

48,
2 ef



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"DISEÑO DE UN ESTERILIZADOR DE VAPOR
CON CONTROL MICROCOMPUTARIZADO
PARA USO HOSPITALARIO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

JESUS MANUEL DORADOR GONZALEZ



DIRECTOR DE TESIS:

ING. SAUL D. SANTILLAN GUTIERREZ

México, D. F.

1991.

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

1.- INTRODUCCION.	8
1.1 INTRODUCCION.	9
1.2 PRINCIPIOS DE ESTERILIZACION.	10
1.3 METODOS DE ESTERILIZACION.	12
-SELECCION DEL METODO DE ESTERILIZACION.	12
-VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DISTINTOS METODOS DE ESTERILIZACION.	13
-CONTROLES DE ESTERILIZACION.	16
2.- ANTECEDENTES.	17
2.1 LA ESTERILIZACION POR MEDIO DE VAPOR.	17
2.2 TENDENCIAS DE LOS EQUIPOS ACTUALES.	19
2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	29
3.- METODO DE DISEÑO.	35
3.1 INTRODUCCION.	36
3.2 PLANEACION DE ACTIVIDADES.	38
3.3 OBJETIVOS, ALCANCES Y ESPECIFICACIONES.	40
4.- ESTUDIO DEL PROBLEMA Y DISEÑO CONCEPTUAL.	42
4.1 INTRODUCCION.	43
4.2 PARAMETROS DE OPERACION.	43
4.3 DEFINICION DE ENTRADAS Y SALIDAS.	48
4.4 GENERACION DE ALTERNATIVAS.	50
4.5 EVALUACION DE ALTERNATIVAS.	55
5.- DISEÑO DE DETALLE.	63
5.1 INTRODUCCION.	64
5.2 DISEÑO DE DETALLE POR SISTEMAS.	65
-5.2.1 SISTEMA DE INTRODUCCION Y DIFUSION DEL VAPOR.	65
- SISTEMA DE INTRODUCCION.	65
- DISEÑO DE DETALLE DEL DIFUSOR.	69
-5.2.2 SISTEMA EXTRACTOR DE VAPOR Y AIRE.	72
- BOMBA DE VACIO DE ANILLO LIQUIDO.	73
- EYECTOR.	76
-5.2.3 GENERADOR DE VAPOR.	77
-5.2.4 VALVULA SOLENOIDE.	87
-5.2.5 TRAMPAS DE VAPOR.	88
-5.2.6 PIEZA PARA SENSORES.	89
-5.2.7 DISEÑO DE LA APARIENCIA DEL ESTERILIZADOR.	91
-LOCALIZACION DEL TABLERO.	94
5.3 DISEÑO DEL CONTROL ELECTRONICO.	98
6.- CONCLUSIONES.	112
7.- BIBLIOGRAFIA.	119

CAPITULO 1

INTRODUCCION

- 1.1 INTRODUCCION
- 1.2 PRINCIPIOS DE ESTERILIZACION
- 1.3 METODOS DE ESTERILIZACION
 - SELECCION DEL METODO DE ESTERILIZACION
 - VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DISTINTOS METODOS DE ESTERILIZACION
 - CONTROLES DE ESTERILIZACION

1.1 INTRODUCCION.

Es un hecho que antiguamente la infección hospitalaria adquirida era un problema muy serio. En la segunda mitad del Siglo XIX, el trabajo de pioneros en este campo fue realizado por Lister, Pasteur, Koch y sus colaboradores, iniciando así la lucha en contra de los microorganismos causantes de enfermedades.

Los investigadores que han estudiado el fenómeno de la destrucción termal de microorganismos han llegado a la conclusión de que la muerte de éstos ocurre como resultado de la desnaturalización de las proteínas que forman la célula microbial. Cuando está presente la humedad este proceso de coagulación tiene lugar a temperaturas relativamente bajas, pero cuando la humedad está ausente, se necesita una temperatura considerablemente más alta para la destrucción de los microbios.

Utilizando los resultados de las investigaciones de los citados científicos, se han desarrollado equipos especiales para realizar los procesos de eliminación de microorganismos.

1.2 PRINCIPIOS DE ESTERILIZACION¹

Por el término esterilización se entiende cualquier proceso por medio del cual todas las formas de vida de los microorganismos patógenos y apatógenos (bacterias, esporas, hongos y virus), contenidos en líquidos, en instrumentos y utensilios o dentro de varias sustancias, son completamente destruidos.

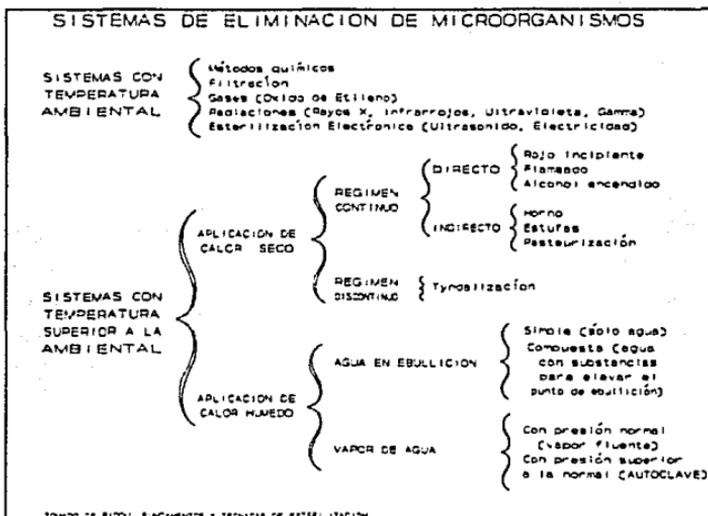
Además de la esterilización, existen otros métodos para eliminar microorganismos, los cuales no deben ser confundidos con la esterilización, estos métodos son la sanitización y la desinfección.

La sanitización es un proceso por el cual el número de microbios en utensilios es reducido a un nivel relativamente seguro, según es juzgado por los requerimientos de la salud pública. (menos de 100 organismos/4 pulgadas cuadradas de un utensilio sanitizado).

La desinfección es cualquier proceso, químico o físico, por medio del cual agentes patogénicos o microbios causantes de enfermedades son destruidos.

Los sistemas de eliminación de microorganismos se pueden clasificar de acuerdo a la figura de la página siguiente.

¹Tomado de: AMSCO, Principios de Esterilización.



Ilustr. 1 Clasificación de los métodos de eliminación de microorganismos.

1.3 METODOS PARA LOGRAR LA ESTERILIZACION:²

1. Esterilización con gas empleando óxido de etileno (EtO).
2. Ebullición en solución desinfectante. (Válida sólo como recurso provisional).
3. Autoclave de vapor a presión de 120 a 134 C.
4. Aire caliente a 180 C (Para jeringas, cánulas u objetos de cristal)
5. Esterilización por rayos catódicos (rayos beta y gamma) para uso farmacéutico y para material médico desechable.

SELECCION DEL METODO DE ESTERILIZACION.

Se deben emplear los distintos sistemas, en las condiciones que cada uno de ellos requiere. Tanto el método de vapor de agua, como el de calor seco, hay que utilizarlos a las temperaturas y tiempos de esterilización correspondiente al tipo de material que se va a esterilizar. El sistema de agua en ebullición podrá utilizarse sólo como técnica de desinfección de emergencia, con los riesgos que ello implica.

²Tomado de AMSCO, Principios de Esterilización.

**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DISTINTOS METODOS
DE ESTERILIZACION.**

ESTERILIZACION POR MEDIO DE VAPOR

VENTAJAS:

- Calentamiento y penetración rápida de los textiles.
- Destrucción de las esporas bacteriales más resistentes en breves intervalos de exposición.
- Control fácil de calidad y letalidad para varios materiales y artículos.
- No hay residuos tóxicos en los materiales después del proceso de esterilización.
- Es el agente esterilizador más económico.
- Calor húmedo en la forma de vapor saturado bajo presión, es el medio más confiable conocido para la destrucción de la vida de los microbios.

DESVENTAJAS:

- Eliminación incompleta del aire del esterilizador, previniendo la esterilización. El aire es un oponente inflexible para la difusión y expansión del vapor.
- Posible sobrecalentamiento del vapor con poder microbicida disminuido, si el esterilizador es usado incorrectamente.
- Método inadecuado de esterilización de aceites anhídricos, grasas y polvos.
- Inadecuado para materiales sensibles a calor y/o a humedad.
- Tiene efecto corrosivo para los instrumentos filosos y para las superficies de vidrio sin pulir.

ESTERILIZACION POR MEDIO DE CALOR SECO

VENTAJAS:

- Pueda ser utilizado donde el contacto directo del material o sustancias con el vapor saturado es impráctico.
- Es adecuado para esterilizar instrumentos de filo agudo, agujas y jeringas, puesto que no tiene efecto corrosivo en los instrumentos filosos.
- El calor seco no desgasta el vidrio esmerilado de la superficie de las jeringas.
- El calor seco puede esterilizar anhídricos, aceites, grasas y polvos.

DESVENTAJAS:

- El aire caliente es difícil de controlar dentro de límites angostos, excepto en un esterilizador diseñado especialmente.
- El aire caliente penetra los materiales lentamente y no lo hace en forma uniforme.
- Es completamente inadecuado para esterilizar telas y artículos de hule.
- Los objetos de esmalte se agrietan por este método.
- Requiere de largos períodos de exposición para esterilizar adecuadamente.
- Las bacterias son resistentes al calor seco.

ESTERILIZACION POR MEDIO DE QUIMICOS

VENTAJAS:

-Es ideal para la mayoría de los artículos sensitivos al calor.

DESVENTAJAS:

-Es incapaz de destruir esporas bacteriales.

-Tiene efectos fisicoquímicos adversos en ciertos materiales.

-Las sustancias químicas son más adecuadas para desinfectar que para esterilizar.

ESTERILIZACION POR MEDIO DE ETO

VENTAJAS:

-Es adecuado para materiales sensitivos al calor y/o humedad.

-No es corrosivo, ni causa daños si se usa correctamente.

-Es un buen método para esterilizar vidrio, plástico, artículos de hule, madera o fibra.

-Penetración excelente en cavidades profundas.

DESVENTAJAS:

-El gas es caro.

-Requiere largos períodos de exposición.

-Por ser tóxico el gas, se requiere un tratamiento especial.

ESTERILIZACION POR MEDIO DE RADIACIONES

VENTAJAS:

- Se realiza una verdadera esterilización en frío.
- Atraviesan fácilmente las envolturas, por lo que el material empaquetador no ofrece impedimento.

DESVENTAJAS:

- Tiene un costo muy elevado.
- Hay varias limitaciones en cuanto a sustancias que no pueden ser esterilizadas por este medio.
- Para que resultara rentable, se necesitaría que fuera un proceso continuo en banda sin fin.

CONTROLES DE ESTERILIZACION

Existen diversos medios de control del proceso de esterilización:

- 1) Sustancias que se funden a temperaturas de esterilización.
- 2) Cintas de papel o cartón procesadas con sustancias químicas que, al llegar a determinadas temperaturas, cambian de color.
- 3) Tirillas impregnadas con microorganismos muy resistentes al calor, o tubos de ensaye con líquidos o sustancias contaminadas.

CAPITULO 2

ANTECEDENTES

- 2.1 LA ESTERILIZACION POR MEDIO DE VAPOR
- 2.2 TENDENCIAS DE LOS EQUIPOS ACTUALES
- 2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 LA ESTERILIZACION POR MEDIO DE VAPOR ³

El calor húmedo en la forma de vapor saturado bajo presión, es el medio más confiable conocido para la destrucción de todas las formas de vida microbial. El poder destructor de microbios está compuesto de dos factores, los cuales son esenciales: humedad y calor.

VAPOR SATURADO

Para poder comprender como trabaja el vapor en los procesos de esterilización, es necesario mencionar que el vapor saturado es vapor de agua que se encuentra cerca de su temperatura de condensación.

COMO SE REALIZA LA ESTERILIZACION POR MEDIO DE VAPOR

La esterilización por medio de vapor como se lleva normalmente a cabo en el esterilizador, es producto de calor más humedad, en la cual, el factor humedad juega una parte sumamente importante.

El vapor posee la propiedad de poder calentar materiales, y de penetrar substancias porosas por el relativamente rápido proceso de la condensación, opuestamente al proceso muy lento de la absorción de calor como en el caso del aire caliente o cualquier otro gas usado como el medio de calentamiento. Si el vapor puede penetrar en cualquier masa de materiales tales como batas, sábanas, toallas u otros artículos porosos, calentará la masa por medio de condensación y dejará la humedad finamente dispersa, lo cual se requiere para la esterilización.

³Tomado de AMSCO, Principios de Esterilización.

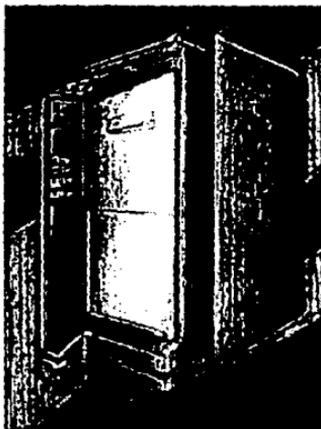
Todas las funciones de esterilización a vapor son basadas en la suposición que el vapor hará contacto con todas las superficies, así como en cada fibra, hebra o partícula de la substancia que está siendo esterilizada.

El mismo proceso de condensación y calentamiento se aplica a los instrumentos, utensilios u otros artículos en los cuales se va a realizar la esterilización de su superficie. Con estos objetos no hay penetración de vapor a través del material, el objeto es únicamente calentar y esterilizar la superficie. En este caso la superficie del metal (u otro material) frío, condensa el vapor hasta que el instrumento es calentado a la temperatura del vapor. A través de toda la esterilización las superficies del instrumento son bañadas con una abundancia de humedad, mucho más grande que en el caso de las telas, lo cual facilita la esterilización. Por el rápido efecto de calentamiento y la abundancia de humedad, llega a ser posible recomendar un período de exposición más corto para instrumentos que para telas o textiles, los cuales requieren mayor tiempo para la penetración.

2.2 TENDENCIAS DE LOS EQUIPOS ACTUALES

En el mercado internacional se muestran tendencias muy marcadas en el diseño de los autoclaves, entre estas tendencias se notan primordialmente las siguientes:

- Operación automatizada mediante el empleo de controles basados en microprocesador.
- Uso de indicadores analógico-digitales.
- Apariencia moderna.
- Versatilidad en el número de ciclos disponibles, con rutina de operación programada previamente.
- La puerta de volante está siendo sustituida por la puerta deslizable.



Ilustr. 2 Apariencia propuesta para el nuevo esterilizador.

A continuación se presentan algunas de las características de los equipos comerciales que actualmente tienen mayor aceptación en el mercado internacional.⁴

Marca: CASTLE

Fabricante: MDT

País de origen: U.S.A.

Características:

Tamaño de la cámara:
16"x16"x26"

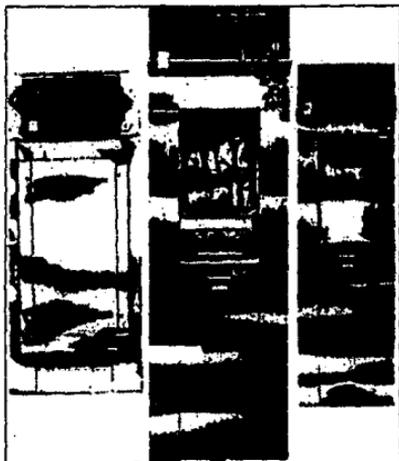
Tipo de puerta: Deslizable

Tipo de control:
Microcontrolador

Graficador: Opcional

Indicadores: Digitales

Ciclos de esterilización: 3 (5
opcional)



Ilustr. 3 Esterilizador Castle.

Localización del tablero: Opcional: Vertical lateral, horizontal superior o separado hasta 50 pies.

⁴Datos tomados de los catálogos comerciales de las distintas marcas.

Marca: BARNSTEAD

Fabricante: MUELLER

País de origen: U.S.A.

Características:

Tamaño de la cámara: 20"x20"x38"; 16"x16"x26"

Tipo de puerta: Deslizable, con opción a puerta doble.

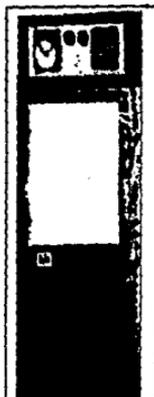
Tipo de control: Microcontrolador

Graficador: Opcional

Indicadores: Analógicos

Ciclos de esterilización: 3 ciclos (5 opcional)

Localización del tablero: Horizontal en la parte superior.



Ilustr. 4

Marca: VALIDATOR

Fabricante: PELTON & CRANE Co.

País de origen: U.S.A.

Características: AUTOCLAVE DE MESA

Tamaño de la cámara: 20"x20"x38"

Tipo de puerta: Tipo compuerta, bisagra del lado derecho.

