

REPOTENCIACION Y AUTOMATIZACIÓN DE UN AUTOCLAVE; MEJORAS EN EQUIPO MEDICO Y DOCUMENTACIÓN DE MANUALES OPERATIVOS EN EL ÁREA DEL LABORATORIO CLÍNICO DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO.

JOHN JAIRO GUERRERO DÍAZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2007**

REPOTENCIACION Y AUTOMATIZACIÓN DE UN AUTOCLAVE; MEJORAS EN EQUIPO MEDICO Y DOCUMENTACIÓN DE MANUALES OPERATIVOS EN EL ÁREA DEL LABORATORIO CLÍNICO DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO.

JOHN JAIRO GUERRERO DÍAZ

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

**Director
Ing. José Dolores Rodríguez Martínez.**

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

2007

“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 Evaluador

Firma Evaluador

Firma Asesor

San Juan de Pasto, Noviembre 12 de 2007

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios quien me ayudó durante toda la carrera en los diferentes retos que la misma propuso. También agradezco a mis compañeros con quienes pude compartir muchos momentos buenos y malos.

A mis profesores, de quienes pude aprender mucho, saber que existen personas líderes e investigadores es algo muy importante.

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”

Filipenses 4 -13

RESUMEN

El presente proyecto es un compendio de las actividades realizadas en el Hospital Universitario Departamental de Nariño como Pasantía para cumplimiento de un requisito de grado. Todo lo consignado se considera como una aplicación de conocimientos adquiridos en los estudios de pregrado en el programa de Ingeniería Electrónica, basados en la automatización, electromedicina y conocimientos generales.

El trabajo corresponde a una secuencia de actividades programadas y enfatizadas en el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de equipo médico, involucrando también la automatización de una autoclave perteneciente al Laboratorio Clínico del HUDN.

Se pretende aportar con el trabajo presente en el área del Laboratorio Clínico del Hospital Universitario Departamental de Nariño, con la realización de manuales operativos como contribución en el amplio camino de la Entidad hacia la acreditación ante la Superintendencia de Salud.

ABSTRACT

This project is a knowledge applications acquired during the last years in the study about Electronics Engineering and the different experiences with the projects realized in this time.

During the work in the University Departmental Hospital of Nariño it is search for learn and experience acquire besides contribute Electronics knowledge in others.

The actualization or digitalization of the autoclave, also operative manuals and the corrective maintenance in others were the important activities proposition and outstanding in this project.

All the mentioned about that sequential development of the chronogram were a work probed and accepted with satisfaction for the supervisor personal.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
TITULO	12
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	12
MODALIDAD	12
OBJETIVOS	12
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1. ANTECEDENTES	14
1.1 MISIÓN	14
1.2 VISIÓN	15
1.3 ÁREA DE MANTENIMIENTO	15
2. MARCOS	17
2.1 MARCO CONCEPTUAL	17
3. METODOLOGÍA	19
3.1 MANTENIMIENTO Y AUTOMATIZACION DEL AUTOCLAVE	22
3.1.1 Información general	22
3.1.2 Análisis de funcionamiento	24
3.1.3 Condiciones normales de Trabajo	27

3.1.4 Problemas presentados	25
3.1.5 Cambios realizados	28
3.1.6 Para automatización de la autoclave	29
3.1.7 Análisis, diseño, pruebas y simulación	30
3.2. SIMULACIÓN	34
4. MANTENIMIENTO DE EQUIPO BIOMEDICO	38
4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	38
4.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	39
5. OTRAS ACTIVIDADES	42
6. CONCLUSIONES	43
7. RECOMENDACIONES	44
8. BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	46

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Diagrama del autoclave	27
Figura 2.	Diseño de los temporizadores con bus	32
Figura 3	Diagrama diseño sensor temperatura bus I2C.	33
Figura 4.	Diseño de temporizadores	34
Figura 5.	Diagrama diseño sensor temperatura ICL7107	35
Figura 6.	Diagrama fuente de alimentación circuito general	37
Figura 7	Amplificador	36
Figura 8	Diagrama diseño estimulador neofetal	40

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
ANEXO A	Diagrama electrónico etapa de control	47
ANEXO B	Diagrama elementos etapa de control	48
ANEXO C	Diagrama electrónico etapa de potencia	49
ANEXO D	Diagrama elementos etapa de potencia	50
ANEXO E	Manuales operativos	

INTRODUCCIÓN

En la carrera de la educación y el aprendizaje, existen dos aspectos que se complementan para originar conocimiento; la parte teórica y fundamentos como la parte práctica o aplicación de conocimientos, aspectos que permiten plantear soluciones directas a diversas situaciones que se pueden presentar en el desarrollo de trabajos afines con la disciplina estudiada.

Se plantea un proyecto que permite ampliar y reforzar la visión profesional adquirida hasta el momento, obtener una visión del campo laboral, y aplicar conocimientos adquiridos en áreas como el mantenimiento de equipo biomédico y automatización.

Se pretende contribuir con la digitalización de una autoclave, también en la aplicación de mantenimiento correctivo a equipos biomédicos y con la documentación pertinente de manuales operativos en el área del laboratorio clínico. Aplicar de manera responsable desde el punto de vista profesional todo conocimiento en pro de contribuir social y académicamente con el Hospital Universitario Departamental de Nariño.

Título

“REPOTENCIACION Y AUTOMATIZACIÓN DE UN AUTOCLAVE, MEJORAS EN EQUIPO MEDICO Y DOCUMENTACIÓN DE MANUALES OPERATIVOS EN EL ÁREA DEL LABORATORIO CLÍNICO DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO.”.

Línea de investigación

Electromedicina.

Modalidad

La modalidad del trabajo de grado corresponde a pasantía de tiempo completo según acuerdo 009 del 20 de enero del 2002 emanado por el Honorable Consejo de la Universidad de Nariño.

Objetivo general

Repotenciar y hacer cambios tecnológicos a una autoclave; realización de manuales operativos y corrección de fallas de funcionamiento en equipos del laboratorio clínico del Hospital Universitario Departamental de Nariño.

Objetivos específicos

- Realizar manuales operativos del área del laboratorio clínico y otras en las que se posibilite por parte del HUDN, ya que en la actualidad existen aproximadamente 600 unidades en la Entidad; Todo con la finalidad de aportar y adquirir un mayor conocimiento respecto a la operación y el funcionamiento electrónico del equipo médico.
- Realizar mejoras a equipos que permitan pasar de sistemas analógicos racionales a sistemas digitales de operación, en este caso equipos como la autoclave, perteneciente al laboratorio clínico, donde la viabilidad sea posible, se establezca la necesidad y justificación como las condiciones necesarias para llevar a cabo el trabajo de automatización.
- Contribuir desde el campo de desempeño laboral, desde el conocimiento profesional con el avance dentro de las necesidades de acreditación de la Institución.

1. ANTECEDENTES

El Hospital Universitario Departamental de Nariño es en la actualidad la Entidad prestadora de salud pública de mayor importancia a nivel Departamental, ya que presta sus servicios a un alto porcentaje de población de la región; además de contar con personal altamente calificado y equipamiento bastante importante en todas las áreas, para realizar las diferentes funciones establecidas por sus directivas.

Actualmente dirige su trabajo organizativo a lograr la acreditación ante la superintendencia de salud para lo cual necesita cumplir con una serie de requisitos establecidos por las autoridades supervisoras del gobierno y cuyos funcionarios ya están trabajando en su consecución.

El Hospital Universitario Departamental de Nariño es la única institución de nivel III de la región, funciona desde el 15 de diciembre de 1975 según la resolución del Ministerio de Salud N. 14676.

El Hospital Universitario Departamental de Nariño a partir del 10 de Diciembre de 1994 se constituye en una Empresa Social del Estado por ordenanza 067 expedida en la Asamblea Departamental de Nariño proyectándose con los avances de la ciencia, la tecnología y la gerencia moderna de la comunidad del sur occidente del país.

Enmarca su accionar actual circunscrito al entorno del sistema de seguridad social en salud fortaleciendo su estructura organizacional y empresarial enfocada al siguiente reto de este milenio de alcanzar el III y IV nivel de complejidad.

Actualmente el Hospital Departamental se cataloga como HOSPITAL DEPARTAMENTAL UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO E.S.E.¹

1.1 MISION

El Hospital Universitario Departamental de Nariño es una Empresa Social del Estado que completa a la Red Departamental de Prestadores de Servicios de Salud en Tercer Nivel de Complejidad.

¹ Asociación Americana de Hospitales. Manual de Mantenimiento del Hospital. Pág. 28.

Creemos y propiciamos el crecimiento y fortalecimiento integral de nuestro talento humano lo cual nos permite proyectarnos y propiciar un mejoramiento de la salud y calidad de vida de la comunidad del Sur Occidente Colombiano.²

1.2 VISIÓN

Durante los próximos años el Hospital Universitario Departamental de Nariño E.S.E. dirigirá sus esfuerzos al mejoramiento continuo y se centrará en la atención al usuario y se fortalecerá tecnológicamente para crecer armónicamente con la Red de Prestadores de Salud pertenecientes al tercer nivel en el Departamento.⁽²⁾

1.3 ÁREA DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO es:

*“Cuando todo va bien, nadie recuerda que existe. Cuando algo va mal, dicen que no existe, cuando es para gastar, se dice que no es necesario. Pero cuando realmente no existe, todos concuerdan en que debería existir”.*³

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO HOSPITALARIO

El objetivo final del Hospital es la Atención de Servicios de Salud y hacia ese fin deben dirigirse todas las actividades del Mantenimiento Hospitalario teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Aspecto técnico, con el cual se llega a cumplir el objetivo inmediato de conservar la infraestructura, equipamiento e instalaciones del Hospital, en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y confiable, para no interrumpir los Servicios.

Aspecto económico, con el cual se llega al objetivo básico del Mantenimiento, o sea el de contribuir por los medios disponibles a sostener lo más bajo posible el costo de operación del Hospital.

