

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA EN COMPUTACION



DISEÑO DEL CONTROL DE REFRIGERACION
EN UNA PLANTA CONGELADORA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN COMPUTACION

PRESENTA:

PEDRO LOIS GUTIERREZ TIRADO

GUADALAJARA, JALISCO, 1989.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION	5
ANTECEDENTES	11
CAPITULO I ETAPA SENSORA	20
I.1 Diseño del sensor	21
I.2 Colocación del sensor	25
CAPITULO II ETAPA VISUALIZADORA	27
II.1 Diseño del convertidor analógico/digital	28
II.2 Diseño del arreglo combinacional	32
CAPITULO III ETAPA DE PROGRAMACION Y	
COMPARACION	38
III.1 Programación y comparación de las señales ...	39
III.2 Diseño del retardador de tiempo	41
CAPITULO IV ETAPA ACTUADORA	45
IV.1 Antecedentes e interconexión de los motores	
de refrigeración	46
IV.2 Diseño del convertidor digital/analógico	48
CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFIA	56
ANEXOS	
A sistemas de control empleados y sus distintas	
aplicaciones	58
B Calores específicos y temperaturas de congelación	
y conservación	65

C Diagramas de los circuitos integrados usados en este diseño	68
--	----

I N T R O D U C C I O N

La conservación de artículos sujetos a deterioro, particularmente alimentos, es una de las aplicaciones mas comunes de la refrigeración mecánica.

Al presente la conservación de alimentos es mas importante que nunca antes en la historia del hombre. Las poblaciones urbanas modernas requieren tremendas cantidades de alimentos que, en su mayor parte, deben ser producidos y procesados en áreas distantes. Naturalmente, estos alimentos deben conservarse en condición de conservación durante el tránsito y almacenaje subsecuente hasta que finalmente se consumen. Esto puede ser cuestión de horas, días, semanas, meses y, en algunos casos, años. Por otra parte, muchos productos, particularmente frutas y legumbres son estacionales. Puesto que se producen solamente durante ciertas estaciones del año, deben almacenarse y conservarse para poder consumirlas durante todo el año.

El único medio de conservar alimentos en su estado original, es por refrigeración. Esto naturalmente, constituye la ventaja principal que tiene la refrigeración sobre todos los demás métodos de conservación de alimentos.

Debe reconocerse de antemano, que hay grados de calidad y que todos los alimentos sujetos a deterioro, pasan por varias etapas antes de ser definitivamente inadecuados para su consumo. En la mayor parte de los casos, el objetivo que se persigue en la conservación de alimentos, no es solamente conservar el alimento, en condiciones ingeribles, sino también preservable hasta donde sea posible, en la cúspide de calidad con respecto a apariencia, olor, gusto y contenido vitamínico. Excepto por lo que se refiere a unos cuantos alimentos procesados, esto significa generalmente mantener el producto alimenticio hasta donde sea posible en su estado fresco original.

Cualquier deterioro que sea suficiente para causar un cambio detectable en la apariencia, olor o gusto de los alimentos frescos, reduce inmediatamente el valor comercial del producto y representa por tanto una pérdida económica.

En su mayor parte, el deterioro de los alimentos es causado por una serie de cambios químicos complejos; estos cambios químicos se producen por agentes, tanto internos como externos. Los primeros, son las enzimas naturales evidentes en todos los materiales orgánicos, y los segundos son microorganismos que crecen en el interior y en la superficie del cuerpo alimenticio.

Las enzimas son muy resistentes a las bajas temperaturas y su actividad puede continuar si bien con

ritmo muy lento, aún a temperaturas inferiores a -18°C . Sin embargo, es un hecho bien conocido que la rapidez de una reacción química disminuye al disminuir la temperatura. Por lo tanto, aún cuando las enzimas no se destruyen, su actividad se reduce grandemente a temperaturas bajas, particularmente las inferiores al punto de congelación del agua.

Los micro organismos que son de interés en la preservación de alimentos son: bacterias, levaduras y hongos.

Así pues, todos los métodos de conservación de alimentos deben necesariamente involucrar manipulación del ambiente dentro y alrededor del producto que se conserva para producir una o mas condiciones desfavorables a la actividad continuada de los agentes degenerativos. Todos los tipos de agentes degenerativos se destruyen cuando se sujetan a temperaturas elevadas por un largo periodo de tiempo. El tiempo de exposición requerido para la destrucción de todos los agentes degenerativos depende del nivel de temperatura. Mientras más alto sea el nivel de temperatura, más corto será el periodo de exposición requerido. Otro método de inactivar los agentes degenerativos, es el de privarlos de humedad y/o alimento, que es necesario para su actividad continuada. La conservación de alimentos deteriorables por refrigeración, involucra el uso de baja temperatura como medio de eliminar o retardar la actividad de los agentes degenerativos.

Las temperaturas de almacenamiento óptimas para la mayor parte de los productos es ligeramente superior al punto de congelación del producto.

Aún cuando el efecto de temperaturas de almacenamiento incorrectas en general es bajar la calidad del producto y reducir la vida de almacenamiento, algunas frutas y legumbres, son particularmente sensibles a la temperatura de almacenamiento y son susceptibles a las llamadas enfermedades de almacenamiento en frío, cuando se almacenan a temperaturas superiores o inferiores a la temperatura crítica de almacenamiento.

Por ejemplo, los cítricos desarrollan con frecuencia picaduras en la cáscara cuando se almacenan a temperaturas relativamente altas.