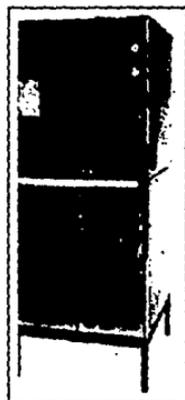
Tipo de control: Microcontrolador

Graficador: No tiene.

Indicadores: Digitales

Ciclos de esterilización: 4 ciclos

Localización del tablero: Vertical del lado derecho.



Ilustr. 5

Marca: GETINGE SERIE 4200

Fabricante: ELECTROLUX

País de origen: SUECIA

Características: Tamaño de la cámara: 26"x26"x26";
26"x26"x39";26"x26"x49"

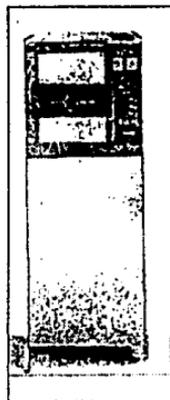
Tipo de puerta: Deslizable vertical

Tipo de control: Microcontrolador

Graficador: Opcional

Indicadores: Digitales, con opción a analógicos

Ciclos de esterilización: 5 ciclos, más uno
opcional.



Ilustr. 6

Localización del tablero: Horizontal en la parte superior

Marca: GETINGE SERIE 66

Fabricante: ELECTROLUX

País de origen: SUECIA

Características:

Tamaño de la cámara: 660x660x660 mm; 660x660x920
mm; 660x660x1250 mm; 660x660x1700 mm.

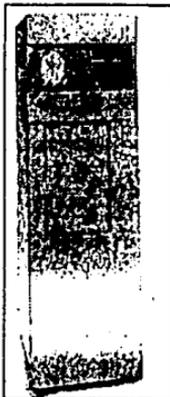
Tipo de puerta: Deslizable vertical

Tipo de control: Microcontrolador

Graficador: Incluido como parte del equipo.

Indicadores: Analógico-Digitales

Ciclos de esterilización: Programables.



Ilustr. 7

Localización del tablero: Horizontal, parte superior.

Marca: 21th. CENTURY

Fabricante: VERNITROM MEDICAL

País de origen: U.S.A.

Características:

Tamaño de la cámara: 16"x26"x26"; 26"x26"x26";
26"x26"x41"

Tipo de puerta: Deslizable vertical con motor.

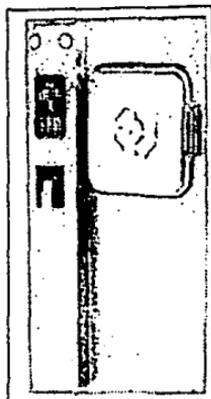
Tipo de control: Microcontrolador

Graficador: Opcional

Indicadores: Analógicos

Ciclos de esterilización: 4 ciclos mas uno
opcional

Localización del tablero: Horizontal, parte superior.



Ilustr. 8

Marca: ENTERPRISE

Fabricante: ENTERPRISE

País de origen: U.S.A.

Características:

Tamaño de la cámara: 16"x16"x26"; 20"x20"x40"

Tipo de puerta: Deslizable

Tipo de control: Microprocesador

Graficador: Incluido como parte del equipo.

Indicadores: Digital

Ciclos de esterilización: 3 ciclos con opción a programar.

Localización del tablero: Lateral derecho

Marca: SAKURA

Fabricante: SAKURA

País de origen: JAPON

Características:

Tamaño de la cámara: 50°
500x90 mm; 660x660x650
mm; 660x660x900 mm; 660x660x1100 mm.

Tipo de puerta: Cierre por bisagra con brazos
radiales o puerta deslizante (motor opcional).

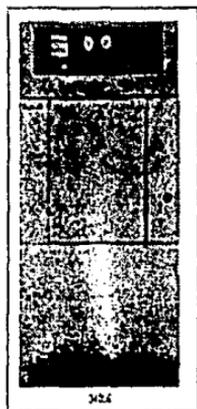
Tipo de control: Microcontrolador

Graficador: Opcional

Indicadores: Analógicos y digitales

Ciclos de esterilización: 4 ciclos mas uno opcional

Localización del tablero: Horizontal, parte superior.



Ilustr. 9



Ilustr. 10
Esterilizadores Sakura.

Marca: WEBECO

Fabricante: WALTHER DAMM

País de origen: ALEMANIA

Características:

Tamaño de la cámara: 70x65x69; 70x65x99;
70x65x132 (cm)

Tipo de puerta: Deslizable

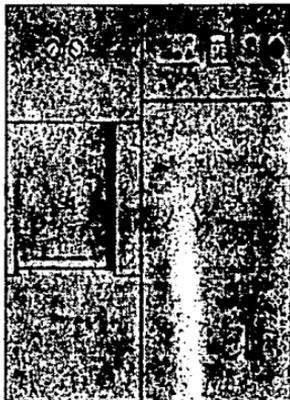
Tipo de control: Microprocesador

Graficador: Opcional

Indicadores: Analógico-Digitales

Ciclos de esterilización: 3 ciclos, se
pueden programar más.

Localización del tablero: Parte superior.



Ilustr. 11 Esterilizador Webeco.



Ilustr. 12
Esterilizador Webeco.

Marca: EAGLE 3000

Fabricante: AMSCO

País de origen: U.S.A.

Características:

Tamaño de la cámara: 16"x16"x26";
20"x20"x38"

Tipo de puerta: Cierre por bisagra con
brazos radiales.

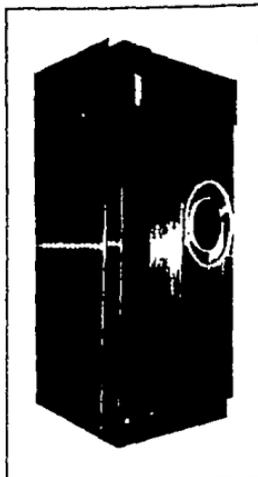
Tipo de control: Microprocesador.

Graficador: Incluido como parte del
equipo.

Indicadores: Analógico-Digitales.

Ciclos de esterilización: 4 Ciclos, se
pueden reprogramar.

Localización del tablero: Vertical, lado
izquierdo.

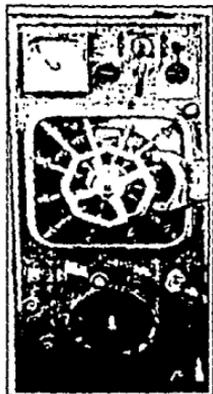


Ilustr. 13
Esterilizador
EAGLE 3000.



Ilustr. 14 Esterilizadores Century.

ESTERILIZADORES NACIONALES.



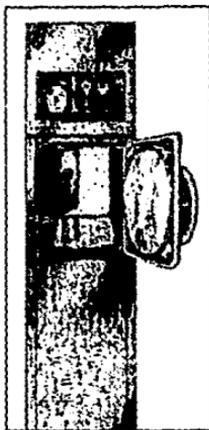
Ilustr. 15
Esterilizador
GMP.



Ilustr. 16
Esterilizador
TECSA



Ilustr. 17 Esterilizadores de
MISA



Ilustr. 18
Esterilizador
IESA



Ilustr. 19
Esterilizador
EBP.

2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La línea de equipos que maneja actualmente la empresa Médica Industrial, S.A. tiene gran aceptación, y la empresa tiene buen prestigio, sus productos están presentes en muchas instalaciones del ramo hospitalario y químico-farmacéutico, las principales razones de ésto son la robustez y la confiabilidad en la operación de los esterilizadores de vapor, así como el precio, el cual es muy bajo en comparación con los equipos extranjeros.

Sin embargo, el equipo comercializado actualmente presenta algunas limitantes en cuanto a sus características de relación con el usuario, uso de materiales, ensamble y operación, algunas de estas limitantes se presentan a continuación.

RELACIÓN CON EL USUARIO.

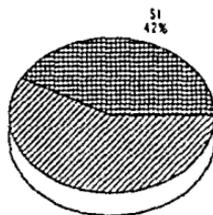
-La altura del tablero de control obliga una operación incómoda para la operación del mismo, además por la altura del equipo, las señales quedan fuera del campo visual del usuario.

-El tablero de control no muestra al usuario la información exacta durante la ejecución del ciclo de esterilización.

-Existen superficies calientes de alta probabilidad de contacto con el usuario, debidas al tipo de abertura de la puerta y a la bisagra.

-Presentan una apariencia anticuada.

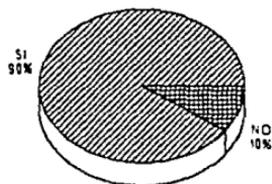
ENCUESTA OPERARIOS
TABLERO DE CONTROL



HA CONFUNDIDO LA PRESION A
LA CUAL SE VA A ESTERILIZAR

Ilustr. 20 Resultados de las encuestas a usuarios en hospitales del D.F.

ENCUESTA OPERARIOS
PUERTA AUTOCLAVE

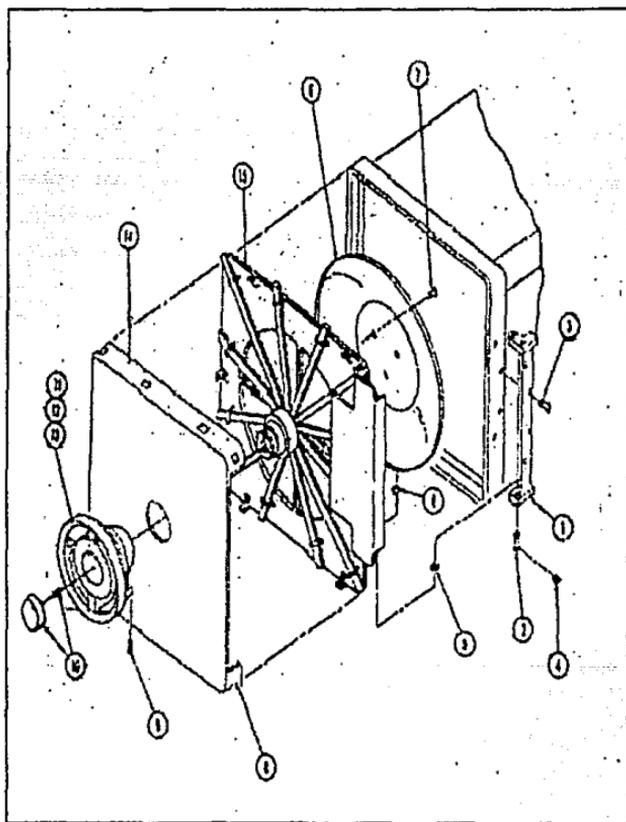


SE CALIENTA LA PARTE EXTERIOR
DEL AUTOCLAVE

Ilustr. 21

MATERIALES.

-El mecanismo de sellado de la puerta requiere de empleo excesivo de material, tanto en la puerta como en la cámara, además los brazos del mecanismo de cierre se deterioran en el punto de contacto con la ceja de la cámara.

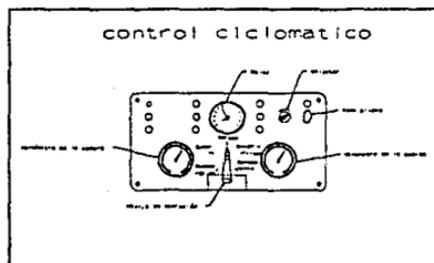


Ilustr. 22 Despiece de la puerta de bisagra.

OPERACIÓN.

-El control electromecánico condiciona el uso de la válvula de distribución con operación mecánica, limitando la posición de muchos accesorios y la tubería. Esta válvula de distribución es importada, por lo cual se presenta dependencia con el extranjero.

-Se requiere dejar "un tiempo" al final de cada ciclo la puerta "entreabierta" para poder acceder la carga, para evitar quemaduras causadas por el vapor que queda en la cámara.



Ilustr. 23 Control Ciclomático.

ENSAMBLE.

-El peso de la puerta provoca problemas en el montaje, ajuste y operación de las bisagras y brazos. -La bisagra de la puerta causa dificultad en el ajuste del sello al abrir y cerrar.

-Existen partes de ensamble complicado, como son la válvula de distribución y el conjunto de la puerta.



Ilustr. 24 Resultado de Encuestas.

DEPENDENCIA TECNOLÓGICA.

-Los equipos actuales están fabricados con base en los equipos fabricados por AMSCO, USA.

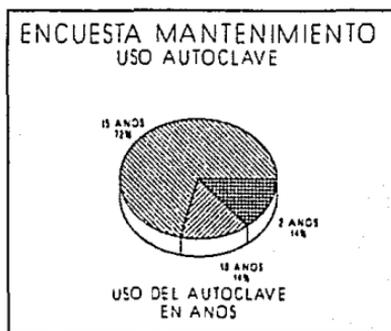
-Existen partes muy importantes de los equipos, como son la válvula de distribución y el control, ya sea ciclomatic o vacamatic, que se importan directamente de AMSCO, USA.

ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA.

La empresa Médica Industrial, S.A. decidió que para poder seguir siendo líder en el mercado nacional, deberá ser autosuficiente en el aspecto tecnológico, puesto que debido a la apertura al mercado internacional, se permitirá más fácilmente la entrada de equipos extranjeros, los cuales representarán una fuerte competencia contra sus equipos, a pesar de la ventaja en los precios con respecto a los esterilizadores extranjeros.

En cuanto a la competencia nacional, la mayoría de las empresas que fabrican este tipo de equipos, son empresas pequeñas que han utilizado la misma forma de fabricación y técnicas de Médica Industrial. Los precios que ofrecen son algo menores, pero muchas veces las cualidades de estos equipos son también menores, pero aún así estos equipos empiezan a ser una competencia importante.

El principal cliente de Médica Industrial, lo constituye el Sector Salud, debido a la experiencia que tiene utilizando equipos fabricados por la empresa, los cuales son capaces de trabajar con bajo mantenimiento y a bajo costo. Las enfermeras (que son quienes principalmente emplean estos equipos) están muy familiarizadas con el manejo de estos equipos, ya que todos, no importando su antigüedad se manejan de la misma manera.



Ilustr. 25 Resultado de Encuestas.

CAPITULO 3

METODO DE DISEÑO

- 3.1 INTRODUCCION
- 3.2 PLANEACION DE ACTIVIDADES
- 3.3 OBJETIVOS, ALCANCES Y
ESPECIFICACIONES

3.1 INTRODUCCIÓN.

Cuando se va a realizar cualquier actividad, siempre es necesario realizar un plan de acción, para poder llegar más fácilmente al cumplimiento de los objetivos. Si uno de estos objetivos no se cumple, hay que revisar el camino seguido y así encontrar en dónde hubo desviación.

Cuando se realiza un diseño, es muy importante tener un plan muy bien definido, puesto que están involucradas actividades un tanto complejas, y es muy fácil incurrir en errores cuando éstas no se van cumpliendo cabalmente. Este plan es muy similar en todos los procesos de diseño, por lo cual se le puede considerar como un método de diseño. Los distintos autores presentan distintos métodos de diseño, pero en esencia son iguales.

Uno de estos autores que nos presenta el método de diseño es Asimow⁵, que nos indica un orden de actividades:

1. Estudio de Factibilidad.
 - 1.1 Análisis de necesidades.
 - 1.2 Identificación del sistema.
 - 1.3 Conceptos de Diseño.
 - 1.4 Análisis Físico.
 - 1.5 Análisis Económico.
 - 1.6 Análisis Financiero.

⁵Asimow, Introducción al proyecto.

2. Diseño Preliminar.

- 2.1 Selección del concepto de diseño.
- 2.2 Formulación de modelos matemáticos.
- 2.3 Análisis de sensibilidad.
- 2.4 Análisis de compatibilidad.
- 2.5 Análisis de estabilidad.
- 2.6 Optimización
- 2.7 Proyección en el futuro.
- 2.8 Pronóstico del funcionamiento del sistema.
- 2.9 Pruebas a un modelo.
- 2.10 Simplificaciones.

3. Diseño de Detalle.

- 3.1 Preparación para diseñar.
- 3.2 Descripción de subsistemas.
- 3.3 Descripción de componentes.
- 3.4 Descripción de partes.
- 3.5 Dibujos de ensamble.
- 3.6 Construcción experimental.
- 3.7 Programa de pruebas al producto.
- 3.8 Análisis y predicciones.
- 3.9 Rediseño.

El método de diseño no debe de tomarse como si fuera una receta, puesto que es flexible, y se debe ir adecuando a las necesidades y problemas que se vayan presentando en el avance del diseño. Además de esto, el proceso de diseño no es lineal, sino que se deben realizar retroalimentaciones en todo momento, para no perder el objetivo inicial, el cual debe estar definido.

Al planear las actividades de acuerdo al método de diseño, se debe tomar en cuenta si lo que se desea es un diseño original, o un rediseño. Además se debe considerar si lo que se está diseñando será un objeto o máquina únicos, o si se desea el diseño de un producto.

3.2 PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES.

Para realizar la planeación, se tomó en cuenta que las actividades a realizar son básicamente encaminadas al rediseño de un equipo que ya funciona actualmente, y con buena confiabilidad. También se tomó en cuenta que este equipo será un producto, por lo que se realizará un diseño de producto.