Estos dos aspectos del Mantenimiento, que se dan en cualquier empresa, se verán acrecentados grandemente con el objetivo social en el caso de los Hospitales.

² Programación, Desarrollo y Mantenimiento de Establecimientos de Salud. Púb. Científica 441- O.P.S. 1983.

³ MARON Calisaya Walter René. Ingeniería de Mantenimiento Hospitalario. Calidad de Vida, 23/05/05.

Aspecto social, para el sector Salud, una falla técnica que repercute en el paciente, no se puede calcular inmediatamente como valor dado en dinero, hay solamente raros casos donde es posible calcular una falla en el sentido del valor del dinero (cuando una cadena de frío no funciona se malogran las vacunas y medicamentos, en este caso es posible calcular la pérdida económica). El término social se manifiesta cuando debido a una falla del equipo se produce una pérdida de vida, o se agrava la situación de salud en que ingresó el paciente; como casos concretos se pueden citar la falla de la válvula del ingreso del gas de anestesia o el mal funcionamiento de la cama calentadora de bebés, que pueden dar resultados funestos, o el caso del paciente que adquiere otra enfermedad dentro del hospital por una falla en el equipo de esterilización.

En el área de mantenimiento se requiere como uno de los objetivos principales el garantizar que los equipos biomédicos funcionen de acuerdo con las especificaciones del fabricante, a través del cumplimiento en los planes de mantenimiento preventivo y calibración; además se requiere de una disminución del tiempo de respuesta entre la solicitud y la revisión del equipo en el caso del mantenimiento correctivo, lo cual se efectúa por la acción conjunta del personal calificado que labora en esta área.⁴

⁴ Programación, Desarrollo y Mantenimiento de Establecimientos de Salud. Púb. Científica 441 – O.P.S. 1983.

2. MARCOS

2.1 MARCO CONCEPTUAL

Es necesario conocer algunos de los términos utilizados en el proyecto para entender mejor los procedimientos llevados a cabo tanto en el mantenimiento correctivo como en la digitalización que se ha propuesto:

Esterilización: significa la eliminación de toda forma de vida de un medio o material, lo que se lleva a cabo generalmente por medios físicos, por ejemplo, la filtración, o muerte de los organismos por calor, productos químicos u otra vía. Esta definición excluye por lo tanto cualquier técnica que resulte solamente en un daño a los microorganismos o atenuación de la actividad de cualquier tipo.

Desinfección: se aplica a la remoción o destrucción por cualquier vía de organismos vivos que pueden causar daño particular o infección. No significa por lo tanto la destrucción de todos los microorganismos, sino solamente de aquellos que pueden producir un resultado no deseado.

Antiséptico: es un desinfectante, o sea un agente químico usado para destruir microorganismos dañinos. Se utiliza en general para agentes a ser aplicados en animales o humanos.

Asepsia: es la exclusión continuada de microorganismos contaminantes. Así por ejemplo el cultivo de microorganismos en el laboratorio es llevado a cabo asépticamente como en muchas fermentaciones industriales. El medio de cultivo es esterilizado para remover toda forma de vida y luego inoculado con el cultivo requerido. Se dice entonces que el sistema se mantiene en condiciones asépticas.

Tecnología biomédica: la aplicación de los conocimientos científicos representados en los medicamentos, equipos, dispositivos y procedimientos médicos y quirúrgicos utilizados en la atención de salud y los sistemas de apoyo por los cuales se otorga esta atención.

Dispositivo y equipo biomédico: cualquier instrumento, aparato, artefacto, equipo u otro artículo utilizado solo o en combinación incluyendo sus componentes, partes, accesorios y programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento fabricado, vendido o recomendado para uso en:

1. Diagnóstico, control, tratamiento curativo o paliativo, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia.
 2. Investigación, sustitución o modificación de la anatomía o de un proceso fisiológico.
 3. Restauración, corrección o modificación de una función fisiológica o estructura de un ser humano.
 4. Diagnóstico del embarazo de un ser humano.
 5. Cuidado de seres humanos durante el embarazo o el nacimiento, o después del mismo, incluyendo el cuidado del recién nacido.
- **Instrumento quirúrgico reutilizable:** instrumento destinado a fines quirúrgicos para cortar, perforar, cerrar, raspar, pinzar, retraer, recortar y otros procedimientos similares, sin estar conectado a ninguna tecnología biomédica activa, y que puede volver a utilizarse una vez efectuados todos los procedimientos pertinentes.
 - **Mechero Bunsen:** aparato que mediante chispa o algún combustible, sirve para prender algo, encendedor.
 - **Mantenimiento:** Es el conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar las propiedades (inmuebles, equipos, instalaciones, herramientas, etc.), en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico, previniendo daños o reparándolos cuando ya se hubieran producido.
 - **Mantenimiento Preventivo:** programación de una serie de inspecciones (de funcionamiento y de seguridad), ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan y no a una demanda del operario o usuario.
 - **Placas petri:** recipiente redondo, de cristal o plástico, de diferentes diámetros de fondo bajo, cubierta de la misma forma que la placa.
 - **Matraz:** recipiente con forma de pera, fondo plano y un cuello largo y delgado.
 - **Mantenimiento Correctivo:** consiste en corregir las fallas, cuando éstas se presentan, usualmente sobre una base no planificada, dando cumplimiento a la solicitud del operario o usuario del equipo dañado.
 - **Automatización:** conversión de determinados procesos corporales o psíquicos en automáticos o involuntarios. Aplicación de procedimientos automáticos a un aparato, proceso o sistema.

3. METODOLOGÍA

ACTIVIDADES PLANIFICADAS				
ORDN	DETALLE DE ACTIVID.	DESCRIPCIÓN DE LA CONSECUCIÓN	DURAC. semanas	ACTIV POST.
1	Recolecc. de Inform.	Etapa encaminada a la adquisición de conocimientos, el objetivo principal consiste en conocer detalladamente el funcionamiento (documento o manual) del equipo médico perteneciente al laboratorio clínico. Adelantar la creación de un modelo para los manuales operativos.	3	2
2	Análisis y diagnostic.	En esta etapa se desea conocer las condiciones reales del equipo, basadas en las condiciones de funcionamiento antes establecidas y la realización del correspondiente diagnóstico. Avanzar de aquí en adelante con la documentación de manuales operativos.	8	3;6
3	Análisis y diseño.	Si el diagnóstico realizado determina la posibilidad de realizar mejoras en el paso de tecnología análoga a digital del equipo, se analizará y propondrá el trabajo a seguir, el diseño y los elementos necesarios para su consecución. La factibilidad la dará el HUDN.	4	4
4	Pruebas y simulac.	Terminado el diseño se proseguirá con las pruebas necesarias y la simulación correspondiente.	3	5;7
5	Corrección de fallas	La corrección de fallas se realiza en el caso de presentarse imprevistos en la etapa de simulación del diseño. El no presupuesto, permite llegar a esta etapa.	3	6;7
6	Montaje, pruebas finales	Realizado el montaje del diseño se harán las pruebas en el equipo que garanticen su correcto funcionamiento.	2	7
7	Document. resultados	Finalmente, la documentación permitirá llevar un registro claro de las condiciones finales del equipo y procedimientos posteriores. Manuales Op. Terminados.	3	

El desarrollo de la Pasantía y del presente proyecto se llevó a cabo desde el mes de Febrero hasta el mes de Agosto de 2007, en su totalidad en las instalaciones del HOSPITAL UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL de NARIÑO y más precisamente en el Área de Mantenimiento, donde se dispuso la utilización del taller de equipo biomédico en el cual se contaba con la herramienta necesaria para las diferentes actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo; además de la utilización en algunas ocasiones de un computador del Área de Sistemas cuando se debía trabajar en la elaboración de manuales operativos.

Durante el primer bimestre se realizaron actividades como la recolección de información acerca de la autoclave, se hizo seguimiento de señales, procesos, identificación de componentes y sus características; se realizó un diagnóstico del estado del equipo para el posterior tratamiento en su automatización.

Entre otras actividades, se creó el diseño de los manuales de operación básicos. Para este trabajo se necesitó de los documentos pertinentes y la colaboración de los operadores de los equipos con el fin de establecer la secuencia de actividades básicas de operación del equipo sin error alguno.

Como una petición de los encargados de mantenimiento, se trabajó primero en la elaboración de manuales operativos en equipos que manejan gases para su funcionamiento, equipos de anestesia, bombas de infusión, analizadores de oxígeno, entre otros; esto debido a que es un requerimiento por parte de entidades superiores como la Superintendencia de Salud hacia el Hospital el tener reglamentado lo relacionado con equipos que manejan gases; aquí se contribuyó de alguna forma con el avance en la acreditación de la Entidad.

Algunos de los manuales Operativos se pueden ver como ANEXO a este documento.

Durante el segundo bimestre del desarrollo de pasantía se trabajó en el análisis y diseño para la digitalización de la autoclave; se propuso un diseño de automatización conforme a las necesidades y viabilidad presupuestal. También se siguió trabajando con la realización de manuales operativos de equipos pertenecientes al área de Laboratorio Clínico del HUDN.

Se trabajó en el mantenimiento de equipo biomédico, de acuerdo con la asignación de los encargados de mantenimiento; equipos como la incubadora, baño serológico, lámpara ciéltica, entre otros. Los cambios y/o defectos corregidos de cada uno de los equipos fueron consignados en la respectiva hoja de vida de los mismos, para llevar un control.

Durante el tercer y último periodo se hicieron las pruebas finales con la respectiva corrección de errores, y la simulación del diseño presentado como automatización

de la autoclave; se hizo el montaje de los circuitos impresos de las etapas de control **ANEXOS A y B**, y también de la etapa de potencia **ANEXOS C Y D** además de la adecuación de los procesos en el funcionamiento final del equipo esterilizador perteneciente al Laboratorio Clínico del HUDN.

Para el trabajo de la automatización se necesitó de espacios para la investigación, colección de información, pruebas y simulación, corrección de fallas, además del material o el presupuesto con el que se dispuso por parte de la Entidad.

