



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



140  
24

**AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE ESTERILIZACION  
(PARA EL ESTERILIZADOR DE VAPOR A PRESION)**

**TESIS DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA:**

**ROJAS CORTES RICARDO ENRIQUE**

**Asesor: Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez**

**Cuautitlán Izcalli, Edo. de México**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1995

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. U.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES - CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodriguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Automatización del Proceso de Esterilización (para el esterilizador de vapor a presión)".

que presenta el pasante: Ricardo Enrique Espin Cortes

con número de cuenta: 3713033-3 para obtener el TITULO de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 20 de agosto de 199 5

PRESIDENTE Ing. Coledad Alvarado Martínez

VOCAL Ing. Enrique Cortés González

SECRETARIO Ing. Felipe Díaz del Castillo Sobiergo

PRIMER SUPLENTE Ing. Julio Rafael Sánchez Barrera

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Pa. del Pilar Rosada Pizarro

## ***A TI DIOS MIO***

Te agradezco a ti Dios todo poderoso por prestarme la vida para poder estar disfrutando de este mundo en compañía de mis seres queridos y por todo lo que me has permitido lograr. Te agradezco también que me hayas dado unos maravillosos padres y que gracias a ti sigo teniendo a mi lado.

Te pido que me des fuerzas para que cuando me encuentre con algún obstáculo pueda superarlo y seguir adelante para lograr alcanzar mis metas

## ***A MIS QUERIDISIMOS PADRES***

Cuando nací no era capaz de darme cuenta del gran tesoro que se me había otorgado al tener como padres a dos maravillosas personas como lo son ustedes, pero afortunadamente en unos cuantos años pude entenderlo y a partir de ese momento pude decirle orgullosamente a todo el mundo que ustedes son los mejores padres que puedan haber en esta vida.

Ni todo el oro del mundo podría recompensar todos los sacrificios que hicieron, el amor que me dieron, el buen ejemplo que me inculcaron que para que pudiera llegar este momento tan importante en mi vida. De todo corazón les digo con todo mi amor y respeto por siempre:

**GRACIAS**

**PAPA Y MAMA**

**(osos)**

## **A MI HERMANO**

Aunque pronto nos separamos nunca dejé de sentir el apoyo que me brindaste para poder llegar hasta aquí; ya sea con una palabra de aliento o una llamada de atención, pero siempre estuviste pendiente de mí, a pesar, de tu escaso tiempo libre.

Tu has sido para mí un ejemplo a seguir, ya que aún con tus obligaciones para con tu familia sigues adelante sin que nada te detenga.

GRACIAS ... JUANITO

## **MI TIA**

Por todo lo que me soportaste en mis desvelos, por mi mal genio, por mi manera brusca de ser, por el foco que apagaste varias noches que dejaba prendido al vencerme el sueño y por todo lo que me ayudaste te digo dos palabras de todo corazón:

GRACIAS ... CHELO

## **MI SOBRINA:**

Se que en estos momentos eres muy pequeña y aún no te das cuenta de lo que significa este trabajo para mí, pero quiero que sepas que muy a tu manera ayudaste a la culminación de esta tesis al recordarme a cada momento "Tío ... la necesiis".

GRACIAS ... MARITZA

## **MI CUÑADA**

Tu me conoces desde hace mucho tiempo y sabes que mi carácter es un poco difícil, pero lo has entendido y me has ayudado en cierta forma a ser diferente en muchos aspectos, por eso sinceramente te digo:

GRACIAS... MARCELA

## A MI NOVIA

Estos maravillosos años que has estado junto a mi, echándole ganas para que salgamos adelante han sido de lo mejor en mi vida y te pido que no me prives del gran amor y ternura que me has dado.

Por las privaciones que tuviste que soportar para que pudieramos lograr este triunfo, por aceptarme como soy con mis miles de defectos te doy las gracias amor y espero que sigamos juntos como hasta ahora.

GRACIAS ... AMOR

## ***GRACIAS***

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por la oportunidad que me brindó para adquirir los conocimientos y poder realizar el sueño que en algún momento lo veía tan lejano, pero que ahora lo veo mas próximo de que pueda convertirse en realidad

A cada uno de los profesores que me dedicaron parte de su valioso tiempo para que pudiera llegar aquí y muy en especial al Ing. Felipe Díaz por todo su apoyo para la realización del presente trabajo.

A todos mis amigos (Raúl R., Jorge V., Fernando C., Ulises P., Enrique M., Ignacio N., Pablo D., y todos los que faltaron por mencionar , pero que tienen un lugar muy especial) que me permitieron compartir momentos inolvidables durante nuestra estancia en la F.E.S.C.

A las personas que de una manera u otra me brindaron su ayuda para poder seguir adelante en el momento que lo necesitaba .siempre quedarán grabados en mi memoria.

## INDICE

	Pag.
<b>INDICE</b>	2
<b>OBJETIVO</b>	5
<b>JUSTIFICACION</b>	5
• Aspectos económicos	5
• Aspectos operativos	5
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	7
1.1. Historia de la esterilización	8
1.2. Conceptos generales	18
1.3. Métodos de esterilización	19
1.3.1. Métodos físicos	19
1.3.2. Métodos químicos	26
<b>CAPITULO II</b>	
<b>ANTECEDENTES</b>	
2.1. Descripción del proceso de esterilización con vapor a presión por medio del sistema propuesto	28
2.1.1. Descripción del generador de vapor	28
2.1.2. Descripción de la cantisa	30
2.1.3. Descripción de la cámara de esterilización	32
2.1.4. Tipos de escape de vapor en el proceso	33
a) Escape rápido	33
b) Escape lento	34

**CAPITULO III**

<b>DISEÑO DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA</b>	<b>35</b>
3.1. Diseño del sistema de control de transmisión de movimiento	35
3.2. Diseño de válvulas	47
3.2.1. Diseño de válvulas de simple efecto	47
3.2.2. Diseño de válvulas de doble efecto	61
3.3. Diseño del sistema de control de nivel de agua	64
3.4. Diseño del sistema de control de vapor	66

**CAPITULO IV**

<b>DIBUJOS Y DIAGRAMAS</b>	<b>68</b>
Lámina número 1	69
Lámina número 1a	70
Lámina número 2	71
Lámina número 3	72
Lámina número 4	73
Lámina número 5	74
Lámina número 6	75
Lámina número 7	76
Lámina número 8	77
Lámina número 9	78
Lámina número 10	79
Lámina número 11	80
Lámina número 12	81
Lámina número 13	82
Lámina número 14	83
Lámina número 15	84
Lámina número 16	85
Lámina número 17	86

**CAPITULO V****PRUEBAS**

5.1.	Pruebas a válvulas de tipo martinete (simple y doble efecto)	88
5.2.	Pruebas al timer	89
5.3.	Pruebas al sistema de control de movimiento	89
5.4.	Pruebas al sistema de control de nivel de agua	90
5.5.	Pruebas al sistema de control de presión de vapor	90

**APENDICES**

	Apéndice A	92
	Apéndice B	93
	Apéndice C	94
	Apéndice D	95
	Apéndice E	96
	Apéndice F	97
	Apéndice G	98
	Instructivo de manejo	99

**CONCLUSIONES**

100

**BIBLIOGRAFIA**

101

## OBJETIVO

- a) Minimizar la intervención de personal al llevar a cabo el proceso de esterilización, para permitir la realización de otras actividades.
- b) Reducción de costos en la implementación del sistema de automatización.

## JUSTIFICACION

### a) Aspectos económicos:

Cuando se desea implementar en un equipo de esterilización un sistema "automático", conocido como ciclomático, se requiere de una inversión de aproximadamente \$ 58,595.30 actualmente, como se puede observar en el presupuesto facilitado por la compañía MISA de México, ya que estos equipos son de importación y hacen muy elevado su costo en el mercado.

El funcionamiento del ciclomático se basa en la lectura de la temperatura, por medio de sensores de temperatura, que permiten la activación del motor, los cuales son muy costosos.

El sistema propuesto se basa en el censo de presión y debido a que en vapor saturado un incremento de temperatura va acompañado de un incremento de presión no existe ningún problema, el único ajuste que debiera realizarse, es el ocasionado por la variación de la presión atmosférica en las diferentes regiones donde se haga la instalación del sistema, aunque el ajuste no tiene la menor dificultad, ya que ambos sistemas (ciclomático y el propuesto) deben de contar con un termómetro para verificar la temperatura en la cámara de esterilización, lo que facilita la calibración del sistema. De esta manera, se evita el empleo de los costosos sensores de temperatura requeridos en el ciclomático.

### b) Aspectos funcionales:

El sistema "automático" utilizando un ciclomático se diseñó pensando en la menor intervención del ser humano, en donde se eliminaba la constante presencia del mismo, para dar paso o cierre a las válvulas para poder llevar a cabo el proceso, aunque en este sistema se requiere tres veces de la presencia del operario, las cuales son:

- 1) Al introducir material y programar el proceso
- 2) Al dar paso de vapor de la camisa a la cámara de esterilización
- 3) Para sacar el material estéril

Además de la verificación del nivel de agua de la caldera. Con el sistema propuesto, se requiere únicamente dos veces de la presencia del operario, que son la número 1 y la número 3 anteriormente descritas. Permitiendo al operador no desatender otras actividades debido a que se requiera su presencia para poder llevar a cabo el proceso y sin necesidad de estar al pendiente del nivel de agua, para evitar que se dañe el equipo de esterilización.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El control de los microorganismos en los servicios al cuidado de la salud es de extrema importancia y las personas que trabajan en estas áreas deberían tener una idea clara de los principios de esterilización y desinfección. Una fase importante de la microbiología es el conocimiento de los métodos para destruir, eliminar e inhibir microorganismos. Puesto que las especies de microorganismos varían según la facilidad con que pueden ser destruidos, inhibidos o eliminados y como las localizaciones en que pueden presentarse difieren grandemente (por ejemplo, sangre, alimentos, agua, desechos, suelo, leche, ropa de cama, etc.), no son por lo general aplicables uno o dos métodos. Cada situación es un problema en sí y los métodos empleados deben depender del conocimiento, ingenio y fines del operador. Sin embargo, hay normas básicas que guían nuestro proceder en cualquier situación.

Hay cuatro razones principales para destruir, inhibir o eliminar las bacterias y son las siguientes:

1. Prevenir la infección de los hombres, animales y plantas.
2. Evitar la descomposición de los alimentos y otros productos.
3. La interferencia por microorganismos contaminantes, en varios procesos industriales que dependen de cultivos puros.
4. Para prevenir la contaminación de materiales usados en el trabajo con cultivos puros en los laboratorios (diagnóstico, investigación e industria), de modo que los estudios sobre el desarrollo de un tipo determinado de microorganismo en un medio particular o en un animal infectado, no pueden confundirse por la presencia y desarrollo simultáneo de otras especies.

Más adelante se describen los métodos empleados para el control de los microorganismos en la superficie corporal y en los materiales inertes.

En ciertas condiciones, como la preparación de vendajes o del instrumental utilizado en cirugía, un buen control requiere la completa extirpación o destrucción de todos los microorganismos. En otros casos, como en la sala de hospital, la desinfección consiste prácticamente sólo en eliminar los microorganismos causantes de enfermedad o reducir su número a un nivel tan bajo que la posibilidad de infección sea remota.

## 1.1. HISTORIA DE LA ESTERILIZACION

En los registros de la historia, el hombre ha practicado en una forma u otra el proceso de purificación o desinfección, y por último un precursor de la esterilización. El uso de antisépticos tales como breca, o alquitrán, resinas y plantas aromáticas fue muy empleado por los egipcios en el embalsamamiento de cuerpos aún antes de que ellos inventaran la escritura. En el trabajo de Herodoto (848-424 A.C.) existen indicaciones de que los egipcios ya conocían el valor antiséptico de la sequedad resultado del uso de ciertos químicos tales como el nitrato y la sal común. Los vapores de ciertos químicos fueron también usados en la antigüedad para propósitos de desinfección. De primera importancia fue el sulfuro, aparentemente el primer químico útil. Las premisas de la purificación y destrucción de material nocivo e infeccioso por medio de fuego, también parece tener origen entre los egipcios.

En el período de 900 a 1500 D.C., suciedad, peste y plaga destruyeron toda Europa, se hicieron intentos por combatir la peste en hospitales, lazaretos, y casas infectadas, por medio de soluciones limpiadoras, ventilación, humo de vinagre y no menos por humo de sulfuro, antimonio y arsénico.

Para un informe de las contribuciones de Luis Pasteur para el desarrollo del arte de esterilización, es necesario ir al año de 1860. Aquí encontramos sus brillantes investigaciones acerca de la fermentación provocada por los microbios y posteriormente, el estudio del problema de la generación espontánea para demostrar la falsedad de dicha teoría.

Uno de los últimos defensores de la teoría de la generación espontánea fue el físico inglés Bastian. En 1876 él atacó el trabajo previo de Pasteur. Bastian afirmó que la esterilización sólo se alcanzaba bajo ciertas condiciones. Esto le permitió a Pasteur reconsiderar ciertas fases de su trabajo anterior y junto con sus colaboradores, Joubert y Chamberland, él repitió y confirmó los experimentos de Bastian. Como resultado se demostró que los líquidos con cierta acidez podrían dar cierta esterilidad al hervirlos, porque ciertos organismos no destruidos por el proceso estaban imposibilitados para desarrollarse después en un medio ácido, pero si el líquido era ligeramente alcalino, posteriormente la bacteria no destruida, crecería y se multiplicaría libremente.

La propuesta de Pasteur del incremento de la temperatura (108 a 120 C) para lograr la esterilización de los materiales utilizados, demandó la invención de un nuevo aparato. Durante este período (1876-1880) de marcados avances en la técnica bacteriológica, Charles Chamberland, alumno y colaborador de Pasteur, desarrolló el primer esterilizador de vapor a presión o autoclave, con el cual fue posible alcanzar temperaturas de 120 C y aún más altas, figura 1.1.1

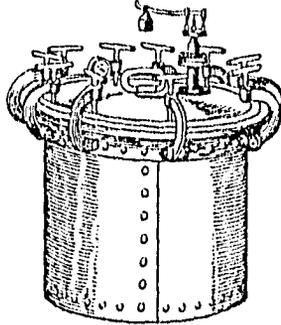


figura 1.1.1

Parecida a una moderna olla de cocina. Esta fue equipada con una válvula de seguridad y un pequeño contrapeso en la tapa la cual podía abrirse para expulsar el aire a presión debido al calentamiento. Este contenía una pequeña cantidad de agua y los materiales a esterilizar, los cuales estaban suspendidos sobre una parrilla. Este esterilizador llegó a conocerse como la autoclave de Chamberland, un aparato indispensable para hospitales y laboratorios. Se considera como el padre de los esterilizadores modernos. Este esterilizador fue diseñado después del "digestor" de vapor, inventado por el físico francés Denis Papin en 1680, figura 1.1.2

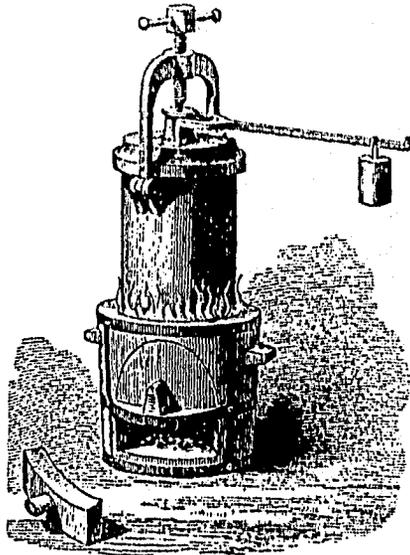


figura 1.1.2.

La esterilización fraccional, la cual es mejor conocida como tyndalización, método desarrollado por el físico inglés John Tyndall, fue en aquella época el precursor de la evolución para el tipo de esterilizador de vapor sin presión inventado por Robert Koch y sus socios en 1880-1881, figura 1.1.3. El proceso de Tyndalización constituyó un gran avance en la evolución de los métodos prácticos de esterilización. Por su utilidad y su popularidad puede ser considerado como el mejor, por el hecho de que a la fecha el proceso continúa en muchos laboratorios para esterilización.

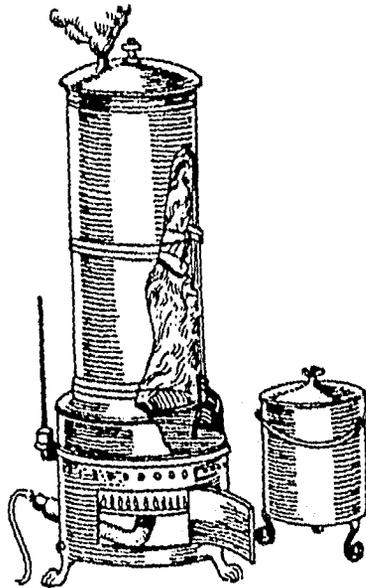


figura 1.1.3

En conjunto con Gaffky y Loeffler, Koch estudió también la acción germicida del calor húmedo. Este estudio mostró que las esporas del ántrax podían ser destruidas en agua hirviendo a 100 C en un período de 1 a 12 minutos. Se sabe que Koch y sus socios inventaron en 1881 el esterilizador de flujo de vapor sin presión figura 1.1.3, y estudiaron su valor bactericida. Koch y sus compañeros demostraron que el vapor bajo presión es el agente esterilizador más eficiente aún mejor que el vapor a presión atmosférica. También desarrolló el método y el equipo para la esterilización de la ropa. En esta aplicación igualmente encontró que el calor húmedo era mejor que el calor seco debido a su mayor poder de penetración.

Durante el período de 1885 a 1900 los alemanes hicieron notables contribuciones a los principios que gobiernan la esterilización por medio de vapor y la desinfección química. Generalmente la aplicación de estos principios, incluyen su adaptación al equipo de esterilización, aunque no fue aplicado sino hasta treinta años más tarde con la introducción del moderno "esterilizador controlado por temperatura" un producto de manufactura americana.

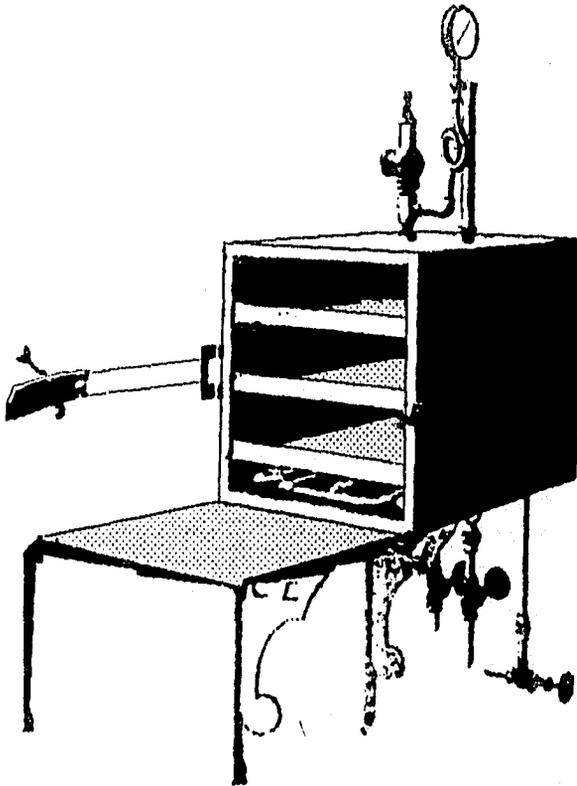


figura 1.1.4.

La primer planta completa para esterilización de aplicación quirúrgica en la historia fue instalada en el año de 1890 en el Whitbeck Memorial Surgical Pavilion interconectado con el Rochester City Hospital, Rochester Nueva York. En las figuras 1.1.4. y 1.1.5. se ilustran los esterilizadores para ropa quirúrgica para agua y el equipo de irrigación empleado.

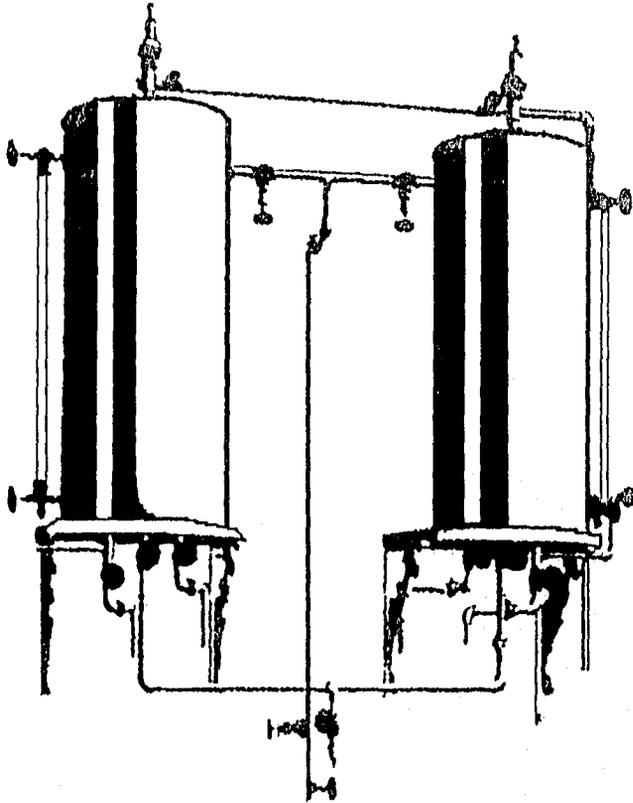


figura 1.1.5.