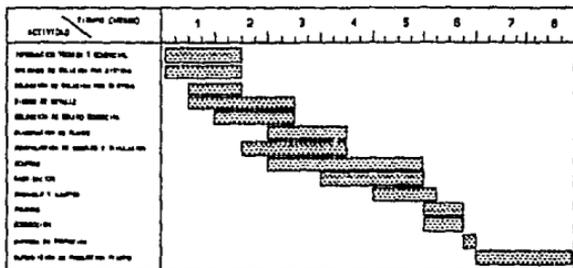
Como se mencionó anteriormente, el proceso de diseño no es rígido, por lo tanto, no se pueda realizar un pronóstico exacto, pero sí una aproximación a lo que se supone serán los tiempos que se lleve cada actividad. Teniendo esto en cuenta, se realizó la planeación de actividades que se muestra.



CALENDARIO DE ACTIVIDADES

PROYECTO: ESTERILIZADOR DE OPERACION AUTOMATIZADA

PATROCINADOR: MEDICA INDUSTRIAL, S.A.



Ilustr. 26 Planeación de actividades.

3.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS, ALCANCES Y ESPECIFICACIONES.

Después de haber analizado las necesidades de la empresa, del usuario y del mercado, se decidió realizar un diseño de un esterilizador por vapor para uso hospitalario, el cual contaría con las características siguientes:

- a) Control microcomputarizado.
- b) 5 ciclos de operación programados.
- c) 1 Ciclo de esterilización programable por el usuario.
- d) Control por microprocesador.
- e) Variación de ± 1 C en la temperatura de la cámara.
- f) Graficador de presión o temperatura como equipo opcional.
- g) Autodiagnóstico de falla.
- h) Puerta deslizable vertical.
- i) Control de vacío en la cámara para agilizar los ciclos.
- j) Tamaño de la cámara 20x20x40 pulgadas.

Como se mencionó anteriormente, el proceso de diseño no es lineal ni estricto, por lo que, al avanzar en el desarrollo del proyecto, se decidió hacer algunos cambios a los objetivos iniciales del proyecto, los cuales son:

a) Contará con 8 ciclos programados y uno programable por el usuario.

b) Será un equipo modular, es decir, podrá incluirse como equipo opcional un sistema para recirculación de agua, podrá ser alimentado de la línea de vapor del hospital o contar con su generador de vapor propio.

c) Según las necesidades del comprador, podrá ser con puerta deslizable o con puerta de bisagras.

Primeramente, se había propuesto realizar un prototipo que reuniera todos los módulos, es decir, el más complejo, pero por un acuerdo con la empresa, se decidió la realización de dos prototipos, el primero tendría por objeto probar el funcionamiento del control microcomputarizado y la eficiencia de la nueva distribución de tuberías. El segundo prototipo contará ya con todas las nuevas propuestas, como son la de la puerta deslizable, el nuevo diseño de la cámara, apariencia, etc.

Los resultados a entregar al finalizar el proyecto serán los siguientes:

- a) Primer prototipo para pruebas.
- b) Segundo prototipo del equipo operacional.
- c) Manual de mantenimiento.
- d) Manual de operación.
- e) Planos de fabricación.
- f) Lista de materiales y equipo comercial.
- g) Lista de proveedores.

CAPITULO 4

ESTUDIO DEL PROBLEMA Y DISEÑO CONCEPTUAL

- 4.1 INTRODUCCION
- 4.2 PARAMETROS DE OPERACION
- 4.3 DEFINICION DE ENTRADAS Y SALIDAS
- 4.4 GENERACION DE ALTERNATIVAS
- 4.5 EVALUACION DE ALTERNATIVAS
- 4.6 SELECCION DE ALTERNATIVAS
- 4.7 CONFIGURACION DE LA SOLUCION

4.1 INTRODUCCIÓN.

El diseño conceptual es la etapa dentro del proceso de diseño en la cual se buscan opciones de solución para cada una de las funciones que deberá desempeñar el equipo, y donde se hace la selección de alternativas, para poder configurar una solución al problema planteado.

La selección de esta solución se hace considerando criterios como funcionalidad, costos, tiempos, interacción con el medio, etc.

El punto de partida para la generación de alternativas y toma de decisiones, es la frontera del sistema, puesto que esta es la variable que afecta a todas o a la mayoría de las demás.

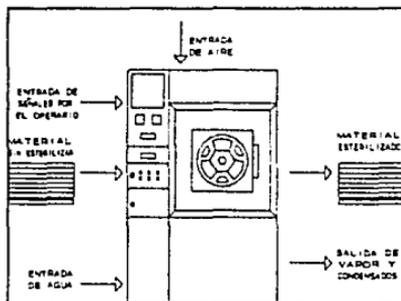
En el presente caso, la frontera del sistema está en función de la presión, la temperatura, la humedad y el tiempo de exposición de la carga, todos estos factores se presentan en las operaciones necesarias para la esterilización por medio de vapor.

4.2 PARÁMETROS DE OPERACIÓN.

Los parámetros de operación dan el punto de partida para lo que se desea hacer, en éste caso, el parámetro de operación más importante es el estado de la presión y la temperatura del vapor que se utiliza para la esterilización. Otro parámetro muy importante es el tiempo de exposición.

El proceso que se sigue para realizar un ciclo es el siguiente:

- Se abre la puerta del esterilizador.
- Se introduce el material a la cámara, bien acomodado.
- Se cierra la puerta del esterilizador.
- Se extrae el aire de la cámara.
- Se introduce el vapor saturado.
- La carga permanece a la temperatura y presión adecuadas para el esterilizado, dependiendo de los materiales.
- Se extrae el vapor de la cámara, haciendo vacío.
- Según el tipo de carga, permanece un tiempo al vacío para secarse.
- Se abre la puerta del esterilizador.
- Se retira el material ya esterilizado.
- Se puede proceder con otra carga para esterilizar.



Ilustr. 27 CICLO DE ESTERILIZACION

La siguiente tabla nos muestra los diferentes tiempos de exposición y temperaturas necesarios para asegurar una correcta esterilización.

TIEMPOS MINIMOS DE ESTERILIZACION

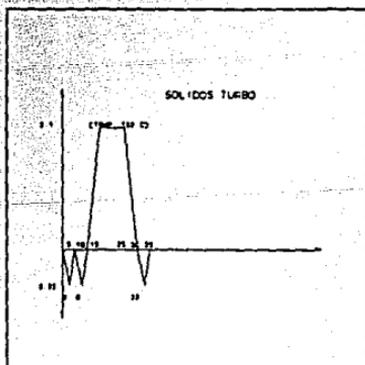
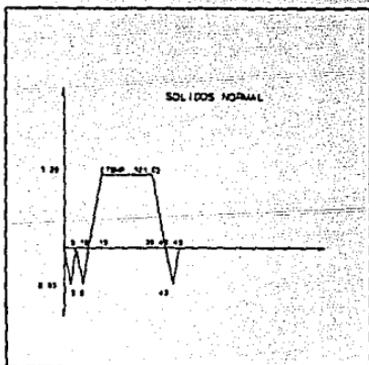
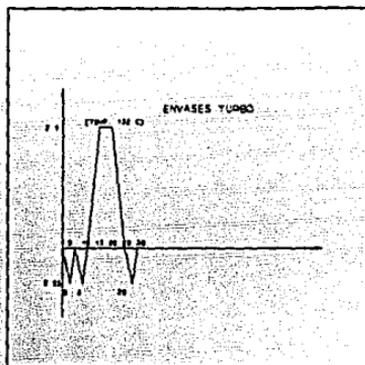
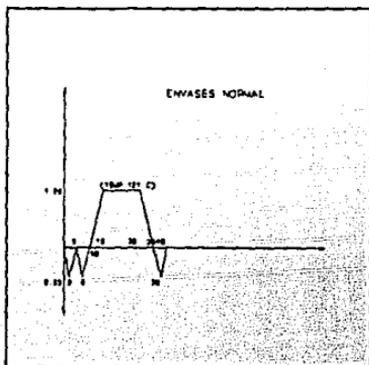
	121-123 C (minutos)	132 C (minutos)
AGUJAS, empacadas individualmente	30	15
AGUJAS, desenvueltas	15	3
CEPILLOS, envueltos individualmente	30	15
CRISTALERIA, vacia, boca abajo	15	3
CHAROLAS DE TRATAMIENTO envueltas en papel o muselina	30	15
GUANTES DE HULE, envueltos en papel o muselina	20	
INSTRUMENTOS, envueltos en muselina doble	30	15
INSTRUMENTOS DE METAL, desenvueltos	15	3
JERINGAS, sin ensamblar, desenvueltas	15	3
JERINGAS, sin ensamblar, empacadas	30	15
LIENZOS, paquete maximo de 30x30x50 cm. y peso max. 5.5 kg.	30	
SONDAS DE HULE, drenes, tubos, etc.	30	15

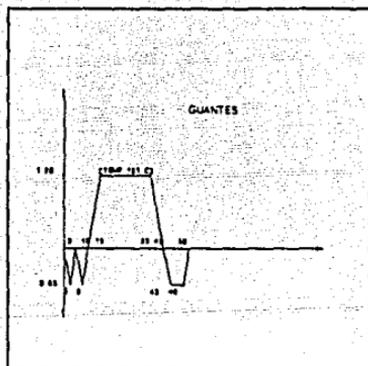
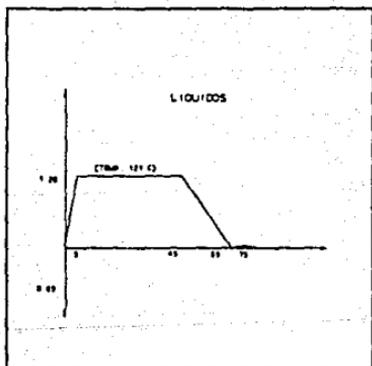
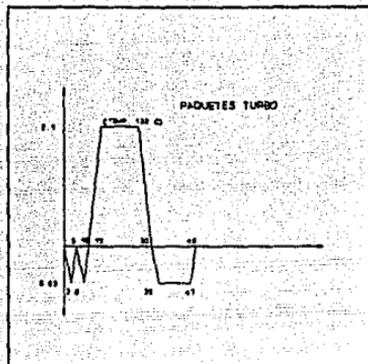
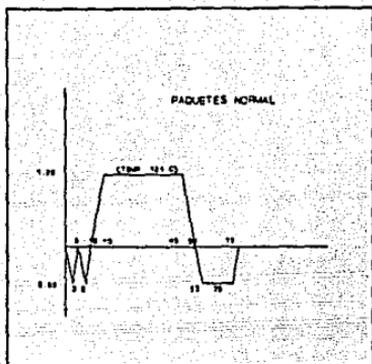
Ilustr. 28 Tabla de tiempos para esterilización.

Como se puede observar del diagrama típico de un ciclo que se presentó y de la tabla de tiempos de esterilización para los diversos materiales, el tiempo de exposición de una carga para su esterilización estará en función del tipo de material y de la temperatura del vapor, la cual puede ser de 121 C o de 132 C. Otro parámetro que varía es el tiempo de secado, puesto que no todos los materiales requieren del mismo tiempo para secarse, además de que éste está en función del tipo de equipo que se utiliza para extraer el vapor de la cámara.

En base a los datos de la tabla y a la rutina que se sigue para esterilizar materiales, se realizaron diagramas de los ciclos que se llevarán a cabo en el esterilizador.

Estos ciclos se presentan a continuación. Para diversos materiales se definieron ciclos "normal" y "turbo", dependiendo de la temperatura que se maneje, ésto se decidió de acuerdo con la Empresa Médica Industrial.

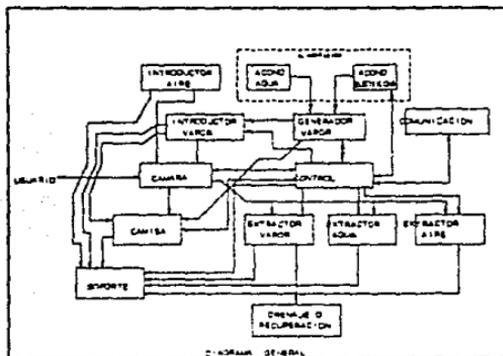




FIGURAS 29 A 36: Diagramas de los ciclos que se definieron para ser programados en el esterilizador.

4.3 DEFINICIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS.

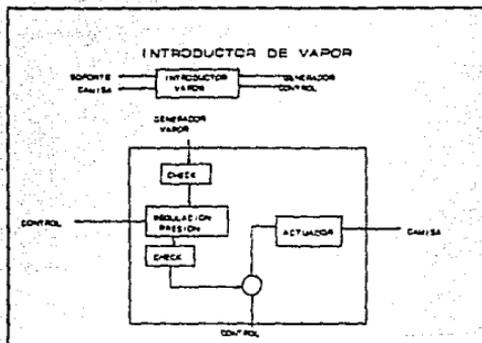
En base a los parámetros de operación, y haciendo un análisis por el método de los sistemas, se estableció un diagrama de bloques el cual se muestra en la siguiente figura.



Ilustr. 37 Diagrama General por Sistemas.

En este diagrama se muestran los diferentes sistemas que componen al esterilizador y la interacción que hay entre cada uno de ellos. A partir de este diagrama general, se hicieron diagramas para cada uno de los subsistemas, en donde aparecen las entradas y salidas para cada uno de ellos.

A partir de estos diagramas, en donde aparece el sistema simplemente como una "caja negra" a la cual le entran algunas variables y le salen otras, se hicieron diagramas para cada uno de los subsistemas existentes; a continuación se muestra uno de ellos.



Ilustr. 38 Sistema: Introducción de vapor

Partiendo de estos diagramas se realizaron tablas para visualizar los elementos necesarios para configurar los subsistemas, en las cuales se incluyeron las entradas, salidas y criterios a seguir para la selección de la configuración de cada uno de estos elementos. A continuación se muestra una parte de esta tabla.

SUBSISTEMA INTRODUCIDOR DE VAPOR		
<u>CHECK 1</u>		
ENTRADA	CRITERIOS	SALIDA
PRESION	SECTO	PRESION
TEMPERATURA	D. SPON. B. L. L. E	PRENSAS
DEBITO	VALV. P. W. B. P. D	PARTECLAS
DIAMETRO	SOLUCION	DEBITO
LUGAR	COND. P. L. D. D	DIAMETRO
PARTECLAS	COND. DE PRES. CHEE	
	MATERIALES	
	SOPOROS	
<u>REGULADOR DE PRESION</u>		
ENTRADA	CRITERIOS	SALIDA
PRESION	COND. DE PRESIONES	PRESION (CONTROLADA)
TEMPERATURA	CHEE	PRENSAS
DEBITO	D. SPON. B. L. L. E	SENA
DIAMETRO	VALV. P. W. B. P. D	DEBITO
LUGAR	SOLUCION	DIAMETRO
PARTECLAS	COND. P. L. D. D	SALIDA DEL VAPOR
SENA	MATERIALES	
EXTRACCION	SOPOROS	
	PRENSAS	

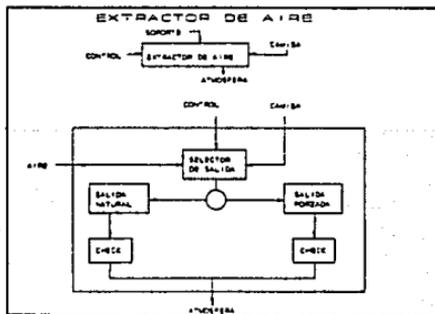
Ilustr. 39 Parte de la tabla de decisiones para el subsistema introducción de vapor

4.4. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS

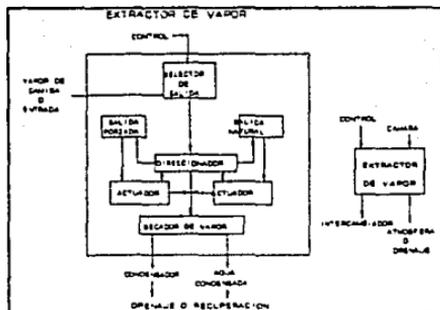
Los diagramas de cada subsistema y las listas de entradas, salidas y criterios fueron las bases para la generación de alternativas.

Esto se realizó para cada uno de los subsistemas, y fue entonces que nos dimos cuenta de que independientemente de los elementos que conformen cada subsistema, éstos no cambian en su función. Los elementos sólo varían las especificaciones de entrada y salida.

Por ejemplo, en el caso de los subsistemas de salidas de vapor y aire, que en un principio se habían considerado como subsistemas independientes, en la realidad se podrían manejar como un solo subsistema, porque ambos son gases, no importando cuales serían los elementos físicos por medio de los cuales se llevaría a cabo la evacuación.