Los avances acerca del trabajo que se ha realizado se consignaron en un informe final entregado tanto a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño como a los responsables del Área de Mantenimiento del Hospital Universitario Departamental de Nariño.

De acuerdo con la metodología planteada, haciendo un seguimiento de las actividades, comenzando desde la búsqueda de información, hasta la documentación de resultados, se van llevando a cabo en las siguientes actividades a continuación descritas.

3.1 MANTENIMIENTO Y AUTOMATIZACION DEL AUTOCLAVE

Para la digitalización de la autoclave se inició con una completa documentación de la misma; su funcionamiento, características, fallas, revisiones anteriores, etc. La idea fundamental era diagnosticar y buscar la forma de cambiar su funcionamiento análogo al digital sin afectar ninguno de sus principios básicos de trabajo, lo que se hizo fue actualizar el equipo y facilitar su manejo, además de hacer un mantenimiento correctivo al mismo, para que en el lapso de cambio de tecnología éste pudiera ser trabajado por parte de las operarias del Laboratorio del Hospital, debido a la necesidad de utilizar la autoclave en las labores diarias del Hospital.

3.1.1 Información general

La esterilización es un proceso que implica la destrucción, de todos los virus, bacterias y microorganismos vegetativos incluyendo esporas, que pueden causar enfermedades.

La esterilización es un proceso esencial para el funcionamiento de un Hospital, en el cual se deben utilizar todos los instrumentos quirúrgicos, implantes y muchos otros dispositivos absolutamente esterilizados. Métodos como la desecación y la congelación eliminan muchas especies de bacterias, pero otras simplemente permanecen en estado vegetativo, lo cual no es ideal. Se puede esterilizar por calor húmedo o vapor en autoclaves a 120°C durante 20 minutos y a presión superior a la atmosférica.

Los métodos más usados correctamente en los laboratorios microbiológicos son:

- Calor rojo (flameado).
- Calor seco (aire caliente).
- Vapor a presión (calor húmedo).

Calor rojo. Los instrumentos tales como las asas y alambres de siembra y varillas secas se esterilizan calentándolas en la llama del mechero bunsen hasta que se pongan rojas.

Calor seco. Se aplica en un horno calentado eléctricamente que se controla mediante termostatos y que están provistos de un gran ventilador circulante que asegura la uniformidad de la temperatura en todas las partes del contenido.

Los equipos modernos pueden llevar la temperatura al nivel requerido, este dispositivo salvaguarda y protege al personal de quemaduras accidentales.

El material que puede esterilizarse por este método incluye placas petri, matraces, pipetas de vidrio y objetos de metal.

El aire no es buen conductor de calor, por lo que las estufas deben cargarse sin apretar el contenido, de forma que queden abundantes espacios para permitir que circule el aire caliente. Cuando se calculan los tiempos de funcionamiento para el equipo de esterilización por aire caliente, deben considerarse tres periodos:

- El periodo de ascenso de temperatura, que es el tiempo necesario para que toda la carga alcance la temperatura de esterilización; puede llevar alrededor de una hora.
- Los períodos de mantenimiento a las diferentes temperaturas de esterilización recomendadas por el Medical Research Council[∞] que son 160°C durante 45 minutos, 170°C durante 18 minutos, 180°C durante 7½ minutos y 190°C durante 1½ minutos.
- El período de enfriamiento, que se realiza gradualmente para prevenir la rotura del material de vidrio como consecuencia de un descenso demasiado rápido de temperatura, este período lleva dos horas.

Vapor a presión. Se realiza mediante la esterilización en autoclave. Las bacterias se matan más fácilmente por el calor húmedo que por calor seco. El vapor mata las bacterias por desnaturalización de proteínas. Una condición de seguridad convenida para la esterilización es utilizar vapor a 121°C durante 15 a 20 minutos.

El aire tiene influencia importante en la eficacia de la esterilización, porque su presencia modifica la relación presión/temperatura, además, la existencia de bolsas de aire impedirá la penetración del vapor, debe eliminarse todo el aire que rodea y penetra en la carga antes de que pueda comenzar la esterilización por vapor.⁵

EL AUTOCLAVE.

Una autoclave es un dispositivo que sirve para esterilizar material médico o de laboratorio, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura para ello.

La utilización de una autoclave inactiva todos los virus y bacterias, aunque recientemente se ha llegado a saber de algunos microorganismos, así como los priones, que pueden soportar las temperaturas de autoclave.

Las autoclaves funcionan permitiendo la entrada o generación de vapor de agua pero restringiendo su salida, hasta obtener una presión interna de 103 kPa, lo cual provoca que el vapor alcance una temperatura de 121 grados centígrados. Un tiempo típico de esterilización a ésta temperatura y presión es de 15 minutos. El hecho de contener fluido a alta presión implica que las autoclaves deben ser de manufactura sólida, usualmente de metal y totalmente herméticas.

[∞] Laboratorio de Biología molecular, en Cambridge.

⁵ _____ Esterilización Equipment. Central de Esterilización, Udon Limited. M-004 .Tokio-Japón.

Las autoclaves son altamente utilizadas en laboratorios e Instituciones Médicas, como una medida elemental de esterilización de material.

3.1.2 Análisis de funcionamiento

El autoclave es un equipo perteneciente al laboratorio Clínico del HUDN, el cual fue donado por el Gobierno Japonés entre los años 80 y 90's. En el momento no existe documento alguno del mismo, con excepción de una hoja de vida con los tipos de mantenimiento realizados y unas características muy generales.

El equipo consta principalmente de:

- Tanque de calentamiento de agua (calentador), en el cual se genera vapor; trabaja en su interior con un sensor nivel y unas resistencias de inmersión y en su exterior con un indicador de nivel de agua, una válvula de paso de agua y una tubería como circuito del paso de vapor hacia la cámara y chaqueta.
- Electroválvula controlada por el nivel de agua del tanque calentador; la cual permite o no el paso de agua al tanque dependiendo del nivel que se presente en el proceso. Se encuentra normalmente abierta y se cierra al completarse un nivel.
- Un sensor de nivel, que cumple en su momento con dar una señal (en este caso dependiendo de la resistencia del agua), que permitirá por medio de un circuito externo el trabajo de la electroválvula de entrada de agua hacia el tanque calentador.
- Un indicador de nivel externo; muestra la cantidad de agua alojada en el calentador; éste es un tubo delgado transparente ubicado a la altura del tanque.
- Tres pares de resistencias de inmersión, semejantes a un tubo largo en forma de U. Presentan alto calentamiento en tiempo muy corto, con la finalidad de generar vapor lo más pronto posible. Estas resistencias entran en funcionamiento al existir un nivel de agua adecuado y luego que se haya desactivado la electroválvula de entrada de agua hacia el calentador.
- Existe una tubería que permite conducir el vapor generado hacia la chaqueta que cubre la cámara de la autoclave.
- La **chaqueta** de la autoclave; es el recubrimiento de la cámara, la cual permite la inclusión de vapor a la misma. Para mantener y alcanzar una presión de trabajo de 1.5Kg/cm^2 , cuenta con una electroválvula de paso de vapor (el generado por el calentador), y un manómetro como indicador de dicha presión.

- Un indicador de la presión de la **chaqueta** en tiempo real; tiene la capacidad (rango de medida) hasta $3.5\text{Kg}/\text{cm}^2$, o sea de $0 - 3.5\text{Kg}/\text{cm}^2$; generalmente en el momento de esterilización se llega hasta $1.5\text{Kg}/\text{cm}^2$, instante en el cual permite el trabajo de una señal para la desactivación de las resistencias en el tanque calentador y por ende la suspensión momentánea de la generación de vapor.
- Una **válvula de seguridad**, se encuentra en serie al indicador y a la válvula de paso de vapor de chaqueta; tiene un valor Standard de presión de $1.6\text{Kg}/\text{cm}^2$, o sea que, siempre en ese valor se permitirá la salida de vapor de chaqueta por seguridad, dado el caso en que la presión de chaqueta sobrepase el $1.5\text{Kg}/\text{cm}^2$, y llegue al valor de $1.6\text{Kg}/\text{cm}^2$ se activa ésta válvula para la salida de todo el vapor existente y evita algún inconveniente por exceso de presión.
- **Indicador de temperatura**; el cual muestra la medida de temperatura de la chaqueta en grados *Celsius*. En condiciones normales a $1.5\text{Kg}/\text{cm}^2$ de presión de chaqueta, éste indicador muestra entre 100°C y 120°C , temperatura de esterilización de elementos.
- La **cámara**; es donde se alojan los elementos que van a ser esterilizados, en ella se transmite la presión y temperatura del vapor necesarios para un correcto trabajo de esterilización. Cuenta con un indicador (Manómetro), válvula de entrada y de salida de vapor.

Al tiempo de generación de vapor va disminuyendo el nivel del agua en el tanque, por tanto, entra en funcionamiento la señal del sensor de nivel para permitir el paso de agua al calentador. Como se puede notar es un proceso continuo dependiendo de las condiciones de trabajo presentadas.

Cuando se trabaja en **esterilización**, el vapor alojado en la chaqueta pasa a la cámara e inmediatamente se muestra el valor de presión en la misma por medio del indicador. Cuando se trabaja en **secado**, se procede de manera electrónica a cerrar el paso de vapor desde la chaqueta a la cámara y a activar la salida desde la cámara hacia las trampas de vapor (en la tubería) las cuales permiten la evacuación de vapor y posterior apertura de la autoclave para sacar los elementos y dar por terminado un proceso.

Es importante decir que en el proceso de secado se debe trabajar con un tiempo considerable, como mínimo igual al de esterilización, porque debe desalojarse la totalidad del vapor de la cámara, con el fin de evitar problemas a la hora de abrir la puerta y sacar los elementos esterilizados.