J.E. y G. F. Hall fueron los fundadores de la American Sterilizer Company , Erie, Pensilvania. Estos hombres originalmente comenzaron sus actividades bajo el nombres de Hall Bros. en 1894. Se sabe también que estaba la Sprague- Schuyler Company y otros pioneros que produjeron en este campo. La Kny-Scheerer Company de Nueva York (1888) fueron los responsables de la introducción del esterilizador con puerta de cierre hermético por medio de brazos radiales, una puerta que podría abrirse o cerrarse simplemente por la manipulación de un maneral circular como se puede observar en la figura 1.1.6. que muestra esta característica.

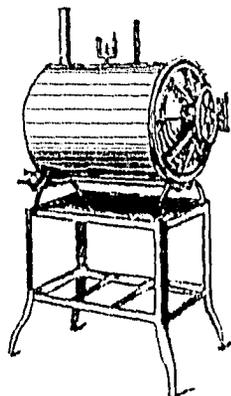


figura 1.1.6.

Otra compañía que contribuyó a la industria de los esterilizadores fue la Wilmot Castle Company, la cual comenzó sus operaciones en 1883 para producir la olla de vapor de Arnold, que fue transformada al esterilizador de flujo de vapor de Arnold figura 1.1.7. Este aparato y las modificaciones del mismo ha continuado durante todos estos años como un medio popular de esterilización. El esterilizador de Arnold en gran parte reemplazó al aparato de vapor sin presión inventado por Koch y sus socios.

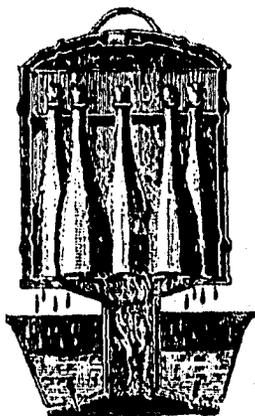


figura 1.1.7.

Un significativo avance en el desarrollo de la esterilización vino con la introducción por Kinyoun-Francis de la cámara de vapor y formaldehído desinfectante la cual se muestra en la figura 1.1.8. La Louisiana Quarantine Board construyó la primer cámara de vapor en los Estados Unidos para la aplicación de vapor bajo presión de 1 a 2 atmósferas, para ser usada para la desinfección de prendas, colchones, y ropa de cama.

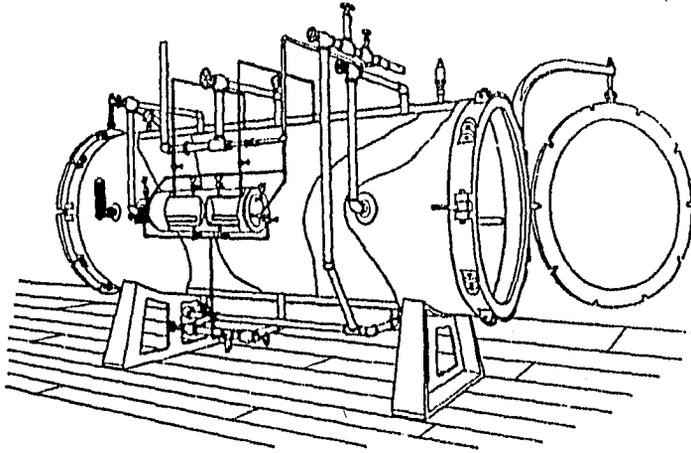


figura 1.1.8.

Anterior a éste, se construyó el desinfector de Diamond o modelo francés que se muestra en la figura 1.1.9.

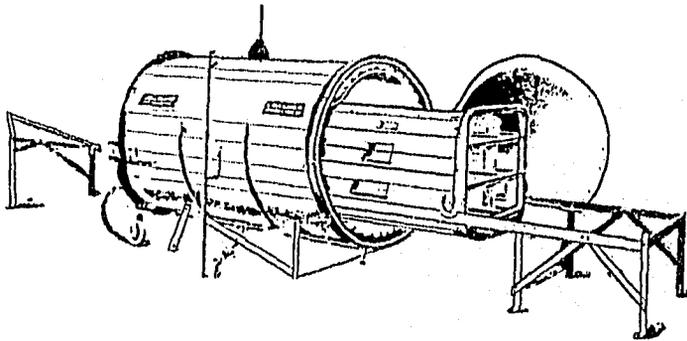


figura 1.1.9.

Por el año de 1915 se introdujo a los hospitales una nueva concepción en el funcionamiento del esterilizador de vapor a presión, en el cual se descubrió el proceso de eliminación de aire de la cámara

por gravedad. Gran parte del crédito del establecimiento de este descubrimiento con ciertas características de diseño mecánico es atribuido al esfuerzo y talento de los investigadores anteriores, W. B. Underwood y sus colaboradores quienes, fueron responsables de notables avances en este campo. Esta reconocido que el primer esterilizador operando con este nuevo principio desarrollado apareció en el año de 1915. Un típico esterilizador de vapor a presión diseñado y construido con el método de descarga de aire por gravedad es mostrado en la figura 1.1.10.

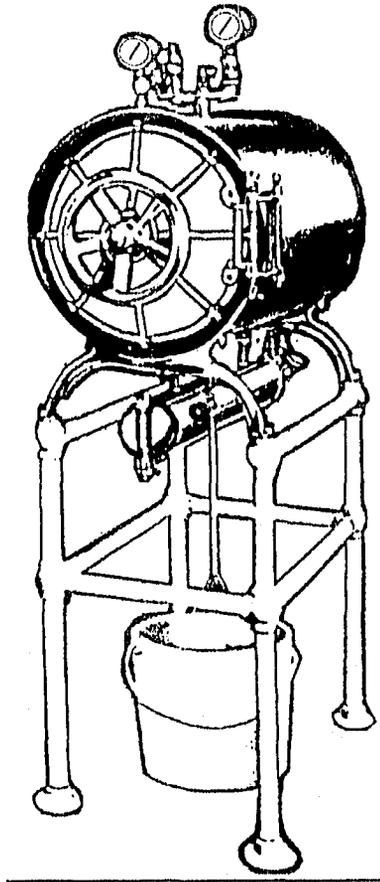


figura 1.1.10.

La cámara estaba equipada con una salida de drenaje en el extremo cerca de la puerta. El material drenado caía en una cubeta que se encontraba en el piso, descargando al salir el aire con la cualidad de que la descarga tiene que ser observada por el operador, pero debido a que los operadores no les gustaba la idea de la cubeta en el suelo para recibir el material drenado de la cámara y la necesaria

observación del material drenado, se desarrolló la trampa de vapor (válvula termostática), para controlar la descarga y se implementó a los esterilizadores poco después del año de 1915.

Se estableció que el año de 1933 es considerado como el inicio de la era moderna de la esterilización científica. En ese tiempo la American Sterilizer Company introdujo el primer esterilizador de vapor a presión (figura 1.1.11.) en el cual la realización del control estaba basada en la medición de la temperatura por medio de un termómetro de mercurio localizado en la salida de la línea de drenaje de vapor de la cámara. Los esterilizadores manufacturados e instalados antes de 1933 fueron operados con presión con una indicación del control parecidos al de una planta, sin medios de medición de temperatura desarrollada por el sistema.

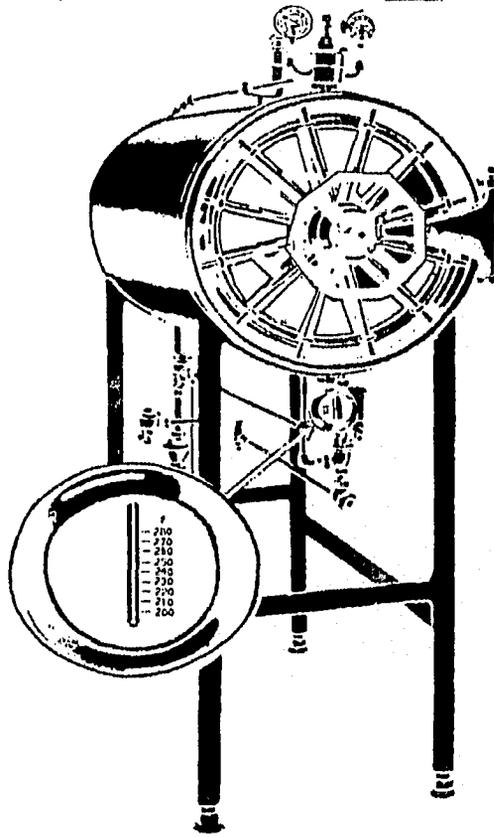


figura 1.1.11.

La introducción del control de temperatura marcó la salida de métodos no científicos de razonamiento de indicar la realización del esterilizador y anunciar en un período más preciso la esterilización, la cual ha permanecido en gran parte sin cambio hasta el momento, con excepción de los mecanismos de control automático. Todos los esterilizadores de mérito reconocido han estado desde hace mucho tiempo equipados con ciertos y confiables termómetros bajo todas condiciones de funcionamiento, mostrando la verdadera temperatura del vapor aplicada al material.

Haciendo una descripción a grosso modo de los investigadores y sus aportaciones tenemos lo siguiente:

- 1680 Papin Denis: Físico francés (1647-1714). Inventó el "digestor" de vapor (olla de presión), a la cual posteriormente se le agregó la primera válvula de seguridad. También descubrió el punto de ebullición de los líquidos con la variación de la presión.
- 1765 Spallanzani Lazzaro: Naturalista italiano (1729-1799). Un destacado oponente de la teoría de la generación espontánea. Estudió la efectividad del calor en la destrucción de las bacterias y esterilización de los líquidos. Probó que no existía poder vegetativo en el material inanimado.
- 1807 Dalton John: Químico inglés (1766-1844). Investigó las propiedades de los gases y formuló la ley de la presión parcial. Su gran trabajo fue el establecimiento de la teoría atómica.
- 1810 Appert Nicolas: Confeccionador francés (?-1841). Mérito por el descubrimiento de la preservación de la comida en lata. Introdujo el uso del recipiente sellado posterior al calentamiento con agua hervida.
- 1832 Henry William: Químico inglés (1775-1836) Investigó el poder desinfectante del incremento de temperatura y demostró que la ropa infectada al ser calentada era inofensiva. Desarrolló la camisa de esterilización por calor seco.
- 1861 Pasteur Louis: Químico bacteriólogo francés (1822-1895). Generalmente reconocido como el padre de la bacteriología. Notable por sus estudios en la fermentación y la prevención del ántrax y la rabia. El desaprobó la doctrina de la generación espontánea y que la putrefacción es una fermentación causada por el crecimiento de los microbios. También originó el proceso de pasteurización, postuló el papel que desempeñaban las bacterias en las enfermedades y contribuyó a la fundación de la cirugía aséptica.

- 1867 Lister Joseph: Cirujano inglés (1827-1912). Fundó la cirugía antiséptica. Aplicó los principios de Pasteur en la práctica quirúrgica. Las contribuciones de Lister permitieron directamente el establecimiento de la técnica del cuarto de operaciones estéril.
- 1877 Tyndall John: Físico inglés (1820-1893). Descubrió la fase de la bacteria resistente al calor. El originó el método de conocido como fraccional (intermitente) de esterilización o tyndalización.
- 1877 Chamberland Charles: Bacteriólogo francés (1851-1908). Construyó el primer esterilizador de vapor a presión conocido como autoclave de Chamberland.
- 1881 Koch Robert: Bacteriólogo alemán (1843-1910). Muy aclamado como el padre de la técnica bacteriológica. Descubrió el uso de sólidos en el medio de cultivo e investigó la etiología de las enfermedades infecciosas. Abogó por el uso del bicloruro de mercurio como un germicida, además de muchas contribuciones en el campo de la esterilización y la desinfección química.
- 1885 Schimmelbusch Curt: Cirujano inglés (1860-1895). Acreditado como el primero en utilizar el esterilizador de vapor para la esterilización de ropa quirúrgica.
- 1933 Underwood Weeden: Ingeniero americano (1880-1946). Responsable de notables avances en el diseño y aplicación de los esterilizadores de vapor a presión. Sus investigaciones influenciaron el desarrollo del control de temperatura en los esterilizadores.

## 1.2. CONCEPTOS GENERALES

Se emplean varios términos para describir los procesos requeridos en el control de microorganismos. Algunos términos son absolutos, otros son sinónimos y otros son relativos, teniendo en la diversas áreas de aplicación ligeras diferencias en significado.

**Esterilización:** Es el método utilizado por medio del cual todos los microorganismos patógenos y no patógenos (bacterias, esporas, hongos y virus) contenidos en líquidos, en instrumentos y utensilios o dentro de varias sustancias, son completamente destruidos y es considerado como un término absoluto.

**Desinfección:** La desinfección significa la muerte o la eliminación de los gérmenes capaces de causar infección. La desinfección no abarca necesariamente la esterilización, aunque algunos procedimientos antisépticos realizan una verdadera esterilización. En general la desinfección la realizan agentes químicos como el ácido fénico (fenol) y se considera generalmente como destructora de células vegetativas más sensibles, pero no de las esporas resistentes al calor.

**Sepsis:** Significa la presencia de microorganismos en la sangre o en los tejidos.

**Antiséptico:** Es una sustancia que cuando se aplica a los microorganismos, los hace menos dañinos, ya sea matándolos o evitando su desarrollo; se refiere por lo general a sustancias que se aplican a los tejidos vivos. El sufijo -cida denota la acción de matar, es decir un bactericida mata bacterias, un fungicida mata hongos, un germicida mata un rango amplio de microorganismos y así sucesivamente. Los términos antiséptico, desinfectante y bacteriostático sobrepone los significados y todos posiblemente pueden ser aplicados al mismo agente.

**Sanidad:** Se usa frecuentemente en los reglamentos de salud pública y se refiere a una situación favorable para la salud; su significado es relativo y tiene que ser definido en cada situación.

### **1.3. METODOS DE ESTERILIZACION**

#### **1.3.1. METODOS FISICOS**

##### **CALOR HUMEDO A PRESION**

Más del 90% de todos los productos médicos y de laboratorios se esterilizan con vapor a presión. Este procedimiento se realiza en una cámara de presión que se llama autoclave que se muestra en la figura 1.3.1.1



condiciones, la temperatura aumenta a 121 C, se recuerda que es la temperatura y no la presión, el factor responsable de la destrucción de los microbios. Al nivel del mar, 121 C pueden mantenerse si el indicador marca 15.12 lb/plg<sup>2</sup>. Sin embargo, a medida que aumenta la altura, se necesita que el indicador marque una presión mas alta para poder alcanzar esa temperatura (para la Cd. de México aproximadamente 20 lb/ plg<sup>2</sup>). A esta temperatura, con la humedad, las esporas bacterianas mueren en 15 minutos. Cuando se usa una autoclave, es necesario dar tiempo para que la temperatura penetre en todo el material y permanezca a 121 C por 15 o 20 minutos. Un bulto grande de artículos como ropa quirúrgica o vendajes puede necesitar un tiempo de exposición de 30 a 60 minutos o aún mayor, para asegurar la esterilización del paquete entero. Los artículos como vendas o instrumental quirúrgico, que tienen que permanecer estériles, deberán ser envueltos para evitar que se contaminen una vez que salgan del autoclave. No todos los materiales pueden esterilizarse en el autoclave. Por ejemplo, la humedad de la esterilización hace que los productos como el talco seco se hagan pasta, y el calor puede dañar los productos de plástico o los instrumentos electrónicos que se emplean en los hospitales. Los líquidos que contienen componentes sensibles al calor no se pueden esterilizar en autoclave, pero otros líquidos habitualmente sí se esterilizan. Aunque la presión debe ser liberada en forma lenta para evitar que hiervan demasiado y se evaporen. Los envases no deben ser cerrados herméticamente, porque al sellarse se evita el movimiento del vapor y no circula por su contenido.

Se usan varias pruebas para investigar si se ha logrado la esterilización. Son útiles los papeles impregnados de agentes químicos sensibles al calor y que cambian de color cuando se llevan a temperaturas críticas, pero no son confiables como indicadores de esterilidad aunque son los más utilizados. El indicador más fidedigno es una prueba para esporas en tiras. En ella, las tiras de papel son impregnadas con esporas bacterianas y se colocan en el centro del material que se va a esterilizar en la autoclave. Después que se termina el ciclo de esterilización, la tira con esporas se coloca en un medio de cultivo. Si después de la incubación no hay crecimiento bacteriano, se acepta que el material esta estéril. Las tiras con esporas se colocan entre los bultos envueltos para que puedan ser sacadas sin abrir los bultos de material estéril. Es conveniente utilizar un soporte para la tira, el cual se encuentra en el comercio.

#### VENTAJAS:

- Calentamiento rápido 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 residuos tóxicos en los materiales después del proceso de esterilización.
- Es el agente esterilizador más económico.
- Calor húmedo en forma de vapor saturado bajo presión es el medio más confiable conocido para la destrucción de los microorganismos.

#### DESVENTAJAS:

- Eliminación incompleta del aire del esterilizador, temperatura depresiva, y 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 anhidricos, grasas y polvos.
- Inadecuado para los materiales sensibles al calor y/o humedad.
- Tiene efecto corrosivo a los instrumentos filosos y a las superficies de vidrio despulido.

#### CALOR HUMEDO SIN PRESION

Vaporización por ebullición, sin presión, se destruye la mayoría de las formas vegetativas de las bacterias en algunos minutos. Sin embargo, las esporas bacteriales y ciertos virus pueden sobrevivir a temperatura de ebullición durante varias horas.

El calor moderado de la pasteurización es útil en el tratamiento de algunos líquidos, como la leche y otras bebidas. La pasteurización se puede llevar a cabo por dos formas: el método de la celda o el método relámpago. En el método de la celdilla, el líquido se calienta a 62 C por 30 minutos, el método relámpago se calienta el líquido a 71.7 C durante 15 segundos. La pasteurización no esteriliza, sino que mata a las bacterias capaces de transmitir enfermedad. También disminuye en forma considerable el número de las bacterias en los líquidos y, así, evita o retarda la descomposición de los productos lácteos.

#### CALOR SECO

El calor seco se emplea para la esterilización en horno como el que se muestra en la figura 1.3.1.2.

Es necesario recordar que la coagulación no se efectúa en ausencia de humedad. Los objetos permanecen muy secos en el horno y por ello, para librarlos de esporas vivas, hay que alcanzar temperaturas muy altas (165 a 170 C). Es común emplear la de 165 C durante un período de dos horas. Con ello no se consigue la coagulación, sino lo que es más eficaz una ligera carbonización.



#### DESVENTAJAS:

- Aire caliente es difícil de controlar dentro de límites angostos, excepto en un esterilizador diseñado especialmente.
- El aire caliente penetra los materiales lentamente y disparejo.
- Completamente inadecuado para esterilizar telas y artículos de hule.
- Largos períodos de exposición son requeridos para la adecuada esterilización.
- Las bacterias son resistentes al calor seco.

#### LUZ ULTRAVIOLETA

La luz ultravioleta (UV) es un germicida poderoso con una longitud de onda de 2600 Å. El DNA absorbe esta longitud de onda y libera energía que ocasiona rearrreglo de enlaces químicos. En particular, se forman nuevos enlaces químicos entre las bases de timina adyacentes o en la misma cadena de DNA, que a la vez, hacen que los microorganismos radiados sean no funcionales. Si los microorganismos inactivados con luz ultravioleta se guardan en la oscuridad y luego se exponen nuevamente a la luz blanca, los enlaces químicos se restauran a su posición original y los microorganismos son de nuevo viables.

La luz solar contiene radiaciones ultravioleta, por lo que tiene propiedades germicidas definidas. La luz ultravioleta también se puede producir por lámparas de vapores de mercurio. Cuando las lámparas se colocan en ductos aéreos o sobre alguna superficie, disminuye en forma considerable el número de microorganismos viables en el área irradiada. La luz ultravioleta no atraviesa los sólidos, por lo que su uso se ha limitado a superficies, líquidos claros y aire. Si se colocan lámparas de luz UV de gran intensidad en áreas de entrada de aire, como cuartos de operación, enfermería, y áreas de cuidado intensivo, se pueden disminuir en forma importante la oportunidad de infección transmitida por esta vía. El aire que sale de lugares contaminados, como morgues, cuartos de aislamiento y laboratorios, se pueden exponer a luz UV para prevenir la diseminación de enfermedades por microorganismos que se transmiten por estas vías. La luz UV daña los tejidos del hombre y se debe evitar la exposición directa.

## RADIACION IONIZANTE

Ciertas formas de radiación ionizante, como los rayos X y los gamma, son capaces de transmitir más energía que los rayos UV y, por lo tanto, tienen poder para destruir a los microorganismos. La radiación ionizante tiene la capacidad de penetrar y, por lo tanto, de esterilizar telas, plásticos, líquidos y alimentos. Con frecuencia, la radiación ionizante se emplea para esterilizar productos como sutura quirúrgica y artículos de plástico desechables. La carne se puede esterilizar mediante la radiación ionizante, es más nutritiva y sabrosa que las carnes procesadas con calor y enlatadas, y además tienen la misma vida media. Las carnes esterilizadas por este método se utilizan para los astronautas en vuelos espaciales, pero todavía no se ha aceptado su uso general.