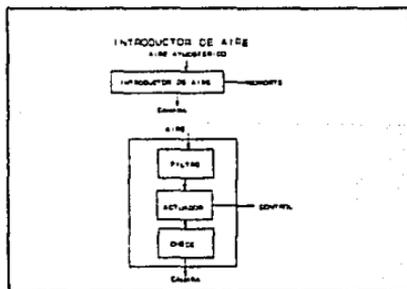


Ilustr. 40 Sistema: Extractor de Aire



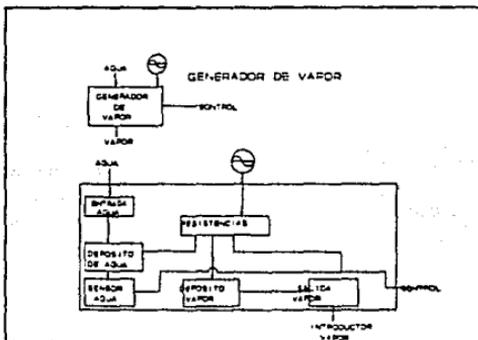
Ilustr. 41 Sistema: Extractor de vapor

Para algunos de los subsistemas estuvo prácticamente resuelta la generación de alternativas al realizar los diagramas por función, como es el ejemplo del subsistema de entrada de aire, el cual se muestra a continuación. Como se puede notar, los bloques que definen lo que sucede en el subsistema, nos indica que clase de elementos se debían incluir. Esto es válido siempre y cuando se respeten las entradas y salidas del sistema.



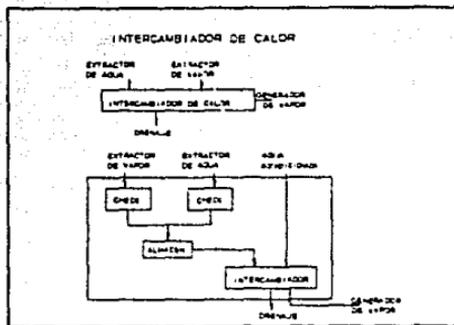
Ilustr. 42 Sistema: Introducutor de Aire

En el caso del subsistema del generador de vapor, como se ve en el siguiente diagrama, ya se tenían todos los elementos definidos, lo único que restaba era el diseño de detalle de este elemento, es decir, capacidades del depósito de agua, valor de las resistencias, materiales y otros detalles que serían resueltos en el diseño de detalle de este subsistema.



Ilustr. 43 Sistema: Generador de Vapor

En los equipos comerciales actuales se desechan los condensados y si en su sistema de vacío cuentan con una bomba de anillo líquido o un eyector de agua, el agua que se emplea, también se elimina, lo cual significa un derroche de agua y energía. Por lo tanto, en el caso de este subsistema se tenía la opción de instalar un sistema para recuperación de agua y energía. Para este subsistema se planteó el siguiente diagrama.



Ilustr. 44 Sistema: Intercambiador de calor

El sistema de recuperación de agua el más libre de todos, puesto que sería una innovación en este tipo de equipos. Por acuerdo con la empresa patrocinadora del proyecto, y como ya se ha mencionado, el equipo deberá ser modular, y se decidió que el recuperador de agua y energía se dejara como un módulo opcional para el equipo. Este se desarrollará a mediano plazo y, por lo tanto quedó fuera de los alcances del proyecto.

Como se ha venido mencionando, únicamente fue necesario realizar una generación de alternativas para algunos de los subsistemas, puesto que los demás quedaron definidos con los diagramas de bloques. Esto se debe a que se realizó un rediseño de un equipo que ya existe en el mercado y funciona correctamente. Por lo tanto, solamente se requirió hacer una generación de alternativas para los sistemas de extracción de vapor y aire, en el de comunicación con el usuario y en el de control. Los demás subsistemas también sufrieron cambios, pero éstos se presentaron en el diseño de detalle, como se verá más adelante.

Las alternativas para el sistema de extracción de aire se generaron por medio del estudio de las diferentes formas de extracción que existen para este tipo de gases. Se encontró que las siguientes cumplen con el objetivo deseado:

-Extracción por medio de gravedad, en donde se permite que el aire vaya desplazando al vapor.

-Extracción por medio de un eyector con vapor como su fluido impulsor.

-Extracción por medio de un eyector con agua como su fluido impulsor.

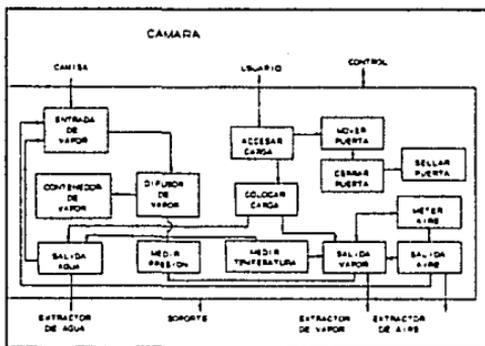
-Extracción utilizando una bomba de vacío de anillo líquido.

Otra alternativa era la combinación de las anteriores, para lograr con mayor efectividad el vacío deseado.

4.5. EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

La evaluación de alternativas se realizó para cada subsistema, dependiendo de la función que realizara. Esto se debió a que, como se mencionó anteriormente, cada subsistema se pudo considerar independiente de los demás, simplificando así la evaluación de las alternativas, puesto que fuera cual fuere la opción seleccionada, no iba a influir cuando se hiciera la evaluación del sistema en su totalidad. Gracias a los diagramas y a las tablas de criterios, la tarea se simplificó significativamente.

Anteriormente se mencionó que el subsistema central es la cámara, puesto que directa o indirectamente todos los demás subsistemas tienen algo que ver con ella. A continuación se muestra su diagrama, el cual es el más complejo de todos, precisamente por la importancia de este subsistema.



Ilustr. 45 Sistema: Cámara

En el capítulo anterior se mencionaron las opciones que se tuvieron para el sistema de extracción, la selección de la alternativa final se hizo por medio de una tabla de decisiones en la cual se establecieron las diferencias entre cada uno de ellos, para poder así decidir cual sería la alternativa final.

En ésta tabla no se incluyó la alternativa de la evacuación por medio de gravedad, porque ésta debía ser incluida en el equipo, debido a los requerimientos de algunos ciclos de esterilización.

La alternativa seleccionada fue la de la combinación de eyector de vapor y bomba de vacío, debido a la flexibilidad que tiene, porque además de utilizar los dos elementos a la vez se pueden utilizar por separado eyector o la bomba, en el caso de que algún ciclo así lo requiriera.

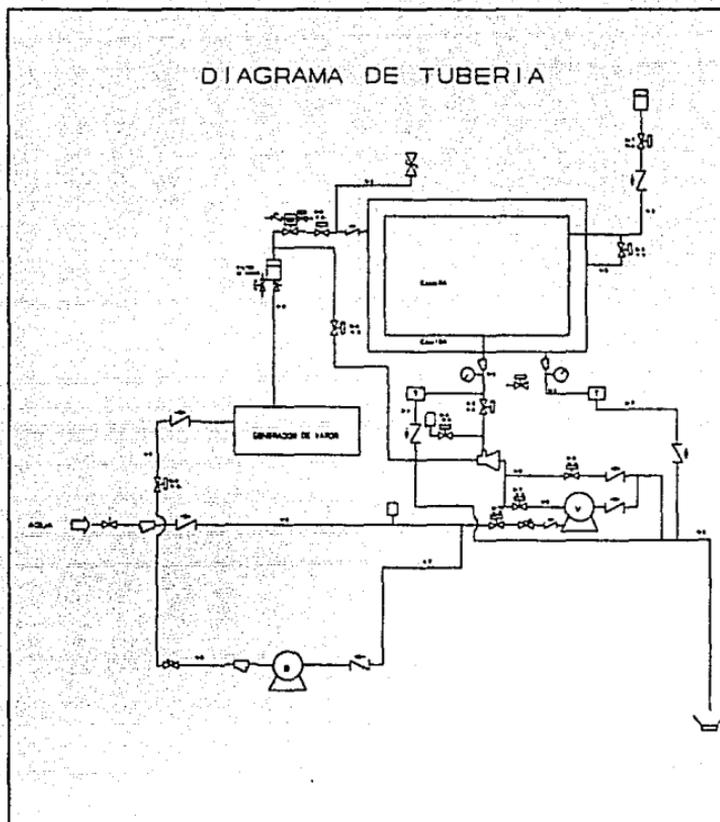
OPCIONES PARA EL EXTRACTOR DE VAPOR	COEFICIENTE DE VAPOR	PRESIÓN ESTÁTICA	CONSUMO DE VAPOR	CONSUMO DE ENERGÍA	MANTENIMIENTO	DISEÑO DE BILINDO	DEMANEJO	PLENIFICACIONES
EYECTOR DE VAPOR	ALTO	6-9" Hg	NO	BAJO	BAJO	?	PROBLE	POCA
EYECTOR DE VAPOR Y BOMBA DE VACÍO	MEDIO	25" Hg	TIPO A	ALTO	MEDIO	FABRIL, USA	PROBLE	ALTA
BOMBA DE VACÍO	BAJO	20" Hg	TIPO A	ALTO	MEDIO	USA	DIFÍCIL	MEDIA
EYECTOR DE AGUA	NO	20" Hg	TIPO A	BAJO	BAJO	FABRIL, USA	PROBLE	MEDIA

Ilustr. 46 Matriz de Decisiones para el sistema extractor de vapor

Hasta ahora, se podría decir que el esterilizador ya estaba prácticamente definido, pero en partes, por lo tanto, sólo restaba hacer la interacción de estos sistemas, lo cual se hizo directamente con diagramas de tubería, en los cuales se incluyeron todos los subsistemas para revisar la interacción de éstos.

Se realizó un diagrama de tubería, al cual se le fueron haciendo modificaciones para mejorar la interacción entre los diversos subsistemas, de acuerdo a la función de éstos, incluyendo todas las posibles opciones "modulares" del equipo. Estas modificaciones se evaluaron con base en los ciclos de esterilización, revisando que cada propuesta fuera capaz de cumplir con los requerimientos de los ciclos.

En la página siguiente se muestra el diagrama de tuberías final, el cual no incluye operación manual ni sello inflable.



Ilustr. 47 Diagrama de Tubería final para el esterilizador

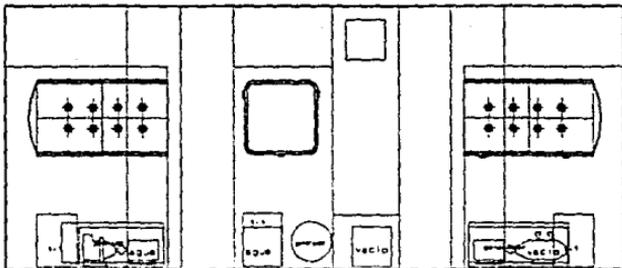
En base al diagrama de tuberías y a los diagramas de los ciclos, se hicieron las rutinas de operación para cada ciclo, en éstas se indica en qué momento se abren o cierran las válvulas solenoide que se utilizan, se indican también las presiones, temperaturas y tiempos a controlar en cada etapa de los ciclos.

También se indica en estas rutinas para los ciclos los momentos en que se debe encender el generador de vapor, la bomba de vacío y la de agua. En base a estos datos, se realizó la programación del control electrónico del equipo.

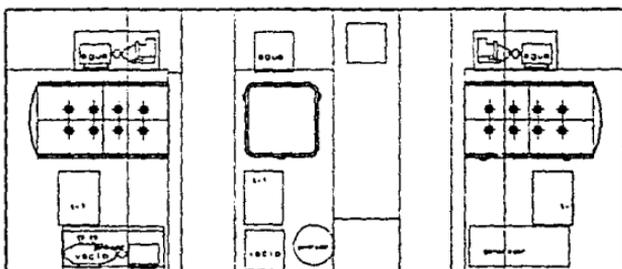
Es importante hacer notar que hasta ahora la evaluación de las alternativas para cada uno de los subsistemas y la interacción de éstos, se ha hecho únicamente para cumplir con el parámetro de funcionalidad, faltando considerar los parámetros de costo y producción, los cuales también son fundamentales en el diseño de un producto.

El siguiente paso que se siguió, encaminado a cumplir con estos parámetros de costo y funcionalidad, fue el realizar diagramas de distribución de tuberías, en los cuales ya se pueden observar las posiciones que ocuparán los elementos con que contará el equipo. Estos diagramas de distribución se hicieron con base en el diagrama de tuberías.

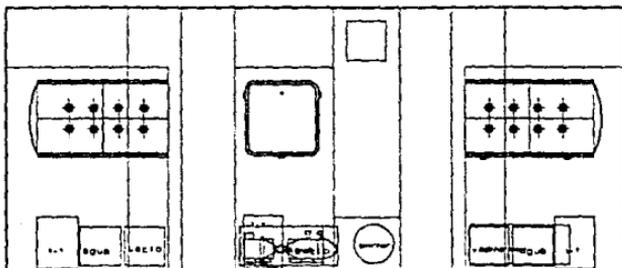
Se hicieron cinco diferentes diagramas de distribución, para tener varias alternativas distintas para escoger la mejor. Todas estas alternativas fueron realizadas considerando que los elementos que más probablemente requieran mantenimiento quedaran en una posición que facilite el acceso al personal. A continuación se presentan estas distribuciones, sin mostrar la tubería, únicamente se muestra la colocación de los elementos grandes.



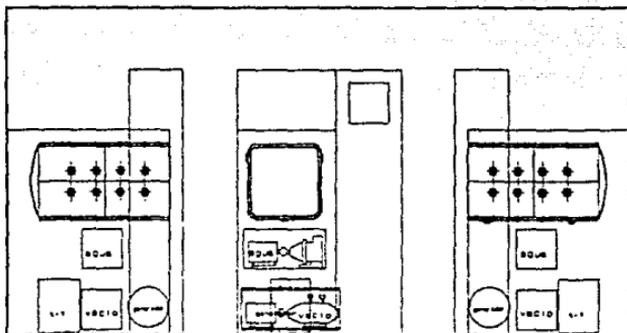
Ilustr. 48 Primera Opción de Distribución



Ilustr. 49 Segunda Opción de Distribución



Ilustr. 50 Tercera Opción de Distribución



Ilustr. 51 Cuarta Opción de Distribución

Las matrices de decisión que se hicieron para la evaluación y selección de la distribución final se muestran a continuación, no se hizo una matriz para el funcionamiento, porque todas las alternativas cumplían con éste.

MATRICES DE DECISION PARA LA SELECCION DE
LA ALTERNATIVA DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS

FABRICACION	+	=	-	MANTENIMIENTO	+	=	-
1. TIPO DE MATERIALES	--	--	--	2. TIPO DE TUBERIA	--	--	--
2. TIPO DE TUBERIA	--	--	--	3. TIPO DE TUBERIA	--	--	--
3. TIPO DE TUBERIA	--	--	--	4. TIPO DE TUBERIA	--	--	--
4. TIPO DE TUBERIA	--	--	--	5. TIPO DE TUBERIA	--	--	--
5. TIPO DE TUBERIA	--	--	--	6. TIPO DE TUBERIA	--	--	--

FLEXIBILIDAD	+	=	-	COSTO	+	=	-
1. TIPO DE MATERIALES	--	--	--	1. TIPO DE MATERIALES	--	--	--
2. TIPO DE TUBERIA	--	--	--	2. TIPO DE TUBERIA	--	--	--
3. TIPO DE TUBERIA	--	--	--	3. TIPO DE TUBERIA	--	--	--
4. TIPO DE TUBERIA	--	--	--	4. TIPO DE TUBERIA	--	--	--
5. TIPO DE TUBERIA	--	--	--	5. TIPO DE TUBERIA	--	--	--

NOTA: (+) = MEJOR QUE LA ALTERNATIVA DE REFERENCIA, (=) = IGUAL QUE LA ALTERNATIVA DE REFERENCIA, (-) = PEOR QUE LA ALTERNATIVA DE REFERENCIA.

Ilustr. 52 Matrices de Decisión para la selección de la distribución de tubería

De acuerdo a las matrices de decisión, se obtuvieron los siguientes resultados:

-Opción No. 1: 540 puntos.

-Opción No. 2: 590 puntos.

-Opción No. 3: 560 puntos.

-Opción No. 4: 530 puntos.

De estos resultados, se puede elegir como la opción final a la número tres. Además de las matrices de decisión, se hizo una consulta al personal de la empresa de las secciones de fabricación y mantenimiento, quienes mostraron una gran preferencia por la opción número tres debido a la localización de los elementos, los cuales, a su parecer, darán facilidad de operación al momento de fabricar y de dar mantenimiento. Por lo tanto, la decisión tomada a partir de las matrices se complementa con la opinión de los expertos en este tipo de equipos.