- **Temporizadores**, para ESTERILIZACIÓN y SECADO; los cuales se deben graduar antes de proceder a la esterilización, justo cuando se ha alcanzado la presión de 1.5Kg/cm² (en chaqueta) y la temperatura aproximada de 110 – 120°C . La graduación de los tiempos se hace análogamente, y por debajo de los 60 minutos, generalmente se trabaja entre 15 y 30 minutos; a medida que se cumpla el tiempo de esterilización pasa de inmediato a cumplirse con el tiempo de secado. Al terminarse la temporización del proceso completo, suena una alarma para dar cuenta de la finalización del mismo. En la figura 1 se muestra la autoclave.

Existe un **circuito electrónico** que cumple con las siguientes funciones:

- ✓ Hacer tratamiento de la señal proveniente del sensor de nivel con el fin de activar o desactivar la electroválvula de entrada de agua hacia el calentador.
- ✓ Señal de encendido por medio de la señal piloto.
- ✓ Permitir la actuación de relevos, dependiendo de la señal y de donde provenga se activan – desactivan las resistencias de calentamiento, entrada de agua, entrada de vapor a chaqueta y cámara (válvulas) al igual que la salida de vapor; activación de los temporizadores de esterilización y secado.
- ✓ Activación, funcionamiento de contactores, transformadores, presóstato y demás elementos para el tratamiento de señales y corriente alterna.

Figura 1. Diagrama del Autoclave



3.1.3 Condiciones normales de trabajo

La autoclave, en condiciones normales de trabajo:

- Permite la entrada de agua desde la puesta en ON del switch principal hasta que el sensor de nivel dé una señal para cerrar la electroválvula.
- Válvula de seguridad a 1.6Kg/cm^2 ; un sobrepaso de la presión de chaqueta hasta ese valor, activa la válvula de seguridad.
- Manómetro de chaqueta en valor máximo de presión trabajo de 1.5Kg/cm^2 . Funcionamiento de aguja precisa.
- Indicador de temperatura hasta 125°C .
- Resistencias activadas – desactivadas por el valor de presión de chaqueta, se compensa el vapor para mantener presión y calentamiento en el proceso. Resistencias en buen estado.

- Correctos relevos para la activación – desactivación de las válvulas de salida y entrada de vapor de cámara y chaqueta.
- Switch de temporización que activa la esterilización y secado en correcto funcionamiento.
- Temporizadores precisos y continuos.
- Elementos electrónicos trabajando sin sobrecalentamiento.

La autoclave del laboratorio clínico ha sido revisada detalladamente y aunque no se posea en el Hospital ningún documento o manual operativo, y únicamente exista una hoja de vida que menciona la clase de mantenimiento que se le ha prestado al equipo; se ha estudiado el funcionamiento de cada una de las partes componentes de la unidad como ya se ha explicado anteriormente.

3.1.4 Problemas presentados

La autoclave estaba fuera de funcionamiento debido a los siguientes inconvenientes:

- El sensor de Nivel tenía problemas en arrojar una medida estable, este sensor (basado en el funcionamiento de un flotador) presentaba inestabilidad que provocaba una conmutación no deseada del relevador que activa la electroválvula de paso de agua; la inestabilidad de la señal arrojada era debida a la turbulencia que se formaba en el tanque cuando apenas entra el agua y al estar el sensor (flotador) en un lugar no adecuado, presentaba mucho movimiento. En este caso se presentaban golpes del relevo que no son los adecuados y la señal que se debía tomar era errónea, por ende generaba problemas para todo el proceso.
- El circuito electrónico manejador de la señal de nivel presentaba cambios de original, tratando de mejorar el funcionamiento, habían unos transistores suspendidos, cambio de un relevo así como de unas resistencias, la idea que se tenía por parte de los técnicos de la autoclave en ese momento era acondicionar lo mejor posible la señal de nivel, aunque no se pudo conseguir dicho objetivo.
- Pequeñas fugas en el lugar donde se alojaban las resistencias en el tanque calentador.
- Manómetros con inconvenientes al presentar el valor real de medida de presión, problema con las agujas.

- Cambio en unos contactores que sirven de camino hacia electroválvula. Existían unas conexiones equivocadas en el trabajo del relevo de una posición a otra.

3.1.5 Cambios realizados

Par realizar el mantenimiento preventivo de la autoclave se realizaron los siguientes ajustes:

- Se cambió el sensor de nivel (tipo varilla); su funcionamiento es más estable relativamente con el flotador existente.
- Se acondicionó el circuito electrónico manejador de la señal proveniente del sensor de nivel; se reestableció transistor, condensador en corto, transformador trabajando sobrecalentado y se cambió el relevo (por desgaste de contactos).
- Se reestableció a su posición original la electroválvula de alimentación de agua que estaba sin relevar a su función, ya que estaba conectada directa al contactor de arranque.
- Se eliminaron fugas en el calentador.

3.1.6 Para automatización de la autoclave

Se pretenden hacer cambios de funcionamiento análogo o electromecánico hacia elementos electrónicos digitales; las modificaciones posibles dentro de las necesidades requeridas y de funcionamiento:

- Cambio de sensor de nivel.
- Cambio de circuito electrónico manejador de señal de nivel y electroválvula de agua.
- Realización de los circuitos temporizadores de esterilización y secado en modo digital, modos de manejo automático y manual.
- Realización de circuito digital manejador de la temperatura.
- Cambio de los Manómetros de presión, o hacer mantenimiento correctivo a los actuales.

- Circuito electrónico de potencia, donde se puedan manejar electroválvulas (agua, vapor), alimentación de todo el circuito, salida y entrada de señales provenientes de la etapa de control (temporizadores, condiciones, alarmas, indicadores, etc.).

Los cambios generales que se pretenden realizar están sujetos a modificaciones dependiendo de la necesidad y requerimiento del HUDN, analizando presupuesto y viabilidad.

ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL AUTOCLAVE

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sensor de nivel • Amplificador operacional • Optoacopladores MOC. • Triacs • PIC • Sensor de TEMPERATURA • Displays 7 segmentos • Registros • Driver • Compuertas • Potenciómetros • Oscilador XT • Transistores • Pulsadores • Leds indicadores | <ul style="list-style-type: none"> • Cable • Transformador • Resistencias • Condensadores • Correas (cable transmisor). • Circuito impreso (dependiendo del tamaño del circuito terminado). • Barómetros digitales • Presóstato • Componentes adicionales de la caja de control de presentación. • Otros elementos que se requieran en el trabajo. |
|--|--|

3.1.7 Análisis y diseño, pruebas y simulación

Teniendo en cuenta la recolección de información junto con el análisis y diagnóstico realizados se pueden citar los cambios a seguir para el sistema digital de la autoclave:

1. Encendido y puesta en marcha del llenado del calentador, funcionamiento de las resistencias, calentamiento y puesta a punto (en temperatura y presión) para el siguiente proceso de esterilización y secado.
2. Funcionamiento de la etapa de esterilización y secado, con la puesta en marcha, fijación de tiempos, pruebas de presión y temperatura adecuada y terminación del proceso.
3. Sensor de temperatura digital. (especial para autoclaves).

Durante la primera etapa (1) se pretende poner a punto el uso de la autoclave en su función principal de esterilizar elementos, este conjunto de acciones se pueden explicar como sigue:

a) Switch de encendido del autoclave, se abre automáticamente el paso de agua al tanque calentador accionando una electroválvula.

b) En el momento de llenado del tanque calentador, entra en funcionamiento el sensor del nivel, el cual trabaja dando una señal que es posteriormente tratada en una etapa de comparación con el fin de desactivar/ activar la electroválvula de paso de agua cuando es necesario y también activar (por medio de TRIACS) contactores que permiten el trabajo de las resistencias del tanque calentador.

c) En el anterior proceso se cumple con una compensación, ya que al desactivarse la electroválvula de paso de agua hacia el calentador cuando el sensor de nivel da la señal, se procede en el interior del calentador a subir la temperatura debido al calentamiento por las resistencias y por ende a generar vapor, al hacer esto, en algún momento desciende el nivel del agua, instante en el cual se activa nuevamente la electroválvula de paso de agua con el fin de completar y mantener un nivel apropiado.

En el momento del paso de vapor hacia la chaqueta se alcanza una presión muy próxima a 1,5Kg/cm. En este proceso de alcanzar dicho valor y mantenerlo hay un tiempo para tener en cuenta. Al alcanzar el valor se puede decir que hay una presión adecuada para proceder a esterilizar.

En los pasos **b y c** existe compensación, interactúan el llenado de agua, calentamiento, nivel, generación de vapor y sostenimiento de una presión adecuada.

Para la segunda etapa (2), se explican procesos siguientes al alistamiento de la autoclave:

Puesta en marcha del proceso manual o automático. En el manual se activa el switch después de haberse cumplido la primera etapa con éxito, en el automático el proceso es continuo de principio a fin.

Para los tiempos de esterilización y secado, se va a utilizar una conversión análoga-digital.

