestro trabajo y aplicación de ingeniería es de suma importancia ya que vidas dependen de él; además considero que durante mis estudios universitarios el trabajar en constante presión para la entrega de proyectos me sirvió para hoy en día otorgar las respuestas rápidas y eficaces que se requieren en la industria.

Al ingresar a la industria laboral mientras aun cursaba la universidad, pude comprender la importancia que tiene la interrelación de las diferentes ramas de ingeniería, que es una de las necesidades de la industria que se ignoran como estudiante, considero que los proyectos que tuve durante mis estudios serían potencialmente mejores como visión laboral, si se realizaran con una labor conjunta de diferentes áreas de la ingeniería, por ejemplo, en mi trabajo día adía colaboro con ingenieros en computación, ingenieros mecánicos, ingenieros electrónicos,, ingenieros industriales entre otros y es esta interrelación hace que la industria de los equipos médicos funcione eficientemente.

Por último, mi experiencia como alumno de la Facultad de Ingeniería me ayudó totalmente a acoplarme a la vida laboral, entender diagramas de flujo, el funcionamiento de válvulas, motores, bombas y tarjetas electrónicas y cada sensor en una cada uno de los diferentes equipos enfocados al cuidado de la salud, los conocimientos adquiridos hacen que conozca y comprenda el correcto funcionamiento de cada máquina en las que trabajo.

ANEXOS

SERVICIO CLÍNICO PLURIFUNCIONAL



PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE AUTOCLAVE A VAPOR GENERADO MARCA FELMHX.



1. Encender el equipo y verificar que el nivel de agua se mantenga en lleno.
2. Si el indicador de falta de agua esta encendido abrir la válvula de llenado; inmediatamente después de que el foco de falta de agua se apague cerrar la válvula, esto tarda (aproximadamente **1 min**).
3. Esperar hasta que el manómetro de la camisa marque **21 libras** o más (aproximadamente **50 min**); en ese momento introducir el material a esterilizar.
4. Cerrar la puerta y girar la perilla de control a la posición de esterilizar. Cuando los manómetros de camisa y cámara se hayan igualado a **21 libras** y tengamos una temperatura de **121°C** comenzar a contar el tiempo de esterilizado.
5. Una vez concluido el tiempo de esterilizado, colocar la perilla de control en la posición de expulsión rápida hasta que el manómetro de la cámara llegue a cero (aproximadamente **2 min**)
6. Una vez concluida la expulsión colocar la perilla de control en la posición de secado y tomar el tiempo de secado dependiendo el tipo de material esterilizado. (Comúnmente **15 min**)

7. Terminado el tiempo de secado colocar la perilla de control en la posición de parar para finalizar el ciclo, en este momento ya puede abrirse la puerta.

FICHA DE PREVENCIÓN: EL AUTOCLAVE.

DEFINICIÓN

- Un autoclave es un recipiente metálico de paredes gruesas con cierre hermético que permite trabajar con vapor de agua a alta presión y alta temperatura que sirve para esterilizar instrumental (material médico, de laboratorio, etc.) o alimentos.
- La norma europea EN 13060 es la norma de referencia para los pequeños esterilizadores a vapor (volumen de la cámara inferior a 60 litros). Es aplicable a los esterilizadores de vapor de agua pequeños controlados automáticamente que generan vapor utilizando calefactores eléctricos o que utilizan vapor de agua generado por un sistema externo al esterilizador. Esta normativa regula y clasifica los diferentes ciclos de autoclaves a vapor pequeños en tres categorías en función de la forma de extracción del aire de la cámara antes del proceso de esterilización.
- Un autoclave está constituido básicamente por una cámara rígida y hermética que incluye una puerta con dispositivos de seguridad para permitir introducir los objetos a esterilizar. Esta cámara lleva adosados dispositivos para medida de presión y temperatura y elementos calefactores para mantenerla caliente. Los autoclaves piden un cierto tiempo desde el momento de conectarlos a la red con el fin de estar preparados térmicamente para los ciclos.
- **Los ciclos más habituales que los fabricantes incorporan en estos equipos son:**
 - **Ciclo de 105 °C**, para la desinfección de líquidos y objetos delicados. No olvidemos que por debajo de los 120 °C sólo se puede hablar de desinfección, nunca de esterilización.
 - **Ciclo de 120 °C**, para la esterilización general del instrumental, guantes y tejidos clínicos.
 - **Ciclo de 134 °C**, para la esterilización de material quirúrgico o con riesgo.
 - **Ciclo de 143 °C**, llamado también ciclo rápido. Para esterilizar fundamentalmente instrumental cuyo uso pueda ser inmediato o urgente.