## FILTRACION

La filtración es un método eficaz para eliminar la mayoría de los microorganismos que se encuentran en los líquidos o en el aire. Los líquidos como el suero o soluciones que contengan sustancias sensibles al calor, se pueden liberar de células bacterianas pasándolas a través de filtros con tamaño de poro adecuado para retener las bacterias. Sin embargo, la filtración no retiene muchos virus presentes en los líquidos. Se han empleado durante muchos años filtros hechos de asbesto, fragmentos de vidrio fundido o tierra atomizada. Frecuentemente se utilizan filtros de ésteres de celulosa. Estos filtros se encuentran disponibles de un tamaño tan pequeño como 0.025 micras. Para suprimir las bacterias en un líquido, son eficaces los de 0.22 micras de diámetro de poro. Los filtros de este tipo también se emplean para concentrar bacterias dispersas en grandes volúmenes de líquidos. Este método es útil para investigar las bacterias en el agua potable.

Los microorganismos del aire se pueden extraer de él mediante filtración. En los ductos aéreos se emplean los filtros hechos de varios tipos de fibras para eliminar partículas tanto inertes como microbianas. Variando la densidad del filtro se pueden eliminar las partículas en la cantidad y del tamaño que se desee. Filtros especiales, como los denominados HEPA (filtros aéreos particulados de alta eficacia), están hechos de lana de compacta fibra de vidrio que elimina todas las partículas aéreas de un tamaño menor de 0.3 micras con una eficacia de 99%. Los filtros HEPA eliminan todo tipo de partículas y microorganismos transmitidos por el aire. Aún cuando los virus miden apenas 0.02 micras, en el aire se encuentran unidos a partículas de polvo más grandes o moco seco y se atrapan rápidamente en los filtros HEPA. Los filtros aéreos se emplean en sistemas de aprovisionamiento de aire como áreas hospitalarias, entre ellas los quirófanos, enfermería y unidades de cuidados intensivos.

### 1.3.2. METODOS QUIMICOS

Los hospitales, las clínicas y los laboratorios se basan en antisépticos químicos y desinfectantes para disminuir o eliminar los microorganismos dañinos de la piel o de objetos inanimados. En el comercio se encuentran disponibles miles de fórmulas químicas diferentes como desinfectantes y ningún producto por sí solo se puede utilizar para todas las necesidades. Para satisfacer las necesidades de la mayoría de los hospitales y clínicas se necesitan diversos desinfectantes químicos. Los que trabajan en los hospitales deben saber qué desinfectante utilizar en cada caso.

En las diferentes especies de microorganismos existen algunas variaciones en la susceptibilidad. Según su susceptibilidad a los desinfectantes, algunas veces se clasifican en los siguientes tres grupos:

Grupo A: formas vegetativas y virus con cubierta que se destruyen fácilmente con los desinfectantes.

Grupo B: los más difíciles de destruir, bacilo tuberculoso y virus sin cubierta.

Grupo C: esporas bacteriales y virus altamente resistentes, entre ellos los que causan hepatitis.

#### VENTAJAS:

- Ideal para la mayoría de los artículos sensitivos al calor y lábil al calor.

#### DESVENTAJAS:

- Incapaz de destruir esporas bacteriales.
- Tiene efectos fisicoquímicos adversos a ciertos materiales.
- Las químicas son más adecuadas para desinfectar que para esterilizar.

### ESTERILIZACION POR GAS OXIDO DE ETILENO

El uso de gases agentes desinfectantes ha sido un procedimiento común en muchas instituciones de salud.

1859- Wurtz descubrió y describió el óxido de etileno.

1929-Schauder y Bossert encontraron sus propiedades bactericidas.

1937-Gross y Dixon, patentaron en U.S.A. un método para esterilización.

1949-Phillips y Kaye, publicaron parámetros para obtener esterilidad de esporas bacteriales por medio del óxido de etileno.

El óxido de etileno es un líquido incoloro con punto de ebullición de 10,7 C, formando un gas de olor dulce. Al contacto con la piel forma vesículas, es inflamable y estando concentrado es explosivo, por lo que se maneja diluido en gases inertes. Puede ocasionar irritación nasal, ocular, náuseas y vómito.

La acción bactericida del gas óxido de etileno, se debe a que interfiere en el metabolismo protéico y en los procesos reproductivos de los microorganismos.

El gas se difunde a través de muchos materiales y penetra los plásticos y el hule haciéndolo útil para esterilizar equipos de circulación extracorpórea en cirugía cardíaca, respiradores, suturas, prótesis, equipos dentales y en general todos los materiales que no resisten a altas temperaturas.

Así como se difunde este gas, demora en eliminarse de los equipos que esteriliza, dejando su capacidad tóxica al contacto con los tejidos vivos por varias horas o días dependiendo del artículo esterilizado.

Los factores que influyen sobre la acción esterilizante son; tiempo temperatura, humedad, presión del gas y la naturaleza del material por esterilizar. Como desventajas, se requiere de lugares ventilados, equipo especial y costoso, tiempo de evacuación de las moléculas del gas más de 24 horas para algunos materiales. Los parámetros son:

Humedad -	3% a 60% de saturación
Temperatura-	50 C a 56 C
Concentración	450 a 800 mg/litro de espacio en la cámara
Tiempo -	1:45 horas a 3:30 horas

Por lo tanto considerando las ventajas de cada uno de los procesos y el que es de uso más común, se decide que el proceso de esterilización por medio de vapor a presión, es el que se toma para poder desarrollar el sistema de automatización, para que sea el mayor número de personas que puedan contar con un sistema como el propuesto.

## CAPITULO II

### ANTECEDENTES

#### 2.1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE ESTERILIZACION CON VAPOR A PRESION POR MEDIO DEL SISTEMA PROPUESTO

En la figura 2.1. podemos visualizar el proceso de esterilización por medio de vapor a presión en forma de bloques para poder entender las etapas que se deben de alcanzar para llevar a cabo el proceso y, posteriormente, se describe cada uno de los bloques o etapas.

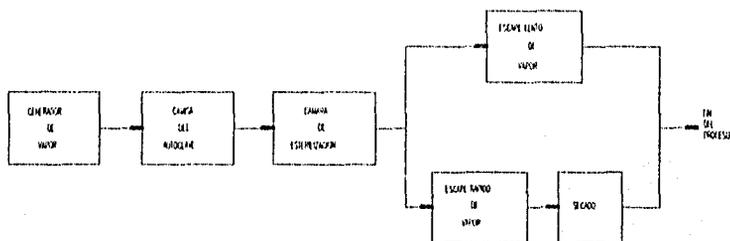


figura 2.1.

##### 2.1.1. DESCRIPCION DEL GENERADOR DE VAPOR

En la figura 2.1.1. se muestra un típico generador de vapor eléctrico. A continuación se listan sus componentes y posteriormente se describen sus funciones.

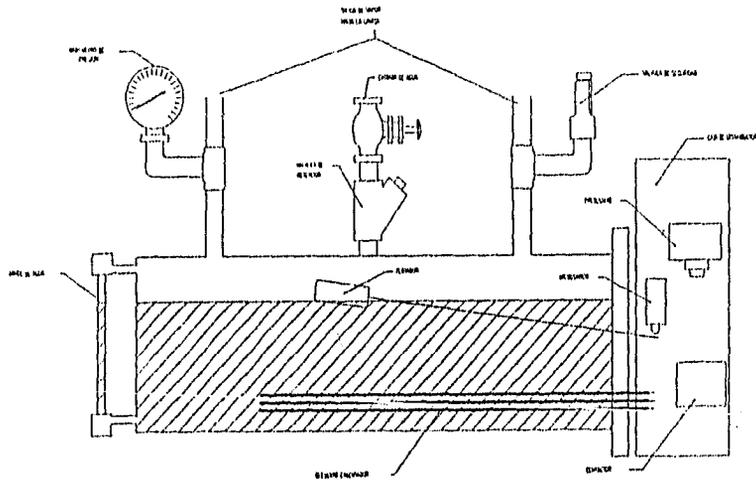


Figura 2.1.1

1. Vaso de presión de acero inoxidable
2. Juego de resistencias (elemento calentador)
3. Presostato
4. Válvula de seguridad
5. Manómetro de presión
6. Válvula solenoide de paso de agua (normalmente cerrada)
7. Válvula de retención
8. Flotador de nivel
9. Nivel
10. Microswitch
11. Arrancador (contractor)
12. Caja de distribución

Si el nivel de agua está bajo, el flotador abrirá la válvula solenoide de entrada de agua y evitará el suministro de energía a la bobina del contractor por medio del microswitch, eliminando el paso de corriente a las resistencias.

Una vez que se alcanzó el nivel de agua preestablecido, la válvula solenoide bloqueará el paso de agua y el microswitch permitirá el paso de corriente a la bobina del contactor y se permitirá el paso de corriente a las resistencias para la generación de vapor.

Al generarse calor en las resistencias, se incrementará la temperatura en el agua hasta llegar al punto de ebullición, con lo cual obtendremos vapor. Al incrementarse la cantidad de vapor, también tendremos un incremento en la presión en el vaso, hasta llegar a la presión de 20 lb/plg<sup>2</sup>, que será posible visualizar en el manómetro. Inmediatamente, el presustato cortará el suministro de energía a la bobina del contactor para cortar la corriente que fluye en las resistencias y, así, evitar el incremento de la presión.

Si por alguna razón falla el presustato, se seguiría incrementando la presión hasta llegar a las 30 lb/plg<sup>2</sup> (presión recomendada por el código ASME que es 1.5 la presión de trabajo), lo que provocará que la válvula de escape se active y despresurizará por medio del escape de vapor.

Si el consumo de agua provocara la activación de la válvula de suministro de agua, la válvula de retención, evitará el escape de agua o vapor hacia el exterior debido a la presión.

### 2.1.2. DESCRIPCION DE LA CAMISA

En la figura 2.1.2. se muestra un esquema de la camisa o chaqueta para el almacenamiento del vapor. A continuación se listan cada uno de sus componentes y posteriormente se describen sus respectivas funciones.

1. Vaso de presión de acero inoxidable (camisa)
2. Válvula de múltiples posiciones (llave de cambios)
3. Motor
4. Mecanismo para posicionamiento de la llave de cambios
5. Válvula de presión tipo martinete de simple efecto para activación de motor
6. Microswitch

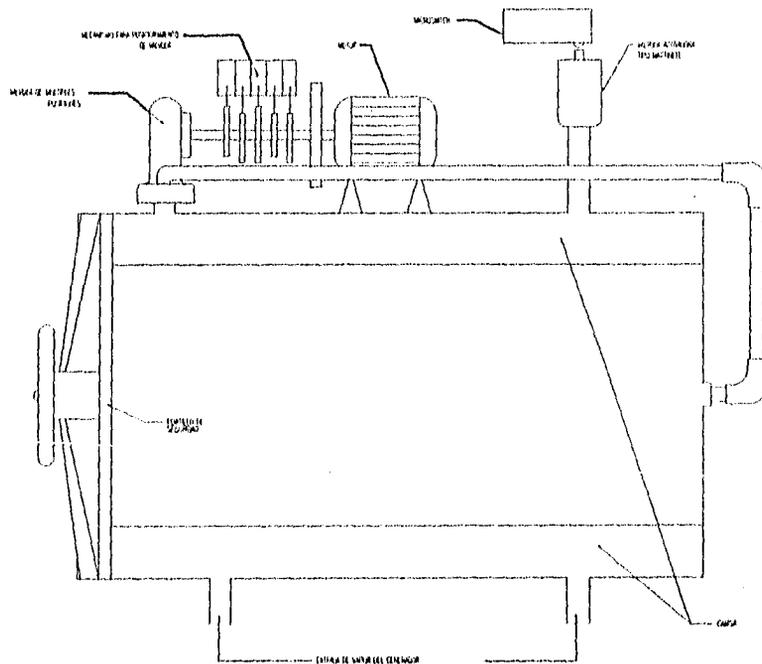


figura 2.1.2.

Debido a que la caldera y la camisa están acopladas directamente y no existe algún elemento para bloquear el paso de vapor de la caldera hacia la camisa, la presión en la camisa se incrementa casi de igual manera que la caldera debido a las pérdidas en las tuberías, aunque se considerará igual el incremento debido a que son mínimas las pérdidas. Todos los elementos de control de presión de la caldera funcionan al mismo tiempo con la camisa.

Al llegar a la presión de  $20 \text{ lb/plg}^2$  el resorte de la válvula activadora #1 de tipo martinete se vencerá, lo cual elevará el vástago y cerrará el microswitch que se encuentra arriba de él, permitiendo el paso de la corriente al motor, el cual girará hasta la posición preestablecida por medio de la leva #1 y su respectivo microswitch. Debido a que el motor está acoplado a la válvula de posiciones múltiples, ésta girará hasta la posición número 2 (esterilización), que permitirá el paso de vapor hacia la cámara de esterilización, quedando de esta manera interconectados la caldera, la camisa y la cámara de esterilización.

### 2.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA CÁMARA DE ESTERILIZACIÓN

En la figura 2.1.3. se muestra un esquema de la cámara de esterilización, posteriormente se listan cada uno de sus componentes.

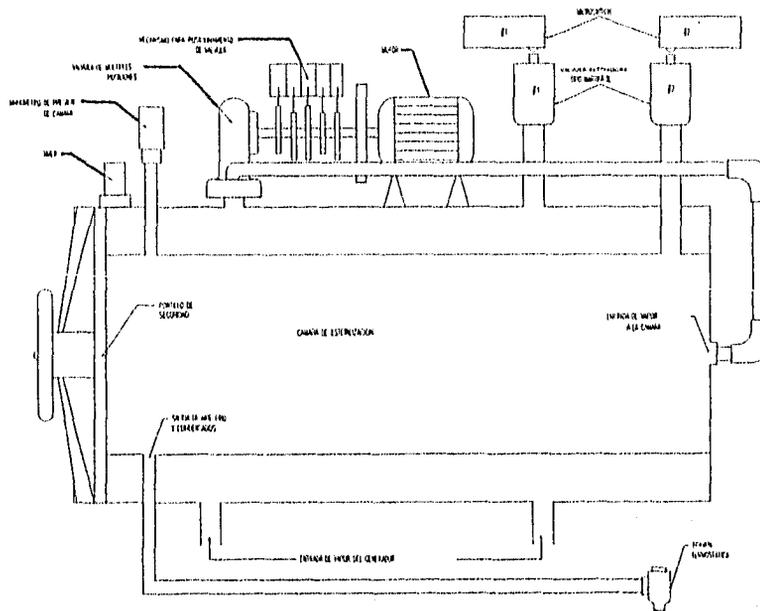


figura 2.1.3.

1. Vaso de presión de acero inoxidable (cámara de esterilización)
2. Manómetro de cámara de esterilización
3. Válvulas de presión tipo martinete
4. Microswitch
5. Timer
6. Válvula térmica (trampa termostática)
7. Portillo de cierre de la cámara de esterilización

Cuando comienza a pasar el vapor de la camisa a la cámara de esterilización, produce un decremento de presión en la caldera y en la camisa y un aumento de presión en la cámara de esterilización, cuando esto sucede, el presustato de la caldera vuelve a permitir el paso de energía a las resistencias, para poder nuevamente alcanzar la presión de 20 lb/plg<sup>2</sup>.

Cuando comienza a pasar el vapor a la cámara de esterilización, es necesario eliminar todo el aire frío que se encuentra en la cámara de esterilización y, esto se logrará mediante la trampa termostática, la cual también permite la salida hacia la atmósfera de los condensados, para evitar el exceso de humedad en el material a esterilizar y evitar que al sacarlo salga húmedo a pesar del secado. Una vez que se incrementa la temperatura en la trampa termostática, esta cerrará para evitar el escape de vapor, permitiendo salir únicamente a los condensados; de esta forma en la cámara de esterilización se incrementará la presión hasta que se alcance la presión de 20 lb/plg<sup>2</sup>. Al momento en que esto ocurra, el resorte de la válvula activadora tipo martinete #2 se vencerá y el vástago se elevará y cerrará el microswitch para permitir el paso de corriente al timer y así dar el tiempo de esterilización, previamente ajustado al inicio por el operador.

Una vez concluido el tiempo de esterilización, por medio del relevador del timer, se permitirá nuevamente el flujo de corriente al motor para que nuevamente gire la válvula de múltiples posiciones a la posición 3 o 4 (escape rápido o escape lento de vapor de la cámara respectivamente) que se habrá determinado también previamente por el operario con el interruptor de selección de líquidos o sólidos.

#### 2.1.4. DESCRIPCION DE LAS POSICIONES DE ESCAPE

- a) Escape rápido (posición # 3)
- b) Escape lento (posición # 4)

##### a) ESCAPE RAPIDO

Cuando el operario ha seleccionado esta posición, el vapor saldrá de la cámara de esterilización con cierta velocidad, provocando un decremento rápido de la presión, lo cual provocará que se venza el resorte de la válvula activadora y el vástago activará el microswitch correspondiente, para poder permitir nuevamente el paso de corriente al motor para hacerlo girar hasta la posición #5 (secado). Una vez

alcanzada esta posición, habrá un escape directo de vapor de la camisa y la caldera, sin pasar por la cámara de esterilización, produciéndose un vacío en dicha cámara de aproximadamente 10 lb/plg<sup>2</sup>, para poder eliminar todo el vapor almacenado en la cámara y así evitar que al sacar el material al finalizar el proceso salga con exceso de humedad.

Cuando se haya alcanzado el vacío de 10 lb/plg<sup>2</sup>, se vencerá el resorte de la válvula de presión de doble efecto, cerrando el microswitch correspondiente, para dar activación al timer nuevamente para un conteo de 15 minutos. Una vez concluido el tiempo de secado, se dará por última vez en el proceso, paso de energía al motor para que se llegue a la posición número 6 que es la de fin del proceso, para así concluir el proceso al sonar el timbre, para poder abrir la puerta y extraer el material estéril.

#### b) ESCAPE LENTO

Cuando se requiere éste tipo de escape es cuando se necesita esterilizar líquidos, los cuales lógicamente no requieren de un secado.

El escape es lento debido a que una súbita depresión evaporaría a los líquidos y se mezclarían con el vapor, arrojándose a la atmósfera.

Con la eliminación lenta del vapor, disminuye la presión, provocando que se active el microswitch por medio de la válvula activadora, para dar por última vez en el proceso paso de energía al motor para que se alcance la posición número 6 por medio de la leva # 5, para que se concluya el proceso al sonar el timbre, se pueda abrir la puerta y se extraigan los líquidos ya estériles.

## CAPITULO III

### DISEÑO DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA

#### 3.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TRANSMISION DE MOVIMIENTO

La válvula de posiciones múltiples (Have de cambios) tiene 6 posiciones diferentes, las cuales son:

- 1.-Calentado (inicio de la generación de vapor)
- 2.-Esterilización
- 3.-Escape rápido
- 4.-Escape lento
- 5.-Secado
- 6.-Fin del proceso

como se ilustra en la figura 3.1.1.

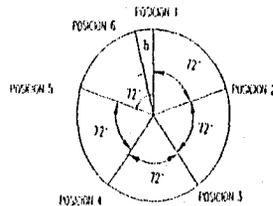


figura 3.1.1.

Las primeras 5 posiciones se encuentran uniformemente distribuidas, esto significa que el motor necesita girar  $1/5$  de revolución en cada activación de movimiento para llegar de una posición a la posición contigua, mientras que la posición número 6 se encuentra desplazada a sólo unos cuantos grados (en sentido antihorario) de la posición número 1.

Para lograr que se detenga el motor en la posición deseada, se utilizará un mecanismo utilizando levas y microswitches, como se muestra en la figura 3.1.1a

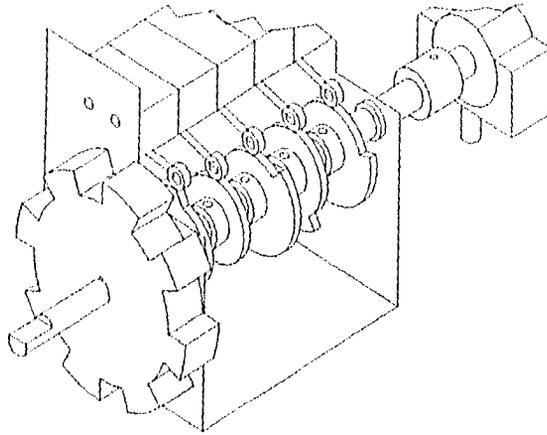


figura 3.1.1a

Se utilizarán 5 levas distintas, en el diagrama unifilar se pueden observar las formas de las 5 levas requeridas que a continuación se describen cada una de ellas:

#### LEVA NUM. 1

Como se puede observar en el diagrama unifilar, cuando se alcanza la presión de 20 lb/plg<sup>2</sup> en la caldera se cierra el circuito por medio de la válvula y se permite el paso de corriente al motor ya que la leva número 1 en la posición 1 se encuentra cerrando el circuito, esperando únicamente que la válvula complete el cierre del circuito para llegar a la posición número 2. Como se debe detener este movimiento a una quinta parte de una revolución, el ángulo requerido en la leva es de 72° (sentido horario).

#### LEVA NUM. 2

Nuevamente observando en el diagrama unifilar, la leva número 2 en la posición 1 se encuentra el microswitch correspondiente abierto, pero cuando se llega a la posición 2 se cierra este, esperando a que se alcance la presión de 20 lb/plg<sup>2</sup> en la cámara para que cierre la válvula e inmediatamente después se active el timer para dar tiempo de esterilización. Cuando se concluye el tiempo, queda totalmente cerrado el circuito y se permite el paso de corriente al motor para que gire hasta la posición 3, lo cual es nuevamente un ángulo de 72° (sentido horario) con respecto a la posición 2.

En la posición 3 puede quedarse allí o puede pasarse hasta la posición 4, dependiendo de la selección del operario de acuerdo al material que se esta esterilizando (sólidos o líquidos). Si se mantiene en la posición 3 se realizará un escape rápido de vapor, mientras que si se sigue el movimiento hasta la posición 4 se realizará un escape de vapor lento.