Por otra parte, están sujetos a "quemado" (la cáscara se vuelve café) y a disociación acuosa cuando se almacenan a temperaturas inferiores a la temperatura crítica. Las bananas sufren daños en la cáscara cuando se almacenan a temperaturas inferiores a 13°C, y el apio pierde su consistencia cuando se almacena a temperaturas superiores a 1°C. Aún cuando las cebollas tienden a germinar a temperaturas superiores a 0°C, las patatas irlandesas tienden a acucararse a temperaturas de almacenamiento inferiores a 4°C. La calabaza, ajotes y pimientos, desarrollan lesiones en sus superficies cuando se almacenan a 0°C aproximadamente. También,

aunque la temperatura mejor de almacenamiento para la mayor parte de las variedades de manzanas es de -1°C a 0°C , algunas variedades están sujetas a escaldamiento y pérdida de consistencia cuando se almacenan a temperaturas inferiores a 2°C . Otras desarrollan un centro café a temperaturas inferiores a 2.2°C y otras más, desarrollan un centro café cuando se almacenan a menos de 4°C .

Estas son algunas de las razones por lo que se planeó desarrollar un controlador de temperatura programable a varias temperaturas o rangos, de acuerdo a las necesidades que se tengan. Es decir, el diseño de este controlador se desarrolló de la necesidad de mantener cierto producto a una temperatura deseada, debido a que los productos que se manejan (medicinas, carnes, frutas, legumbres, etc.) tienen distintos puntos de congelación, por lo que se deben mantener a temperaturas diferentes.

Este controlador nos permite programar la temperatura que se desea y sostenerla por tiempo indefinido dentro de un rango. La temperatura o rango de temperatura deseado se puede visualizar en un display y se compara con la temperatura anteriormente programada, para encender o apagar los motores de refrigeración según sea necesario.

El objetivo de este diseño es el de controlar el sistema de refrigeración de una planta congeladora en Mazatlán Sinaloa, mediante sensores de temperatura. Este

sistema digital consta de sensores, convertidores (analógico/digital, digital/analógico), comparadores, retardadores y trabaja a 120 VAC.

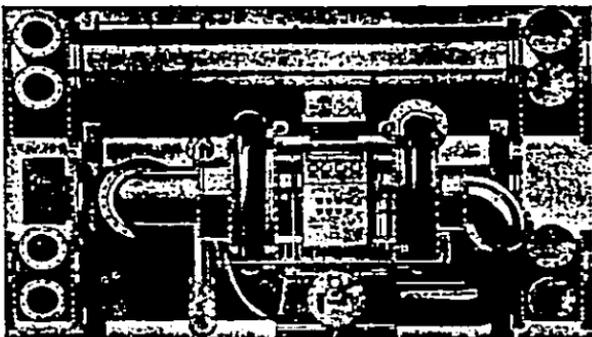
Para un mejor desarrollo de ésta tesis, se planeó dividirla en 4 capítulos. En el capítulo I se discute el circuito elemental de medición y los principios de operación del transductor. El capítulo II se centra en la construcción del convertidor analógico/digital y el arreglo combinacional, para poder visualizar el rango de temperatura. En el capítulo III se discute acerca de la programación y comparación de las señales y la construcción del retardador del tiempo. El capítulo IV es breve, pero da una visión de como encender y apagar motores de corriente alterna acoplándola con corriente directa, a través de Triacs y Optoacopladores.

A N T E C E D E N T E S

Aquí se da una visión panorámica de los sistemas de refrigeración que existen actualmente en dicha empresa. También se dan definiciones y conceptos de refrigeración y control digital.

Los compresores que se usan en dicha empresa son compresores centrífugos los cuales consisten en extraer el refrigerante evaporado del evaporador, comprimirlo en un punto, en que pueda efectuarse la condensación y volverlo a su estado líquido de origen a fin de que se emplee nuevamente en el proceso de producción mecánica del frío. Estos tipos de compresores se han desarrollado para su aplicación en instalaciones de una gran capacidad. Se emplea particularmente, el refrigerante (trichloromonoclorometano) de volumen específico relativamente grande y capacidad de compresión baja. Desde el punto de vista rentable, estos compresores suplantán a los compresores típicos de pistón cuando se trata de obtener producciones frigoríficas que superen las 500,000 frigorías/hora.

Sus ventajas principales son que ocupan un espacio reducido y a la ausencia de vibraciones debido al equilibrado riguroso, aunque las más notables consisten en la facilidad de variación de la potencia frigorífica que es posible obtener merced a los álabes de

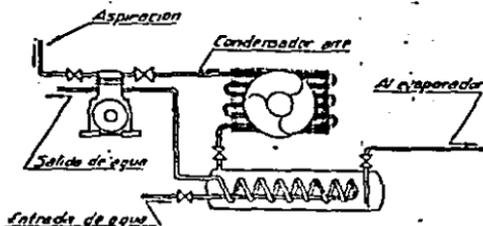


— Compresor centrífugo para enfriamiento de agua, destinado al acondicionamiento de aire a fines industriales.

fig. 1

prerrotación y, por otra parte, al hecho de que el refrigerante permanece en el compresor perfectamente puro, sin trazas de aceite ni de refrigerante en estado líquido que provocarían un efecto rápido de erosión en los álabes. La velocidad de giro varía de 3,000 a 25,000 revoluciones por minuto lo que implica velocidades periféricas de 150 a 250 metros por segundo, y algunas veces supersónicas. Esta empresa utiliza el sistema de condensación mixta, o sea, combinando un condensador de aire y otro de agua. La condensación que se obtiene a través de ambos es francamente inmejorable y de una gran uniformidad sin afectarse por las temperaturas altas en las épocas de calor, además, con ellos el consumo de agua de condensación puede decirse que se convierte en una tercera parte de la necesaria para un condensador de

agua exclusivamente. La condensación mixta se conecta en la forma que se indica en la figura 1, es decir, la descarga del compresor se dirige primero al condensador de aire, y de este al del agua, de donde el refrigerante en estado líquido pasa al evaporador.