CAPITULO 5

DISEÑO DE DETALLE

- 5.1 INTRODUCCION
- 5.2 DISEÑO DE DETALLE POR SISTEMAS
 - 5.2.1 SIST. DE INTRODUCCION Y DIFUSION DE VAPOR
 - 5.2.2 SISTE EXTRACTOR DE VAPOR Y AIRE
 - 5.2.3 GENERADOR DE VAPOR
 - 5.2.4 VALVULA SOLENOIDE
 - 5.2.5 TRAMPAS DE VAPOR
 - 5.2.6 PIEZA PARA SENSORES
 - 5.2.7 DISEÑO DE LA APARIENCIA DEL ESTERILIZADOR
- 5.3 DISEÑO DEL CONTROL ELECTRONICO

5.1 INTRODUCCION

En la etapa de Diseño de Detalle se concretan todas las consideraciones y resultados que se obtuvieron anteriormente, puesto que es en donde se hace la interacción final entre los elementos que conforman cada subsistema y también entre los propios subsistemas.

Para poder realizar ésta interacción, es necesario definir qué elementos serán comerciales y cuáles será necesario fabricar, así como conocer cuales de los elementos comerciales serán de importación; será también necesario conocer las condiciones de venta, tiempos de entrega, cantidades mínimas para realizar un pedido, etc. para cada elemento.

Con el fin de exponer estos puntos con mayor claridad, se expondrá cada subsistema o elemento fundamental en incisos dentro de este mismo capítulo.

5.2 DISEÑO DE DETALLE POR SISTEMAS

5.2.1 SISTEMA DE INTRODUCCION Y DIFUSIÓN DE VAPOR

El sistema de introducción de vapor debe lograr que el vapor se conserve en su estado de vapor saturado y que llegue en forma apropiada a todos los rincones de la cámara. De aquí se puede dividir al sistema de introducción de vapor en dos subsistemas: el de introducción propiamente dicho y el de difusión del vapor dentro de la cámara.

SISTEMA DE INTRODUCCION

El sistema de introducción de vapor meterá el vapor procedente del generador a la camisa que rodea la cámara, y de ésta se hará pasar a la cámara de esterilización.

En la línea que va del generador a la camisa, el vapor debe filtrarse para evitar que cualquier tipo de impurezas se pueda introducir a la camisa o a la cámara. Posteriormente, se debe controlar la presión para mantenerla en las características necesarias, según el ciclo que se realice. En esta línea, para evitar cualquier problema de sobrepresiones, se instala una válvula de seguridad.

Para la filtración del vapor se utilizará un elemento comercial que posee como elemento filtrante una malla de acero, en la cual se quedan las impurezas que arrastra el vapor. Existen estos elementos en varias marcas, tanto nacionales como extranjeras, y todas presentan el mismo tipo de construcción y un costo muy similar, la diferencia fundamental se encuentra en la variedad de aberturas de la mallas filtrantes.



Ilustr. 53 Filtro de malla para vapor

Como se expuso anteriormente, una de las partes más importantes en este equipo es la válvula reguladora de presión, pues de ella dependerá que el vapor sea saturado en el interior de la cámara de esterilización. En los equipos nacionales actuales, el regulador de presión es fabricado especialmente para ellos, además de ser de importación. Una de las limitantes más importantes que presentan es que para variar la presión entre ciclos que así lo requieran (2.1 ó 1.28 Bar), se debe girar manualmente el tornillo calibrador de la válvula, teniendo que hacer iteraciones de prueba y error para asegurar que la válvula regulará el vapor a la presión correcta.

Para resolver este problema tanto de dependencia de la empresa norteamericana, como de poca flexibilidad, se decidió sustituir esta válvula por una válvula reguladora de presión comercial. Se realizó la búsqueda a nivel nacional e internacional.

Debido a que ninguna válvula permite realizar el cambio electrónicamente, y los medios con que cuentan para cambiar la calibración no resuelven el problema, se decidió adaptar una de estas válvulas para que sea posible realizar dicho cambio. Para lograr esto, se generaron varias alternativas:



Ilustr. 54 Válvula reguladora de presión

-Una válvula reguladora de presión comercial con un motor de pasos adaptado al tornillo de calibración de ésta, para girarlo el ángulo necesario y ajustar a la presión requerida. En este caso, se requerirá un control electrónico para el motor de pasos.

-Dos reguladoras de presión en paralelo y un switch para elegir a cual de las dos se va a dirigir el vapor a ser regulado. Cada una de éstas válvulas estará calibrada a una de las presiones necesarias para realizar el ciclo de esterilización.

-Una válvula reguladora de presión calibrada a una presión específica y un válvula solenoide controlada por sensores de temperatura para permitir la entrada de vapor cuando la temperatura haya descendido.

Se estudiaron las tres opciones, resultando que cualquiera de ellas podría cumplir con la función propuesta, entonces se revisaron los aspectos de disponibilidad, facilidad de fabricación y costos, resultando como mejor opción la última.



Ilustr. 55 Corte de una Válvula reguladora

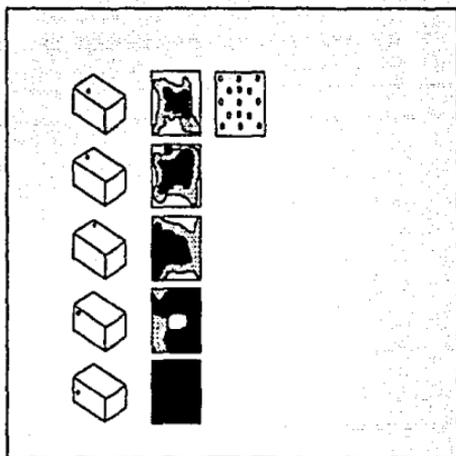
DISEÑO DE DETALLE DEL DIFUSOR

Actualmente se introduce vapor a la cámara por la parte trasera, y se cuenta con un difusor sencillo que consta de un agujero en la parte trasera de la cámara, con una pequeña placa frente a él, con el fin de que ahí choque el chorro de vapor y se difunda a la cámara.

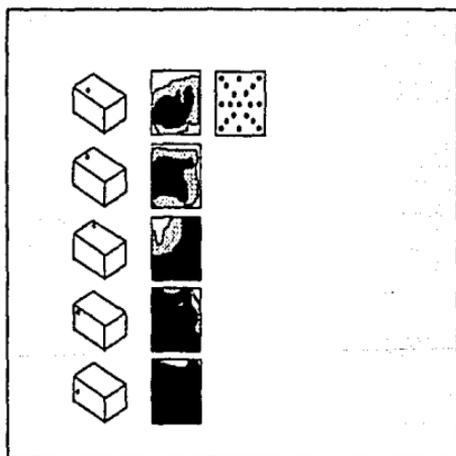
En algunos hospitales y laboratorios se han colocado sensores de temperatura en la cámara y se han detectado puntos fríos en ésta, con variaciones hasta de 3 C . Esto se deba principalmente a la mala difusión del vapor, por lo que éste no alcanza a llegar a todos los puntos de la cámara con la característica de vapor saturado.

Para comprobar la mejor forma de inyección y difusión del vapor, se construyó un modelo de acrílico con el cual se realizaron pruebas cambiando los puntos de inyección del vapor, así como los difusores, obteniendo los resultados que se muestran en las gráficas siguientes. En dichas gráficas aparecen sombreadas las regiones en las cuales se difundió el vapor dentro de la cámara.

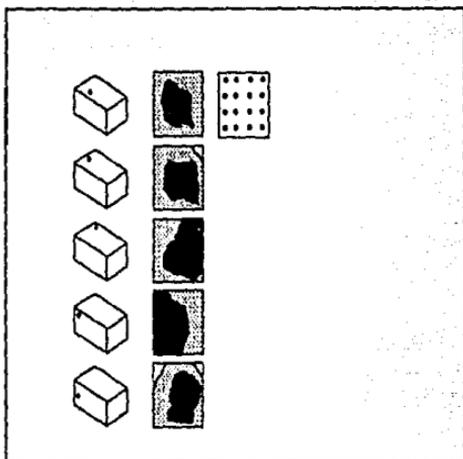
En las gráficas se puede observar que existió mucha similitud entre algunas de las mejores alternativas, pero se eligió la distribución en la cual se inyecta por un lado, debido a que para usos específicos, los esterilizadores pueden contar con dos puertas de acceso.



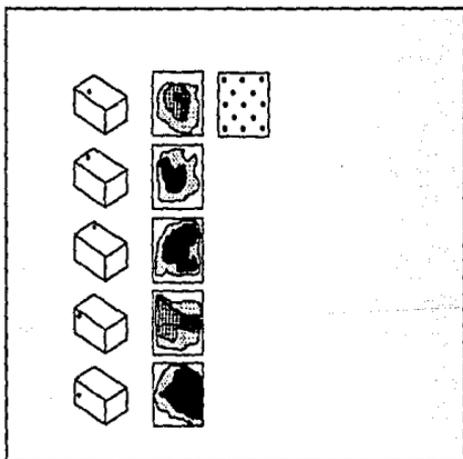
Ilustr. 56 Difusor Opción 1



Ilustr. 57 Difusor Opción 2



Ilustr. 58 Difusor Opción 3



Ilustr. 59 Difusor Opción 4

5.2.2 SISTEMA EXTRACTOR DE VAPOR Y AIRE

El sistema de extracción de la cámara actualmente cuenta con un eyector de vapor que alcanza un vacío de 12 psi abs. (6 pulgadas de mercurio), lo cual no es suficiente para secar completamente el material esterilizado, sobre todo el textil.

Como el nuevo esterilizador contará con ciclos normal y turbo, entonces se deberá alcanzar el vacío en tiempos distintos, por lo que se decidió colocar una bomba de vacío y un eyector de vapor. Se estudiaron equipos comerciales, y se observó que tanto la bomba de vacío como el eyector pueden alcanzar un vacío de 5 psi abs. (20 pulgadas de mercurio) sin problemas.

El arreglo propuesto consta de los dos equipos, con válvulas solenoide entre ellas, para poder activar:

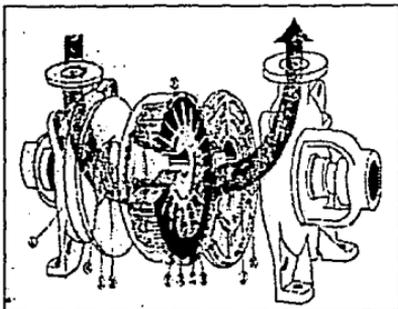
-Ninguno de los equipos, provocando entonces una evacuación atmosférica.

-Únicamente el eyector, para los ciclos que no permitan vacíos muy rápidos, como es el caso del ciclo de envases.

-Únicamente la bomba de vacío, para los ciclos que permitan vacíos rápidos.

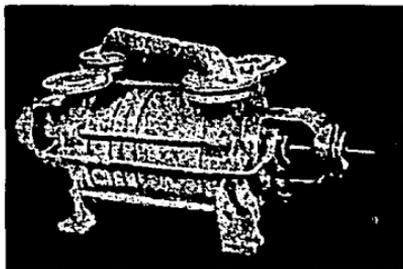
-En caso de que sea necesaria una evacuación rápida, con un vacío mayor, se pueden activar a la vez el eyector y la bomba.

BOMBA DE VACÍO DE ANILLO LÍQUIDO



Ilustr. 60 Despiece de una Bomba de Vacío de Anillo Líquido

La bomba consta de un rotor con múltiples paletas, que gira en una cámara elíptica parcialmente llena con líquido. Cuando el rotor gira, el anillo líquido gira con él adaptándose a la forma elíptica de la cámara. El líquido que se encuentra entre las dos paletas entra y sale del espacio correspondiente durante la operación de la bomba, succionando aire o gas por la entrada y descargándolo a través de una abertura de descarga. Debido a que no hay contacto de metal con metal no es necesario que haya lubricación. Debido a que durante el ciclo se da calor al anillo líquido, y es necesario mantener el líquido a baja temperatura, se necesita estar alimentando a la bomba con agua. La cantidad de líquido va en proporción con la cantidad de vapor o gas que se va a extraer.



Ilustr. 61 Bomba de Vacío de Anillo Líquido

Para seleccionar la bomba apropiada, se partió de lo siguiente:

Se deben alcanzar 5 psi abs. (20 pulgadas de mercurio de vacío), descargando un volumen de 262 lt (9.25 pies cúbicos) de vapor. Es necesario considerar que el volumen de un gas varía con la presión y la temperatura, por lo que hay que calcular el volumen real a evacuar.

V_1 =Volumen calculado=9.25 SCFM (Pies cúbicos estándares)

P_1 =Presión inicial=30 in Hg.

T_1 =Temperatura estándar=15 C=288 K

V_2 =Volumen requerido.

P_2 =Presión a alcanzar=9.92 in Hg abs.

T_2 =Temperatura del gas=132 C=386 K

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot P_1 \cdot T_2}{P_2 \cdot T_1}$$

$$V_2 = \frac{9.25 \text{ SCFM} \times 30 \text{ in Hg abs} \times 288 \text{ K}}{9.92 \text{ in Hg abs} \times 386 \text{ K}}$$

$V_2 = 20.871 \text{ ACFM}$ (desde presión atmosférica)

$$V_2 = \frac{9.25 \text{ SCFM} \times 62 \text{ in Hg abs} \times 288 \text{ K}}{9.92 \text{ in Hg abs} \times 386 \text{ K}}$$

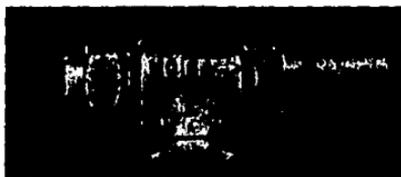
$V_2 = 43.13 \text{ ACFM}$ (desde presión de trabajo)

En base a este volumen a desalojar, se puede entrar a las tablas que proporcionan los fabricantes de bombas para seleccionar la bomba apropiada para desalojar este volumen en el tiempo deseado.

Al igual que los demás elementos comerciales, la bomba se seleccionó en base a los parámetros de disponibilidad, costo y especificaciones.

EYECTOR

El funcionamiento de los eyectores se basa en el principio del Venturi. Vapor de caldera (o cualquier otro fluido motriz) a una presión determinada y sostenida, se alimenta por una tobera para incrementar la velocidad de la corriente del vapor y provocar su expansión en la cámara de succión a velocidades superiores a la del sonido. Esta corriente provoca un abatimiento de presión en la succión del eyector el cual induce una corriente secundaria de aire, vapor o gases que se mezclan con el vapor de la caldera y la corriente total entra en el difusor por el lado convergente, pasa por la sección de diámetro reducido y descarga por el lado del difusor. Los eyectores transforman la presión de la corriente en velocidad.



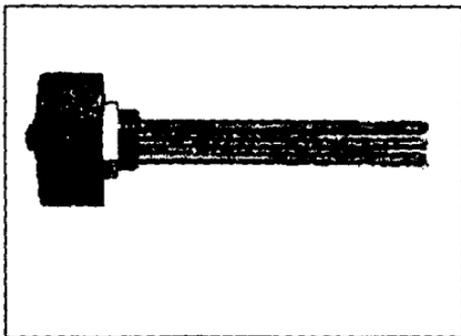
Ilustr. 62 Eyector

Existe una gran variedad de eyectores comerciales, la mayoría de importación. La selección del adecuado se realizó tomando en cuenta los parámetros de disponibilidad, costo y especificaciones, tomando en estas últimas las de presión de vacío alcanzable, consumo de fluido motriz y tamaño del eyector.

5.2.3 GENERADOR DE VAPOR

El generador de vapor actual es de una potencia de 15 kW, con resistencias de cobre, cumpliendo con el suministro de vapor necesario para la esterilización. Este generador es la parte del esterilizador que actualmente requiere de mantenimiento con mayor frecuencia, debido a que el agua que se utiliza para producir vapor contiene minerales que provocan incrustaciones sobre las resistencias, provocando una disminución en la vida de ellas.

Al dar mantenimiento al generador y realizar el cambio de las resistencias, hay que quitar toda la tapa del generador. Para evitar esto, se decidió hacer el cambio de resistencias montadas sobre brida a resistencias de tapón roscado. Además, se aumenta la potencia a 20 kW para incrementar la generación de vapor para satisfacer la demanda del eyector para poder alcanzar la presión de vacío deseada, sin necesidad de vaciar la camisa. Las resistencias serán de acero inoxidable para evitar incrustaciones en ellas.



Ilustr. 63 Resistencia de tapón roscado

Al generador se le colocarán sensores de nivel para evitar que se llegue a inundar o que falte agua. Los sensores activarán la bomba de agua cuando sea necesario que se alimente al generador.

Es necesario rediseñar el generador, lo cual debe hacerse en base al código ASME para recipientes a presión.

A continuación se presenta el procedimiento y consideraciones que se siguieron en base al código ASME antes mencionado.

El Código ASME, en su Tomo II, División 2, Artículo AD-201, nos indica que el espesor mínimo para recipientes cilíndricos, deberá ser mayor al que se obtenga de la fórmula siguiente:

$$t = \frac{PR}{S - 0.5P}$$

Donde:

t= Espesor
P= Presión de diseño interna del recipiente
R= Radio interno del recipiente en consideración.
S= Límite de la intensidad de esfuerzo de membrana de tablas del artículo M-6 multiplicado por el factor de intensidad de esfuerzo de la tabla AD-150.1.

Del Tomo I División 2.