### LEVA NUM. 3

Si el operario selecciona sólidos en el tablero, la leva número 3 al llegar a la posición 3 y ahí se mantendrá hasta que la presión baje debido al escape de vapor (rápido), lo cual provocará el descenso del vástago de la válvula y se activará el microswitch. Cuando se activa el microswitch, se permite el paso de corriente al motor, para que se pase hasta la posición 5 abriendo el circuito para detener el motor.

### LEVA NUM. 4

Si el operario selecciona líquidos en el tablero, la leva número 4 al llegar a la posición 3, lograda por la leva número 2, desplazará al eje hasta la posición 4, en donde parará en la misma y se mantendrá ahí hasta que la presión baje debido al escape de vapor (lento), lo cual provocará el descenso del vástago de la válvula y se activará el microswitch.

### LEVA NUM. 5

En este dispositivo existen dos posibilidades las cuales se mencionaron anteriormente, que son el escape rápido y el escape lento de vapor.

Describiendo primeramente con escape rápido la leva número 5 tendrá activación hasta que transcurra un tiempo de 15 minutos en la posición 5, lo cual cerrará el circuito y se permitirá el paso de corriente al motor para que la leva corte el suministro de energía al motor en la posición 6, en donde se termina el proceso al sonar el timbre.

Describiendo ahora con escape lento la leva número 5 tendrá activación hasta que el microswitch de la posición 4 se active y se cierre el circuito para permitir el suministro de energía al motor y pasar a la posición 6, en donde se termina el proceso.

### DISEÑO DE LA FLECHA

Se requiere una flecha con los maquinados que se muestran en la figura 3.1.2., para poder acoplar el motor y la válvula de múltiples posiciones, así como también para el montaje de las levas.

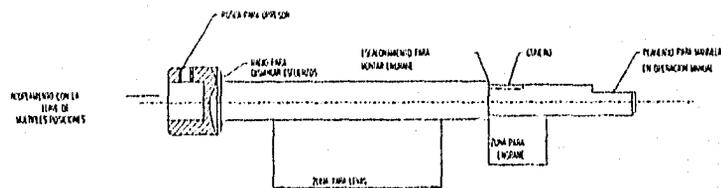


Figura 3.1.2.

#### DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA:

Los parámetros de funcionamiento de la flecha son los siguientes:

- El diámetro de la flecha de la válvula de múltiples posiciones es de 1,0 cm
- El par requerido para poder girar la válvula es de 19 Kg-cm
- La velocidad a la que girará la válvula es de 60 rpm

La potencia requerida para poder girar la válvula de múltiples posiciones es:

$$H = T \times \omega$$

donde:

H: es la potencia requerida

T: es el par requerido para mover la válvula

$\omega$ : es la velocidad angular para girar la válvula

$$H = 19 \text{ Kg-cm} \times 2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times \frac{9.81 \text{ N}}{\text{Kg}} \times \frac{\text{m}}{100 \text{ cm}}$$

$$H = 11.7112 \text{ W}$$

$$H = 11.7112 \text{ W} \times \frac{\text{Hp}}{745.7 \text{ W}}$$

$$H = 0.0157051 \text{ Hp}$$

$$H \approx \frac{1}{61} \text{ Hp}$$

pero considerando pérdidas por fricción en interruptores engranes, en bujes, etc.

$$H = \frac{1}{32} \text{ Hp}$$

por lo tanto el par aplicado a la flecha es

$$\frac{1}{32} \text{ Hp} = \frac{T}{63000} \times \frac{60 \text{ rev}}{\text{min}}$$

$$T = \frac{1}{32} \times \frac{63000}{60}$$

$$T = 32.12 \text{ lb-pulg}$$

$$T = 37.83 \text{ Kg-cm}$$

Utilizando un acero AISI C-1010 obtenemos sus propiedades (Apéndice A)

$$\tau = 0.5 \times \sigma$$

donde:

$\tau$ : Es la resistencia de fluencia al corte

$\sigma$ : Es la resistencia de fluencia a la tensión

$$\tau = 0.5 \times 3870.4 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\tau = 1935.2 \frac{Kg}{cm^2}$$

Ahora se calcula el esfuerzo cortante máximo de trabajo

$$\tau_{max} = 0.6 \times \tau$$

donde:

$\tau_{max}$ : Es el esfuerzo máximo de trabajo

$$\tau_{max} = 0.6 \times 1935.2 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\tau_{max} = 1161.72 \frac{Kg}{cm^2}$$

pero también:

$$\tau_{max} = \frac{T \times r}{J}$$

para una flecha tubular

$$J = 2\pi \times Re^3 \times t$$

donde: J es el momento polar de inercia

Re: radio exterior

t: espesor

por lo tanto

$$\tau_{max} = \frac{T \times Re}{2\pi \times Re^3 \times t}$$

$$\tau_{max} = \frac{T}{2\pi \times Re^2 \times (Re - Ri)}$$

A).  $Re = 0.6118cm$

$$Ri = 0.5cm$$

por lo tanto

$$t = 0.111875cm$$

pero tomamos  $R_e = 0.875\text{cm}$  para que  $t = 0.375\text{cm}$ , para poder barrenar y roscar la flecha para el opresor.

Debido a que existe un desnivel en la flecha, se calcula el esfuerzo debido a que existe un concentrador de esfuerzos.

$$\tau = kt \times \frac{T \times d}{2 \times J}$$

donde  $kt$  es el coeficiente de concentración de esfuerzos

para poder utilizar la tabla es necesario calcular

$$\frac{D}{d} = \frac{1.75}{1}$$

donde:

D: Es el diámetro exterior de la flecha

d: Es el diámetro interior de la flecha

$$\frac{D}{d} = 1.75$$

$$r = 0.2\text{cm}$$

$$\frac{r}{d} = \frac{0.2}{1}$$

$$\frac{r}{d} = 0.2$$

por lo tanto al utilizar la tabla del apéndice B el factor es

$$kt = 1.25$$

$$\tau = \frac{kt \times T \times d \times 32}{2 \pi \times d^4}$$

$$\tau = \frac{1.25 \times 0.3783\text{Kg} - \text{cm} \times 32}{2 \pi \times 1^4}$$

$$\tau = 240.8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

por lo tanto

$$\tau < \tau_{\text{máx}}$$

Quedando la flecha con las dimensiones que se muestran en la Lámina 2

## DISEÑO DE LEVAS

Como las levas número 1, 2 y 4 requieren únicamente la activación de su respectivo microswitch durante el barrido de un ángulo de  $72^\circ$  se deberá maquinarse la leva de la forma de la figura 3.1.3

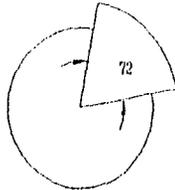


figura 3.1.3.

Aunque se utiliza un microswitch con rodillo (con un radio de 0.5 cm), se le maquinará a la leva una pendiente, para evitar que sea muy grande el ángulo de presión, quedando como se muestra en la figura 3.1.4.

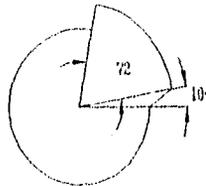


figura 3.1.4.

Como la carrera requerida para la activación del micro es de 0.5 cm, como se muestra en la figura 3.1.5.

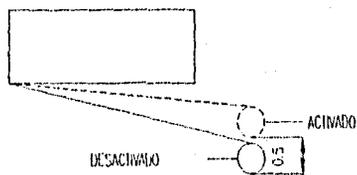


figura 3.1.5.

es necesario incrementar el radio del círculo primario 0.5 cm y, como se va a montar en la flecha que tiene un diámetro de 1cm, se necesita también un barreno en la leva de 1 cm y se obtiene una leva como se muestra en la figura 3.1.6.

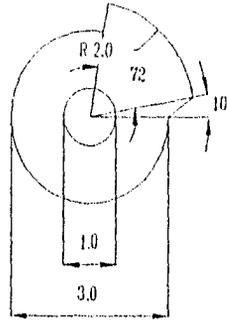


figura 3.1.6.

El montaje para las levas quedará como lo muestra la figura 3.1.7.

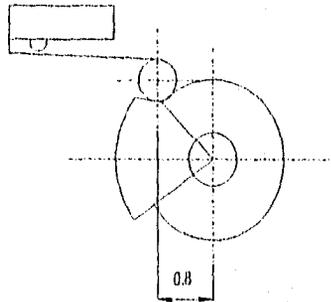


figura 3.1.7.

\*Se monta con una excentricidad para reducir el ángulo de presión.

Por cuestiones de ajuste para cada microswitch (1, 2 y 4), se colocarán 2 levas que serán maquinadas con las especificaciones de la lámina 3 para que se ajusten, de acuerdo a un defasamiento entre levas para obtener los 72° como se muestra en la figura 3.1.8.

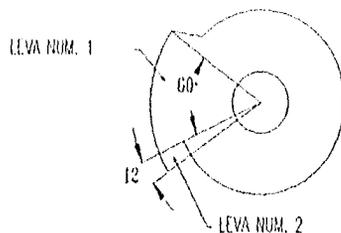


figura 3.1.8.

A la leva número 3 se le darán las mismas dimensiones como en las figuras 3.1.4. y 3.1.6., solamente que el ángulo barrido de activación del micro es mayor y el ángulo va desde la posición 3, hasta la posición 5. Como lo podemos observar en la figura 3.1.1., las posiciones de la válvula están sobre un circunferencias primeramente dividida en 5 radios igualmente distribuidos sobre la misma y la posición 6 se ubica a unos cuantos grados (sentido antihorario) de la posición 1. Por lo tanto se requiere un ángulo de  $144^\circ$  y la leva es de la forma como lo muestra la figura 3.1.9.

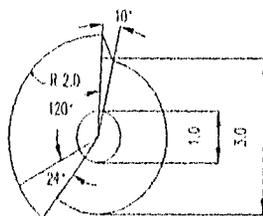


figura 3.1.9.

Utilizando una leva como la de la lámina 3 y otra como la de la lámina 4, para poder obtener el ángulo de  $144^\circ$ , al acoplar las dos levas.

La leva número 5 también se le darán las dimensiones de la figura 3.1.4. y 3.1.6., solamente que aquí el ángulo de barrido de la activación del micro es mayor y el ángulo lo obtendremos de la siguiente manera, apoyándonos nuevamente en la figura 3.1.1.. Como el ángulo de activación del micro de la leva número 5 es desde la posición 3 hasta la 6 que es donde la leva número 1 empezará a elevar su respectivo micro (sin activarlo), por lo tanto el ángulo será el siguiente:  
apoyándonos también con la figura 3.1.10. el ángulo es:

$$\alpha = 3 \times 72^\circ - \beta$$

donde  $\beta \approx \frac{\text{radio del rodillo}}{\text{radio del círculo primario} + \text{radio del rodillo}}$

$$\beta \approx \frac{0.5\text{cm}}{1.5\text{cm} + 0.5\text{cm}}$$

$$\beta \approx 0.25\text{rad}$$

$$\beta \approx 12^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha = 3 \times 72^\circ - 12^\circ$$

$$\alpha = 204^\circ$$

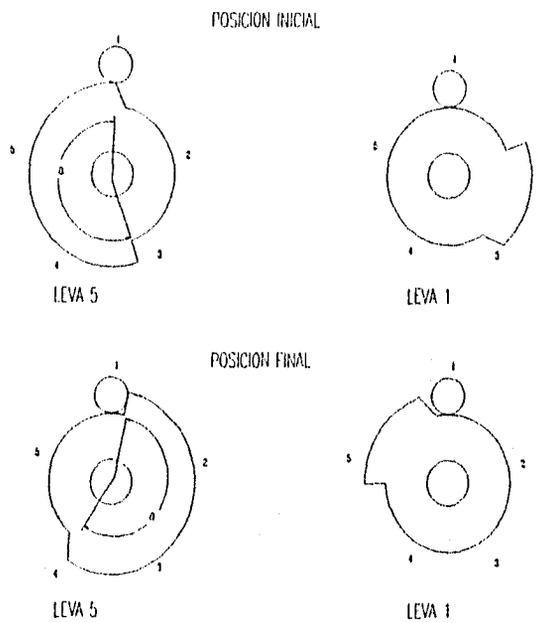


figura 3.1.10.

Por lo tanto se obtiene la leva número 5 y quedará como lo muestra la figura 3.1.11.

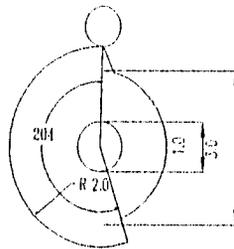


figura 3.1.11.

Al igual que las levas anteriores, por cuestiones de ajuste se colocarán 2 levas que serán maquinadas como se muestra en la lámina 4, quedando como la figura 3.1.12.

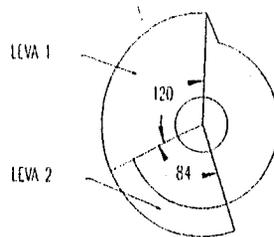


figura 3.1.12.

Para la sujeción de las levas en el montaje en el eje, se realizará por medio de bujes como se muestra en la figura 3.1.13.

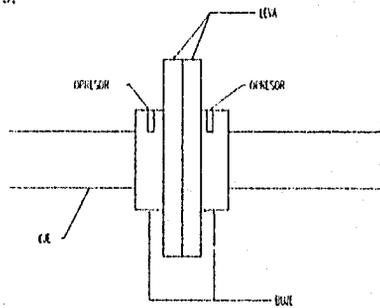


figura 3.1.13.

Las dimensiones y especificaciones de los bujes se muestran en la lámina 5.

Para el montaje de los micros y el eje se requiere de dos soportes, que se montarán sobre la camisa como se muestra en el dibujo de conjunto (lámina 1). La forma de los soportes se puede observar en la figura 3.1.14.

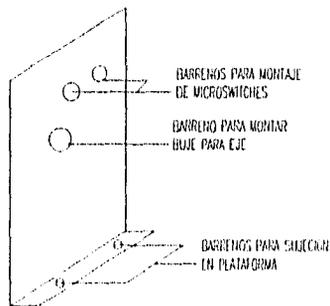


figura 3.1.14.

Las dimensiones tanto del soporte como de los barrenos se muestran en la lámina 6. Los bujes requeridos para el montaje del eje en el soporte, se muestran en la lámina 7.

Con respecto al acoplamiento entre el motor y el eje en donde están montadas las levas y para la activación de los microswitches, se realiza por medio de dos engranes de parámetros y dimensiones iguales, ya que la función de los engranes, es únicamente de acoplamiento y no para la variación de los parámetros manejados por el motor, tales como: el par (torque) o la velocidad angular. Así que solamente una de las dimensiones más importantes es la distancia entre centros que es de 10.16 cm y un paso diametral de 16 cm, el ángulo de presión que se utilizará es de 20°. Debido a la poca potencia que se va a transmitir, por economía y por la disminución de ruido el material que se emplea es Nylamid. Con estos parámetros, se pueden obtener sus dimensiones complementarias que son:

C: distancia entre centros

$C=10.16\text{cm}$

P: paso diametral

$P=16\text{ dientes/plg}$

d: diámetro de paso

debido a que son los engranes iguales

$d=C$

Pc: paso circular  
Pc=0,1963 plg/diente  
N : número de dientes  
N=56 dientes  
b: ancho de cara  
b= 1.0cm

el diámetro del barrenado del engrane para poder montarlo en la flecha del motor es de 0.8cm y el diámetro del barrenado del engrane para la flecha del mecanismo es de 1.0cm. Ambos engranes necesitan un cuñero de 0.16cm de ancho por 0.16cm de profundidad.

### 3.2. DISEÑO DE VALVULAS

#### 3.2.1. DISEÑO DE VALVULA ACTIVADORA DE SIMPLE EFECTO

La válvula activadora de simple efecto es un elemento constitutivo para lograr la automatización del proceso, y que es el componente que dará activación a su (s) respectivo (s) micro (s) para poder permitir la activación del motor después de que se hayan cumplido ciertas condiciones de presión. En la figura 3.2.1. se muestra un esquema de la válvula propuesta

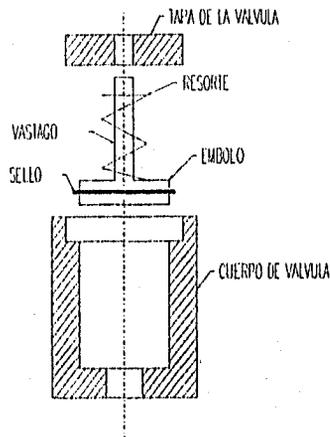


figura 3.2.1.

El montaje de estos elementos se realizará en las tuberías lo más próximo posible al elemento que les sustenta el vapor, para así evitar pérdidas de presión en una tubería muy larga y que se formen condensados en exceso.

Para el diseño de la válvula activadora de simple efecto se requieren fabricar 6 elementos, que constituyen el número de piezas necesarias para obtener la válvula, que son:

- 1.- Tapa de la válvula
- 2.- Resorte
- 3.- Embolo
- 4.- Vástago
- 5.- Cuerpo de la válvula
- 6.- Empaque o sello

Debido a su importancia iniciaremos con el diseño del cuerpo de la válvula. Consideraremos los parámetros a los cuales debe de estar sujeto el elemento, para facilitar el cálculo basándose en la tabla del apéndice C. El material empleado es Bronce fosforoso B139-C

$\sigma_f$ : Esfuerzo de fluencia

$$\sigma_f = 4570 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\alpha = 18.2 \times 10^{-6} \frac{cm}{cm-^{\circ}C}$$

Elementos 92 Cu, 1.5 Si, mas otros

$$E = 1.124 \times 10^4 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$G = 0.421 \times 10^4 \frac{Kg}{cm^2}$$

la presión interior en la válvula es

$$P = 1.407 \frac{Kg}{cm^2}$$

tomando un factor de seguridad de

$$F.S. = 2$$

$$\sigma_{ad} = \frac{\sigma_r}{F.S.}$$

donde;

$\sigma_{ad}$ : Es el esfuerzo admisible

$$\sigma_{ad} = \frac{4570 \text{ Kg}}{2 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_{ad} = 2285 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Estimando una longitud de

$$l = 6.75 \text{ cm}$$

y un diámetro de

$$\phi = 3.8 \text{ cm}$$

para realizar los cálculos se puede tomar la figura 3.2.2. como referencia

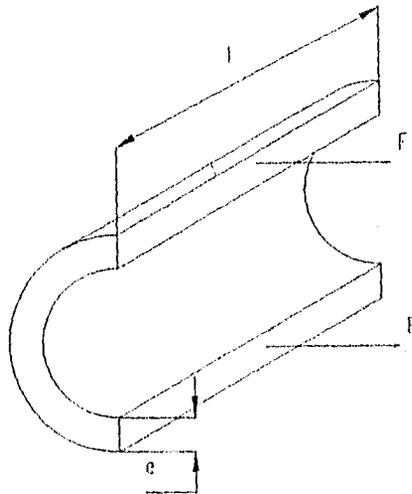


figura 3.2.2.

$A_r$ : Area proyectada

$$A_r = \phi \times l$$

$$A_r = 3.81\text{cm} \times 6.75\text{cm}$$

$$A_r = 25.69\text{cm}^2$$

$$F_r = P \times A_r$$

$$F_r = 1.407 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 25.69\text{cm}^2$$

$$F_r = 36.15\text{Kg}$$

$$\sigma_{ca} = \frac{F_r}{2 \times A_s}$$

$$\sigma_{ca} = \frac{F_r}{2 \times l \times e}$$

donde: e es el espesor de la válvula

por lo tanto

$$e = \frac{36.15\text{Kg}}{2 \times 6.75\text{cm} \times 2285 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$e = 1.173 \times 10^{-3}\text{cm}$$

Por lo tanto el espesor calculado no es de importancia considerable para la presión que se trabaja, pero existen otros factores que se deben considerar como la fricción entre la camisa y el empaque, el manejo de la válvula, así que se toma un espesor de 0.3175 cm, para que se considere un recipiente a presión de pared delgada, como se puede comprobar a continuación:

$$\frac{1}{10} \geq \frac{e}{\phi}$$

$$\frac{1}{10} \geq \frac{0.3175\text{cm}}{3.81\text{cm}}$$

$$\frac{0.3175\text{cm}}{3.81\text{cm}} = 0.0833$$

por lo tanto si se puede considerar como pared delgada

teniendo un diámetro exterior de 4.445 cm

Deformación térmica:

Debido a su importancia es necesario realizar el cálculo para verificar que no existirá algún bloqueo en el deslizamiento cuando se eleva la temperatura en la válvula.

$$\delta = \alpha \times L \times \Delta T$$

donde:

$\delta$ : es la deformación térmica

$\alpha$ : es el coeficiente de dilatación térmica

$L$ : es el perímetro del cuerpo de la válvula

$\Delta T$ : es el diferencial de temperatura

$$L_1 = 2\pi \times r$$

$$L_1 = 2\pi \times 1.905 \text{ cm}$$

$$L_1 = 11.9694 \text{ cm}$$

$$\delta = 18.2 \times 10^{-4} \frac{\text{cm}}{\text{cm}^\circ\text{C}} \times 11.9694 \text{ cm} \times (132 - 22)^\circ\text{C}$$

$$\delta = 2.3962 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$L_2 = L_1 + \delta$$

$$L_2 = 11.9934 \text{ cm}$$

Como en los extremos varía el espesor debido a la rosca que necesita, se realiza una comprobación para verificar que el espesor se encuentre dentro de los límites.