— Sistema de condensación mixta con condensador de aire y otro de agua, del tipo de tuberías.

fig. 2

La planta congeladora utiliza válvulas de expansión termostáticas para el control automático ya que de su preciso y exacto funcionamiento depende la marcha perfecta del sistema, con la sucesión normal de los ciclos de parada y puesta en marcha y el mantenimiento uniforme de la temperatura que desee obtenerse.

Este tipo de válvula de expansión se distingue de las automáticas en que acciona por temperatura, en lugar de hacerlo por presión, y su construcción difiere casi exclusivamente en que se ha suprimido en ellas el tornillo y el resorte regulador de las válvulas automáticas, colocando en su lugar un elemento

termostático.

El elemento termostático antes referido va cargado con el mismo refrigerante usado en el sistema donde se instala la válvula (se halla en estado líquido) y está conectado por medio de un tubo capilar flexible a un bulbo que se instala en contacto con el tubo de salida del evaporador.

Los cambios de temperatura afectan al refrigerante contenido en el elemento termostático, por lo que cuando se aumenta, sube igualmente la presión dentro del citado elemento y viceversa, actuando sobre el fuelle del mismo y dando lugar a que se abra la válvula al aumentar la presión y que se cierre al bajar aquella.

El funcionamiento del mecanismo es como sigue : Antes de la admisión del refrigerante al ponerse en marcha el sistema, el tubo termostático está caliente y la presión en todo el elemento es, por consiguiente, alta, lo que hace que se extienda el fuelle que impulsa el vástago (5) hacia abajo contra el fuelle (10), y que a su vez mueve el tornillo de sujeción (7) y desplaza el punzón (14) de su asiento (3), abriéndose el paso del refrigerante líquido, que pasa al evaporador.

Después de entrar en el evaporador dicho refrigerante líquido se expansionará, aumentando la presión del lado de baja del sistema, la cual respondiendo sobre el fuelle (10) tenderá a cerrar la válvula. El funcionamiento hará que descienda la presión, abriéndose

nuevamente el paso del líquido al evaporador. Continuando al funcionamiento del equipo, el evaporador llegará a escarcharse totalmente, empezando a cubrir la línea de aspiración hasta el lugar donde está instalado el bulbo de la válvula, que también se escarchará, motivando que el consiguiente descenso de presión en su interior contraiga el fuelle del elemento termostático y haga cerrar en parte la válvula.

Entonces sube nuevamente la temperatura del extremo final del evaporador en el lugar del bulbo, aumentando la presión del elemento termostático y abriendo del todo la válvula para suministrar mas refrigerante al evaporador. El efecto enfriador de dicha admisión de refrigeración alcanza pronto el bulbo y de nuevo la válvula queda parcialmente cerrada.

El funcionamiento de la válvula va repitiéndose de esta forma con altos y bajos durante el ciclo completo de funcionamiento del compresor, hasta que la temperatura en el interior de la cámara, la del evaporador y la del bulbo han quedado reducidas al límite deseado, en cuyo punto se establecerá la debida presión de retorno, a la que se ajustará el control de presión para desconectar el motor y parar la marcha del compresor.

Mientras el sistema se haya parado, subirá la temperatura en la cámara, evaporador y bulbo, con el consiguiente aumento de presión que motivará que el elemento termostático intente abrir la válvula, lo que

— Válvula de expansión termostática, tipo de fuelle regulable con envoltura de ebonita.

1. Tuerca de regulación.
2. Tapón de junta.
3. Bulbo.
4. Elemento termostático.
5. Vástago de baquelita.
6. Resorte.
7. Tornillo sujeta resorte.
8. Juntas.
9. Cubierta aislante.
10. Fuelle.
11. Brazo articulación fuelle.
12. Cuerpo de la válvula.
13. Asiento del punzón.
14. Punzón.
15. Guía del punzón.
16. Tapón.
17. Filtro.

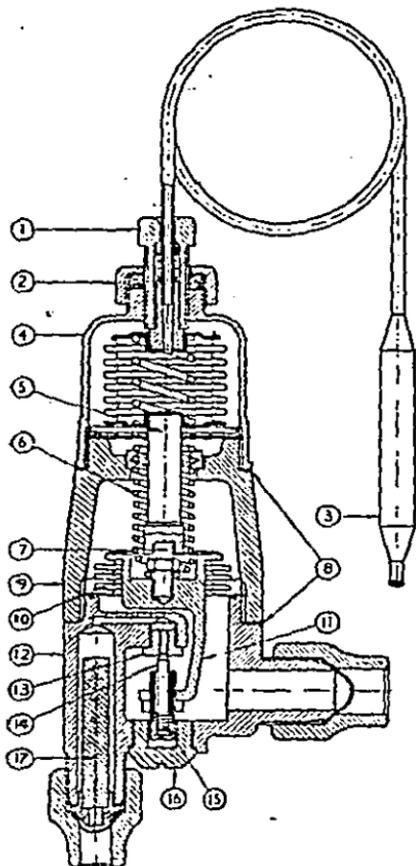


fig. 2

no conseguirá, debido a la contrapresión que por su parte ejerce el fuelle (10), impulsado en aquel punto por el aumento de presión experimentado también en el lado de baja del sistema. De esta manera queda equilibrado el trabajo de ambos fuelles, y la válvula continúa cerrada fuertemente durante el ciclo de parada, hasta llegar el momento en el que, por haberse alcanzado el aumento de temperatura previsto, la presión en el lado de baja llega al punto en el que el control está ajustado para conectar el motor y poner en marcha el compresor.