Sy=25.0 ksi
St=70.0 ksi
Sm=16.7 ksi

Para una temperatura de 132°C = 269°F, el factor k=1.25

Tenemos entonces:

t=?
P=100 psi
R=16.5 cm=6.5 in
S=Sm k= (16.7)(1.25)
S=20875 psi

$$t = \frac{(100)(6.5)}{20875 - .5(100)}$$

$$t = .0312 \text{ in}$$

Realizando el cálculo de manera inversa para placa de 1/8":

$$\begin{aligned} t &= 1/8" \\ P &=? \\ R &= 6.5 \text{ in} \\ S &= 20,875 \end{aligned}$$

$$t = \frac{PR}{S - .5P}$$

Despejando P:

$$P = \frac{S}{(R/T) + .5}$$

$$P = \frac{20875}{(6.5/125) + .5}$$

$$P = 397.619 \text{ psi}$$

En base a estos resultados, podemos decir que un generador con pared de placa de 1/8" resiste la presión que se necesita con un buen margen.

A continuación se muestra, por pasos el procedimiento para el cálculo por código ASME del generador de vapor:

PASO 1:

Partiendo del artículo 4.7 "Esfuerzos en discontinuidades", dividimos para el cálculo al generador en elementos individuales, quedando entonces dividido en tres partes, dos de ellas son las tapas, que son iguales y la otra parte es el cuerpo cilíndrico.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

PASO 2:

a) Cuerpo Cilíndrico:

Del artículo 4.2 "Análisis de cámaras cilíndricas", del inciso 4.232a, los desplazamientos radiales y rotacionales en las uniones con las tapas, están dados por las siguientes ecuaciones:

$$w(x) = (Q_0/2B^3D) f_1(Bx) + (M_0/2B^2D) f_2(Bx)$$

$$\theta(x)/B = -(Q_0/2B^3D) f_3(Bx) - 2(M_0/2B^2D) f_4(Bx)$$

$$M(x)/2B^3D = (Q_0/2B^3D) f_4(Bx) + (M_0/2B^2D) f_3(Bx)$$

$$Q(x)/2B^3D = (Q_0/2B^3D) f_2(Bx) - 2(M_0/2B^2D) f_4(Bx)$$

En donde:

$$B = [3(1-u^2)/(R+t/2)^2 t^2]^{1/4}$$

$$B = [3(1-.281^2)/(6.5+.125/2)^2 .125^2]^{1/4}$$

$$B = 1.4235$$

$$D = Et^3/12(1-u^2)$$

$$D = 27871.2(.125)^3/12(1-.281^2)$$

$$D = 4.9252$$

Por consideraciones del inciso 4-232b.2: "En el caso de cámaras caracterizadas por longitudes no menores que $3/B$, las funciones B's y G's son lo suficientemente cercanas a los valores límite, los cuales pueden ser usados en las fórmulas, sin un error considerable". Tenemos que los valores límite son:

$$B_{11} = B_{12} = 1$$

$$B_{22} = 2$$

$$G_{11} = G_{12} = G_{22} = 0$$

Los desplazamientos radiales se pueden calcular en base a las siguientes fórmulas en donde se aplican la acción de las cargas Q (Fuerzas radiales por unidad de longitud de la circunferencia) y M (Momento cortante longitudinal por unidad de longitud de la circunferencia).

$$W_0 = (B_{11}/2B^3D) Q_0 + (B_{12}/2B^2D) M_0 + (G_{11}/2B^3D) Q_L + (G_{12}/2B^2D) M_L$$

$$W_0 = .035193819 Q_0 + .050098 M_0$$

$$-\theta_0 = (B_{12}/2B^2D) Q_0 + (B_{22}/2BD) M_0 + (G_{12}/2B^2D) Q_L + (G_{22}/2BD) M_L$$

$$-\theta_0 = .050098 Q_0 + .071315 M_0$$

$$W_L = (G_{11}/2B^3D) Q_0 + (G_{12}/2B^2D) M_0 + (B_{11}/2B^3D) Q_L + (B_{12}/2B^2D) M_L$$

$$W_L = .035193819 Q_L + .050098 M_L$$

$$-\theta_L = (G_{12}/2B^2D) Q_0 + (G_{22}/2BD) M_0 + (B_{12}/2B^2D) Q_L + (B_{22}/2BD) M_L$$

$$-\theta_L = .050098 Q_L + .071315 M_L$$

b) Cabeza Plana.

Del artículo 4.5 "Cabezas de plato plano para recipientes a presión", inciso 4.531.1b "Desplazamientos de una cabeza plana", tenemos que los desplazamientos rotacionales θ y los desplazamientos radiales w debidos a una fuerza uniformemente distribuida Q y a un momento M , actuando en un punto, están dados por las siguientes fórmulas:

$$W_{cl} = \frac{-2F_3}{3E(t/R)^2} Q_L + \frac{F_3}{ER(t/R)^2} M_L$$

$$W_{cl} = \frac{-2(4.0589)}{3(27871.2)(.25/3.25)^2} Q_L + \frac{4.0589}{(27871.2)(.25/3.25)^2} M_L$$

$$W_{cl} = -.016407 Q_L + .024611 M_L$$

$$\theta_{cl} = \frac{F_3}{E(t/R)^2} Q_L - \frac{2F_3}{ER^2(t/R)^2} M_L$$

$$\theta_{cl} = \frac{4.0589}{(27871.2)(.25/3.25)^2} Q_L - \frac{2(4.0589)}{(27871.2)^2(.25/3.25)^2} M_L$$

$$\theta_{cl} = .075727 Q_L - .06582 M_L$$

Nota: El valor de F_3 que se utilizó, se obtuvo de la tabla 4-540.1, entrando con el valor de t_s/R .

$t_s/R = .0384$ entonces $F_3 = 4.0589$

Los demás valores que se utilizaron fueron:

$R = 3.25$ " (medio plato)

$E = 27871.2$ psi

$t = .25$ " (espesor de la placa)

PASO 3:

Se realiza el cálculo de las deformaciones en la frontera debidas a la presión interna.

a) Cuerpo Cilíndrico:

El desplazamiento radial de la parte media de una cámara cerrada cilíndrica sujeta a presión interna, está dada por la expresión:

$$w = \frac{R^2}{E(Ro^2 - R^2)} Rm [Rm_2(1-2u) + Ro^2(1+u)]$$

Donde:

R=6.5"

Ro=6.625"

Rm=6.5625"

$$w = \frac{6.5^2}{2781.2} \frac{[(6.5625(1-2(.281)) + 6.625^2(1+.281))]}{(6.625^2 - 6.5^2)} 6.5625$$

$$w=1.057199$$

No hay rotación resultante de la presión interna. $\theta_o = \theta_l = 0$

b) Cabeza Plana.

Del artículo 4.5, la rotación de una cabeza plana en el punto de unión con el cilindro, debida a presión interna, está dada por 4-531a.

$$\theta_p = \frac{F_1}{E(t/R)^3} P$$

$$w_p = \frac{r}{2} \theta_p$$

F1 sale de la tabla 4-540.1 = .9729

t= espesor de la placa = .25"

R= radio = 3.25"

E= 27871.2 psi

$$\theta_p = \frac{.9729}{27871.2(.25/3.25)^3} (100)$$

$$\theta_p = .045379$$

$$W_p = \frac{-t}{2} \theta_p$$

$$W_p = \frac{-.25}{2} (.045379)$$

$$W_p = -.0056723$$

PASO 4.

Cálculo de las deformaciones libres de cada elemento causadas por las distribuciones de temperatura.

En este caso todas las partes del recipiente se encuentran a la misma temperatura y son del mismo material. Entonces, las deformaciones debidas a la temperatura no se consideran.

PASO 5.

Igualar los desplazamientos laterales y rotación de los elementos adyacentes en cada unión. (Para este caso en particular, las uniones son simétricas, por lo que los valores son iguales en ambas).

Nota: Para evitar cualquier confusión, se utilizará el subíndice B para el cuerpo cilíndrico y C para la cabeza plana.

$$W_{B0} = W_{C0}$$

$$.035193819Q_0 + .050098M_0 + 1.0257199 = -.016407Q_0 + .024611M_0 - .0056723$$

$$.0516008Q_0 + .025487M_0 + 1.062871976 = 0$$

$$\theta_{B0} = \theta_{C0}$$

$$-.050098Q_0 - .071315M_0 = .0075727Q_0 - .060582M_0 + .045379$$

$$-.0576707Q_0 - .010733M_0 - .045379 = 0$$

Como ya se mencionó, en ambas uniones es igual, por lo que tenemos:

$$.0516008Q_L + .025487M_L + 1.062871976 = 0$$

$$-.0576707Q_L - .010733M_L - .045379 = 0$$

Por lo tanto, tenemos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$.0516008Q_0 + .025487M_0 + 1.062871976 = 0 \text{ -----1}$$

$$-.0576707Q_0 - .010733M_0 - .045379 = 0 \text{ -----2}$$

$$.0516008Q_L + .025487M_L + 1.062871976 = 0 \text{ -----3}$$

$$-.0576707Q_L - .010733M_L - .045379 = 0 \text{ -----4}$$

PASO 6.

Resolviendo el sistema, tenemos:

$$Q_0 = Q_L = 11.19104257 \text{ (lb/in)}$$

$$M_0 = M_L = -50.1867 \text{ (inlb/in)}$$

PASO 7.

Calcular los esfuerzos de discontinuidad en cada unión debido a las redundantes Q_0, M_0, Q_L y M_L .

De 4-233 tenemos que:

$$\sigma_l(x) = \pm 6M(x)/t^2$$

$$\sigma_t(x) = (Ew(x)/(R+t/2)) \pm 6uM(x)/t^2$$

$$\sigma_r = 0$$

De \pm el signo positivo es para la superficie interna del cilindro y el signo negativo para la superficie externa del cilindro.

a) En el cuerpo cilíndrico:

$$W_{R_0} = 0.035193819Q_0 + 0.050098M_0$$

$$W_{R_0} = 0.035193819(11.19104257) + 0.050098(-50.1867)$$

$$W_{R_0} = -2.12039 \text{ in}$$

$$M_0 = -50.1867 \text{ inlb/in}$$

$$E_{R_0} = (27871.2 \text{ psi})(-2.12039 \text{ in})$$

$$E_{R_0} = -59098.05 \text{ inpsi}$$

-En la superficie interna:

$$\sigma_l = 6(-50.1867)/.125$$

$$\sigma_l = -19271.6028 \text{ psi}$$

$$\sigma_t = (-61685.376/(6.5 + .125/2)) + 6(.281)(-50.1867)/.125$$

$$\sigma_t = -14815.022 \text{ psi}$$

$$\sigma_r = 0$$

-En la superficie externa:

$$\sigma_l = -6(-50.1867)/.125$$

$$\sigma_l = 19271.6028 \text{ psi}$$

$$\sigma_t = (-61685.376/(6.5 + .125/2)) - 6(.281)(-50.1867)/.125$$

$$\sigma_t = -3984.33 \text{ psi}$$

$$\sigma_r = 0$$

b) En la cabeza plana:

De la ecuación 4-531.2.

Los datos a sustituir en dicha ecuación, según el 4-531.1 son:

$$r = 3" \text{ (Punto específico donde se calcula)}$$

$$x = .0625" \text{ (Punto específico donde se calcula)}$$

$$P = 100 \text{ psi}$$

$$t = .25 \text{ in}$$

$$u = .281$$

$$F_2 \text{ (Sale de tabla 4-540.1)} = 2.3546$$

$$\sigma_r = \frac{XP}{t(t/R)^2} \left[F_2 - \frac{3(3+u)r^2}{4R^2} \right]$$

$$\sigma_t = \frac{XP}{t(t/R)^2} \left[F_2 - \frac{3(1+3u)r^2}{4R^2} \right]$$

$$\sigma_l = (x-t/2) (P/t)$$

$$\sigma_r = \frac{(.0625)(100)}{.25(.25/3.25)^2} \left[2.3546 - \frac{3(3+.281)r^2}{4(3.25)^2} \right]$$

$$\sigma_r = 1089.485 \text{ psi}$$

$$\sigma_t = \frac{(.0625)(100)}{.25(.25/3.25)^2} \left[2.3546 - \frac{3(1+3(.281))r^2}{4(3.25)^2} \right]$$

$$\sigma_t = 4972.085 \text{ psi}$$

$$\sigma_l = (3-3.25/2) (100/3.25)$$

$$\sigma_l = 42.307 \text{ psi}$$

PASO 8.

Calcular los esfuerzos totales.

Los esfuerzos totales se pueden calcular en cualquier elemento en cualquier unión por medio de la combinación de los esfuerzos debidos a las fuerzas cortantes redundantes y momentos, que se calcularon en el Paso 7 con los esfuerzos resultantes de todas las otras cargas.

Los esfuerzos en la cámara cilíndrica se calculan por medio de la ecuación 4-221.

$$\sigma_r = p/(Y^2-1)$$

$$\sigma_t = p(1+Z^2)/(Y^2-1)$$

$$\sigma_r = p(1-Z^2)/(Y^2-1)$$

a) Superficie interna.

$$Y=Z= R_o/R = 6.625/6.5 = 1.01923$$

$$p=100 \text{ psi}$$

$$\sigma_r = 100/(1.01923^2-1)$$

$$\sigma_r = 2575 \text{ psi}$$

$$\sigma_t = 100(1+1.01923^2)/(1.01923^2-1)$$

$$\sigma_t = 5250.476 \text{ psi}$$

$$\sigma_r = 100(1-1.01923^2)/(1.01923^2-1)$$

$$\sigma_r = 100 \text{ psi}$$

Los esfuerzos debidos a fuerzas cortantes redundantes y momentos fueron calculados en el paso 7 como:

$$\begin{aligned}\sigma_t &= -19271.6028 \text{ psi} \\ \sigma_c &= -14815.022 \text{ psi} \\ \sigma_r &= 0\end{aligned}$$

Los esfuerzos totales son:

$$\begin{aligned}\sigma_t &= 2575 - 19271.6928 = -16696.6928 \text{ psi} \\ \sigma_c &= 5250.476 - 14815.022 \text{ psi} = -9564.546 \text{ psi} \\ \sigma_r &= 0 + 100 = 100 \text{ psi}\end{aligned}$$

b) Superficie externa.

$$\begin{aligned}Z &= 1 \\ Y &= 1.01923\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_t &= 100 / (1.01923 - 1) \\ \sigma_t &= 2575 \text{ psi} \\ \sigma_c &= 100(1+1) / (1.01923 - 1) \\ \sigma_c &= 5150.68418 \text{ psi} \\ \sigma_r &= 0 \text{ psi}\end{aligned}$$

Del paso 7 tenemos:

$$\begin{aligned}\sigma_t &= 19271.6028 \text{ psi} \\ \sigma_c &= -3984.33 \text{ psi} \\ \sigma_r &= 0 \text{ psi}\end{aligned}$$

Los esfuerzos totales son:

$$\begin{aligned}\sigma_t &= 2575 + 19271.6028 = 21846.6928 \text{ psi} \\ \sigma_c &= 5150.68410 - 3984.33 = 1166.35418 \text{ psi} \\ \sigma_r &= 0 \text{ psi}\end{aligned}$$

Los esfuerzos en la cabeza plana se calculan a partir de las ecuaciones 4-531.2, lo cual ya se hizo en el paso 7.

PASO 9.

Cuando se evalúan los esfuerzos de acuerdo al 4-134, las intensidades de esfuerzo en cada localización, deberán ser calculados a partir de los esfuerzos principales determinados en el paso 8.

El artículo 4-134 dice: "El valor permisible de la intensidad del esfuerzo es $3S_m$ ". Por lo tanto, los valores de esfuerzo calculados anteriormente no deben sobrepasar este valor.

$$\begin{aligned}3S_m &= 3(16.7 \text{ kpsi}) \\ 3S_m &= 50.1 \text{ kpsi.}\end{aligned}$$

Como ninguno de los valores de esfuerzo total sobrepasa éste valor máximo permisible, podemos concluir que el recipiente si cumple con las disposiciones del código ASME.



Ilustr. 64 Válvula Solenoide

5.2.4 VALVULA SOLENOIDE

Una válvula solenoide se puede abrir y cerrar a distancia, debido a que su actuación se realiza por medio de corriente eléctrica. Estas válvulas son normalmente abiertas o cerradas.

Las válvulas solenoide constan de una bobina cubierta. La cual es energizada y hace que se mueva un émbolo a través de ella. El émbolo tiene en su extremo un pistón, que es el que va a abrir y cerrar el flujo en la válvula.

Se analizaron varias marcas, tanto nacionales como extranjeras, en base a los criterios de disponibilidad, costos y especificaciones, se consideró la opinión de la empresa, puesto que ellos ya tienen experiencia en el manejo de estas válvulas.

5.2.5 TRAMPAS DE VAPOR

Cuando se utiliza vapor, es inevitable que haya condensados, que provocan puntos fríos, por lo que hay que eliminarlos, pero sin provocar pérdidas en la presión del vapor. Para esto se utilizan las trampas de vapor. Las hay de varios tipos y de distintas formas de funcionamiento, por ejemplo: de flotador, de cubeta invertida termostáticos, termodinámicos.