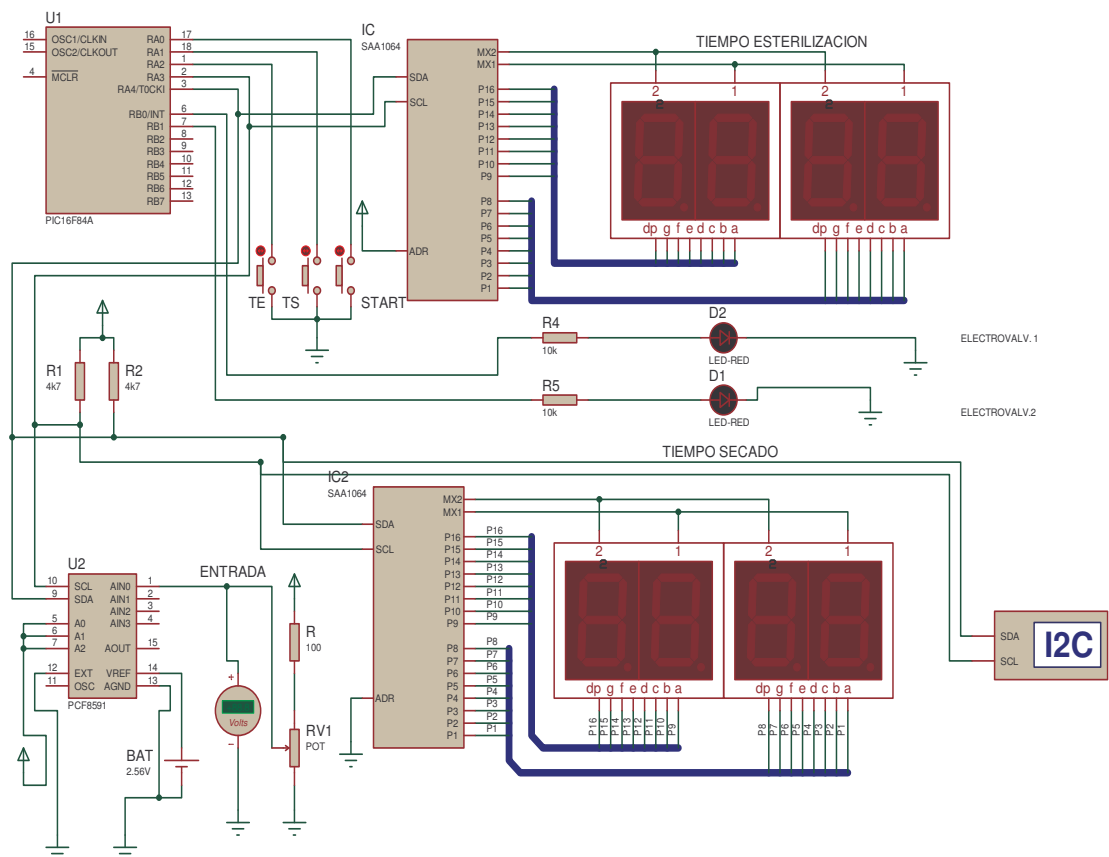
Para la tercera etapa de temperatura (3), se va a utilizar:

Sensor de temperatura comunicado por medio del bus I2C con un PIC y un manejador de Display (4 de ellos) indicadores de la temperatura existente.

El bus I2C es un modo de transmisión de datos sincronizados con bits de inicio y de fin; además de manejar la señal de reloj y sincronismo con el PIC en la transmisión de datos. En este proceso se han manejado unas rutinas establecidas en cuanto a la transmisión de datos y los códigos fuente de la programación respectiva del PIC, todo esto facilita el ahorro de memoria en el microcontrolador, a su vez la inclusión de los diferentes elementos que entran a hacer parte de los procesos.

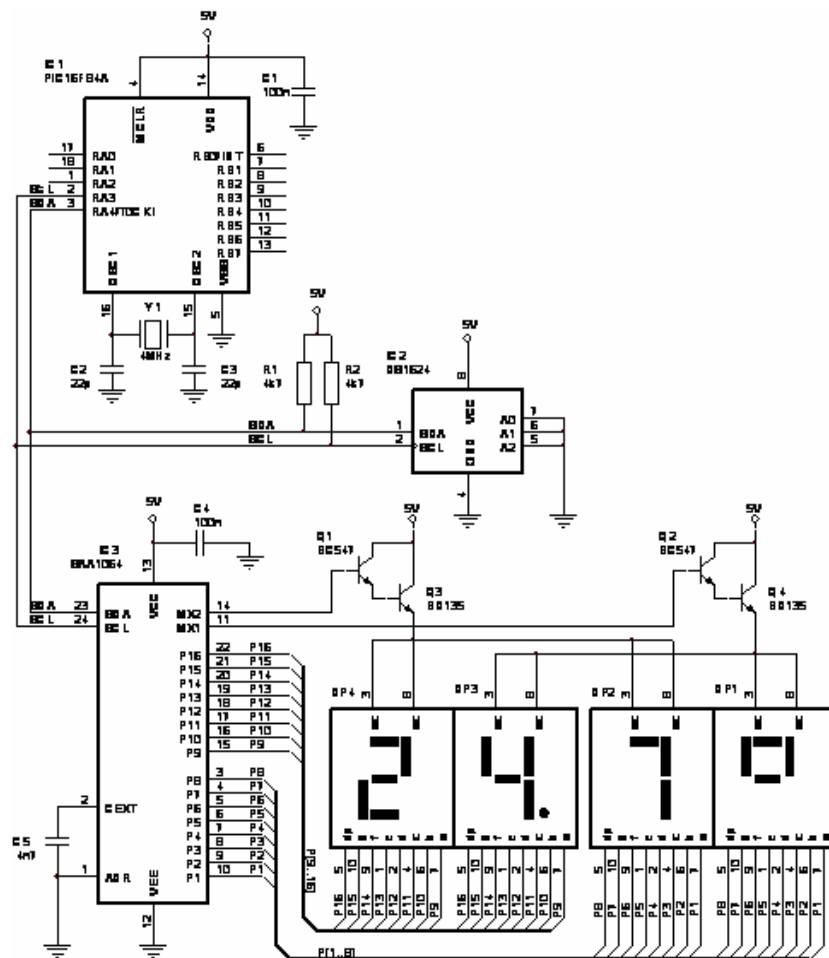
La figura 2 es una muestra de lo que se ha trabajado mediante rutinas y elementos mencionados; aunque hagan falta otros elementos, la idea principal de manejo de procesos de esterilización y secado se pueden trabajar.

Figura 2. Diseño de los temporizadores con bus I2C.



El esquema presentado a continuación es el manejo de la temperatura de la autoclave con el sensor DS1624 conectado al bus I2C, en sincronización de transferencia de datos con el PIC, además del manejo de los displays con el circuito integrado SAA1064 el cual permite manejar hasta 4 displays; todo el manejo de datos y las rutinas depende de la programación que se de al PIC16F84. Todos los datos trabajan en sincronización correspondiente.

Figura 3. Diagrama de diseño sensor de Temperatura con bus I2C.



El inconveniente presentado en los diseños planteados ha sido el costo de los elementos y su exclusividad, por ello se analizó mejor la cuestión y se prefirió realizar el trabajo con elementos reemplazables fácilmente y que se consigan en nuestro medio a un menor costo, ya que el presupuesto así lo exige.

La intención es basar los diseños en elementos que se ajusten al presupuesto destinado para la automatización y se encuentren preferiblemente en el medio, por ello los diseños siguientes, que son los trabajados en adelante.

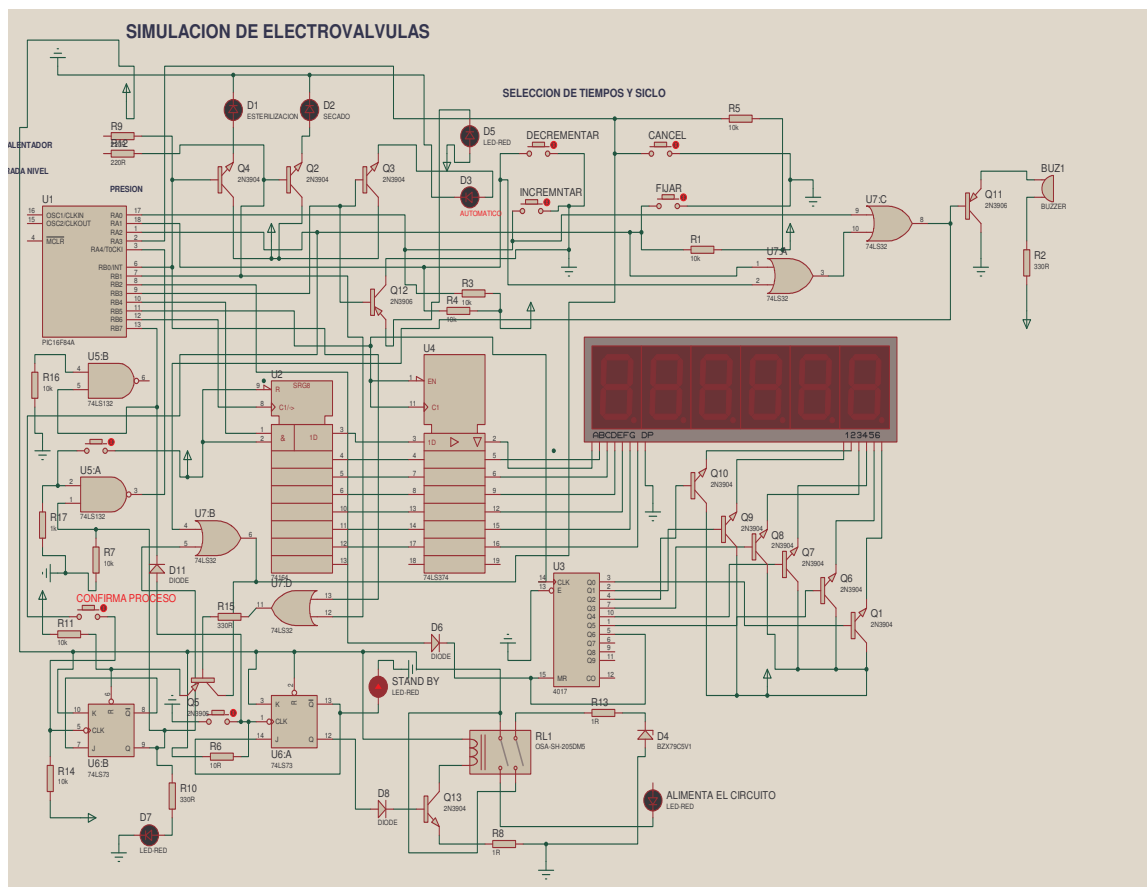
3.2 SIMULACIÓN

Como se ha propuesto el cambio de elementos de trabajo en la digitalización, se ha venido trabajando en la simulación del nuevo diseño.