En este momento la válvula de expansión termostática continúa cerrada, mientras por la acción de aspiración del compresor va reduciéndose la presión de baja hasta llegar al punto en que cede el fuelle (10) a la presión del fuelle del elemento termostático en la forma antes detallada.

En la actualidad, existen distintos aparatos de control automático, estos dispositivos constituyen uno de los factores más importantes en toda la instalación frigorífica automática. Estos dispositivos aparte de las válvulas de expansión termostáticas, tales como válvulas de agua, para controlar el paso de agua en los compresores con condensador refrigerado por este medio; válvulas de solenoide, de presión constante, de retención, barostáticas, etc. de utilidad para instalaciones múltiples, donde un solo compresor

alimenta varios evaporadores instalados separadamente para obtención de temperaturas distintas.

Tal como se ha indicado anteriormente existen 2 tipos de sistemas distintos para accionar el mecanismo de parada y puesta en marcha del motor en el compresor de una instalación frigorífica electroautomática.

Presostato o control de presión, funcionando sobre el lado de baja presión del sistema. Es el sistema mas comunmente usado, tanto en instalaciones individuales , como en las múltiples de 2 o más evaporadores, con objeto de mantener la temperatura corriente en la cámara, nevera o líquido a enfriar.

Termostato o control de temperatura, que actúa por la presión creada en un bulbo y elemento termostático en virtud de los cambios de temperatura del refrigerante líquido enfriado en dicho elemento.

Como ya es sabido, en todo sistema frigorífico que se halle funcionando normalmente, la temperatura del evaporador disminuye gradualmente durante el ciclo de marcha, y en consecuencia, también lo hace la presión en el lado de baja del sistema. cuando el compresor está en el periodo de parada, dicha presión aumenta en relación con el correspondiente aumento de temperatura.

Estos cambios son los que forman la base del funcionamiento de los controles de presión y los de temperatura.

La empresa en cuestión utiliza termostato de ambiente que funciona por la evaporación del líquido contenido

dentro de un fuelle con una cubierta metálica exterior, que se halla en contacto con el aire ambiente dentro de la cámara.

El dispositivo interruptor en este termostato es con contacto metálico y no debe situarse cerca de las puertas, ya que actuaría cada vez que se abriesen, ni tampoco se expondrá directamente a la corriente de aire de los ventiladores.

En resumen, la empresa utiliza evaporador de expansión directa, circulación de aire forzado. Y el sistema de control es una válvula de expansión termostática con control de presión y termostato de ambiente para control del motor del ventilador.

En el Anexo A se han reunido todos los sistemas de control automáticos empleados y sus distintas aplicaciones, habiendo anotado al lado de cada sistema el esquema correspondiente. En todos los esquemas en que figura presostato se indican las conexiones del presostato de baja y alta presión, cuando es así que normalmente se emplea el tipo de baja presión hasta compresores con potencia de 1 CV.

CAPITULO I

ETAPA SENSORA

I.1 DISEÑO DEL SENSOR

En esta etapa se utiliza un circuito o puente de corriente directa para que registre el cambio de una variable física a través de un cambio en su resistencia. El puente que se usa es el puente de Wheatstone, éste se utiliza generalmente para la comparación y medición de resistencia en un rango de 1 ohm a 1 megachm.

A continuación se presenta un diagrama esquemático de dicho puente, el cual está compuesto por 4 resistencias : R_1 , R_2 , R_3 y R_x . (Figura I.1)

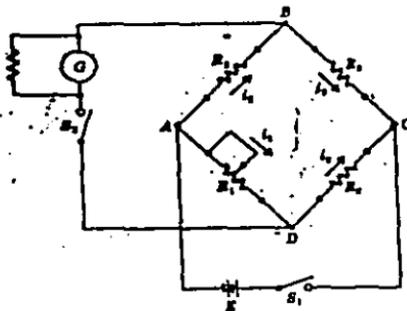


Fig. I.1

R1 es una resistencia variable, mientras que Rx es desconocida. Cuando se cierra el interruptor S1, se aplica un voltaje al puente y, ajustando la resistencia variable R1, el puente se puede equilibrar de manera que el potencial en el punto B iguale al del punto D. Esta condición de equilibrio se puede conseguir conectando el galvanómetro al circuito a través del interruptor S2, y posteriormente ajustando el valor de R1 hasta que el galvanómetro indique 0 corriente. En estas condiciones, la caída de voltaje en la resistencia R2 debe igualar a la caída en la resistencia R1. De esta manera

$$I_2 R_2 = I_1 R_1$$

También tenemos

$$I_2 = I_3 = \frac{E}{R_2 + R_3}$$

y además

$$I_1 = I_x = \frac{E}{R_1 + R_x}$$

Si eliminamos las corrientes de estas relaciones, obtenemos

$$\frac{R_2}{R_3} = \frac{R_1}{R_x}$$

o también

$$R_x = \frac{R_1 R_3}{R_2}$$

Si las resistencias R1, R2 y R3 se conocen se puede determinar fácilmente el valor de la resistencia Rx.