Se utilizará una trampa termostática, debido al volumen de condensados que maneja, así como por su tamaño y sencillez de operación y mantenimiento.

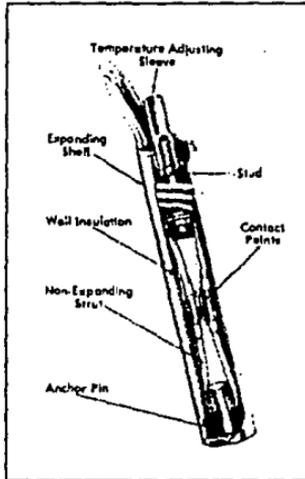
Este tipo de trampas tiene en su interior una cápsula termostática que en presencia del vapor desplaza el obturador hacia el asiento, provocando la obstrucción del flujo. Cuando el condensado se acumula en el interior de la trampa, pierde temperatura y hace que la cápsula se enfríe ligeramente y se separa el obturador del asiento abriendo el flujo y permitiendo la eliminación del condensado.



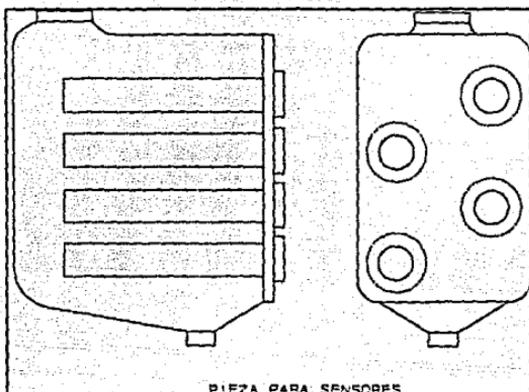
Ilustr. 65 Trampa de Vapor

5.2.6 PIEZA PARA SENSORES

Como se mencionó cuando se habló de las válvulas reguladoras de presión, se optó por calibrarla a la presión más alta, y se controlaría la presión baja por medio de sensores de temperatura. Estos también se utilizarán para conocer la presión y temperatura que se tienen en cada momento del ciclo, así como para el inicio del conteo del tiempo. Estos sensores de temperatura se colocaron a la salida de la cámara, porque ahí es uno de los lugares más fríos, puesto que es ahí por donde se extraerán los condensados de la cámara.



Ilustr. 66 Switch de Temperatura



Ilustr. 67 Pieza para sensores

5.2.7 DISEÑO DE LA APARIENCIA DEL ESTERILIZADOR

Cuando se realiza el diseño de un producto, no es suficiente con que funcione correctamente, sino que se deben tomar muy en cuenta otros factores, como son la apariencia, la facilidad de fabricación en serie, el mantenimiento del equipo debe ser sencillo, todo esto aparte del trabajo que se debe realizar previamente, como es la detección del mercado potencial, estudios de factibilidad, etc., o los que vienen después, tales como la mercadotecnia, planeación de ventas, etc.

Uno de los factores que se había descuidado en el pasado, es la apariencia de los equipos, con que funcionaran bien y fueran duraderos bastaba. En el capítulo 2, donde se hicieron las comparaciones entre los distintos equipos que existen a nivel mundial podemos notar que algunos fabricantes han cambiado la apariencia anticuada de estos equipos. Por lo tanto, para lograr un equipo competitivo, también fué necesario cuidar la apariencia, buscando que esta sea moderna, atractiva y que facilite la operación del equipo.

Se hicieron varios bocetos para tomar la decisión de la apariencia del esterilizador, los criterios para la selección de ésta, se basaron tanto en razones subjetivas tales como el agrado ante una u otra opción, o bien razones como costo y facilidad de fabricación, etc.

Una parte muy importante del equipo es el tablero, puesto que por medio de el se realiza la interacción entre la máquina y el usuario. Se realizaron varias configuraciones distintas para el tablero, todas conteniendo los mismos elementos. El mejor tablero se escoge por medio de los criterios de velocidad, de precisión y de sensibilidad para comunicar la información importante.

"Los tableros pueden ser para la obtención de información cualitativa (estado que guarda la máquina o el ciclo que realiza), cuantitativa (nos indica el estado de la máquina en términos numéricos) o bien únicamente para hacer lecturas de verificación.

Los medios para indicar la información pueden ser analógicos o digitales, se han hecho varios estudios experimentales para determinar cual de los dos tableros es el más conveniente, los resultados nos muestran que un tablero analógico probó ser más valioso cuando registraba cambios rápidos acerca del estado de la máquina, mientras que el tablero digital era más apropiado cuando se hacían lecturas estáticas. Por otro lado, el tablero digital era más útil cuando se tenían que leer valores precisos, etc."⁶

⁶David J. Osborne, ERGONOMIA EN ACCION, pag. 130 y siguientes

Debido a lo anterior, se decidió hacer un tablero analógico-digital para dar la información al usuario: Los indicadores de presión de la cámara y la camisa que consultarán principalmente para lecturas de verificación serán analógicos. El indicador de temperatura puede ser analógico de buena resolución o digital, sin afectar el resultado de la lectura. El indicador de la selección o programación de los distintos ciclos será digital, de una pantalla de cristal líquido, puesto que en éste se debe desplegar información precisa al usuario.

Se eligieron botones para el tablero que fueran resistentes y de una apariencia moderna, se analizaron varios tipos de botones, nacionales y extranjeros, tomando como criterios de selección disponibilidad, costo, durabilidad y apariencia.

Los botones seleccionados, nos permiten el incluir en ellos iconos, o figuras representativas de la funciones que van a realizar, para éstos iconos se tuvieron en cuenta los siguientes conceptos:

"Las ilustraciones se utilizan ampliamente en los sistemas de comunicación modernos, sobre todo cuando se refieren a términos técnicos, y la información gráfica se usa cada vez más con el fin de comunicar instrucciones para el uso de ciertos equipos.

Entre los factores de diseño para símbolos, se recomiendan los siguientes:

-La figura debe tener un límite definido: Una figura que no tiene límites claros, carece de contraste y de forma, y no atrae bien la atención.

-Simplicidad: Una forma simple se percibe más rápidamente que una que contiene demasiados detalles.

-Figuras cerradas: En muchos aspectos, nuestro sistema perceptual tiende a integrar la información derivada de los sentidos para producir una figura total. Por esto, debemos hacer que nuestro símbolo se represente como un todo, y no como figuras separadas.

-Estabilidad: Dado que el sistema perceptual del ser humano intenta imponer una forma sobre la información sensorial entrante. Algunos tipos de figuras son inherentemente inestables, es decir, nos presentan la información en forma ambigua y debemos evitarlos."⁷

LOCALIZACION DEL TABLERO.

"Cuando se ponen tableros visuales en la consola del operario, el principal aspecto por considerar es la relación física entre el tablero y su control asociado."⁸

⁷ibid, pag. 104

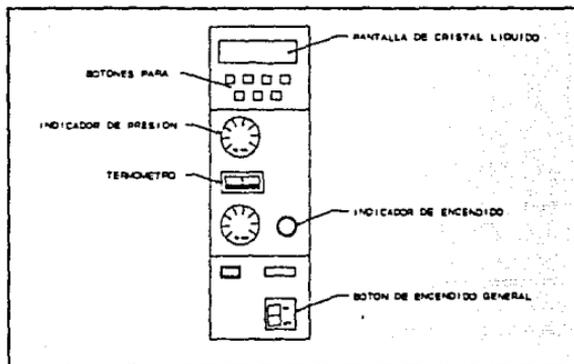
⁸ibid, pag. 185

Uno de los requerimientos más importantes para la localización del tablero en el esterilizador, es la visibilidad, la cual inadecuada en los equipos antiguos, debido a que el usuario tiene que hacer un esfuerzo grande para poder visualizar las indicaciones, igualmente para accionar los controles del equipo. Debido a ésto, se consideró la altura promedio de la enfermera en 1.55 m, y en base a ésto se realizó el diseño del equipo para albergar el tablero en una posición adecuada para la fácil apreciación de los indicadores, así como para un fácil manejo de los controles.

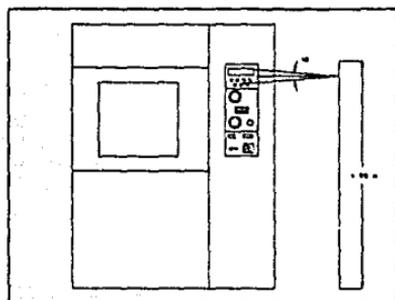
"De algunos estudios, se han obtenido los resultados de mejor respuesta a los indicadores que se encuentran en un área limitada por cerca de 8 grados por arriba y por debajo de la línea de vista central, hasta los 40 grados a la derecha pero sólo 10 grados a la izquierda del punto medio."⁹

Estos datos se utilizaron para la ubicación de los elementos en el tablero, ocupando la parte central los indicadores de verificación y la pantalla de cristal líquido, que son los que van a ser consultados con mayor continuidad. Fuera de éste campo de visión ideal, se colocaron los controles de encendido del esterilizador y el acceso a los botones para programar ciclos especiales, puesto que éstos no serán empleados tan continuamente como los ya mencionados.

⁹ibid, pag. 186



Ilustr. 68 Distribución del Tablero de Control



Ilustr. 69 Ubicación del tablero en el esterilizador

La pantalla de cristal líquido mostrará al usuario información tal como la de ciclo que se selecciona, el tiempo que tarda en concluir, presión y temperatura a las que se realizará el ciclo. En la programación de ciclos, informará al usuario que parámetros son los que selecciona, y permitirá una revisión del ciclo programado antes de grabarlo.

<p>SELECCIONAR EL CICLO QUE SE REALIZARA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA</p>	<p>SELECCIONAR EL CICLO QUE SE REALIZARA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA</p>
<p>SELECCIONAR EL CICLO QUE SE REALIZARA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA</p>	<p>SELECCIONAR EL CICLO QUE SE REALIZARA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA</p>
<p>SELECCIONAR EL CICLO QUE SE REALIZARA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA</p>	<p>SELECCIONAR EL CICLO QUE SE REALIZARA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA</p>
<p>SELECCIONAR EL CICLO QUE SE REALIZARA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA</p>	<p>SELECCIONAR EL CICLO QUE SE REALIZARA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA EN LA OLA DE LA OLA DE LA OLA</p>

Ilustr. 70 Ejemplos de Pantallas del Tablero

5.3 DISEÑO DEL CONTROL ELECTRONICO

INTRODUCCION

El desarrollo de este capítulo será diferente al que se ha venido siguiendo en el presente trabajo. A lo largo de los diversos capítulos se ha hablado del desarrollo de los sistemas mecánicos del esterilizador, pero no se ha tratado el diseño del sistema del control electrónico. Como se mencionó anteriormente, el grupo de trabajo en el proyecto es interdisciplinario y se trabajó en cooperación, pero cada equipo se enfocó principalmente a un área de trabajo específica. En este capítulo se presenta brevemente el desarrollo del sistema de control del esterilizador.

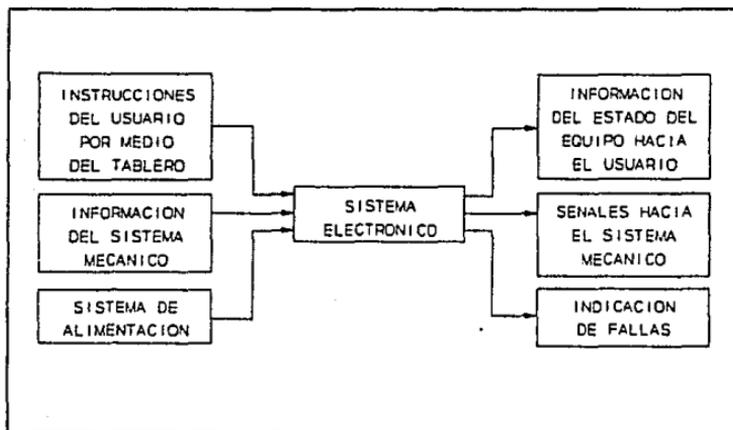
SISTEMA DE CONTROL

Con este sistema se controlan y se lleva registro de las variables del proceso de esterilización. Actualmente los equipos nacionales cuentan con un control mecánico o electromecánico en el mejor de los casos. A nivel internacional los equipos de esterilización cuentan con un control por microprocesador, permitiendo que los ciclos de esterilización sean programados.

En este diseño se decidió utilizar un control que evitara los problemas de operación en la esterilización, además de facilitar la selección de ciclos e interpretación de los indicadores.

ENTRADAS Y SALIDAS DEL CONTROL

Al igual que para los otros sistemas, se definieron entradas y salidas para el control. Las entradas y salidas se muestran en el diagrama a continuación.

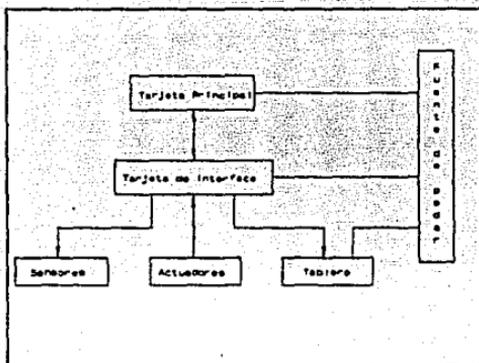


Ilustr. 71 Entradas y Salidas del Control

DIVISION DEL SISTEMA ELECTRONICO

El sistema electrónico está dividido en lo siguientes elementos:

TARJETA PRINCIPAL: En esta tarjeta se encuentra el control central del equipo de esterilización.



Ilustr. 72 División del Sistema Electrónico

TARJETA DE INTERFAZ: Tiene como objetivo acoplar las señales de la tarjeta principal hacia los actuadores, y las señales de los sensores a la tarjeta principal.

TABLERO: Tiene como finalidad facilitar el intercambio de información entre el usuario y el equipo.

ACTUADORES: Reciben las señales del control central para que activen los distintos dispositivos empleados para la introducción o desalojo de vapor del esterilizador.

SENSORES: Proporcionan al control información para conocer el estado del equipo.

FUENTE DE PODER: Suministra la energía eléctrica al sistema.

GENERACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS

Una vez que se conocieron los elementos con los que debía contar el control, se buscaron alternativas que pudieran solucionar el problema.

-Para la tarjeta principal:

Las computadoras de control de procesos requieren de un sistema de adquisición de datos, una interfaz con el usuario y una interface con el proceso. En la interfaz con el proceso se manejan señales, que son entradas eléctricas provenientes de los transductores (o sensores); estas señales siguen un proceso de acondicionamiento en las interfaces de entrada mediante el cual puedan ser manejadas por el control del proceso.

Las señales de salida son eléctricas y son manipuladas en las interfaces de salida y estas se encargan de excitar actuadores de tipo eléctrico, electroneumático o electrohidráulico. Estos controles, se pueden clasificar según el tipo de control de procesos existente:

- a) Un controlador de aplicación específica basando su arquitectura en componentes discretos.
- b) Un secuenciador.
- c) Un microcontrolador de propósito general.
- d) Un sistema basado en microprocesador.

El controlador de aplicación específica presenta las siguientes desventajas: es difícil realizar cambios posteriores a la programación para su funcionamiento como control del proceso, así como para manejar otro tipo de señal.

Empleando un secuenciador, a pesar de que se mejoran la características con respecto al anterior, se sigue observando el mismo problema.

Analizando la solución con microprocesador podría parecer que esta es conveniente debido a que cumple con los requerimientos de control, es relativamente más fácil de implementar que las anteriores, sin embargo, al analizar las necesidades de la empresa solicitante del proyecto, las normas de seguridad, y en base a los criterios de diseño se concluyó que la mejor opción para el diseño del control del proceso es mediante un microcontrolador. Al emplear un microcontrolador se tienen las siguientes ventajas:

- Todos los componentes necesarios para la computadora de control de procesos se encuentran en un solo circuito integrado.
- Alta velocidad de respuesta (de 1 a 20 μ s por instrucción).
- Cuentan con distintas capacidades de memoria de programa (ROM) y memoria de datos (RAM), dependiendo de las necesidades.
- Cuentan con un conjunto de instrucciones específicamente diseñadas para procesos de control.
- Cuenta con una gran cantidad de terminales de entrada y salida, las cuales se pueden ampliar.
- La revisión y reparación de los equipos es más sencilla.
- Son versátiles, económicos y de buena disponibilidad en el mercado.
- Los sistemas implementados con microcontrolador resultan ser fácilmente modificables, de menor costo y tamaño.

-Sensores y actuadores.

-Sensores:

De acuerdo a la Sociedad de Instrumentos de America (I.S.A.) se define un transductor como "el dispositivo que proporciona una salida útil como respuesta de un mesurando específico; entendiéndose por mesurando la variable física, propiedad o condición que va a ser medida". De acuerdo con esta definición, se puede considerar que un sensor es un transductor, porque el mesurando puede ser detectado por un sensor.