- A todos estos ciclos se le asocia otro llamado de secado que no es tal, ya que en sí mismo no es un ciclo, sino una parte de él y por tanto deberíamos denominarlo más bien como periodo de secado. Este periodo de secado nace de la necesidad de eliminar por evaporación a media temperatura de la inevitable condensación de agua al finalizar el ciclo.
- Un instante antes de finalizar un ciclo de 134 °C, por ejemplo, el interior de la cámara presenta esta temperatura en todos sus puntos debida al vapor. Cuando el ciclo termina el vapor sale rápidamente del interior generando una caída de presión y temperatura muy brusca que produce una condensación inmediata por debajo de los 100 °C. A esta temperatura todavía queda mucho agua y vapor dentro de la cámara con lo que la condensación se hace evidente. Algunos fabricantes mantienen una temperatura elevada de las paredes de la cámara durante algunos minutos (hasta 20 minutos) con el fin de evaporar este agua casi en su totalidad. Este objetivo se cumpliría siempre, como ocurre con los objetos sueltos, si no fuera por algunos accesorios utilizados en los procesos de esterilización como son las bolsas de esterilizar. Por ejemplo, las bolsas usadas en odontología para estos procesos tienen, normalmente, una cara transparente, con el fin de ver el contenido y una cara opaca similar en textura al papel corriente. Este papel está fabricado de un modo especial y su entramado tiene la peculiaridad de que transpira vapor sobrecalentado de agua por encima de los 100 °C, pero es impermeable al agua por debajo de este valor. Lo cierto es que se empaquetan con facilidad obligando a labores de secado fuera del equipo.
- Cuando comienza la fase de expulsión del vapor y cae la presión y la temperatura en el interior, los poros de la bolsa se cierran atrapando parte del vapor. Este vapor se condensa y produce gotas que junto con el aire atrapado en su interior se convierten en agentes de la corrosión del instrumental. Lo que sí puede ser una buena práctica es elegir bolsas adecuadas en tamaño a lo que queramos esterilizar e intentemos extraer en lo posible el aire de su interior con las propias manos. Vemos que el aire con su contenido en oxígeno es muy dañino para el proceso. Todo lo que se ha dicho es válido para los empaquetados manuales con paños de esterilización. Las propiedades de estos paños son similares pero en general se ventilan mejor al ser más impermeables al aire húmedo.

FUNCIONAMIENTO DE UN AUTOCLAVE

- El agua desmineralizada se encuentra inicialmente en un depósito ligeramente elevado con el fin de que el agua baje por su propio peso hasta la cámara. Supongamos un proceso automático: cuando iniciamos el ciclo, el sistema electrónico da paso a través de la válvula de llenado **VI** a una cierta cantidad de agua al tiempo que se bloquea la puerta. Secuencialmente se inicia el calentamiento del agua. En este instante la válvula de purga, de funcionamiento térmico, permanece abierta permitiendo al aire caliente fluir a través suyo hacia el exterior. De este modo se llega a desalojar hasta un 25% del aire interior.

- Cuando a los 100 °C el agua comienza a hervir, empieza a formarse vapor saturado que va abandonando paulatinamente la cámara a través de la citada válvula, condensándose en el depósito recuperador. Como quiera que todo este proceso se realiza a 1 bar de presión absoluta (0 bar manométrica), suponiendo que esa sea la presión atmosférica en ese instante, a medida que aumenta el vapor formado, parte del aire también es expulsado. Una vez que todo el agua se ha evaporado comienza a incrementarse la temperatura. Cuando esta alcanza un valor por encima de los 100 °C la válvula de purga (también llamada selectora) se cierra y la presión paulatinamente comienza a subir hasta alcanzar 1 bar en el manómetro a la temperatura de 120 °C. Aquí el calefactor comienza a disminuir su emisión con el fin de mantener esta presión. En este instante arranca el temporizador de ciclo que según el fabricante va de 8 a 20 minutos.

- Una vez completado el ciclo se abre la válvula **V2** permitiendo salir el vapor al depósito de recuperación a través de un serpentín de condensación. Cuando la presión se iguala a la atmosférica, para algunos autoclaves comienza el proceso de secado, pero en todos es posible abrir la puerta y retirar utensilios. No es recomendable precipitarse en la apertura de la cabina ya que los materiales están todavía muy calientes y además se favorecen las condensaciones indeseables. Siempre que un equipo disponga de fase de secado se debe intentar cumplirla.