Si se pretende realizar una medición exacta con el circuito puente se deben conocer en forma precisa los

valores de las resistencias.

Este control de refrigeración tiene un sensor de temperatura, el cual consta de un termistor y 3 resistencias que se acoplan al valor del termistor, de acuerdo a lo anteriormente expuesto sobre el puente de Wheatstone. Este puente registra mayor sensibilidad cuando el valor de todas sus ramas es el mismo. Es por eso que el valor de las resistencias debe ser igual.

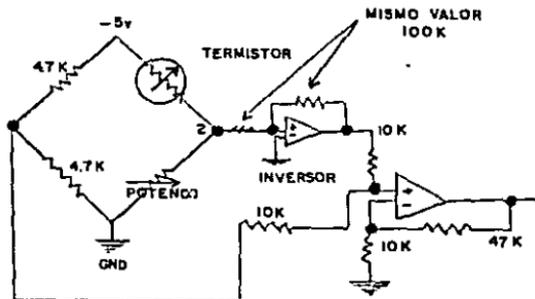


fig. I.2

La primera etapa, es la etapa sensora detectora en la que se tomará el registro de la temperatura que existe en un momento dado. Este primer circuito consta de un puente de Wheatstone el cual se calibra con el

potenciómetro, es decir, se pone a 0 volts entre los puntos 1 y 2 (Puede tenerse cualquier voltaje, únicamente necesitamos tener éste dato como referencia, pero lo más práctico y usual es tenerlo a 0 volts). Esto se hace a la temperatura ambiente de la cámara en la que se instala éste circuito o a la temperatura que se quiera tomar como referencia.

Al existir un cambio en la temperatura, por consecuencia, existirá un desequilibrio en nuestro circuito manifestado en un cambio de voltaje en uno de los extremos (Punto 2).

Como es notorio, este sensor de temperatura trabaja de acuerdo a las diferencias de voltaje existentes (entre el punto 1 y tierra, y el punto 2 y tierra).

Para determinar esta diferencia de voltajes, se realiza lo siguiente, el voltaje existente entre el punto 2 (que es el que está variando) y tierra tiene que pasar por 2 etapas : una inversora (sin amplificación) y otra posterior sumada con el otro voltaje (punto 1 y tierra). De esta manera se obtiene la diferencia de voltajes que se necesita.

De acuerdo a esta diferencia de voltajes podremos determinar los rangos de temperatura con la ayuda de un multímetro y un termómetro, y anotando en una tabla los niveles de voltaje obtenidos, así como las temperaturas correspondientes; y se realiza una relación.

Conociendo ésto se puede pasar a la colocación del sensor.

I.2 COLOCACION DEL SENSOR

Así, es como una señal física en este caso temperatura, se transforma en una señal eléctrica para poder convertirla de analógica a digital.

Una vez diseñado el transductor se procede a colocarlo en el lugar apropiado. La colocación del sensor es de extrema importancia, ya que en algunos casos determina el buen o mal funcionamiento del sistema. Las reglas fundamentales establecen que el sensor debe sujetarse a las mismas condiciones de temperatura existentes en la superficie del evaporador. A fin de asegurar que el compresor deje de trabajar, el sensor debe sujetarse en la línea de aspiración donde la temperatura sea la misma que la del evaporador durante el ciclo de parada. En instalaciones como ésta, el sensor debe colocarse siempre dentro del espacio refrigerado; en particular en esta empresa con evaporadores de aire forzado debe procurarse siempre que el emplazamiento del sensor quede fuera de las corrientes de aire del ventilador.

El sensor se sujeta a la tubería de aspiración por medio de 2 abrazaderas, en el punto donde se desea detener el escarchado. Deberá quedar un metro de tubería de aspiración en el interior de la cámara, detrás del sensor. Nunca se colocará cercano a una pared o próximo a tuberías o partes sólidas de hierro o metálicas, ya que las fluctuaciones de temperaturas serían de este

modo retardadas.

Es conveniente montar el sensor arriba del tubo de aspiración a fin de conseguir las mejores condiciones de mando y un mejor funcionamiento del mismo sensor.

CAPITULO II

ETAPA VISUALIZADORA

II.1 DISEÑO DEL CONVERTIDOR ANALÓGICO/DIGITAL

Esta etapa se refiere a la manera de como mandamos la señal a los displays, para estar visualizando la temperatura que se está sensando.

Los resultados obtenidos al verificar los voltajes de acuerdo a la temperatura en la etapa sensora fueron los siguientes:

15° C	—	0.3 V
10° C	—	1 V
5° C	—	1.6 V
0° C	—	2.3 V
-5° C	—	3 V

Tabla II.1

La temperatura que está siendo sensada, es decir, la que hay dentro de la cámara se indica visualmente a través de un display, el cual nos muestra el nivel o rango de temperatura existente en cualquier momento dado. Para llevar a cabo esto en forma directa, y además, conociendo los niveles de voltaje correspondientes a cada rango de temperatura, se realiza la conversión analógica/digital.

La conversión analógica/digital de esta señal se basa en un arreglo de resistencias y amplificadores operacionales (Principio del voltmetro de columna luminosa o circuito ráfaga) en el cual se exhibe un

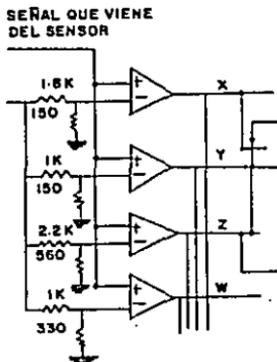
nivel positivo a la salida de cada amplificador operacional proporcional al voltaje, es decir, que si se tienen 5 rangos de temperatura existirán 5 amplificadores operacionales, los cuales se activaran escalonadamente de acuerdo al nivel del voltaje de la señal.