En la parte superior la rosca es 1/16" UNEF-18-2B, para que al introducir el émbolo y el empaque, no se fastíe el empaque con la rosca. Por lo tanto como se puede ver en la figura 3.2.3., se tiene un espesor de:

$$e_s = \frac{1.75 \text{ plg} - 1.5625 \text{ plg}}{2}$$

donde:

$e_s$ : Es el espesor de la parte superior de la válvula

$$e_s = 0.09375 \text{ plg}$$

$$e_s = 0.2381 \text{ cm}$$

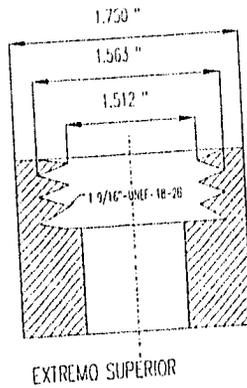


figura 3.2.3.

Esto implica que comparando con el espesor ya calculado, es mayor el espesor en el extremo superior y por lo tanto el esfuerzo realizado es menor que el esfuerzo admisible.

Como la rosca es 1/916" UNEF-18-2B, la longitud roscada recomendada es:

$L_r$ : longitud roscada recomendada

$$L_r = \frac{1}{3} \text{ rosca} + 4(\text{avance})$$

porque es de pared delgada

donde el avance es :

$$A = \frac{1}{P}$$

y P es el paso de la rosca

$$P = 18 \frac{\text{hilos}}{p \text{ lg}}$$

$$A = \frac{1}{18 \frac{\text{hilos}}{p \text{ lg}}}$$

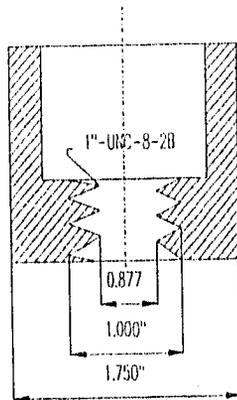
$$A = 0.0556 p \text{ lg}$$

$$L_r = \frac{1}{3} \left( \frac{9}{16} p \text{ lg} \right) + 0.0556 p \text{ lg} \times 4$$

$$L_r \approx 0.750 p \text{ lg}$$

$$L_r = 1.905 \text{ cm}$$

Ahora en la parte inferior de la camisa tenemos las dimensiones que se muestran en la figura 3.2.4., debido a que es una rosca 1" UNC-8-2B



EXTREMO INFERIOR

figura 3.2.4.

teniendose un espesor igual a:

$$e = 1.750 \text{ plg} - 1.000 \text{ plg}$$

$$e = 0.750 \text{ plg}$$

$$e = 1.905 \text{ cm}$$

por lo tanto el esfuerzo realizado es menor al esfuerzo admisible

En este caso la longitud roscada recomendada es:

$$L_{ri} = \frac{1}{3} \times D_r$$

Es 1/3 debido a que no es pared delgada

$$L_{ri} = \frac{1}{3} \times 1 \text{ plg}$$

$$L_{ri} = 0.333 \text{ plg}$$

Por lo tanto las dimensiones del cuerpo de la válvula, y sus especificaciones se pueden observar en la lámina 8.

## DISEÑO DEL EMBOLO

Algunas de las dimensiones del émbolo están basadas en los requerimientos del fabricante del sello o empaque.

El material que se empleará para la fabricación del émbolo es un acero AISI tipo 304, cuyas propiedades se obtienen de la tabla del apéndice D para así no tener problemas con las deformaciones térmicas de el cuerpo de la válvula y el émbolo, ya que la deformación térmica del émbolo es:

$$\delta = \alpha \times L \times \Delta T$$

donde

$\delta$ : es la deformación térmica

$\alpha$ : es el coeficiente de dilatación térmica

$L$ : es el perímetro del émbolo

$\Delta T$ : es el diferencial de temperatura

$$L_n = \pi \times \phi_n$$

$$L_n = \pi \times 3.799cm$$

$$L_n = 11.937cm$$

$$\delta = 17.3 \times 10^{-6} \frac{cm}{cm^{\circ}C} \times 11.937cm \times (132 - 22)^{\circ}C$$

$$\delta = 0.0227cm$$

$$L_n = L_n + \delta$$

$$L_n = 11.937cm + 0.0227cm$$

$$L_n = 11.9597cm$$

$$\Rightarrow \phi_n = \frac{L}{\pi}$$

$$\phi_n = \frac{11.959cm}{\pi}$$

$$\phi_n = 3.80689cm$$

como el diámetro de la camisa de 3.82 a la temperatura 2, no habrá problema

\* Comprobándose así, que no existirá bloqueo entre el émbolo y el cuerpo de la válvula. Quedando las dimensiones y especificaciones del émbolo como se muestra en la lámina 9.

## DISEÑO DEL RESORTE

Los parámetros manejados para poder diseñar el resorte son los siguientes:

Deformación necesaria

Fuerza aplicada (para lograr la deformación requerida)

Material

Diámetro exterior máximo

Diámetro interior mínimo

Altura libre

Tipo de servicio

Deformación necesaria:

Debido a que se necesita activar un microswitch cuando se alcance cierta presión. La carrera necesaria para activar el microswitches de 1.0 cm.

Fuerza aplicada:

La fuerza aplicada al resorte es:

$$Pa = \frac{F'}{\Lambda}$$

donde:

Pa: presión del vapor

F: fuerza aplicada al resorte

$\Lambda$ : área en la que actúa la presión

$$1.4 \frac{Kg}{cm^2} = \frac{F'}{\pi \times 1.905^2}$$

por lo tanto la fuerza aplicada es :

$$F' = 1.4 \frac{Kg}{cm^2} \times \pi \times 1.905^2$$

$$F' = 16.031 Kg$$

$$F' \approx 16 Kg$$

pero considerando pérdidas

$$F' = 13 Kg$$

Altura libre:

Se dispone dentro del cuerpo de la válvula de una longitud de 2.7 cm como altura libre como se puede observar de la figura 3.2.5.

Material:

El material que se empleará es:

Acero inoxidable (Cr-Ni) ASTM-A313, de acuerdo con la tabla del apéndice E obtenemos sus características

$$\sigma_{\max} = \frac{13620}{Dw^{3.14}}$$

donde:

$\sigma_{\max}$ : Esfuerzo máximo soportado por el material

Dw: Diámetro del alambre

tomando un Dw = 0.3061cm

tenemos:

$$\sigma_{\max} = \frac{13620}{0.3061^{3.14}}$$

$$\sigma_{\max} = 16075.19 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_r = 0.325 \sigma$$

donde:

$\sigma_r$ : Esfuerzo de cálculo para el material

$$\sigma_r = 0.32 \times 16075.19 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_r = 5144.06 \frac{Kg}{cm^2}$$

ahora calculando el esfuerzo realizado por el resorte

$$\sigma_r = \frac{8K \times F \times Dm}{\pi \times Dw^3}$$

donde:

$\sigma_r$ : Esfuerzo realizado por el resorte

Dm: Diámetro medio

Tomando Dm = 3.0cm tenemos:

K: coeficiente de Wahl y para obtenerlo se hace lo siguiente

$$C = \frac{Dm}{Dw}$$

donde:

C: Es el índice del resorte

$$C = \frac{3.0}{0.3061}$$

$$C = 9.8$$

Es correcto debido a que C > 5 por lo tanto es conveniente

ahora se obtiene el valor de K de la tabla del apéndice F y es el siguiente

$$K = 1.15$$

por lo tanto si es conveniente el valor y ya se puede calcular  $\sigma$

$$\sigma = \frac{1.15 \times 8 \times 13 \text{Kg} \times 3 \text{cm}}{\pi \times (0.3061 \text{cm})^3}$$

$$\sigma = 3982.1 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3}$$

$\therefore$  el esfuerzo del resorte es menor al esfuerzo de cálculo

$$\sigma < \sigma_w$$

$$3982.1 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} < 5144.06 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3}$$

Ahora se calcula el número de espiras necesarias del resorte:

$$N_c = \frac{\delta \times G \times D_w}{8 \times F \times C^3}$$

donde:

$N_c$ : es el número de espiras

$\delta$ : deformación necesaria del resorte

$G$ : Módulo de elasticidad al corte

$$N_c = \frac{1 \text{cm} \times 0.7030 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 10^9 \times 0.3061 \text{cm}}{8 \times 13 \text{Kg} \times 9.8^3}$$

$$N_c = 2.198 \text{ espiras}$$

$$N_c \approx 2.5 \text{ espiras}$$

ahora se calcula la altura sólida

$$H_s = D_w(2 + N_c)$$

donde:

$H_s$ : altura sólida

$$H_s = 0.3061 \text{cm}(2 + 2.5)$$

$$H_s = 1.37745 \text{cm}$$

por lo tanto se cumple

$$H_f > H_f - \delta > H_s$$

$$H_f - \delta = 2.7 \text{ cm} - 1 \text{ cm} = 1.7 \text{ cm}$$

$$\therefore 2.7 \text{ cm} > 1.7 \text{ cm} > 1.37745 \text{ cm}$$

donde:  $H_f$  es la altura libre

se calcula la constante del resorte

$$Kr = \frac{F}{\delta}$$

donde:

Kr: constante del resorte

$$Kr = \frac{13 \text{ Kg}}{1 \text{ cm}}$$

$$Kr = 13 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$\therefore$  la fuerza para comprimir totalmente el resorte

$$F_s = Kr(H_f - H_s)$$

donde:

$F_s$ : fuerza para alcanzar la altura sólida

$$F_s = 13 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}} (2.7 \text{ cm} - 1.3774 \text{ cm})$$

$$F_s = 17.193 \text{ Kg}$$

ahora se calcula el esfuerzo de cierre

$$\sigma_c = \frac{8 \times K \times F_s \times D_m}{\pi \times D_w^3}$$

donde:  $\sigma_c$  es el esfuerzo de cierre

$$\sigma_c = \frac{8 \times 1.15 \times 17.19 \text{ Kg} \times 3 \text{ cm}}{\pi \times (11.3061 \text{ cm})^3}$$

$$\sigma_c = 5266.53 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Ahora calculamos el esfuerzo admisible de cierre

$$\sigma_{ad} = \frac{4700}{D_w^{0.1}}$$

donde:

$\sigma_w$ : Esfuerzo admisible para cierre

$$\sigma_w = \frac{4700}{0.3061^{*4}}$$

$$\sigma_w = 7636.5 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\therefore \sigma_w > \sigma_c = 7636.5 \frac{Kg}{cm^2} > 5266.53 \frac{Kg}{cm^2}$$

ahora comprobando para que no exista pandeo

$$l_f < 4 D_m$$

$$2.7cm < 4 \times 3cm$$

$$2.7cm < 12cm$$

$\Rightarrow$  no existirá pandeo

se calculan los diámetros interior y exterior de la bobina

$$D_{in} = D_m - D_w$$

$$D_{in} = 3cm - 0.3061cm$$

$$D_{in} = 2.6939cm$$

$$D_{ex} = D_m + D_w$$

$$D_{ex} = 3cm + 0.3061cm$$

$$D_{ex} = 3.3061cm$$

donde:

$D_{in}$ : diámetro interior de la bobina

$D_{ex}$ : diámetro exterior de la bobina

ahora comprobando las dimensiones de la válvula y el resorte

$$D_{inv} \geq D_{ex} + \frac{D_w}{2}$$

$$3.81cm \geq 3.3061cm + \frac{0.3061cm}{2}$$

$$3.81cm \geq 3.45915$$

donde:

$D_{inv}$ : diámetro interior de la válvula

por lo tanto son correctas

Utilizando la tabla A55 del Manual Universal de la Técnica Mecánica y observando los datos de los cálculos se puede observar que los datos enen por abajo de servicio pesado, impliendo que la vida del resorte se puede considerar como infinita

Las dimensiones y especificaciones del resorte se pueden observar en la lámina 10.

### DISEÑO DEL VASTAGO

Como se puede observar en la figura 3.2.5., la longitud requerida va desde la parte inferior del émbolo hasta la parte superior del cuerpo de la válvula, más 0.5 cm que salen de la válvula, teniendo una longitud total de:

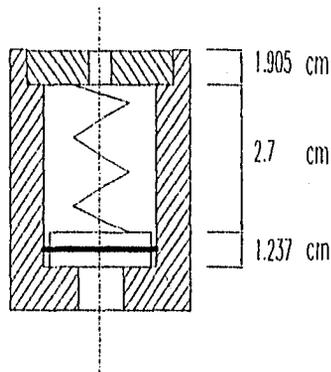


figura 3.2.5.

$$L_{tot} = (0.5 + 1.905 + 2.7 + 1.237) \text{ cm} = 6.342 \text{ cm}$$

sus dimensiones y especificaciones se pueden observar en la lámina 11.

### DISEÑO DE LA TAPA SUPERIOR DE LA VALVULA

En la lámina 12 se pueden observar las características de la tapa y se puede observar que se tiene que pegar a ciertos parámetros marcados por el cuerpo de la válvula y el vástago del émbolo. La dimensión del barrenado y los ajustes al que está sometido para que sirva como guía de deslizamiento del vástago se obtiene por medio del diámetro del vástago y los ajustes por medio de tablas, de acuerdo a la función que está realizando el elemento. La rosea de la tapa está limitada por la rosea del cuerpo de la válvula. Así que únicamente cabe mencionar que los barrenos que están localizados en la parte superior de la tapa son para poder dar el apriete necesario para el acoplamiento entre el cuerpo y la tapa.

### 3.2.2. DISEÑO DE LA VALVULA DE DOBLE EFECTO

#### DISEÑO DEL CUERPO DE LA VALVULA

Algunas características del cuerpo de la válvula de simple efecto, se mantienen para la de doble efecto, solo que varía el largo del cuerpo y por lo tanto se realiza el cálculo para comprobar que el esfuerzo realizado con estas dimensiones no sobrepase los esfuerzos de diseño, tomando en cuenta que es el mismo material (Bronce B 139-C).

$$l = 6.485cm$$

$$\Phi_w = 3.81cm$$

$$\sigma_w = 2285 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$e = 0.3175cm$$

$$\therefore Ap = \Phi_w \times l$$

$$Ap = 3.81cm \times 6.485cm$$

$$Ap = 24.7079cm^2$$

$$\Rightarrow Fr = Ap \times P$$

$$Fr = 24.70785cm^2 \times 1.407 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$Fr = 34.764Kg$$

debiendose cumplir:

$$\sigma_v < \sigma_w$$

donde:

$\sigma_v$ : Es el esfuerzo realizado por el cuerpo de la válvula

$$\sigma_v = \frac{Fr}{2 \times l \times e}$$

$$\sigma_v = \frac{34.764Kg}{2 \times 6.485cm \times 0.3175cm}$$

$$\sigma_v = 8.442 \frac{Kg}{cm^2}$$

cumplendose:

$$\sigma_v < \sigma_w$$

Por lo tanto no existe algún problema con las dimensiones del cuerpo de la válvula de doble efecto, las cuales se muestran en la lámina 13. Con respecto a la deformación térmica, los esfuerzos en la parte superior e inferior y las dimensiones de la rosca, no existe ningún problema ya que son las mismas que la válvula de simple efecto.

### DISEÑO DEL EMBOLO

Las dimensiones del émbolo de ésta válvula casi son las mismas que las del émbolo de simple efecto, sólo que la longitud axial del émbolo aumenta, ya que en la parte superior se necesita una ranura, para poder mantener sujeto el resorte al émbolo, cuando la válvula se encuentre sometida a presión de vacío y así poder tensar el resorte y deformarlo desde la altura libre del resorte, hasta una longitud de la altura libre del resorte más un centímetro, que es la posición relativa a la que se encuentra el punto de activación del microswitch (figura 3.2.6.), para poder permitir el paso de corriente al motor.

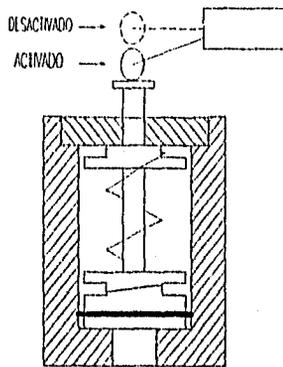


figura 3.2.6.

Las dimensiones de dicha ranura se encuentran en función de las dimensiones del resorte y se especifican en la lámina 14.

### DISEÑO DEL RESORTE

El resorte que se emplea en esta válvula es de las mismas dimensiones que las del de la válvula de simple efecto, con la única diferencia, que este elemento estará sometido tanto a compresión como a tensión (cuando se encuentra sometida la válvula a presión de vacío).

### DISEÑO DE LA TAPA SUPERIOR

Al igual que el émbolo, la tapa superior variará únicamente su longitud axial en comparación con la tapa superior de simple efecto debido a la misma razón del émbolo, que es para la sujeción del resorte, para poder tensarlo y así lograr la deformación requerida para activar el microswitch como se muestra en la figura 3.2.6.

Por lo tanto las dimensiones de la ranura también están sujetas a las dimensiones del resorte y se especifican en la lámina 15.

### DISEÑO DEL VASTAGO

Debido a que se incrementó la altura del cuerpo de la válvula y al émbolo se le implementó la ranura, las dimensiones del vástago también cambian, cabe mencionar que aunque se modificó la tapa superior, esta no afecta en las dimensiones del vástago. Basandonos en la figura 3.2.7., se puede obtener la longitud del vástago y la longitud de la rosca

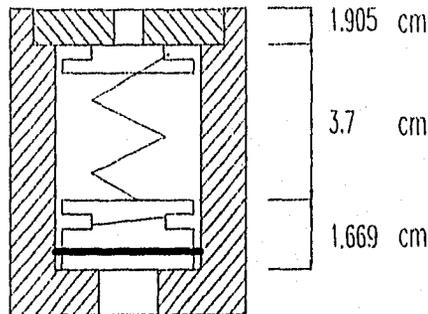


figura 3.2.7.

donde:

Hrs: Altura de la rosca superior

$$Hrs = 1.905\text{cm}$$

Hr: Altura del resorte a tensión

$$Hr = Hr + 1.0\text{cm}$$

$$Hr = 2.7\text{cm} + 1.0\text{cm}$$

$$Hr = 3.7\text{cm}$$

He: Altura del émbolo

$$He = 1.669\text{cm}$$

$$Hv = 0.5\text{cm} + Hrs + Hr + He$$

Hv: Longitud del vástago

$$Hv = 0.5\text{cm} + 1.905\text{cm} + 3.7\text{cm} + 1.669\text{cm}$$

$$Hv = 7.774\text{cm}$$

La longitud de la rosca es igual a He, por lo tanto las dimensiones y especificaciones se muestran en la lámina 16.

### 3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL NIVEL DE AGUA

La operación del sistema de control de agua opera de la siguiente manera: Cuando el nivel de agua está por debajo del de calibración, se interrumpe el suministro de energía a la "bobina" del "contractor", por medio del microswitch de baja, para evitar que se mantengan a las resistencias generando calor y sin ningún elemento disipador de energía (distinto al aire), para así evitar que se quemen las resistencias por el exceso de calor. Activando la válvula solenoide para permitir el suministro de agua al generador de vapor.

Cuando el nivel del agua alcanza el nivel de calibración de alta por medio del flotador, se interrumpe el suministro de energía a la válvula solenoide por medio del "microswitch de alta", lo que bloqueará el suministro de agua y a su vez se permitirá el paso de energía a la bobina del contractor, para poder generar vapor y además de que evita que se dañen las resistencias. En la figura 3.3.1. se puede observar en forma ilustrativa el modo de operación del flotador con los microswitches.

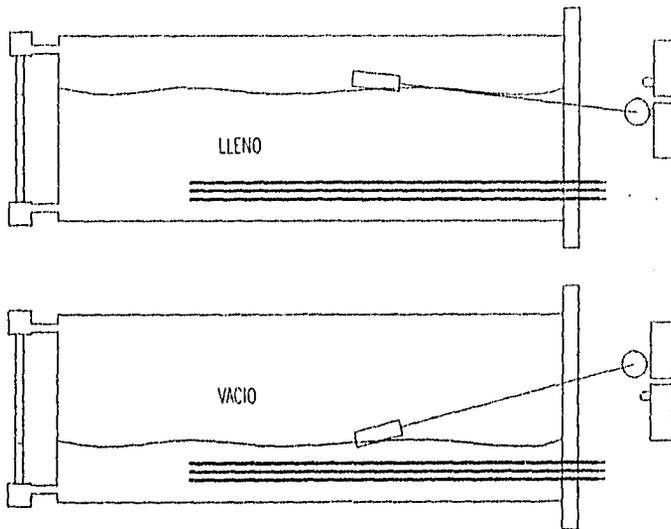


figura 3.3.1.

A continuación se listan los elementos requeridos para llevar a cabo el control del nivel de agua:

- a) Flotador: Este elemento está provisto con un brazo para la activación o desactivación de las bobinas por medio de microswitches.
- b) Válvula solenoide: Es la encargada de permitir o bloquear el suministro de agua al generador de vapor y es operada por una bobina.
- c) Microswitches (alta y baja): Son los elementos interruptores y activadores, tipo escalera, de energía de la válvula solenoide y de la bobina del contractor en el nivel alto y bajo de agua.

En el diagrama unifilar (lámina 17), se puede observar la forma en que se realizan las conexiones.