Durante ésta etapa se han trabajado los procesos de simulación, corrección de fallas, montaje y pruebas finales de los procesos de digitalización de la autoclave, se ha realizado lo siguiente:

- **Etapa de temporización de los ciclos de trabajo**, programación de un microprocesador PIC16F84 con la adición de otros componentes tales como Registros, Compuertas, Fliflops, entre otros elementos necesarios para acondicionar señales y procesos. Figura 4.

Figura 4. Diseño de temporizadores



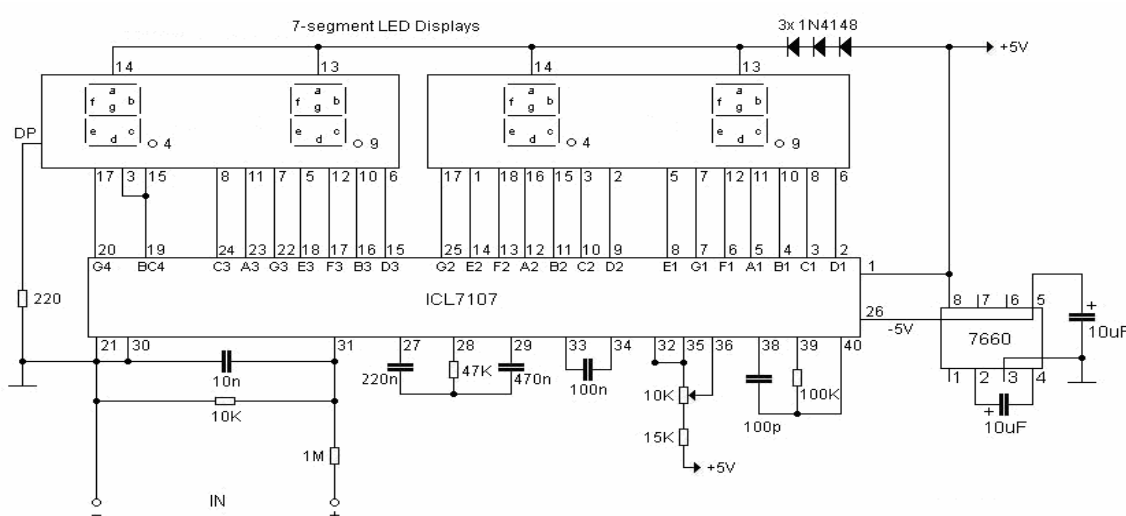
- **Etapa de visualización:** conexión de display, indicadores de proceso, de alarmas, de iniciación y encendido, se dispone también de la presentación del panel frontal del trabajo de digitalización.
- **Etapa de nivel:** acondicionamiento de señal de nivel de agua en tanque calentador, seguido de una señal para temporización y para activación de electroválvulas respectivas.
- **Etapa de temperatura:** acondicionamiento del sensor de temperatura LM35 a un proceso de muestreo y visualización por medio de display de 7 segmentos manejado por el C.I ICL 7107.

Lo explicado a continuación es el montaje, consecución de elementos y corrección de fallas:

Primero se han realizado pruebas en protoboard de cada una de las etapas, corrigiendo errores de funcionamiento, anexando o suprimiendo elementos que permitan un óptimo trabajo.

En la etapa de temperatura y en el esquema visto del trabajo realizado con el C.I. ICL7107, figura 5, se presentaron algunos problemas con los osciladores del mismo (valor de condensadores y resistencias); fue necesario acondicionar la señal por medio de potenciómetros para el cambio de frecuencias y también la variación de algunos valores de los condensadores, se realizaron muchas pruebas hasta conseguir el resultado esperado de visualización de temperatura por medio de Display 7 segmentos (ánodo común).

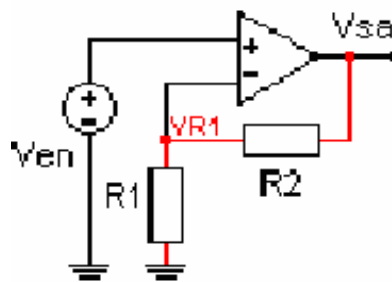
Figura 5. Diagrama diseño sensor de Temperatura con ICL7107



El trabajo de la señal de nivel de agua para el calentador se realizó con un C.I. amplificador operacional **LM 358** (A.O únicamente con entrada de 5V.) el cual se utilizó en una de sus dos etapas como COMPARADOR, tomando como entrada la señal de nivel por medio de la resistencia de agua que se obtenía de una varilla de nivel (sensor), aquella resistencia se comparó con otra resistencia (potenciómetro) con el fin de obtener una salida como resultado de la comparación que permita activar el calentador excitando al transformador 220-30V, y a unos contactores para el paso de energía a las resistencias del tanque calentador.

La otra etapa del circuito Integrado **LM358** se utilizó como amplificador, con el fin de tomar la señal proveniente del sensor de temperatura **LM35** (V_{in}) y aumentarla (amplificarla) a un valor 10 veces mayor debido a que el sensor da una señal de 10mv por grado centígrado y es necesario mostrar la temperatura hasta 150 °C hecho por el cual se necesita este diseño antes de llegar hacia el C.I. ICL 7107; en el amplificador se utilizaron resistencias de 10k y 1k ya que la ganancia se da como:

Figura 7. Amplificador



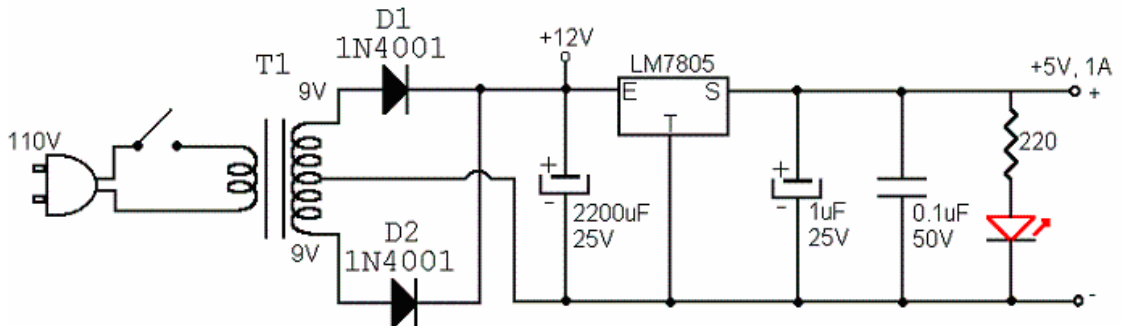
$$AV = 1 + R2 / R1$$

Siendo R2 la resistencia realimentadora y R1 la resistencia a la entrada inversora.

Utilizando el LM358 no hubo problemas al montar el circuito y lo relacionado con la simulación y pruebas finales.

Como **alimentación general** del circuito se utilizó una fuente de voltaje de 5v; se trabajó con unos diodos rectificadores que reciben la señal de un transformador (125-9v), posteriormente se trabaja con un transistor IM7805 y unos condensadores para acondicionar los 5v necesarios. Figura 6.

Figura 6. Diagrama fuente de alimentación del circuito general.



El circuito de potencia trabaja con la señal de nivel del tanque calentador activando un TRIAC que trabaja asegurando la señal por medio de un optoacoplador MOC 3021 para que trabaje un transformador y el contactor de resistencias.

Para activar y desactivar las electroválvulas en los circuitos, se utilizan 4 TRIACS con su respectivo optoacoplador, señales de salida para la carga y señales de entrada provenientes del control automático.

Los planos de los circuitos de control y de potencia se presentan como **anexo** a este documento, ahí se presentan los componentes utilizados con sus respectivos conectores.

Todo el trabajo realizado en la automatización de la autoclave, tanto en la parte de potencia como de control, contribuye con un trabajo de actualización, además de facilitar el manejo y la realización de procesos; por tanto se cumple con uno de los objetivos más importantes del proyecto de pasantía.

4. MANTENIMIENTO DE EQUIPO BIOMÉDICO

4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento se refiere a la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas respectivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

Ventajas:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Fases del Mantenimiento Preventivo

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

Aunque las actividades realizadas en el tratamiento de equipo biomédico se remitieron al mantenimiento correctivo, y durante el tiempo de pasantía no fue posible realizar rutinas de mantenimiento preventivo, fue importante observar los cronogramas de actividades, y su organización dependiendo el área de trabajo, la disposición horaria de los equipos, el periodo de mantenimiento y la programación con los ingenieros y/o técnicos de mantenimiento.

Todo lo dispuesto para la realización de mantenimiento preventivo es factible a cambio dependiendo de los factores mencionados como el área, horarios y demás.

4.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Paralelamente al trabajo con la autoclave se ha venido realizando apoyo en el mantenimiento correctivo en algunos equipos en los que se propuso el apoyo en diagnóstico y corrección de errores. Entre los equipos se encuentran:

BAÑO SEROLÓGICO: Perteneciente al laboratorio clínico del HUDN, se presentaba en la pantalla de visualización ERROR 3, aunque no existe un manual de operación se le hizo Seguimiento de las funciones que debía realizar el equipo y se detectaron unos daños de elementos, debido a que anteriormente se había reemplazado una Resistencia por una de menor potencia, lo cual originó con el tiempo problemas de sobrecalentamiento en ella y en unos elementos próximos a ella.

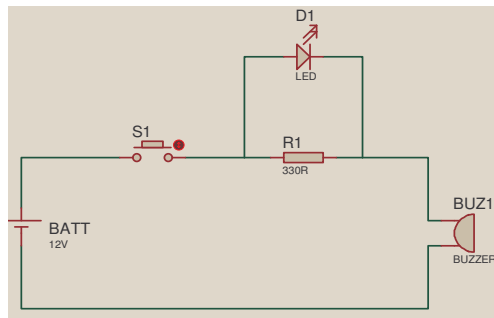
Los elementos que se reemplazaron en la tarjeta de control fueron unas resistencias, un diodo. Al hacer los cambios después de haber encontrado las fallas, el equipo quedó en perfectas condiciones.