- Aunque nos hemos referido a un determinado tipo de autoclave, los principios y las peculiaridades que se han descrito son absolutamente válidas para todos los equipos miniclaves. Existen equipos de mucha mayor capacidad que incluyen algún accesorio no comentado aquí, pero estos equipos no son habituales en los centros educativos. No obstante, todo lo expuesto anteriormente es válido para ellos también.

TIPOS DE CICLOS DE ESTERILIZACIÓN

- **AUTOCLAVES CLASE N:** Del inglés NAKED = desnudo, sirven exclusivamente para la esterilización de productos sólidos. Los instrumentos esterilizados no se pueden transportar ni almacenar, debe ser instrumental de uso inmediato.

- **AUTOCLAVES CLASE B:** Del inglés BIG = grande, esterilizan cualquier tipo de carga que puede procesar un gran esterilizador: carga sólida, porosa, hueca, todo ello empaquetado (con simple o doble capa). Esos esterilizadores ya tienen un ciclo específico para probar la penetración del vapor.
 - Para todos los productos envueltos o no envueltos. Sólidos, porosos y de carga hueca tipo A (longitud/diámetro >5).
 - ★ Cumplen las exigencias más elevadas en cuanto a seguridad y funcionamiento.
 - ★ Disponen de ciclos gravitatorios y de vacío, incluyendo ciclos para priones.
 - ★ Disponen de ciclos de test de penetración y de vacío.
 - ★ Tienen procesadores de datos y registro obligatorio de los mismos.

- **AUTOCLAVES CLASE S:** Del inglés SPECIFIC = especificado, son esterilizadores que tienen ciclos definidos por el fabricante, con programas para material sólido empaquetado, material poroso, así como dispositivos con lúmenes de diámetros y longitudes determinados. Son equipos que habitualmente incorporan bomba de vacío.

TIPOS DE CARGA

- Los tipos de carga que se pueden introducir en un autoclave para esterilizar son los siguientes:
 - **Carga sólida:** son artículos no porosos, sin ranuras ni fisuras u otras características que puedan obstaculizar la penetración del vapor en el material, ejemplos de carga sólida son pinzas, limpiadores de sarro, porta agujas, espejo.
 - **Carga porosa:** material que puede absorber los fluidos, ejemplos de carga porosa serían batas de cirugía y gasas.
 - **Carga hueca de tipo A:** longitud/diámetro >5mm, ejemplo de carga hueca de tipo A sería una turbina.
 - **Carga hueca de tipo B:** longitud/diámetro <5mm, un ejemplo de carga hueca de tipo B sería una cánula para cirugía.



RIESGOS

- Explosión con proyecciones violentas.
- Contacto térmico.
- Contacto eléctrico.



NOTA: El posible riesgo biológico derivado de la manipulación de material o fluidos infectados o mal desinfectados con el autoclave no es objeto de esta ficha de prevención.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se deben seguir en todo momento las indicaciones del manual de instrucciones del equipo, este debe estar al menos en castellano.
- **Instalación:**
 - Situar el equipo cerca de una toma de corriente adecuada al consumo de la máquina.
 - Nivelarlo correctamente mediante las patas o inmovilizar mediante topes, dependiendo del tipo de autoclave, para darle estabilidad.
 - Fijar una manguera en la boca de salida de agua/vapor y fijar el otro extremo a un recipiente o desagüe procurando no obstruir el paso.
 - No instalar este tipo de equipos en zonas en la que se almacenen líquidos inflamables o en zonas de protección especial.
 - Conectar a una tensión de red que coincida con la indicada en la placa de características del equipo. No utilizar el equipo sin estar conectada la toma de tierra.

- El equipo debe disponer de una placa de instalación en la que se especifique el número de identificación, la presión máxima de servicio, fecha de fabricación, nivel de inspección, presión y fecha de prueba, categoría y grupo de aparato a presión y fluido.

Nº de identificación				<input type="text"/>	
Presión máxima (bar)				<input type="text"/>	
Fecha	Nivel/Sello	Fecha	Nivel/Sello		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Presión de prueba (bar)	<input type="text"/>	Categoría y Grupo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

● Utilización:

→ Antes de cargarlo:

- ★ Antes de usar el autoclave, se debe comprobar el interior de la cámara del autoclave por si pudiera haber algún artículo dejado por la última persona que lo usó y que pueda ser un peligro.
- ★ Comprobar que el colador de escurrimiento esté limpio.
- ★ Comprobar que las gomas de sellar de la puerta no estén deterioradas sino que no presentan defectos visibles y son flexibles.