### 3.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE VAPOR

El sistema de control de presión de vapor está compuesto por:

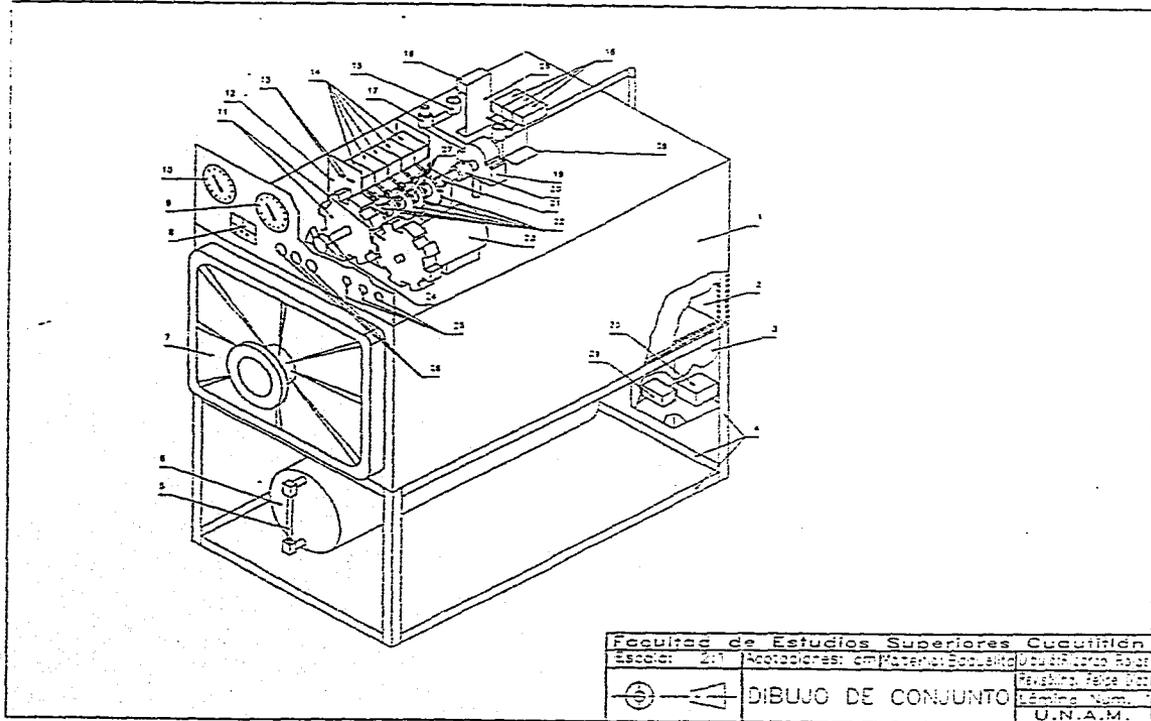
- a) Presustato. Es el que se encarga de desactivar o activar el suministro de corriente a la bobina del "contactor", el cual a su vez, permite el paso o eliminación de corriente a las resistencias y permitir o limitar la generación de vapor. Su funcionamiento es el siguiente: Cuando comienza a generarse vapor, se incrementa la presión, misma que es censada por el presustato. Una vez que se alcanzó la presión de calibración, se interrumpe el paso de corriente a las resistencias, lo cual provocará una disminución de temperatura y por lo tanto un decremento en la presión; el presustato tiene un diferencial que cuando se llega a éste, nuevamente se permitirá el paso de corriente a las resistencias al volverse a conectar y así se mantendrá oscilando hasta que se termine el proceso.
- b) Válvula de seguridad: La presencia de este elemento es debida a la prevención de alguna falla en el presustato, ya que por si algún motivo fallara el presustato, entraría en acción la válvula de seguridad. Esta válvula está calibrada a la presión de 30 lb/plg<sup>2</sup> (Cd. de México), lo cual quiere decir que si se alcanza dicha presión, la válvula se abrirá y permitirá la salida de vapor, hasta que se disminuya la presión a un valor menor que el de calibración.
- c) Contactor.- Este elemento en el control de presión trabaja como un interruptor, siendo activado o desactivado por el presustato y el flotador. El contactor permitirá el paso de corriente a las resistencias por medio de unos platinos. Su funcionamiento es el siguiente: al permitir el presustato su activación, pasará corriente a una bobina, que es parte del contactor, lo que provocará que se cierre el circuito de las resistencias y la fuente de energía. Como ya se mencionó anteriormente, cuando el presustato alcanza la presión de calibración, se desenergizará la bobina del contactor y provocará que se abra el circuito. La intervención del flotador ya se explicó previamente.
- d) Manómetros: Estos elementos son de gran importancia, ya que son los informantes del valor de la presión que se tiene ya sea en el generador de vapor y la camisa o en la cámara de esterilización.

A excepción de los manómetros, los demás elementos se pueden observar en el diagrama unifilar (lámina 17), así como otros elementos como son los del sistema de control de nivel de agua y los elementos para el sistema de control de transmisión de movimiento, mostrando la forma en que se encuentran interconectados para que así, cada elemento pueda realizar sus funciones que le corresponden.

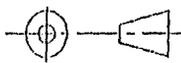
## **CAPITULO IV**

### **DIBUJOS Y DIAGRAMAS**

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

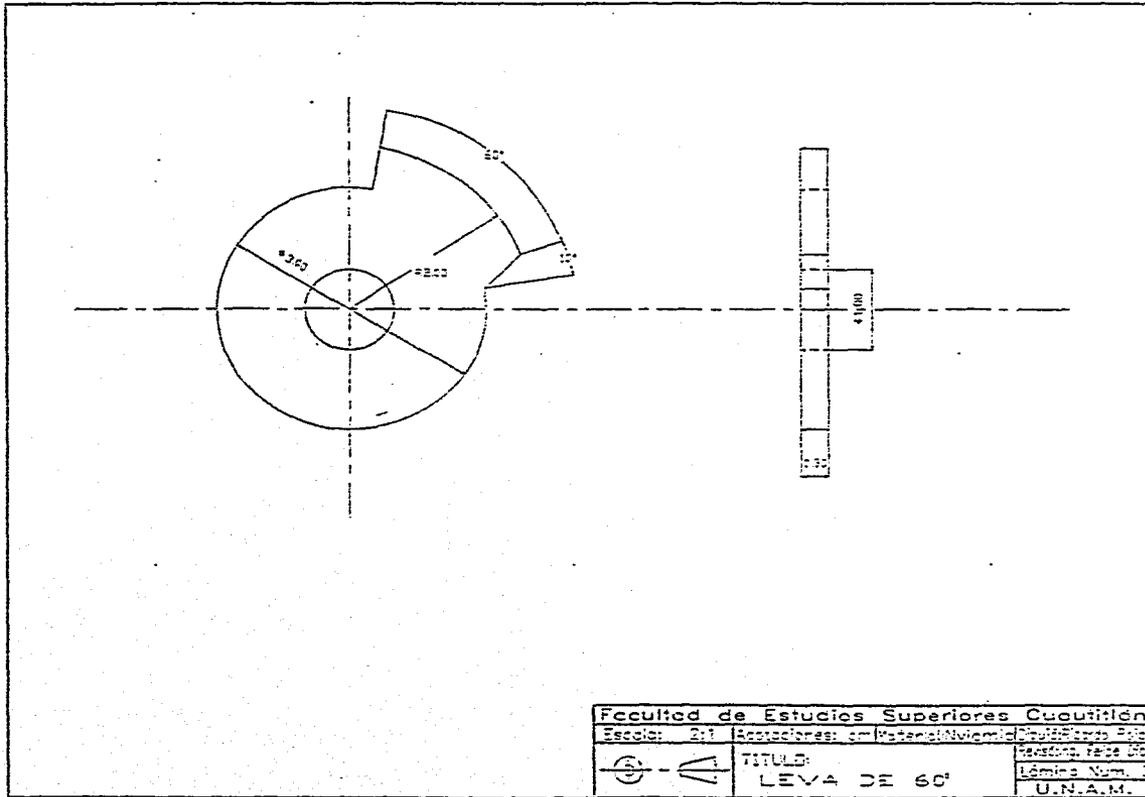


30	1	Presustato	Bronce	
29	1	Contractor	Acero AISI304	
28	2	Soportes de microswitches	Salera de 1"x1/8"	
27	10	Bujes	Bronce	
26	3	Interruptores		
25	3	Focos piloto		
24	1	Manivela	Nylamid	
23	1	Motor		
22	10	Levas	Baquelita	
21	2	Buje	Bronce	
20	1	Flecha o eje	AISI-C1010	
19	1	Válvula de múltiples posiciones	Bronce	
18	1	Válvula de doble efecto	Bronce y AISI-304	
17	1	Val. de seq.	Bronce	
16	4	Microswitches de bola		
15	1	Válvula de simple efecto	Bronce y AISI-304	
14	5	Microswitches de rodillo		
13	2	Tornillos de sujeción	Acero	
12	2	Soporte de eje y micros	Lámina negra #18	
11	2	Engranes	Bronce	
10	1	Manómetro para camisa		
9	1	Manómetro para conara de I.		
8	1	Timer		
7	1	Portillo de seguridad	AISI - 304	
6	1	Caldera o generador de Vap.	AISI - 304	
5	1	Nivel de agua	Vidrio	
4	1	Soporte de autoclave	AISI - C1020	
3	1	Caja de control	Lámina negra #20	
2	1	Cámara de esterilización	AISI - 304	
1	1	Camisa o chaqueta	AISI - 304	
Número	Cantidad	Descripción	Material	Observaciones
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán				
Escala:	Acolaciones:	Material:	Dibujó: Ricardo Rojas	
			Revisó: Ing. Felipe Díaz	
			Lámina Num.: 1A	
			U.N.A.M.	

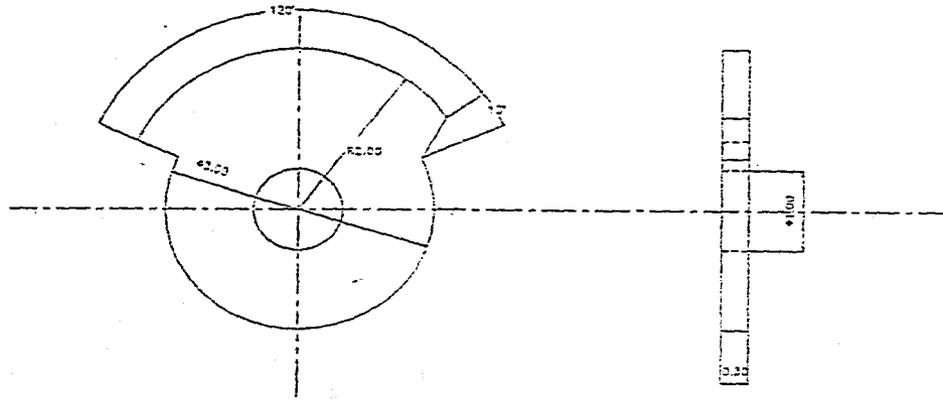


LISTA DE PARTES

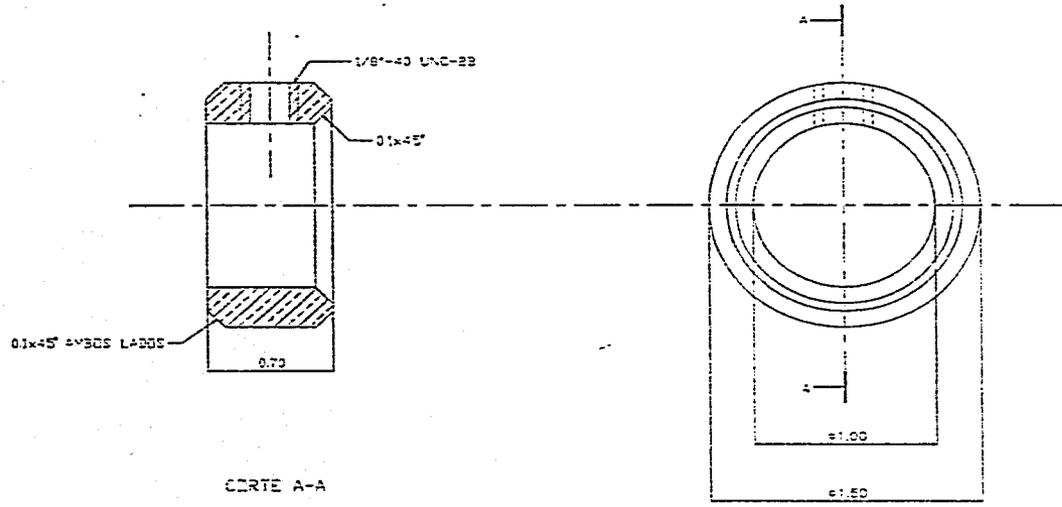




Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán			
Escuela: 271	Asignatura: en Matemática/Ingeniería	Carreras: Ingeniería de Mecánica	
TÍTULO:		Módulo: Fase 02	
LEVA DE 60°		Lámina Num. 3	
		U.N.A.M.	

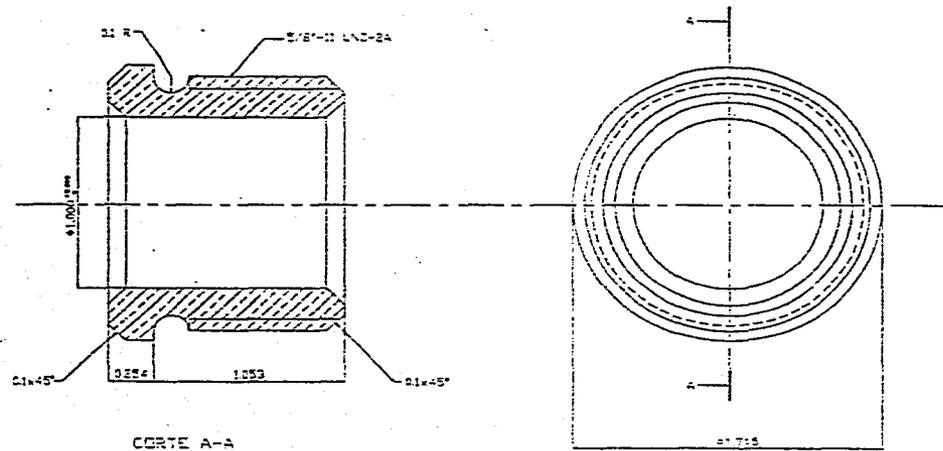


Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán			
Escuela:	211	Maestrías en:	Matemática/Ingeniería de Materiales
		TÍTULO:	Maestría en Ingeniería de Materiales
		LEVA DE 120°	Lámina Num. 2
			U.N.A.M.

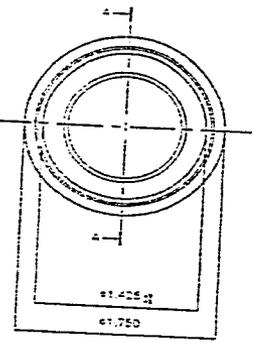
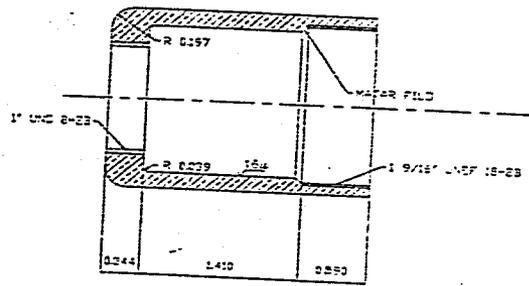


Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		
Escuela: 401	Asesorías: con Manuel Enriquez	Elaboró: Ricardo Flores
	TÍTULO:	Registro: Fecha: 0/0/00
	BUE DE SUECIÓN	Fórmula Num. 4
		U.N.A.M.



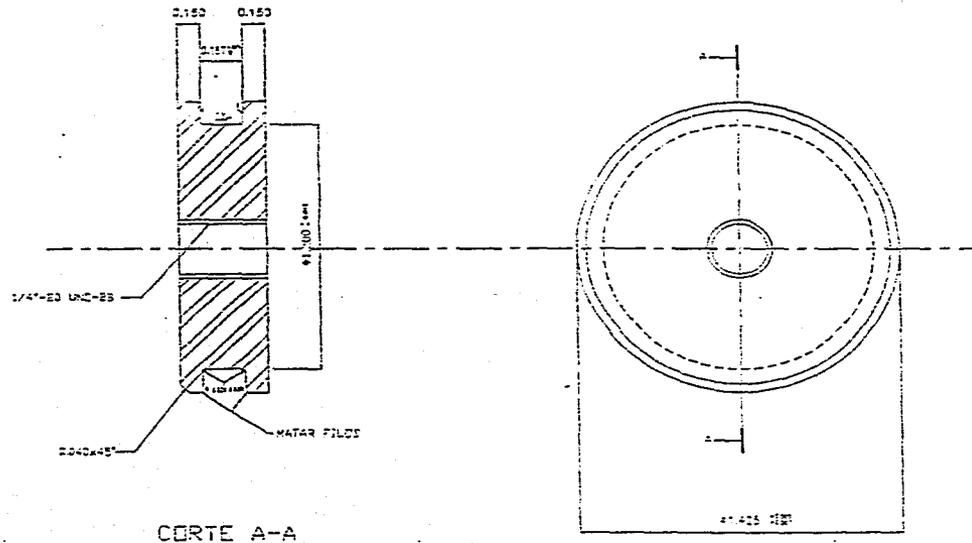


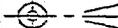
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		
Escuela: 201	Asignatura: en Materiales	Calificación: Regular
	TÍTULO: BUJE DE DESLIZAMIENTO	Hoja: 1 de 1 Línea: Num. 7 U.N.A.M.



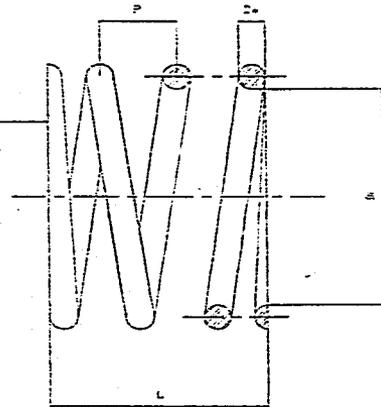
SECCION A-A

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan		
Escala: 1:1	Acotaciones: en Material	Bronce
	TITULO:	DISEÑO DE LA VALVULA DE SIMPLE EFECTO
	Autores: Rocio Jimenez	U.N.A.M.
	Limite Num. 5	



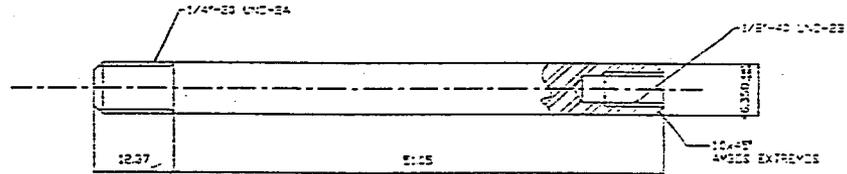
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		
Escala: 2:1	Sección(es) de Materiales: 4512	Dispositivo: 20
	TÍTULO:	Reserva: face 20
	ESQUEMA PARA VALVULA DE SIMPLE EFECTO	Lámina Num. 5
		U.N.A.M.

AMBAS BASES ESCUADRADAS  
Y ANCLADAS



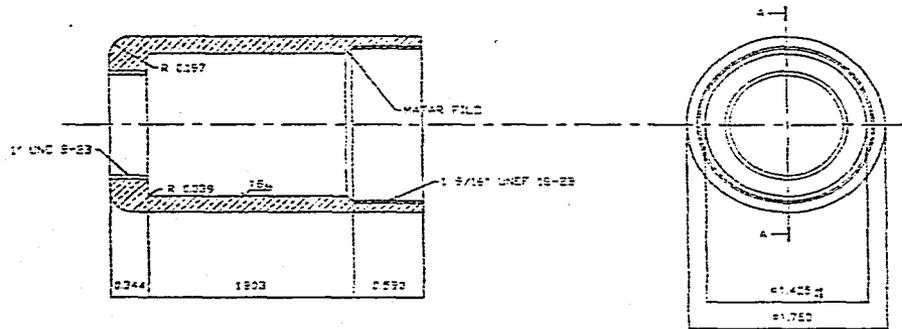
DIAMETRO DEL ALAMBRE  $D=0.3061$   
 DIAMETRO INTERIOR  $D_i=2.6939$   
 DIAMETRO EXTERIOR  $D_e=3.3061$   
 DIAMETRO MEDIO  $D_m=3.00$   
 NUMERO DE ESPIRAS ACT  $N_a=25$   
 NUMERO DE ESPIRAS TOT  $N_t=45$   
 PASE DEL RESORTE  $P=0.83512$   
 LONGITUD SIN CARGA  $L=2.70$   
 ALTURA LIMITO CON CARGA  $P=12Kg$   
 ALTURA DE CIERRE O SOLIDA  $L=1.277$

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan		
Español: 2:1	Acotaciones: en milímetros	Escala: 1:1
	TITULO:	Revisión: 1 de 1
	RESORTE	Edición Num. 1
		U.N.A.M.