INCUBADORA: Equipo perteneciente al área de NEONATOS. Presentaba problemas en el arranque del motor, ya que por inspección se podía notar que el motor necesitaba activar una carga, pero no tenía la fuerza suficiente para hacerlo, ya que Necesitaba dársele un pequeño impulso a la espira del ventilador para que arrancara, hecho por el cual se hicieron revisiones y se encontraron problemas con el condensador de arranque, todo ello debido a que anteriormente se había cambiado el original por un semejante pero no de las mismas características, por ello se procedió a cambiarlo, lo cual solucionó el inconveniente.

ESTIMULADOR NEOFETAL: Realización de un estimulador fetal basado en una alarma o zumbador. El elemento realizado era con el fin de producir un sonido cuando era oprimido un pulsador, dentro de una caja pequeña especial se instaló el zumbador y se conectó a un cable de distancia suficiente para que la persona realizara el procedimiento cuando fuere necesario.

El diseño del estimulador consta de un zumbador, un led, un pulsador, cable y una pequeña fuente de 12v.

Figura 8. Diagrama Diseño Estimulador Neofetal.



En el diseño del estimulador neonatal no fue necesaria la realización de manual operativo, o de los planos del mismo, ya que el funcionamiento es demasiado sencillo y no se hizo requerimiento de los mismos por parte del personal de mantenimiento encargado.

LÁMPARA CIELÍTICA: Este equipo es perteneciente a una sala de cirugía de quirófanos, el cual estaba instalado en la misma, pero que se encontraba trabajando de forma directa conectada a un switch de pared y funcionaba como cualquier lámpara normal sin cambio a su lámpara de respaldo cuando era necesario (al quemarse la halógena principal) y tampoco funcionaba el cambio de intensidad luminosa; al revisar la misma, se encontró que presentaba inconvenientes en las conexiones, o sea que estaban cambiadas, además se hizo cambio de lámpara halógena por una de mayor potencia, ya que las especificaciones del fabricante lo exigen claramente; también se hizo la adaptación de un reóstato con el cual se obtuvo saturar en determinado momento un transistor que permitía el accionar de un relevo o contactor para intercambiar la lámpara principal a la de respaldo. También se hizo la calibración de los voltajes necesarios para el trabajo de la lámpara por medio del ajuste de un potenciómetro de precisión.

Por lo demás se hizo una limpieza general al equipo, para entregarlo en las mejores condiciones, los cambios fueron registrados en la respectiva hoja de vida.

DESTILADOR: La destilación es un proceso que consiste en calentar una sustancia, normalmente un líquido, para que sus componentes más volátiles pasen a estado gaseoso o de vapor y a continuación volver esos componentes al estado líquido mediante condensación por enfriamiento.

La meta principal de la destilación es separar los distintos componentes de una mezcla aprovechando para ello sus distintos grados de volatilidad. Otra función de la destilación es separar los elementos volátiles de los no volátiles de una mezcla.

Este es un equipo perteneciente al laboratorio del Hospital, el cual presentaba fallas y no funcionamiento debido a que hubo fugas en los respectivos filtros de desionización y destilación, ya que a la hora de sacar agua destilada se encontraron restos de elementos del filtro entre otros.

El trabajo realizado fue el de mantenimiento correctivo, se desarmó el equipo casi por completo se hizo mantenimiento de la caldera, sensores, tubería en general, por supuesto, se hizo un proceso de reactivación de los filtros y cambio de los empaques que se habían averiado debido al mal funcionamiento y a la presión que se ejerció en determinado momento; además se reactivaron los filtros de DESIONIZACIÓN los cuales habían estado suspendidos.

Al corregir fallas se pudo reestablecer el uso del equipo de laboratorio.

Aunque las labores realizadas se remitieron a hacer corrección de fallas o hacer mantenimiento correctivo, si se hicieron algunas recomendaciones personales acerca de algunos equipos en los que el mantenimiento preventivo debía hacerse de manera más periódica.

5. OTRAS ACTIVIDADES

Realización de manuales operativos en diferentes áreas que se dispuso por parte de los encargados del Área de mantenimiento del HUDN, entre los cuales se trabajaron los siguientes equipos:

- EQUIPO DE ANESTESIA SULLA 800E
- HUMIDIFICADOR FISHER & PAYKEL MR410
- BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA FLO-GARD 6301
- ASPIRADOR ORDISI
- COMPRESOR Y BOMBA DE VACÍO THOMAS 1240
- ELECTROCARDIOGRAFO IE21, CARDIOVIT AT-1
- EQUIPO DE ELECTRO CIRUGÍA MEDITOM HM-9307940
- GENERADOR ELECTROQUIRURGICO FORCE 1C
- ANALIZADOR DE OXIGENO OXIMAC OMZ
- UNIDAD DE TRACCIÓN TX
- BAÑO SEROLOGICO LAB-LINE

Los manuales operativos se presentan en los anexos de este documento; La idea primordial de estos manuales es el de contribuir con el trabajo con el que cuenta el HUDN encaminado a la acreditación, además de cumplir con los objetivos planteados en el proyecto de pasantía.

6. CONCLUSIONES

- La realización de mantenimiento a equipo biomédico, el seguimiento de estándares de solicitud además de la organización de las hoja de vida respectivas, permiten llevar un correcto control de los procedimientos y servicios prestados en mantenimiento, con el fin de mejorar las evaluaciones en los casos pertinentes.
- Interactuar con personal calificado en las actividades de mantenimiento de equipo biomédico afianza los conocimientos ya adquiridos, además, conocer ambientes y personal como equipo de trabajo es importante para posteriores proyectos de vida.
- La realización de mantenimiento tanto preventivo como correctivo debe hacerse de manera coordinada y programada, ya que esto permite hacer una mejor gestión y llevar un correcto control de actividades.
- La automatización de procesos es una herramienta de gran importancia en el campo electrónico en general, ya que permite establecer nuevas expectativas en el cambio de tecnología con el fin de facilitar procesos y manejo de los mismos.
- Es sumamente importante la contribución de entidades de tanta importancia como el Hospital Universitario Departamental de Nariño en la realización de trabajos de pasantía, para mejorar las expectativas de las personas que llegan a hacer parte del trabajo en la institución.

7. RECOMENDACIONES

- Compra e instalar unas nuevas resistencias del tanque calentador, ya que las actuales están presentando corrosión y como una de ellas tuvo que suspenderse por presentar corto, lo mismo puede acontecer con las demás.
- Hacer mantenimiento a todas las electroválvulas, ya que una de ellas tuvo que ser nuevamente rebobinada debido a fallas anteriores por sobrecalentamiento.
- Hacer mantenimiento de las trampas de agua, ya que presentan demasiada corrosión y restos de sedimento, lo cual produce fugas de vapor de la cámara, ello incide en los procesos de secado y en el indicador o manómetro de salida de vapor, aunque no incide en el proceso de esterilización.
- Hacer un mantenimiento preventivo en la autoclave, como la limpieza del calentador, las resistencias, las trampas de agua, lubricación de manómetros, electroválvulas, con determinada periodicidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

CORREA ASSMUS, Gustavo. Guía Práctica de Metodología para la Elaboración de Trabajos. Bogotá: Universidad Santo Tomas, 1982. 77p.

Guía Para La Elaboración Del Proyecto De Grado, mayo de 2005 Universidad de Nariño, Facultad de Ingeniería.

J. GUASH y otros técnicos de INSHT. Condiciones de trabajo en centros hospitalarios. Metodología de autoevaluación.1992.

_____ Esterilización Equipment. Central de Esterilización, Udono Limited. M-004 .Tokio-Japón, 1985.

MARON Calisaya Walter René. Ingeniería de Mantenimiento Hospitalario. Calidad de Vida, 2005.

Manual de autoclaves eléctricas y otras. HOSPITAL UNIVERSITARIO DEPARTAMENTAL DE NARIÑO. Sección Mantenimiento.

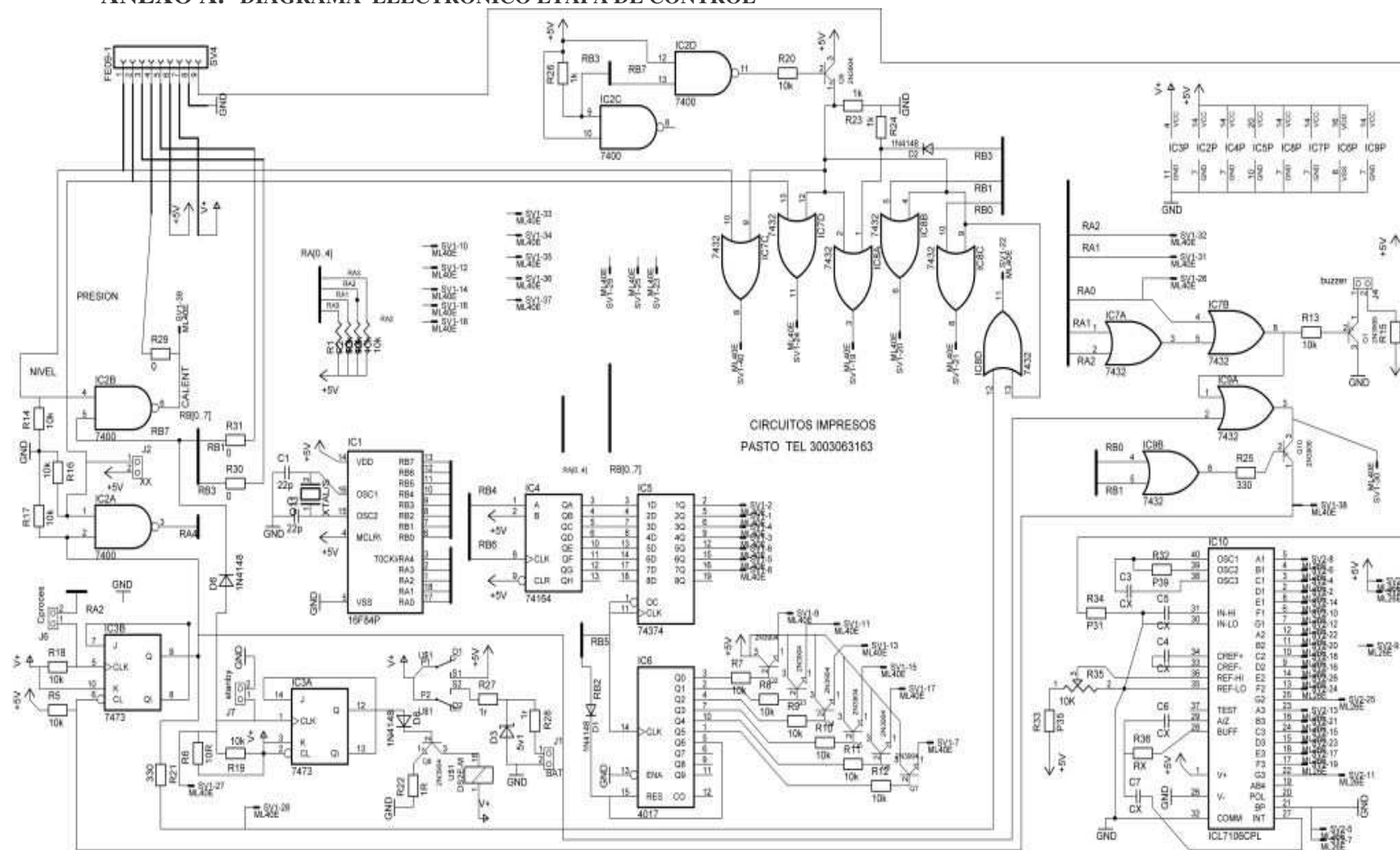
_____ Asociación Americana de Hospitales. Manual de Mantenimiento del Hospital.