Se pensaron en 5 rangos de temperatura, los cuales se dedujeron de acuerdo a las tablas del anexo B y a las restricciones de la empresa. Estos 5 rangos se presentan en la tabla II.2

15° C	—	10.1° C	a
10° C	—	5.1° C	b
5° C	—	0.1° C	c
0° C	—	-4.9° C	d
MENOR QUE	-5° C		e

Tabla II.2

El diagrama esquemático se construye de la siguiente manera :



Teniendo como voltaje de referencia a V_1 para todos los amplificadores operacionales del circuito (en este caso $V_1 = 5$ volts, aunque puede ser cualquiera) y a través de la fórmula

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (V_1)$$

(que es un divisor de voltaje, ver fig. II.2) se obtienen los valores de la resistencia del circuito.

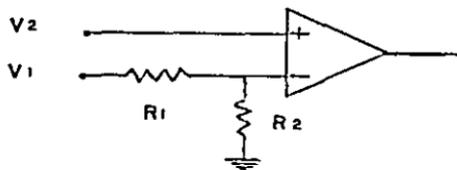


Fig. II.2

Se realizaron varios cálculos con los valores de R_2 y R_1 distintos para tratar de encontrar los valores más cercanos a los niveles de V_2 buscados.

A continuación se muestra la tabla de voltajes con sus resistencias correspondientes.

a	$V_1 = 5v$	$V_2 = 0.3v$	$R_1 = 1.8K$	$R_2 = 150$
b	$V_1 = 5v$	$V_2 = 1v$	$R_1 = 1K$	$R_2 = 150$
c	$V_1 = 5v$	$V_2 = 1.6v$	$R_1 = 2.2K$	$R_2 = 560$
d	$V_1 = 5v$	$V_2 = 2.3v$	$R_1 = 1K$	$R_2 = 330$
e	$V_1 = 5v$	$V_2 = 3v$		

Tabla II.3

Una vez que los amplificadores operacionales se disparan, se necesita un arreglo combinacional que esté mostrando la relación entre las entradas lógicas y la salida deseada, es decir, si se dispara el primer amplificador operacional que se visualice el rango A en el display de ánodo común, y así sucesivamente. Para llevar a cabo esto se utiliza el mapa de Karnaugh, el cual nos indica cómo se realiza el arreglo combinacional.

II.2 DISEÑO DEL ARREGLO COMBINACIONAL

El mapa de Karnaugh es un dispositivo gráfico que se usa para simplificar ecuaciones lógicas o para convertir una tabla de verdad a su circuito lógico correspondiente, es un proceso simple, ordenado. El mapa de Karnaugh (abreviado de aquí en adelante por mapa K), como una tabla de verdad, es una manera para mostrar la relación entre entradas lógicas y la salida deseada.

Los pasos abajo se siguen al usar el método del mapa K para simplificar una booleana :

- 1.- Construya el mapa k y coloque unos en aquellos cuadrados que corresponden a los unos en la tabla de verdad. Coloque ceros en los demás cuadrados.
- 2.- Examine el mapa para unos adyacentes y coloque en un anillo alrededor de aquellos unos que no son adyacentes a cualesquiera otros unos.
- 3.- A continuación, busque aquellos unos que son adyacentes a cualquier otro uno solamente. Enlace

cualquier par que contenga tal uno aún si el mismo uno es enlazado más de una vez.

4.- Enlace cualquier objeto aún si algunos de los unos han sido ya enlazados.

5.- Enlace cualquier grupo de cuatro unos que contenga uno o más unos que no hayan sido ya enlazados.

6.- Enlace cualquier par necesario para incluir cualesquiera unos que no hayan sido enlazados aún, asegurándose de usar el número mínimo de anillos.

7.- Forme la suma OR de todos los términos generados por cada anillo.

Estos pasos se siguieron exactamente y a ellos se hizo referencia en los ejemplos siguientes (tabla II.4).

		zw			
xy		00	01	11	10
00		1	X	X	X
01		X	X	X	X
11		0	X	1	0
10		0	X	X	X

a

$$a = \bar{x}\bar{z} + zw$$

		zw			
xy		00	01	11	10
00		1	X	X	X
01		X	X	X	X
11		0	X	1	1
10		0	X	X	X

b

$$b = \bar{x}\bar{z} + xz$$

		zw			
xy		00	01	11	10
00		1	X	X	X
01		X	X	X	X
11		0	X	0	1
10		1	X	X	X

c

$$c = \bar{y}\bar{z} + z\bar{w}$$

		zw			
xy		00	01	11	10
00		0	X	X	X
01		X	X	X	X
11		0	X	1	0
10		1	X	X	X

f

$$f = x\bar{y} + zw$$

34

$$e = d = g = 1$$

A continuación se muestra el diagrama esquemático del convertidor junto con el arreglo combinacional.