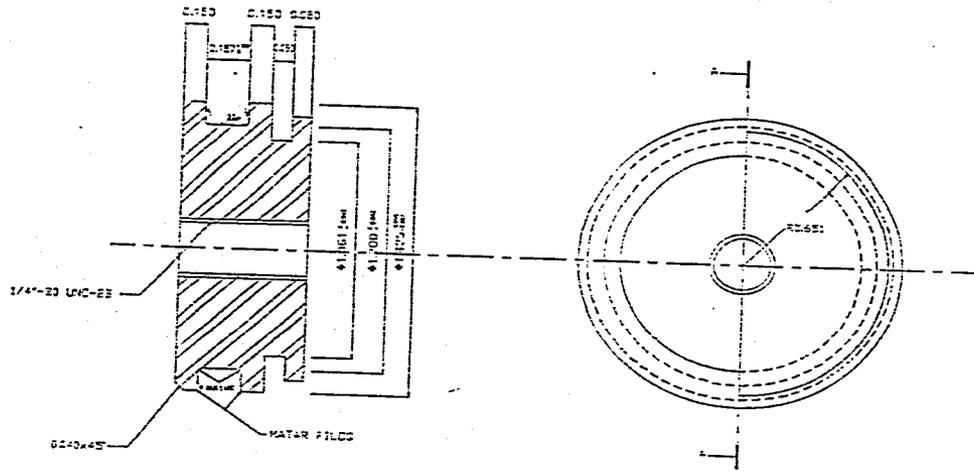
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán			
Escala:	2:1	Sección en:	mm
		Materiales:	AS70
	TÍTULO	Revisión	1 de 1
	VÁSTAGO DE LA VALVULA DE TORNILLO EFECTO	Línea Num.	1
			U.N.A.M.



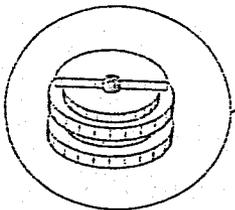


SECCION A-A

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		
Escuela: 101	Asignatura: Hidráulica	Docente: Jorge Pérez
	TÍTULO:	Revisión: 01 de 01
	DESGARNE DE LA VÁLVULA DE SERIE 576070	Folios: 13 U.N.A.M.

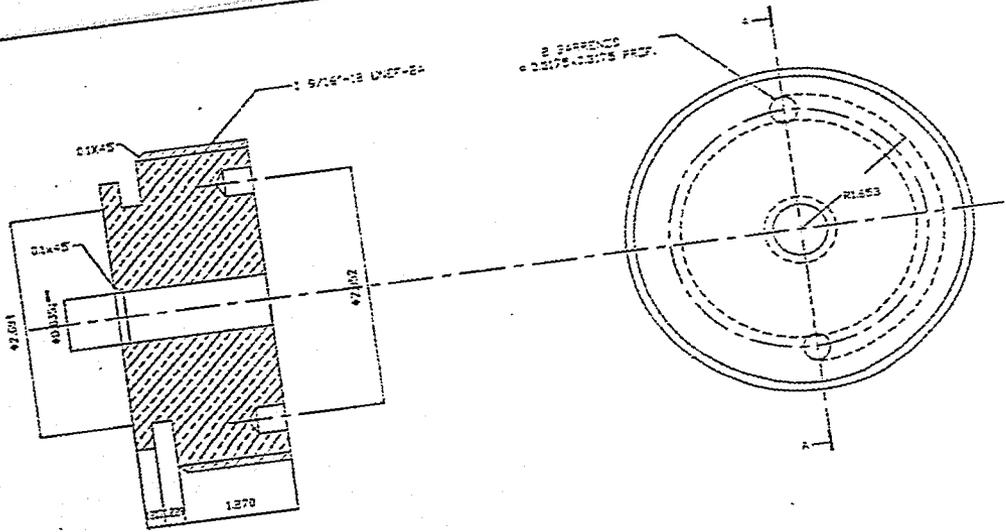


CORTE A-A

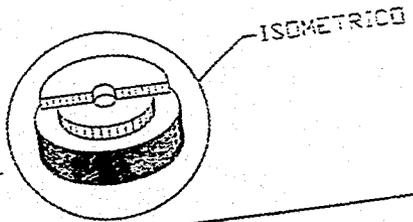


ISOMETRICO

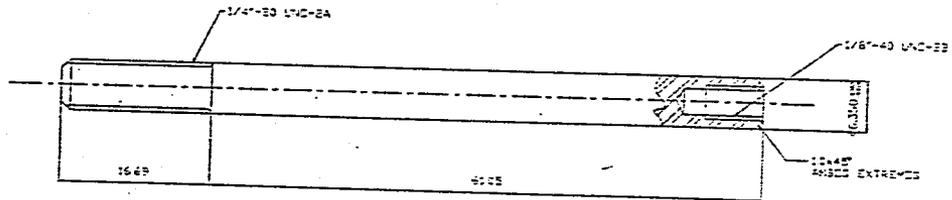
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan		
Escuela: 201	Asignatura: Mecanica de Maquinas	Revisor: Ricardo Perez
	TITULO: SEDE PARA VALVULA DE MUELLE EFECTIVO	Alumno Num. 14
		U.N.A.M.



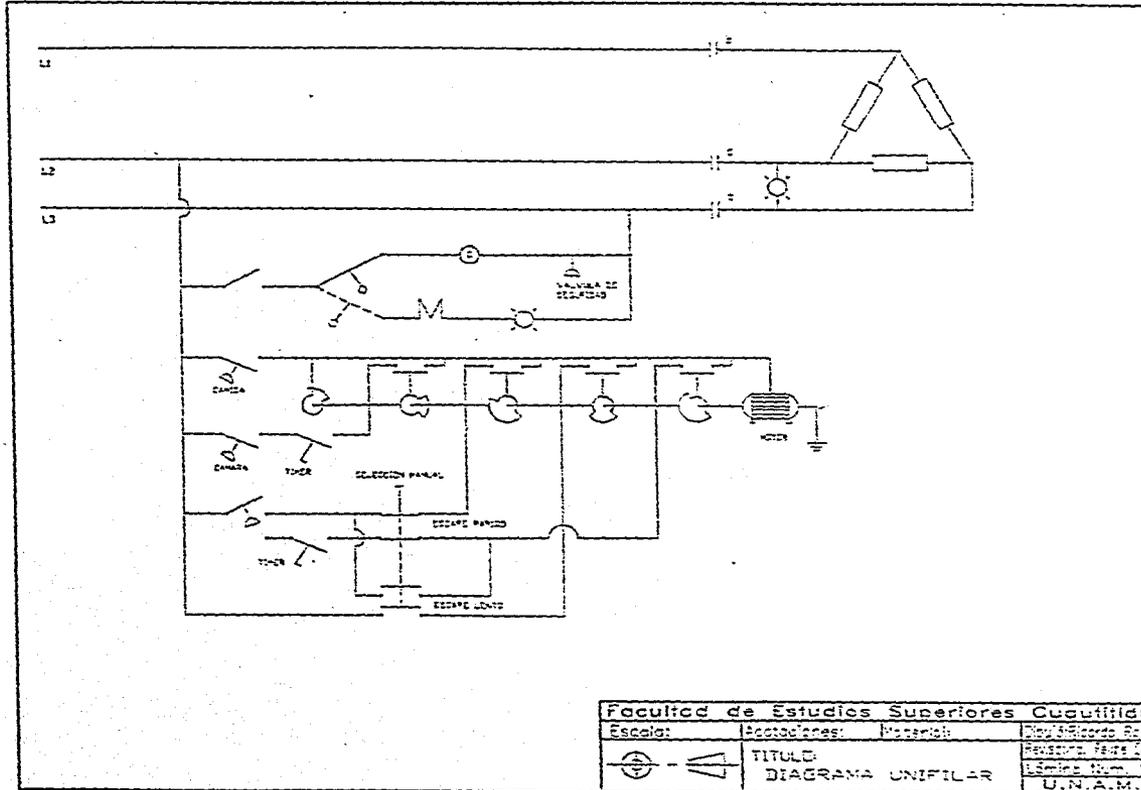
CORTE A-A



Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan		
Escuela: 201	Asignatura: en Matemática	Branco: Bulk Research Polys
TÍTULO:		Reserva para A.C.
TAPA DE LA VALVULA DE PERLE EFECTO		Amo Num. 12
		U.N.A.M.



Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan			
Escalar:	2:1	Acotaciones:	mm
		Material:	Acero AISI 1020
		Elaborado por:	Ing. Ricardo Rojas
		TITULO:	REVISION: fecha: dia:
			Hoja Num. 16
			U.N.A.M.



Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan			
Escala:	Plantaciones:	Materiales:	Prof. Ricardo Rojas
		TITULO:	REVISOR: FATE (20)
		DIAGRAMA UNIFILAR	Límite Num. 10
			U.N.A.M.

## CAPITULO V

### PRUEBAS

## PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA

### 5.1. PRUEBA DE LAS VALVULAS TIPO MARTINETE (DOBLE Y SIMPLE EFECTO)

Para efectuar las pruebas correspondientes a las válvulas diseñadas, se utilizó un generador de vapor "elemental", que consta de un cilindro de acero, un juego de resistencias, un manómetro, conectores, cable, un interruptor, agua y energía eléctrica.

Una vez instalado el equipo como se muestra en la figura 5.1.1, se suministró energía a las resistencias para generar vapor y esperar hasta alcanzar la presión de 20 lb/plg<sup>2</sup> y así verificar la elevación del vástago de las válvulas como también verificar de que no existiera fuga en las mismas.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, ya que no se detectó ninguna fuga y, con la presión, se logró la elevación del vástago aunque fue un poco mayor a la esperada, pero no hay problema ya que dicha variación puede ser eliminada con el tornillo de ajuste que se encuentra en el extremo del vástago.



figura 5.1.1.

## 5.2. PRUEBA DEL TIMER

Una vez que se terminó el timer se le realizaron varias pruebas para comprobar la efectividad del instrumento. Realizándose pruebas a 5, 10, 15 y así con incrementos de 5 en 5 hasta llegar a 95 minutos (tres pruebas por cada incremento), alcanzándose una efectividad del 100 % en el total de las pruebas efectuadas.

## 5.3. PRUEBA DEL SISTEMA DE CONTROL DE MOVIMIENTO

Al realizar el montaje de los elementos del sistema del sistema se observó que deberían de realizarse ciertos cambios de lo proyectado, tal como el posicionamiento de los microswitches de las levas, con el fin de economizar tanto material como espacio. Quedando el dispositivo como se muestra en la figura 5.3.1.



figura 5.3.1

Una vez montado el equipo se procedió a realizar las pruebas necesarias, observándose que, debido a la inercia del motor, el sistema se frenaba en la posición determinada por las levas, provocando la búsqueda de una solución, la cual fue reducir el tamaño del engrane del motor (engrane motriz) e incrementar el tamaño del engrane de la flecha para poder mantener el acoplamiento con una relación de 3 a 1 para que el desplazamiento lineal del engrane del motor sea de  $1/3$  del desplazamiento de lineal del engrane de la flecha.

Ya con los cambios mencionados en el sistema, se procedió a realizar nuevamente las pruebas correspondientes, alcanzándose en esta ocasión resultados favorables.

#### **5.4. PRUEBA DEL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DE AGUA**

Con el afán de reducir el número de elementos empleados para lograr el control y así reducir costos en la producción del sistema, se efectuó el cambio de los dos microswitches en el extremo del flotador por únicamente un switch de tipo balancín, obteniéndose el mismo resultado que con el empleo de los dos microswitches, lográndose reducir el número de elementos.

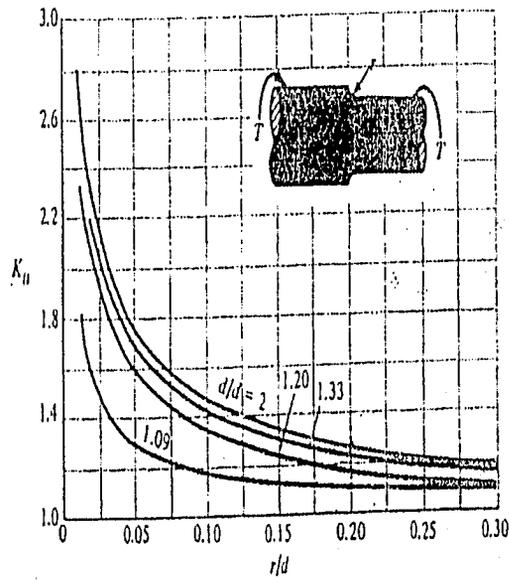
#### **5.5. PRUEBA DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE VAPOR**

En las pruebas realizadas al sistema se lograron también resultados satisfactorios, sin realizar ningún cambio en el diseño del mismo, lográndose el objetivo propuesto al inicio del presente trabajo.

## APENDICES



APENDICE B



Barra circular con entalle circunferencial sometida a torsión

$$T_o = T x c / J$$

Donde:  $C = d / 2$   
 $J = d^4 / 32$

APENDICE C

PROPIEDADES TÍPICAS DE ALGUNOS METALES

Para aleaciones de aluminio se emplea el coeficiente de Poisson  $\mu = 0.33$ ; resistencia máxima por estricción de más de 19 mm (3/4 pulg.)  $\sigma_u$  será aproximadamente un 15% mayor como valor medio de las resistencias a la tracción y a la flexión y a la torsión y a la compresión. Véase nota (k). Se emplea  $\nu = 0.32$ .

Abreviaturas: H, duro; 1/4 H, 1/4 duro; H14, designación de revenido que significa 1/2 duro; en la (a) Nota: (a) Para 0.5% de alargamiento total bajo carga. (b) Reducción en frío de 11%. Brinell. (c) NDB (o bien BHN) con carga de 500 kg. (f) Mínimo. (g) Plano de espesor 1757 kg/cm<sup>2</sup> = 25 ksi. (i) y en em/cm<sup>2</sup>-C (o bien pulg/pulg<sup>2</sup>-F), coeficiente de dilatación de fluencia en compresión; aleación AZ91C-T6, 1335 kg/cm<sup>2</sup> = 19 ksi; AZ63A-F, 1335 compresión para deformación. (j) A 650° C (1200° F), después temple en agua bronce al manganeso de engranajes, utilizar  $\sigma_u = 1195$  kg/cm<sup>2</sup> = 17 ksi. (k) Para bronce véase § 2.21. (l) Chapa. (m) Aproximadamente 1.23 X 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup> (17.5 X 10<sup>6</sup> psi) en compresión. Charpy = 6.6 kgm (48 pie-lb). (n) Después de un año. (p) Platino

MATERIAL (N.º especificación ASTM)	CONDICIÓN (estado)	RESISTENCIA MÁXIMA		ESFUERZO DE FLUENCIA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		RESISTENCIA A LA TORSIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
		$\sigma_u$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{0.2}$ kg/cm <sup>2</sup>		$\sigma_p$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>		
<b>ALEACIONES DE COBRE</b>								
Latón de Almirantazgo (B16)	Recocido	3 726		1 266(a)	263	10 <sup>6</sup>		
Bronce de aluminio (B130-2)	Variación estricada (h)	8 430		4 621(a)	2549	3 X 10 <sup>6</sup>		
Bronce de aluminio (B130-1)	Recocido a 427° C	7 030		3 700	1968	8 X 10 <sup>6</sup>		
Cobre al bronce (B164)	HIT	12 203		6 140	2400	10 <sup>6</sup> (n)		
Latón de caracatería (B134-G)	1/2H, varilla	4 921	2922	3 626(a)	1546	3 X 10 <sup>6</sup>		
Bronce comercial (B34-2)	Flexible (i)	5 062	2922	4 259(a)	1876	15 X 10 <sup>6</sup>		
Latón de fácil mecanización (D16)	Barras 30 mm	3 867	2249	3 093(a)	1466	10 <sup>6</sup>		
Bronce al manganeso (B138-A)	1/2H, barra	5 273	3374	4 570(a)	2109	10 <sup>6</sup> (e)(k)		
Latón naval (B124-3)	1/4H, barra	4 921	3023	3 234(a)	1517	1 X 10 <sup>6</sup> (h)		
Plata-níquel B	H(a)	7 030		3 976(a)	1335	10 <sup>6</sup>		
Bronce fosforoso (B139-C)	1/2H, barra	3 624		4 376(a)	2179	10 <sup>6</sup> (j)		
Bronce al níquel (B95-B)	H, varilla 25 mm	4 270	3165	3 600(a)	1333	10 <sup>6</sup>		
Latón amarillo (B36-B)	1/2H, var. 25 mm	3 867	2331	2 872(a)	723	10 <sup>6</sup> (e)		
Latón amarillo (B36-B)	3/2H (e)	4 288	2812	3 515(a)				
<b>ALEACIONES DE ALUMINIO</b>								
3003-H14 (M1A)	Estirado duro	1 246	984	1 476(c)	632	3 X 10 <sup>6</sup>		
2014-T4 (C51A)	HIT, envejecido	4 921	2922	4 218(c)	1263	5 X 10 <sup>6</sup>		
2024-T4 (C62A)	HIT, envejecido	4 780	2882	3 304(c)(d)	1406	5 X 10 <sup>6</sup>		
6061-T6 (G51A)	HIT, envejecido	3 163	2109	2 312(c)	964	3 X 10 <sup>6</sup>		
7075-T4 (Z62A)	HIT, envejecido	5 765	3354	3 162(c)	1617	3 X 10 <sup>6</sup>		
3003	Fund. a presión en media metálica	2 812	3892	1 687(c)	1193	3 X 10 <sup>6</sup>		
355-T6	Fundido en arena	2 460	1968	1 737	632	3 X 10 <sup>6</sup>		
<b>ALEACIONES DE MAGNESIO</b>								
AZ31A-F	Barra estricada	3 163	1466	2 320	1193	3 X 10 <sup>6</sup>		
AZ62A-T3	Ferj., envejecido	3 515	1617	2 331	1125	3 X 10 <sup>6</sup>		
AZ91C-T6	Fundido en arena	2 812		1 335	964	3 X 10 <sup>6</sup> (e)		
<b>ALEACIONES DE PLOMO Y ESTAÑO (añadición)</b>								
Babbitt (B23-467-1)	A 20° C (f)	763	$\sigma_u = 239$ (m)		274	2 X 10 <sup>6</sup>		
Babbitt (B23-467-2)	A 100° C (f)	380	$\sigma_u = 119$ (m)					
Babbitt de estaño (B23-49-1)	A 10° C (f)	654	$\sigma_u = 309$ (m)		267	2 X 10 <sup>6</sup>		
<b>DIVERSAS</b>								
Haste-Boy B	Fundido en arena	6 327		3 513(c)	4649	10 <sup>6</sup> (n)		
Monel K	Estir. en frío, env.	9 482	6570	7 036(c)	2932			
Aleación de platino	Recocido	1 161						
Titanio (B265, e 2) (i)	Recocido (i)	9 266		9 140(c)	2922(f)	10 <sup>6</sup>		
Titanio (B265, e 3) (i)	Endurecido (i)(x)	11 932		11 108(c)	4238(f)			
Zinc (AC41A)	Fund. a presión en media metálica (e)	3 346	2671		36			

NO FERROSOS (1-1-1-2-3-3-3-3-3)

a la torsión = 0.65  $\sigma_u$  resistencia de fluencia a la torsión = 0.55  $\sigma_u$ . En los perfiles obtenidos para aleaciones de magnesio se toma la resistencia a la flexión (en secciones elásticas) y a la compresión. Véase nota (k). Se emplea  $\nu = 0.32$ .

HIT, con tratamiento térmico; T4, designación de revenido que significa tratamiento térmico solución.