_____ Asociación Americana de Hospitales. Manual de Seguridad en el Hospital.

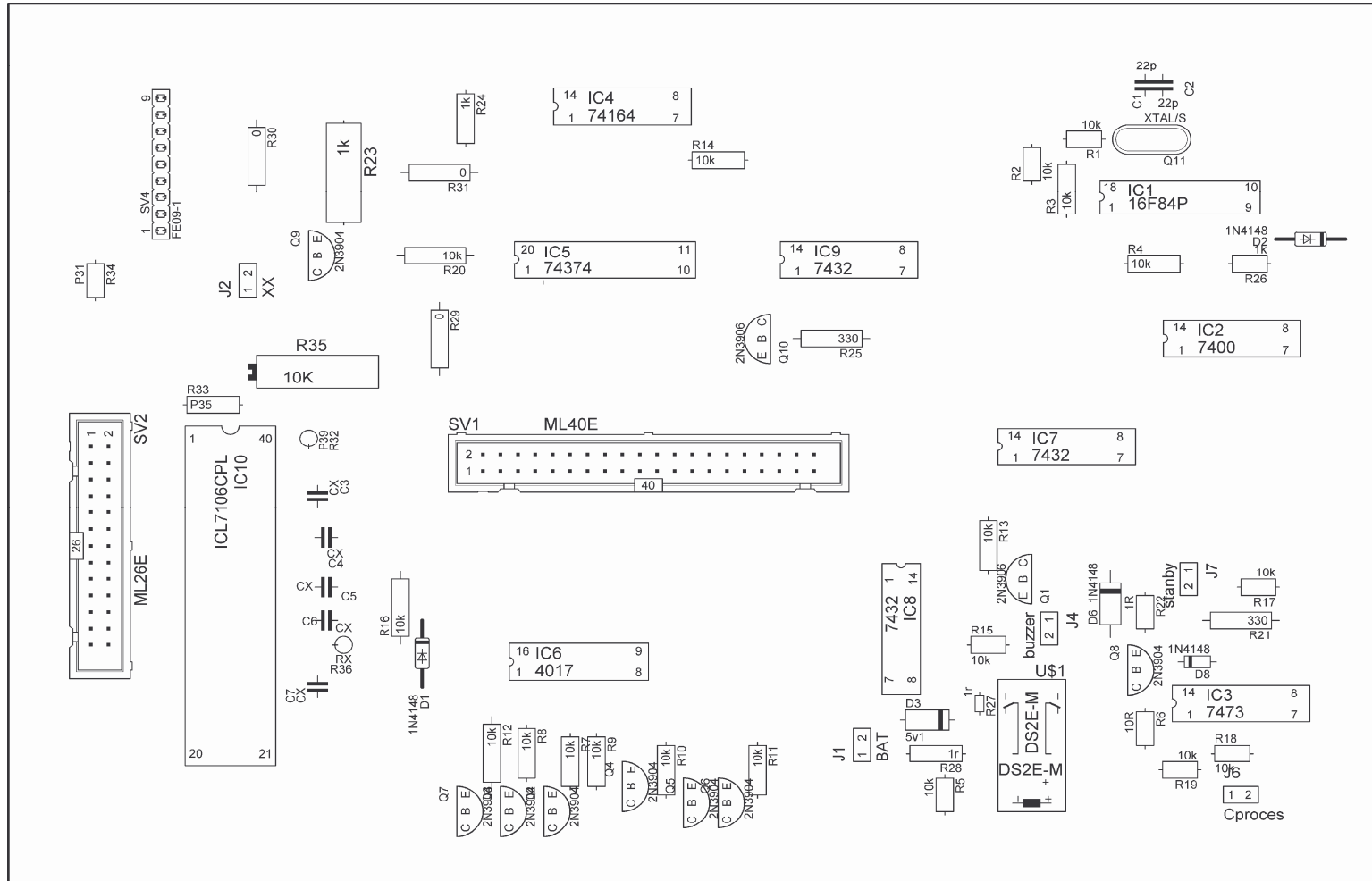
_____ Programación, Desarrollo y Mantenimiento de Establecimientos de Salud. Púb. Científica 441 – O.P.S. 1983.

ANEXOS

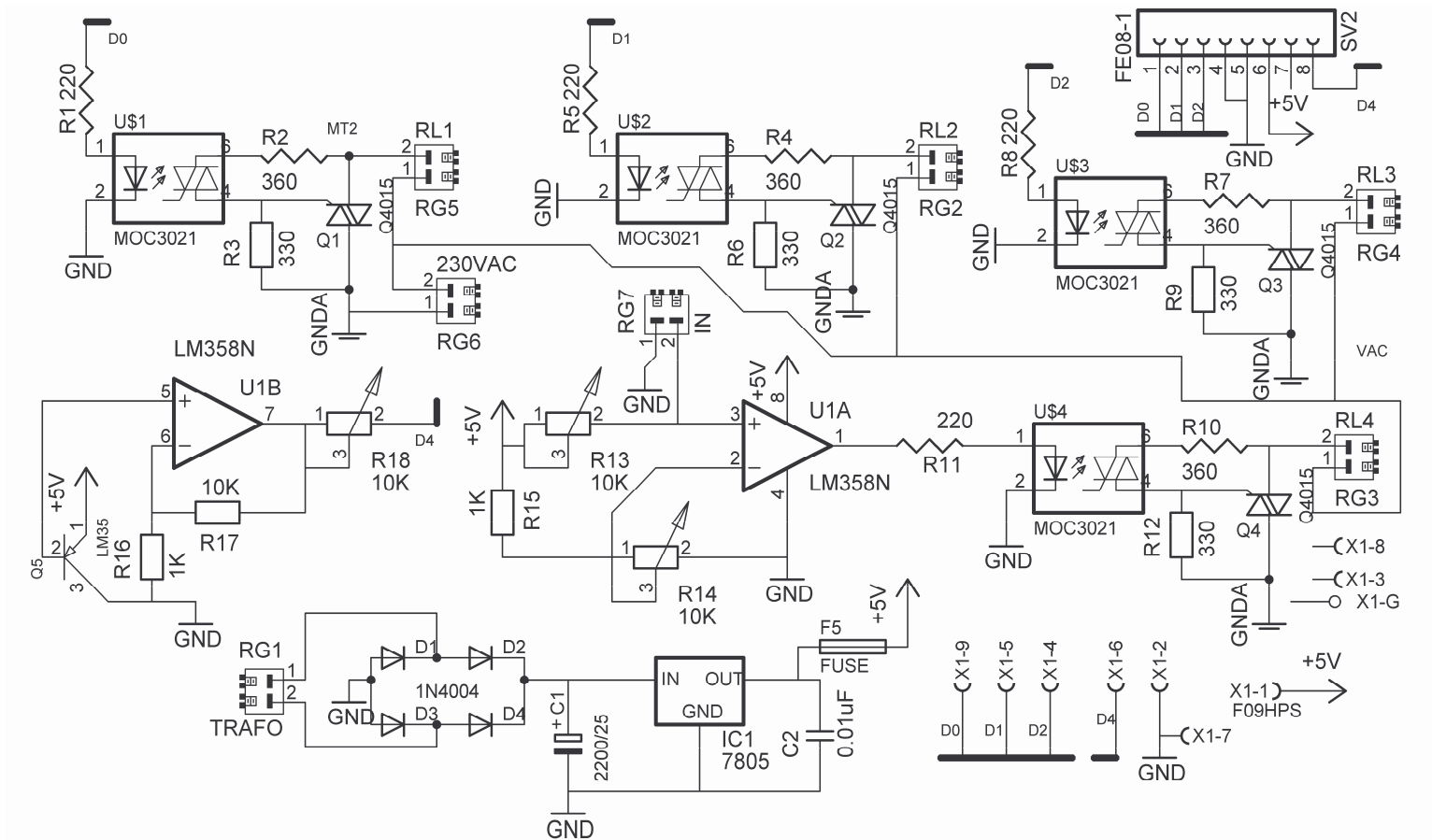
ANEXO A. DIAGRAMA ELECTRONICO ETAPA DE CONTROL



ANEXO B. DIAGRAMA DE ELEMENTOS ETAPA DE CONTROL



ANEXO C. Diagrama electrónico etapa de Potencia



ANEXO D. DIAGRAMA DE ELEMENTOS ETAPA DE POTENCIA