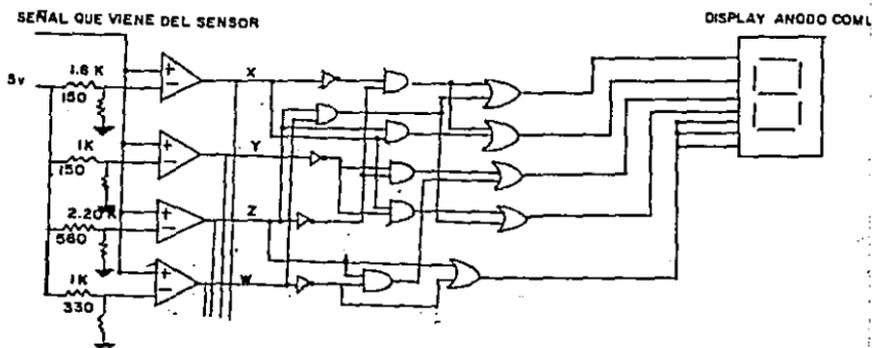


Fig. II.3

Aún cuando el mantenimiento de las condiciones óptimas de almacenaje diferentes y por lo tanto separadas para la mayor parte de los productos, esto no es factible económicamente. Es por eso que se planearon rangos de temperatura, y de acuerdo a las condiciones de cada producto, almacenar en el rango más óptimo.

La temperatura exacta que se requiere para almacenamiento congelado no es crítica, siempre y cuando sea suficientemente baja y no fluctúe demasiado.

Este es un diseño sencillo pero ilustrativo del convertidor A/D, ya que en el diseño de este sistema se desarrollaron 5 rangos ya que no se requería de más; pero en caso de cualquier otra aplicación se pueden aumentar a más de 5 rangos, de la misma manera como se calcularon estos 5 rangos de temperatura.

En la actualidad, ya encontramos convertidores A/D en circuitos integrados, los cuales son muy útiles en el caso de tener un gran número de bits. En el caso de tener más de 8 rangos de temperatura, se nos complicaría bastante el convertidor A/D; por lo que se recomienda usar convertidores tipo ráfaga (Flash) y ROMS en lugar del arreglo combinatorial.

Los convertidores A/D (Flash) que se pueden usar son de alta velocidad y tenemos por ejemplo :

. Convertidor analógico-digital de 8 bits con tecnología CMOS (PM 0820) de Precision Monolithics Inc.

. Conversidor analógico/digital de 12 Bits de 10 MHz
(ADC 603) de Burr-Brown IC.

CAPITULO III

ETAPA DE PROGRAMACION
Y COMPARACION

III.1 COMPARACION Y PROGRAMACION DE LAS SEÑALES

Esta etapa está relacionada con la comparación de las señales que vienen de sensar la temperatura y de las que previamente se han programado.

Para programar las temperaturas o rangos de temperatura se utilizó un microswitch, ya que es la manera mas sencilla de programar el rango que se desea.

La comparación de 2 números es una operación que determina si un número es mayor que, menor o igual a otro número. Un comparador de magnitud como el que se utilizó (el comparador de 4 bits IC SN7485), es un circuito combinatorial que compara 2 números A y B, y determina sus magnitudes relativas; donde A es la señal que ha sido sensada y B la que previamente se programó. El resultado de la comparación se especifica por medio de tres variables binarias que indican cuando $A < B$, $A = B$, $A > B$ (Ver configuración en anexo C).

Las señales que salen del comparador $A = B$ y $A > B$, entran a una compuerta OR debido a que se necesita saber cuando la temperatura sensada alcanza o sobrepasa la temperatura que se programó. La salida de la compuerta OR entra a una compuerta AND donde la otra entrada se encuentra a voltaje. Esto es para que mientras no se ha alcanzado la temperatura deseada el compresor esté encendido.

Una vez que llega a igualarse o sobrepasarse la temperatura se manda un pulso a un oscilador y lo

resetea para empezar a mandar pulsos y hacer que trabaje el retardador.

Los pulsos se calcularon de acuerdo a las tablas del anexo B y al tiempo que tarda aproximadamente en subir la temperatura 1°C dentro de la cámara. Además se tomó en cuenta la cantidad de calor por pérdidas a través de las paredes.

El tiempo de aparición del pulso está dado por los valores de las resistencias y el capacitor.

El oscilador queda de la siguiente manera :

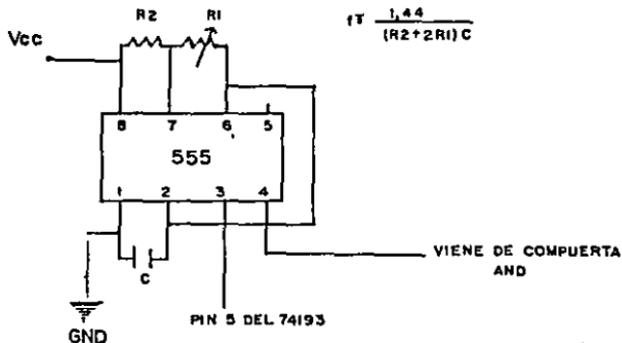


Fig. III.1

Desde el pulso se da cada minuto.

III.2 DISEÑO DEL RETARDADOR DE TIEMPO

Una vez que se tiene el pulso, hay que retardarlo para que no se apaguen inmediatamente los compresores, sino que sigan funcionando cierto tiempo después de haber alcanzado el rango de temperatura óptimo.

Esto nos sirve para que no esté encendiendo y apagando los motores constantemente, ya que por las pérdidas de paredes, pérdidas por servicio, (uso de puertas, alumbrado, calor del personal, u otras fuentes de calor) la temperatura vuelve a subir y por consiguiente encendería el motor en un corto período de tiempo.

Debido a la necesidad de descongelar el evaporador a intervalos frecuentes, no es práctico el diseñar el sistema del control de refrigeración, de tal manera que el equipo deba operar en forma continua para manejar la carga.