→ Para cargarlo:

- ★ Cargar el autoclave según las recomendaciones del fabricante. **No sobrecargar el autoclave.**
- ★ No cargar en exceso las bandejas, gradillas o cestos, procurando dejar siempre un espacio entre ellos de al menos 1 o 2 cm.
- ★ Utilizar recipientes preparados para soportar la temperatura de esterilización y asegurarse de que son compatibles con el proceso de esterilización autoclave.
- ★ Los recipientes con líquidos deben estar en una bandeja de plástico resistente al calor con unos 2,5 cm. de agua.
 - Los recipientes (botellas, etc.) no se deben llenar más de 2/3 de su capacidad.
 - Mantener entre 2 y 4 cm. de espacio libre entre los recipientes.
 - Para prevenir que las botellas exploten durante la presurización, las tapas de los envases con líquidos deben aflojarse antes de cargarlos en el autoclave.

- ★ Las piezas individuales de vidrio deben estar en una bandeja de plástico resistente al calor, en una rejilla o estante, nunca deben colocarse directamente en la superficie inferior de la cámara del autoclave.
- ★ Comprobar que la puerta del autoclave esté completamente cerrada y con el pasador.
- ★ Nunca se debe sobrepasar la presión máxima del equipo (la especificada en manual de instrucciones).
- ★ También se debe comprobar, antes de comenzar el ciclo, que se ha seleccionado el ciclo correcto para los artículos que van a ser esterilizados.
- ★ No esterilizar o usar el autoclave con artículos que contengan materiales corrosivos, solventes, volátiles o radioactivos.

→ Al abrirlo:

- ★ No abrir el equipo hasta que el manómetro esté a cero y la válvula de vapor abierta.
- ★ Usar el equipo de protección personal adecuado (EPI), incluyendo guantes de protección contra contactos térmicos para coger el material si se encuentra a elevadas temperaturas, bata de laboratorio, protección para los ojos y zapatos cerrados cuando abra la puerta del autoclave después de un ciclo.

- ★ Si hay peligro de pinchazos o cortes con artículos punzantes / cortantes usar guantes resistentes al calor y de protección contra riesgos mecánicos.
 - ★ Cuando el ciclo esté terminado, abrir la puerta lentamente y mantener la cabeza, la cara y las manos alejadas de la puerta.
- Una vez finalizada la esterilización, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones en función del material que se esterilice:
- **SÓLIDOS** (instrumental). Podrá desvaporizarse rápidamente abriendo la válvula de vapor y vaciando el agua de la cubeta mediante la apertura de la manecilla de desagüe.
 - **LÍQUIDOS** (medios de cultivo, etc.). Dejar que vuelvan a la temperatura ambiental por sí solos o, en último extremo, abriendo muy ligeramente la válvula de vapor. La descompresión rápida de líquidos provoca la rotura de frascos o el derrame de líquidos.

● **Mantenimiento**

- Realizar el mantenimiento del equipo conforme a las instrucciones del equipo.
- Desconectar de la red eléctrica antes de quitar las tapas laterales.
- No realizar ninguna modificación en el cableado del equipo. La manipulación de los elementos de control por personal no cualificado puede ser peligrosa.
- Limpiar de forma periódica todo el equipo.
- Revisar de forma periódica el funcionamiento de la válvula de seguridad.
- Revisar anualmente el total funcionamiento del equipo por personal cualificado.
- Realizar a los 10 y 20 años de la puesta en servicio una prueba de presión. El usuario se quedará con un acta del resultado de la prueba.
- Guardar registro de todo el mantenimiento.

Si observa que un autoclave no está funcionando adecuadamente ponga el equipo fuera de uso y coloque una señal avisando de dicha circunstancia para evitar que otras personas usen el autoclave.

BIBLIOGRAFÍA:

- http://www.pisa.com.mx/publicidad/portal/enfermeria/manual/4_6_4.htm
- Manual de Operación y Servicio Azteca 2038EG, primera edición, Diciembre 2009
- AMSCO, Technique Manual, 1983
- <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/centrifuga-de-laboratorio.html>
- https://www.leicabiosystems.com/fileadmin/_migrated/content_uploads/Microtomy_booklet_spanish_online.pdf
- Manual de servicio: incubadora de terapia intensiva MEDIX.
- Manual de usuario y servicio técnico: incubadora de traslado Medix TR 200
- Manual de instrucciones LEICA TP 1020
- Manual de mantenimiento y reparación para “Microscopios Ópticos”, Dra. Mercedes Juan, Secretaria de salud, 2007