(e) Para deformación permanente de 0.2%. (d) NDB o (bien BHN) (número de dureza uniforme de 1,016 mm, o sea 0.04 pulgadas). (h) Resistencia a la fatiga en torsión inversa, térmica; temperatura ambiente. (j) Varía con el tamaño de la probeta de ensayo. (k) Punto kg/cm<sup>2</sup> = 19 ksi; AZ62A-T5, 1662 kg/cm<sup>2</sup> = 23 ksi. (l) Fundición en coquilla. (m) En bronce al manganeso de engranajes, utilizar  $\sigma_u = 1195$  kg/cm<sup>2</sup> = 17 ksi. (n) Para bronce véase § 2.21. (o) Chapa. (p) Aproximadamente 1.23 X 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup> (17.5 X 10<sup>6</sup> psi) en compresión. Charpy = 6.6 kgm (48 pie-lb). (q) Después de un año. (r) Platino

MÓDULO DE ELASTICIDAD E kg/cm <sup>2</sup> X 10 <sup>10</sup>	MÓDULO DE ELASTICIDAD EN 50 mm 12 PULG (f)	% ALARGAMIENTO EN 50 mm 12 PULG (f)	DEFORMACIÓN ELÁSTICA	DEFORMACIÓN PLÁSTICA	$\sigma \times 10^6$ (i)	COMPOSICIÓN DE ELEMENTOS
1.034	0.807	63	F33	8.53	20.2	71 Cu, 28 Zn, 1 Sn
1.124	0.857	62	B160	7.59	16.2	41.5 Cu, 9.5 Al, 5 Ni, 2.3 Fe, 1 Mn
1.074	0.827	25	B70	7.29	16.3	41 Cu, 9 Al
1.335	0.713	5	C37	8.22	16.7	1.9 Be, 0.2 Ni o Co
1.324	0.421	30	B29	8.55	20.0	22 Cu, 30 Zn
1.192	0.450	3	B78	8.90	19.1	90 Cu, 10 Zn
0.964	0.372	32	B73	8.49	20.5	61.5 Cu, 35.5 Zn, 3 Pb
1.124	0.421	25	B80	8.36	21.2	24 Cu, 39 Zn, máx.
1.058	0.393	25	B59	8.42	21.2	60 Cu, 39.25 Zn, 0.75 Sn
1.265	0.393	3	B71	8.54	16.7	35 Cu, 27 Zn, 18 Ni
1.124	0.421	33	B25	8.73	19.2	62 Cu, 1.2 Sn, máx.
1.192	0.450	10	B40	8.75	21.8	67 Cu, 1.5 Sn, máx.
1.054	0.393	48	B55	8.48	20.3	65 Cu, 35 Zn
1.054	0.393	23	B70	8.48	20.3	65 Cu, 35 Zn
0.703	0.270	16		2.24	23.2	1.0 Mn, máx.
0.745	0.281	13		2.19	23.0	3.9 Cu, 0.5 Sn, 0.4 Mn, 0.2 Mg
0.745	0.281	20		2.21	23.4	3.8 Cu, 1.2 Mg, 0.3 Mn
0.703	0.263	17		2.27	22.8	0.15 Cu, 0.8 Mg, 0.4 Sn
0.731	0.274	19		2.80	23.7	5.0 Zn, 2.1 Mg, 7.2 Cu
0.724	0.270	3.8		2.63	21.1	9 Sn, 0.4 Mg
0.724	0.270	3		2.71	21.1	1 Cu, 4.3 Sn, 0.4 Mg
0.457	0.168	16	E72	1.50	25.9	6 Al, 1 Zn, 0.2 Mn
0.457	0.168	6	E82	1.82	25.9	4.5 Al, 0.5 Zn, 0.15 Mn
0.457	0.168	3	E77	1.82	25.9	9 Al, 0.7 Zn, 0.2 Mn
0.265		5	106(f)	9.57	23.9	80 Pb, 15 Sn, 5 Sn
0.312		27	106(f)	9.57	23.9	87 Pb, 15 Sn, 5 Sn
		2	12(c)	7.35		91 Sn, 4.2 Sb, 4.3 Cu
1.863		10	305	9.25	10.0	62 Ni, 28 Mo, 5 Fe
1.828		20	C30	8.48	14.0	66 Ni, 29 Cu, 3 Al
		35	306(c)	20.0	9.0(x)	19 Rodio
1.054		12		4.43	10.4	f 6 Al, 4 V
1.054		7		4.43	10.4	1 Sulfuro acrom. temp. elevada
0.140		7	91(c)	5.55	27.4	4 Al, 1 Cu, 0.04 Mg

## APENDICE D

### PROPIEDADES TÍPICAS DE

Notas: (a) Coeficiente de dilatación térmica a temperatura próxima a la del ambiente, máxima de los materiales 403, 410 y 416 están dados por  $\alpha_s = 351 \pm 32,70$  (NDE), en  $\text{kg/cm}^2$  y del trabajado en frío. (d) Trabajado en frío, plena dureza. (e) Los límites de fatiga para  $\text{kg/cm}^2$  (160 ksi) aproximadamente  $10^7$ . (f) Varía algo según el estado: recocido, trabajado  $G = 745\ 250$   $\text{kg/cm}^2$  (o bien  $G = 10,6 \times 10^4$  psi). (g) Tira de 1,43 mm (0,056 pulgadas), Republic Steel TH 1050;  $\alpha_s$  no garantizada

MATERIAL N.º AISI	RESISTENCIA MÁXIMA		LÍMITE DE FLUENCIA EN TRACCIÓN		LÍMITE DE FATIGA $\sigma_s$		MÓDULO ELASTICIDAD (f)		ALARGA- MIENTO EN 50 mm (2 pulg.) (c)	REDUC- CIÓN ÁREA, %
	$\sigma_s$ $\text{kg/cm}^2$	(c) ksi	$\sigma_s$ $\text{kg/cm}^2$	(c) ksi	(c) $\text{kg/cm}^2$	(c) ksi	E $\text{kg/cm}^2 \times 10^{11}$	E psi $\times 10^{11}$		
301, 1/4 duro.	8788(b)	125(h)	5273(h)	75(h)	2109(g)	30(g)	1,968	28	25(h)	
302, recocido.	6327	90	2601	37	2390	34	1,968	28	57	65
302, 1/4 duro.	8788(g)(h)	125(g)(h)	5273(h)	75(h)	4921(d)	70(d)	1,968	28	12(h)	
303, recocido.	6327	90	2460	35	2460	35	1,968	28	50	55
304, recocido.	5976	85	2460	35			1,968	28	50	70
316, trabajado en frío (i)	6327	90	4218	60	2812	40	1,968	28	45	65
321, recocido.	6116	87	2460	35	2671	38	1,968	28	50	65
347, recocido.	6327	90	2812	40	2742	39	1,968	28	50	65
403, 410, con tratamiento térmico (b)	7734(h)	110(h)	5976(h)	85(h)	4077	58	2,038	29	20	65
410, trabajado en frío (b)	7030(h)	100(h)	5976	85	3726	53	2,038	29	17	60
416, recocido (b)	5273	75	2812	40	2812	40	2,038	29	30	60
430, recocido.	5273	75	3163	45	2812	40	2,038	29	25	65
431, CQT 1000* (b)	10546	150	9140	130			2,038	29	18	60
17-7 PH barra (i)	12303	175	10257	155	2582	41	2,038	29	6(h)	54

\* CQT 1000 = Oil Quenched and Tempered at 1000° F = Templado y revenido en

### ALGUNOS ACEROS INOXIDABLES (17-7 PH, 17-7 PH, 17-7 PH)

a  $\text{cm/cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  (o bien  $\text{pul/pulg} \cdot ^\circ\text{F}$ ). (b) Los valores medios aproximados de la resistencia (o bien  $\sigma_s = 5 + 0,465$  (BHN), en  $\text{ksi}$ )<sup>(1)</sup>. (c) Varía con los detalles del tratamiento térmico aceros inoxidable se pueden estimar en  $\sigma_s$ , hasta la resistencia a la tracción de 21 250 en frío, eliminado de tensiones. En el alfiler, para alambres de resortes estirados en frío, (h) Mínimo. (i) Barras de 25,40 mm (1 pulgada). (j) PH, endurecido por precipitación; = 11 952  $\text{kg/cm}^2 = 170$  ksi;  $\alpha_s$  para 10°.

NOS (BHN) (media)	DENSIDAD	1200 (c)	$\alpha \times 10^6$ (c)		OBSERVACIONES		
			$\text{kg/cm}^2$	$\text{pul/pulg} \cdot ^\circ\text{F}$			
(c)	$\text{kg/dm}^3$ lb/pulg <sup>3</sup>	kgm	pie-lb	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{F}$		
260	7,92	0,286		16,9	9,4	(17% Cr, 7% Ni) Uso general; decarburación, estructuras.	
150	7,92	0,285	12,4	90	17,3	9,6	Austenítico. Endurecible por trabajo en frío.
250	7,92	0,285		17,3	9,6	302, 303 son aceros inoxidables 18-8.	
160	7,92	0,285	11,66	80	17,3	9,6	Austenítico. Endurecible por trabajo en frío.
150	7,92	0,285	15,2	110	17,3	9,6	Austenítico. Endurecible por trabajo en frío.
190	7,92	0,286		16,0	8,9	Austenítico. Endurecible por trabajo en frío.	
150	8,02	0,290	15,2	110	16,7	9,3	Estabilizado por Ti.
160	7,92	0,285	13,8	100	16,7	9,3	Austenítico. Endurecible por trabajo en frío.
225	7,73	0,279	10,3	75	10,2	5,7	Martensítico. Emendable por tratamiento térmico.
205	7,73	0,279	11,66	80	10,2	5,7	Martensítico. Dureza máxima.
155	7,70	0,278	9,67	70	10,2	5,7	Martensítico. Endurecible por tratamiento térmico.
160	7,67	0,277	4,83	35	10,4	5,8	Ferrítico. No endurecible por tratamiento térmico.
325	7,75	0,28	6,9	50	11,7	6,5	Martensítico. Endurecible por tratamiento térmico hasta alta resistencia.
190	7,65	0,276		10,1	5,6	(17% Cr, 7% Ni, 1,1% Al) Solución recocida, etc.	

milie a 538° C. (N. del T.)

## APENDICE E

### PROPIEDADES MECANICAS DE

Para resortes de extensión, usar el valor de la columna (5) El esfuerzo es  $s = Q/D_0$  si aparece esta fórmula; a utilizar con ecuación (6.1); cálculo para resistencia a la fatiga. Los valores dados se aplican cuando el resorte dinámico, se deben aumentar los valores de esfuerzo para los aceros en un 25 % preformados, el esfuerzo estático y el esfuerzo comprimido a ciertos pueden ser más abajo. Los esfuerzos de cálculo deducidos no deben ser interpretados como (análogos a los golpes de martillo). Cuando se da un esfuerzo máximo, se le usa para  $D_0$  sólo se aplican a las ecuaciones. Para algunos materiales son Notas: (a) Para servicio ligero, usar  $s_{0.2}$  de cálculo = 0,465 $s_{0.2}$ . Para servicio medio, concederán estrechamente con las recomendaciones de Westinghouse, como declaró por ASTM. (c) Concederán estrechamente con las recomendaciones Alcoa; como aconsejable un pequeño coeficiente de seguridad, a menos que concuerde con el para duración indefinida desde 0 hasta el máximo; para 10<sup>7</sup> ciclos con alambre Usar  $N$  mínimo = 1,15. (e) Usar ambas expresiones para resorte en sección para de "curva de plano. También, Associated Spring recomienda el intervalo de el triángulo ABO, figura 6.9, para  $D_0 < 0,5258$  cm (o bien  $D_0 < 0,207$  pulg.) en los tamaños mayores. (b) De acuerdo con INCO<sup>(1)(2)</sup>. (f) Servicio ligero, los datos de Associated Spring<sup>(1)(2)</sup>. (k) Probablemente es satisfactorio interpolador para  $D_0 = 0,5$  pulg) y el límite de la fórmula. (l) Multiplicar por 0,3 para servicio (n) Aumentar 10 % el está preformado; 25-35 % para alambres granallados de envejecimiento. (p) INCO da 1400 kg/cm<sup>2</sup> (o bien 20 ksi) para 10<sup>7</sup> ciclos. (c) este Monet tipo K es algo más fuerte que el Monet,

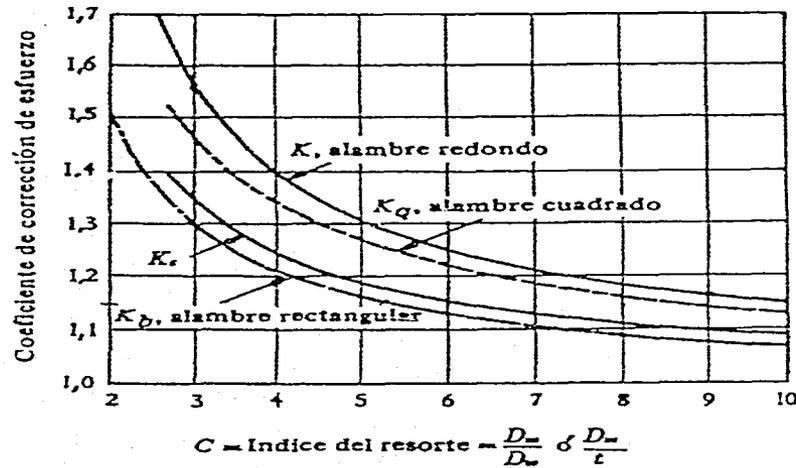
MATERIAL	$E \times 10^{-11}$ kg/cm <sup>2</sup>	$G \times 10^{-11}$ kg/cm <sup>2</sup>	ESFUERZO DE CÁLCULO $s_0$ kg/cm <sup>2</sup> Carga ligera
Número columna →	(1)	(2)	(3)
Acero Cr-Si ASTM A401	2,038	0,8065	(a)
Acero inoxidable (Cr-Ni) ASTM A313	1,828	0,7020	(f)
Cobre al berilio	1,300	0,4921	Utilizar los valores dados para A229 multiplicados por 0,8
Latón de resortes	1,019	0,3163	Usar los valores dados para A229 multiplicados por 0,35

### ALAMBRE PARA RESORTES HELICOIDALES

multiplicado por 0,8 para el esfuerzo ocasional máximo. también se incluye el coeficiente de curvatura excepto para el esfuerzo medio en no está preformado ni granallado; excepto cuando se indica. Para cargas vivas o para resortes granallados por chorro de perdigones. Para resortes de acero un 20-50 % mayor que el indicado en las columnas (3) y (5). Véanse notas (f) y (n) valores exactos. Reducir los esfuerzos de cálculo un 50 % para cargas de impacto para tamaños de alambre menores que los límites especificados. Los límites dados frecuentes diámetros de alambre menores o mayores que los límites indicados. usar  $s_{0.2} = 0,324s_{0.2}$ . Para servicio severo, usar  $s_{0.2} = 0,263s_{0.2}$ . Estos resultados Wahl. (b) Ecuaciones para resistencia mínima aproximada a la tracción especificada son más elevados que los esfuerzos recomendados por algunos autores, puede ser del fabricante del resorte. (d) Datos tomados de Hunt Spring Co.<sup>(1)(2)</sup>. Valor de acero (excepto el inoxidable), multiplicar este valor por 1,4, por ejemplo, alambre estirado en frío, multiplicar por 0,9. (f) Por analogía con el alambre cálculo de seguridad para calidad de resorte de válvula, como queda definido por y no granallado; por el triángulo CBO cuando está granallado. (g) Valor conservador usar  $s_0 = 0,32s_0$ ; servicio medio, 0,26 $s_0$ ; servicio severo, 0,21 $s_0$ . (j) Adoptado de mediante línea recta entre  $s_0 = 5976$  kg/cm<sup>2</sup> para  $D_0 = 1,27$  cm (o bien  $s_0 = 25$  ksi diámetro. (m) Esfuerzos aliviados; disminución del 10 % si está simplemente estirado. diámetro mayor de 0,1574 cm (o bien 0,621 pulg.)<sup>(1)(2)</sup>. (o) Endurecido por Multiplicar por 1,33 para 10<sup>7</sup> ciclos, 0-máx. (r) Los datos de INCO indican que pero se carece de detalles. (s) Calidad resorte de válvula.

TRACCIÓN MÍNIMA $s_0$ kg/cm <sup>2</sup> (No bobinado)	MÁXIMO ESFUERZO COMPRESIVO A CIERPE $s_c$ (kg/cm <sup>2</sup> aproximado)	RESISTENCIA A LA FATIGA $s_f$ kg/cm <sup>2</sup> (R = 0)
(4)	(5)	(6)
$\frac{15690}{D_0^{0.197}}$ (b) [0,081 < $D_0$ < 0,952]	0,61 $s_0$ [ $Q = 9414$ ; $x = 0,107$ ]	Lo mismo que para A229 (a) [0,081 < $D_0$ < 0,952]
$\frac{13620}{D_0^{0.197}}$ (b) [0,025 < $D_0$ < 0,310] $\frac{9925}{D_0^{0.197}}$ (b) [0,330 < $D_0$ < 0,952]	0,47 $s_0$ (h) [ $Q = 6400$ ; $x = 0,14$ ] [ $Q = 4700$ ; $x = 0,41$ ]	$\frac{2471}{D_0^{0.197}}$ (d)(g) [0,025 < $D_0$ < 0,952]
1: 250-14 060	0,51 $s_0$ (h)	$\frac{2965}{D_0^{0.197}}$ (d) [0,228 < $D_0$ < 1,27; 3937 kg/cm <sup>2</sup> máx.]
$\frac{6790}{D_0^{0.197}}$ (IXk) [0,076 < $D_0$ < 0,502; 8788 kg/cm <sup>2</sup> máx.]	$\frac{3762}{D_0^{0.197}}$ (j) [0,203 < $D_0$ < 1,27; 4780 kg/cm <sup>2</sup> máx.]	$\frac{975}{D_0^{0.197}}$ (d) [0,228 < $D_0$ < 1,27; 1325 kg/cm <sup>2</sup> máx.]

APENDICE F



Coefficientes de corrección de esfuerzo (Wahl). Usar  $D_m/D_w$  como índice del resorte para resortes de alambre redondo;  $D_m/t$  para resortes de alambre de sección rectangular, siendo  $t$  la dimensión perpendicular al eje del resorte. Conviene que  $D_m/D_w$  no sea menor que 3, preferiblemente mayor que 4. (Según R. E. Peterson.) [4.21]



LAGO ALBERTO No. 369,  
COL. ANAHUAC,  
11320 MEXICO, D.F.  
TELS: 260-55-33, 260-28-78



Noviembre 14, 1995.

SR. ENRIQUE ROJAS  
CAIRO No. 17,  
COL. ROMERO RUBIO,  
MEXICO, D.F.

COTIZACION No. 3070

POR MEDIO DE LA PRESENTE, ME PERMITO SOMETER A SU AMABLE CONSIDERACION  
LA SIGUIENTE COTIZACION, SOBRE REFACCIONES PARA ESTERILIZADOR.

CANT.	NO.PARTE	DESCRIPCION	P.UNITARIO	P.TOTAL
1	24570	CICLOMATICO COMPLETO PARA ESTERILIZADOR AMSCO.		N\$ 58,595.30

MAS 15 % DE I.V.A.

CONDICIONES:

- 1.- TIEMPO DE ENTREGA: 45 DIAS.
- 2.- FORMA DE PAGO: 50% DE ANTICIPO Y 50% CONTRA ENTREGA.
- 3.- VIGENCIA DE LA COTIZACION: 20 DIAS.

A T E N T A M E N T E ,

  
ING. RICARDO HERNANDEZ Q.  
GERENTE DE SERVICIO.

## INSTRUCTIVO DE MANEJO

- Subir la palanca del switchs de pared.
- Checar si la manivela de multiples posiciones se encuentra en la posición de "calentando" en caso de no estar, colocarla en dicha posición.
- Oprimir el botón de programación en el timer (botón número 1).
- Programar el tiempo de esterilización pulsando el botón número 2 y 3.
- Presionar el botón número 4.
- En caso de ser necesario, programar el tiempo de secado con los botones 2 y 3. De no ser así, pulsar el botón número 4.
- Colocar el interruptor de líquidos-sólidos en la posición correcta de acuerdo al material a esterilizar.
- Introduzca el material a esterilizar en la cámara de esterilización y cierre la puerta correctamente para evitar fugas.
- Posicione el interruptor en la posición de encendido.
- Espere hasta que suene el timbre para poder extraer el material estéril.

## CONCLUSIONES:

Uno de los factores de gran importancia dentro del área de diseño en ingeniería es la experiencia para poder desarrollar nuevos proyectos debido a que la mayoría de las veces, la mente puede idear proyectos que son difíciles de lograrse en el proceso de fabricación, provocando que se tengan que hacer modificaciones al proyecto y teniendo que emplear más horas hombre para poder ajustar al proyecto a algún proceso o en su defecto tener que crear un nuevo proceso de fabricación, que no sería el objetivo en el desarrollo del proyecto, solamente cuando es indispensable y no se cuenta con alguna otra alternativa. Es por eso que se requiere adquirir experiencia para evitar el empleo excesivo de tiempo para el desarrollo de un proyecto.

Para evitar que el presente trabajo fuera demasiado extenso, no se presentan las modificaciones que se tuvieron que realizar a lo largo del desarrollo y, únicamente, se presenta el trabajo ya con sus respectivas modificaciones. Solo por mencionar algunas de las modificaciones que se realizaron son: el diseño de la tapa superior de las válvulas de simple y doble efecto, en el diseño del sistema de alambrado, el diseño del control del nivel de agua, así como otras modificaciones más.

Una vez superadas todas las dificultades que se presentaron para poder concluir el proyecto, realizadas las pruebas correspondientes y considerados todos los gastos efectuados para la elaboración del sistema de automatización propuesto en el presente trabajo, se puede decir que: los objetivos perseguidos se lograron alcanzar tanto en el aspecto operativo como en el económico. Lográndose reducir los costos de la implementación en más de un 45% del costo de una adquisición de importación.

Considerando que si se lleva a cabo la fabricación en serie, se podrían reducir más los costos de la producción para así lograr que cada vez sea un mayor número de personas que puedan automatizar su proceso de esterilización por medio de vapor a presión, al implementar a los autoclaves el sistema propuesto en la presente tesis.

## BIBLIOGRAFIA:

- Industrias Tuck S.A. de C.V.  
Principios y técnicas de esterilización
  
- AMSCO Education Dept.,  
Principios de esterilización e indicadores biológicos  
American Sterilizer Company, Erie, Pa., U.S.A., 1987
  
- Frobisher, M., Microbiología  
S.E., Barcelona
  
- Jensen, M. M., Introducción a la microbiología médica  
Prentice Hall, Hispanoamérica S.A.
  
- Shigley, J. E., Diseño de Ingeniería Mecánica  
McGraw Hill, México, D.F., 1991
  
- Shigley, J. E., Teoría de Máquina y Mecanismos  
McGraw Hill, México, D.F., 1989
  
- Askeland, D. R., La Ciencia e Ingeniería de los Materiales  
G. E. Iberoamérica, México D.F., 1987
  
- Faires, V. M., Diseño de Elementos de Máquinas  
UTEHA, México, D.F., 1985
  
- Oberg, E., Manual Universal de la Técnica Mecánica T I y II  
Editorial Labor, Colombia, 1994
  
- Doyle, L. E., Procesos de Manufactura y Materiales para Ingenieros  
Editorial Diana, México, D.F., 1990
  
- Fitzgerald, R. W., Mecánica de Materiales  
Alfonso, México, D.F., 1990



-Chevalier, A., Dibujo Industrial  
UTEHA, México, D.F., 1992

-Schneider, W., Manual Práctico de Dibujo Técnico  
Editorial Reverté, España, 1982

-Norma Mexicana de Dibujo Técnico para la Ind. Mec. y conexas  
DGN, Oct de 1970

-Campero, E., Instalaciones Eléctricas  
Alfaomega, México, D.F., 1992