-Sensores de temperatura:

El control necesita conocer la temperatura del vapor durante el proceso. Esta se debe medir en la camisa y en el interior de la cámara. Para realizar esta función se encontraron las siguientes alternativas:

- Interruptores de temperatura (termostatos o pirómetro): este elemento abre o cierra un contacto al llegar a la temperatura seleccionada, esta acción sucede debido a la dilatación de un elemento metálico, mercurio o vapor. El punto de interrupción puede ser seleccionado manualmente.
- Transductores de temperatura: se pueden clasificar en termopares, termistores, detectores resistivos de temperatura (RTDs) y semiconductores.

Se eligieron interruptores de temperatura comerciales, con las siguientes características:

Temperatura seleccionable.
Rango de operación de 0 a 400°F.
Resolución de 1°C.
Corriente máxima de 1A a 32V de DC.
Uso anticorrosivo.

-Sensores de presión:

El control requiere de información referente a la presión del vapor en la entrada de la camisa. Esta información se utilizará para controlar la presión y temperatura en los ciclos, como ya se explicó cuando se mencionó el aspecto de la selección del regulador de presión.

- Interruptor de presión: este elemento abre o cierra sus contactos al llegar a la presión seleccionada, esto sucede debido a que la presión aplicada en un fuelle, diafragma, pistón o bulbo de mercurio acciona los contactos. El punto de interrupción puede ser seleccionado manualmente o bien, pedirlo calibrado de fábrica.
- Transductores de presión: estos elementos nos entregan una señal eléctrica proporcional a la presión ejercida sobre ellos.

De acuerdo a los criterios de diseño, se seleccionaron interruptores de presión manométrica y de vacío comerciales, en la opción de resistencia capacitor, debido a que resulta 20% mas económica. Cuenta con las siguientes características:

- Está conformada por menor número de elementos.
- Es segura y confiable.
- Su costo de mantenimiento es mínimo.

-Sensores de posición:

Con el fin de conocer la posición de la puerta del esterilizador, se requiere de un sensor, para las opciones de solución se tienen los siguientes:

- Microinterruptor: este elemento cierra un contacto al mover un vástago.
- Contacto magnético: cierra un contacto al acercarse un imán a una distancia mínima creándose un campo magnético.

-Actuadores:

Una vez que se procesó la información obtenida por los sensores, es necesario enviarla a un elemento de control final. Los elementos de control final que se utilizan son las válvulas solenoide, interruptores de las bombas y generador, alarmas e indicadores.

De acuerdo a las características de los elementos podemos distinguir dos grupos de salidas: las de alta y las de baja potencia.

-Baja potencia

Indicadores luminosos:

Se eligió la opción del transistor como interruptor porque los indicadores funcionan a 12 volts y la salida del puerto paralelo es de 5 volts.

Válvulas solenoide:

Se eligió la opción de emplear relevador de estado sólido para la activación de estas válvulas. Esto se debe a que resultó ser más económico, al mismo tiempo que es seguro y confiable.

-Alta potencia (bombas de agua y de vacío):

Al realizar pruebas se encontró que la mejor solución es el empleo de un relevador de estado sólido de alta potencia para arrancar cada una de las bombas.

-Interfaces de entrada:

La función de esta interfaz es acoplar la señal generada por los sensores para poder ser leída por el control de manera digital. Por consiguiente, entre la gran variedad de alternativas viables para la solución de esta etapa, las más factibles para su realización resultaron ser los siguientes:

- a).- Acoplamiento directo con red RC (resistencia capacitor).
- b).- Acoplamiento por medio de transistor como interruptor.
- c).- Acoplamiento por medio de transistor con un interruptor de un polo un tiro.

-Interfaces de salida

Entre las posibles opciones para acoplar la señal del control hacia los elementos actuadores tenemos la siguientes:

- a).- Optoacoplador y triac.
- b).- Relevador de estado sólido (optoacoplador y triac integrado).
- c).- Relevador eléctrico.
- d).- Contactor magnético.
- e).- Transistor como interruptor.

DISEÑO DE DETALLE DEL SISTEMA DE CONTROL

La tarjeta principal está constituida por un microcontrolador, la memoria de programa, la memoria de datos, la lógica de decodificación de memoria y puertos, los puertos paralelos y el circuito de reloj.

La tarjeta principal necesita de las tarjetas de interfaz, las cuales son las que realizan la transferencia de información a los actuadores y sensores. Otro de los elementos necesarios es el tablero ya que por medio de él se realiza la comunicación con el usuario.

TARJETA PRINCIPAL:

En esta tarjeta se encuentra el sistema electrónico realizado para poder controlar la esterilización, ésta tiene un microcontrolador de la familia MCS-51 de INTEL (8031), que es el que se encarga de realizar todas las funciones y operaciones necesarias para poder llevar a cabo el control del esterilizador.

El programa general del sistema se encuentra almacenado en una memoria UVEPROM (2732), y para el respaldo de información se utiliza una memoria EEPROM (2816). Cuenta también con los puertos paralelos de entrada salida PPI (8255), los cuales son utilizados como expansión de las entradas y salidas.

Con la lógica diseñada de esta manera se pretende, que en un futuro se pueda ampliar la capacidad de memoria o de entradas o salidas.

Los parámetros de operación del esterilizador se mencionaron en el capítulo cuatro, en donde se mencionó que éstos son la presión, temperatura y tiempo. El control es el que se encargará de asegurar que se cumplan. Como también se mencionó en el Capítulo 4, se realizaron diagramas de los diversos ciclos y un diagrama de tuberías. En base a ellos, se hicieron las rutinas de operación para cada ciclo, en donde se indican las presiones, temperaturas y tiempos a controlar. Partiendo de las rutinas de operación para cada ciclo, se realizó la programación del microcontrolador.

TARJETAS DE INTERFAZ:

Estas tarjetas son las siguientes:

Tarjeta de actuadores.

Tarjeta de sensores.

Tarjeta de comunicación.

En la tarjeta de actuadores se encuentran los elementos que accionarán las válvulas solenoides y motores de las bombas.

Para la tarjeta de sensores se tienen los circuitos correspondientes para cada sensor.

A la tarjeta de comunicación llegan todas las señales provenientes de la tarjeta principal y de la tarjetas de interfaz, en esta solo se encaminan las señales a su destino, por lo que la función de esta tarjeta es de comunicación entre las demás tarjetas, está constituida por conectores.

PANTALLA:

La pantalla del tablero es del tipo de matriz de puntos en cristal líquido (Dot Matrix LCD), contiene un circuito integrado T6963C, el cual es el controlador de LCD.

Las características de la pantalla son las siguientes:

- Capacidad de 40 caracteres X 8 líneas.
- Excelente lectura y buen contraste.
- Contiene 128 caracteres de palabras en ROM.
- Temperatura de operación (0 a 50°C).
- Compacto y de fácil montaje.
- Tipo de letra seleccionable de 6X8 u 8X8 puntos.

Para conectar la pantalla, se utilizó como si fuera una memoria, por lo que el Hardware necesario fué mínimo, al utilizar el decodificador de las memorias.

TABLERO:

La apariencia y distribución del tablero ya se trató en el capítulo 5. El tablero de control esta constituido por botones, indicadores luminosos, pantalla de cristal líquido, conectores de entrada-salida para los actuadores y sensores.

Elementos del tablero:

Indicadores: Los elementos indicadores sirven al operador para conocer el estado de la máquina.

Indicadores de falla:

- Energía:** Indica que no existe corriente de alimentación al control.
- Vapor:** Indica que no existe vapor en la línea de alimentación.
- Falla:** Indica que el control detectó alguna situación de falla en el funcionamiento de la máquina.
- Puerta:** Indica que la puerta de la cámara del esterilizador se encuentra abierta, y no podrá empezar el ciclo hasta que se encuentre cerrada.

Indicadores de ciclo:

Gráfica del ciclo: Grupo de siete indicadores luminosos que nos muestran la secuencia del ciclo de esterilización.

Zumbador: Se utiliza para generar alarmas audibles en caso de falla.

Pantalla: Se utiliza para tener una comunicación con el operador, proporcionándole datos del proceso de esterilización.

FABRICACION DEL CIRCUITO

La fabricación del circuito electrónico del Esterilizador se realizó en dos etapas, primeramente se armaron los circuitos electrónicos en tabletas de baquelita perforada, esto se realizó por que es necesario realizar un circuito de pruebas antes del definitivo. La segunda etapa fué la realización del circuito impreso, el cual será el circuito a fabricar en serie.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Se presentan las conclusiones del presente trabajo en los siguientes aspectos:

- Objetivo académico.
- Objetivo del proyecto.
- Método de diseño utilizado.

a) Objetivo académico.

En cuanto al objetivo académico, el trabajo es valioso, puesto que ha sido necesario aplicar e integrar muchos de los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera, obteniendo como resultado una aplicación práctica y real de la ingeniería mecánica, al haber logrado el diseño de una máquina que a su vez es un producto.

Como el objeto a diseñar es un producto, se deben de considerar varios aspectos importantes como son refinamiento de apariencia, estilización, colores, estandarización para producción en serie, estudios de mercado, estrategias de venta, etc. En el diseño se consideraron estos aspectos, dejando a la empresa los aspectos relativos a la comercialización.

Se realizó un trabajo multidisciplinario, integrado por ingenieros mecánicos, electrónicos, industriales y diseñadores industriales. Esto fué una experiencia muy valiosa, porque debido al gran avance que ha tenido la ciencia, es imposible que una persona sea experta en todos los campos, por lo que es cada vez más necesario saber trabajar en grupos multidisciplinarios, como fué este caso, que, sin descuidar los demás aspectos del proyecto, era principalmente un área del proyecto en la que se trabajaba. Como se puede notar en este trabajo, las partes en las que trabajamos principalmente fueron las del área de mecánica y diseño industrial, mientras que otro grupo de personas trabajó en el área electrónica, realizando el control microcomputarizado.

Otro aspecto importante en mi formación académica fué haber tomado el control del proyecto en su última etapa, en cuanto al manejo del personal y lo administrativo. Estos dos aspectos son muy importantes, puesto que además de manejar el aspecto técnico, es muy importante conocer los aspectos administrativos, además del control del personal que participa en el proyecto, sobre todo por ser un proyecto interdisciplinario, evitando problemas de comunicación, los cuales pueden ser desastrosos para el buen desarrollo del proyecto.

b) Objetivo del proyecto.

El objetivo básico planteado originalmente era diseñar un esterilizador de vapor para uso hospitalario competitivo a nivel internacional. Esto se ha cumplido, puesto que se ha diseñado un equipo con las características que tienen los equipos extranjeros, con algunas ventajas sobre ellos.

Frente a los equipos extranjeros presenta las siguientes ventajas:

-Se tiene un menor consumo de energía, puesto que las resistencias del generador de vapor son de menor potencia que en otros equipos, pero tiene la capacidad suficiente para alimentar tanto a cámara y camisa como al eyector.

-El eyector junto con la bomba de vacío actualmente se emplean en algunos equipos extranjeros, en los fabricados en México aún no se hace, provocando que los paquetes no quedaran totalmente secos.

-Se aplicó la ergonomía para el diseño del tablero, la disposición de controles e indicadores facilita al usuario la lectura y activación de ellos. Esta ubicación fué pensada primordialmente para enfermeras y operarios mexicanos y latinoamericanos, cuyo promedio de estatura es similar entre sí.

-Otra ventaja es la flexibilidad en la operación, puesto que se tienen programados ocho ciclos comunes y hay la opción de programar un ciclo especial, según las necesidades específicas. Esta selección de ciclos y la programación del especial, son sumamente sencillas, ya que se da a escoger al usuario un menú de posibilidades, el cual aparece en el display del tablero.

-Otra característica importante es el costo de producción del equipo, puesto que en una primera estimación, es significativamente (50%) más bajo que el de los equipos extranjeros. Esto es muy importante tanto para el mercado nacional como para exportaciones.

-El mantenimiento del equipo es relativamente sencillo con respecto a los equipos extranjeros, puesto que la tubería y las partes que comúnmente requieren mantenimiento, como son las resistencias del generador, son elementos comerciales de buena disponibilidad en el mercado. Al diseñar la distribución de tuberías, se consideró que algunos elementos requieren mayor mantenimiento que otros, por lo que se colocaron en lugares accesibles, no importando el sacrificar un poco del costo del equipo en tramos mayores de tubería, etc. Con esto se logró tener una tubería sencilla y de fácil acceso.

-El equipo contará con puerta deslizante en vez de la puerta de bisagras, logrando así mayor seguridad para el operario, evitando posibles accidentes por quemaduras con la puerta, además de la mayor facilidad de operación que se tiene con este tipo de puertas en comparación con la de bisagras.

c) Método de diseño utilizado.

El método de diseño empleado en este proyecto tuvo algunas variantes con el método tradicionalmente empleado en el Centro de Diseño Mecánico, puesto que se dividió al equipo en sistemas y cada uno de ellos se dividió a su vez en subsistemas con entradas y salidas bien definidas.

Cuando se tienen las entradas y salidas generales del sistema, se puede comenzar a dividirlo en subsistemas, cada uno de ellos definido por una operación, cuyas variables físicas establecen las entradas y salidas, entre las cuales se busca que haya un balance. A partir de este balance de entradas y salidas entre subsistemas, encontraremos que hay un subsistema cuyo comportamiento afecta a todo el sistema en general.

Se cuantifica la interacción entre subsistemas, para obtener los rangos de variación permisible de las variables que se manejan. Se obtienen entonces las especificaciones de diseño para cada subsistema.

De esta manera, se definen las operaciones mínimas para realizar la función del subsistema, a partir de estos principios de operación se pueden configurar varias soluciones generales para cada subsistema, con la seguridad de que cualquiera de ellos podrá darnos la función deseada y podrá interactuar sin problema con cualquier opción de otros subsistemas.

El enfoque del método de los sistemas da la flexibilidad para un planteamiento ágil del proyecto, ya que una vez identificadas las variables y la frontera del problema, se pueden priorizar actividades. Por ello considero conveniente que se siga empleando este método en el Centro de Diseño Mecánico.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

BIDOU, DORA BEATRIZ; GRUPILLO, JUAN CARLOS.

Fundamentos y Técnicas de Esterilización.

Editorial Médica Panamericana, S.A.

Buenos Aires, Argentina. 1977.

118pp.

Biblioteca Central. RD91 K34.

DR. EWALD KANZ.

Asepsia en Cirujía, Desinfección y Esterilización.

Ediciones Toray, S.A.

Barcelona, España. 1974.

114pp.

Biblioteca Central. QR69.E8 B52.

ASIMOW, MORRIS.

Introducción al proyecto.

Ed. Herrero Hermanos.

México, 1976.

Biblioteca A.Dovalí Jaime. TA 175 A77.

ADRIAN INCHARAUZA ZABALA.

Aceros Inoxidables y Aceros Resistentes al Calor.

Ed. Limusa.

México, 1981.

DAVID J. OBORNE.

Ergonomía en acción.

Ed. Trillas.

México, 1987.

AMSCO EDUCATION DEPT.

Principios de Esterilización e Indicadores Biológicos y Químicos.

American Sterilizer Company.

Erie, Pa. Estados Unidos, 1987.

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.

ASME Boiler and Pressure Vessel Code an American National Standard.

ANSI/ASME Section VIII. Rules for Construction of Pressure Vessels.

New York, July 1980.

MEDICA INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

Manual de Operación y Servicio para el esterilizador de usos
generales MQDE-2036-C.

México, 1980.

GETINGE.

Sterilizers Catalog, Series 66 @ GEC Type.

Suecia 1990.

CASTLE.

Users Manuals, Parts Catalog, Installation Instructions for the
Enterprise Castle M/C 3300 @ 3333.

AMERICAN STERILIZER COMPANY.

Central Processing Sterilizer Products and Nursing Products General Catalog.

Erie, Pensilvania, U.S.A., 1970.

AMSCO DE MEXICO, S.A.

AMSCO Medallion, Sistemas Grandes de Esterilización por vapor.

México, 1973.

AMERICAN STERILIZER COMPANY.

Eagle 3000 Series Small Sterilizers.

Erie, Pensilvania, U.S.A., Marzo 1989.

WEBECO.

Fully Automatic Steam Sterilizers. Catalog.

Hamburg, West Germany, Abril, 1988.

AMERICAN STERILIZER COMPANY.

El Control Ciclomático. Los esterilizadores Medallion.

Erie, Pensilvania, U.S.A., 1987.

SAKURA FINETECHNICAL CO. LTD.

Hospital Equipment, 1989. New "A" Sterilizers.

Sakura Computer-Controlled Steam Sterilizer AIIS Series.

U.S.A., 1989.

AMERICAN STERILIZER COMPANY.

American Cyclomatic Control with reset time.

Erie, Pensilvania, 1957.

EZEQUIEL MARTINEZ ARTECHE

Planeación, Desarrollo e Ingeniería del Producto.

Ed. Trillas.

México, 1985.