Es interesante notar que, puesto que la temperatura de un serpentín de enfriamiento para almacenaje de carga es normalmente de 4°C, se necesitaba aproximadamente de 8 pulsos del oscilador para poder dar tiempo de bajar la temperatura.

Es por eso que el retardador tiene la función, como su nombre lo indica, de retardar el apagado del motor (compresor) en cuanto llega al rango de temperatura deseado; este retardador hace que se espere 8 minutos el apagado de los motores, para que la temperatura baje

todavía 3°C más, y dar tiempo para evitar el escarchamiento y que no se tengan pérdidas económicas al estar encendiendo y apagando los compresores en intervalos cortos de tiempo.

Este retardador se construye con los integrados 74193, 74155 y con dos 7486.

A continuación se presenta el diagrama de bloques de como funciona el retardador.

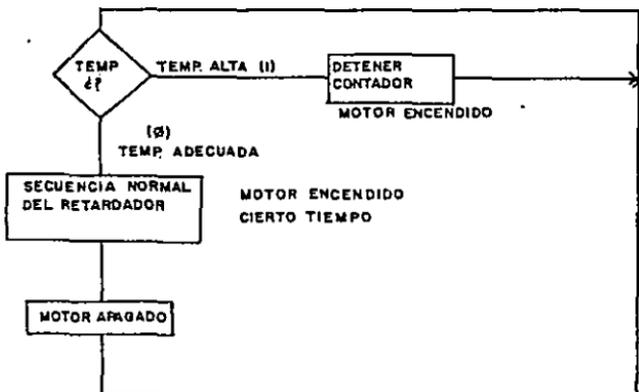


Fig. III.2

El 74193 es un contador síncrono de 4 bits que cuenta hacia arriba y hacia abajo.

Del oscilador se manda la señal al pin 5 del integrado 74193, que es donde se programa para que cuente hacia arriba el 74193, y de acuerdo a cada pulso del oscilador el 74193 empieza a contar y a mandar las señales a un decodificador/demultiplexor de 1 a 4 que es el integrado

74155. Las configuraciones y la manera de como trabajan estos integrados se encuentran en el anexo C.

La señal siempre está en alto y mantiene el compresor encendido usando el arreglo de las compuertas XOR (IC 7486), después del 74155 tiene la función de que ya que terminó de contar el 74193 y transcurrió el tiempo que se requiere retardar, en la ultima compuerta se tenga el estado bajo y apague el compresor.

A continuación se presenta el diagrama esquemático del retardador. (Fig. III.3)

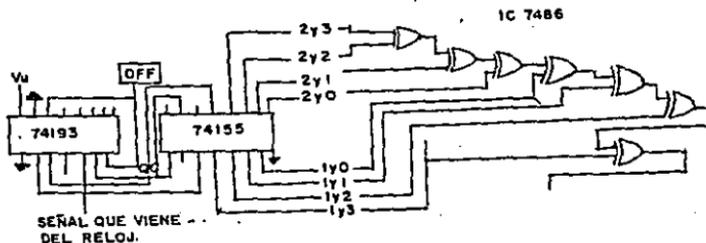


Fig. III.3

Por lo tanto si la temperatura es la adecuada el motor se encuentra apagado (en estado bajo) y si la temperatura no es la adecuada tiene el motor encendido (estado alto).

CAPITULO IV

ETAPA ACTUADORA

IV.1 ANTECEDENTES E INTERCONEXION DE LOS MOTORES DE REFRIGERACION.

Esta etapa se refiere al encendido y apagado de los motores (compresores).

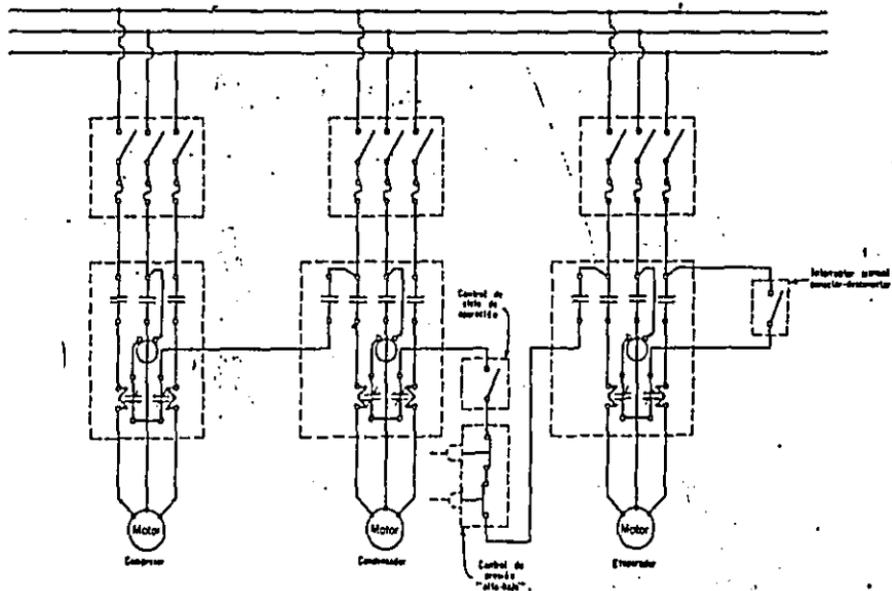
En la industria de la refrigeración se emplean generalmente motores trifásicos de corriente alterna, debido a que toda la potencia se genera como 60 ciclos, 3 fases. La potencia se entrega en los establecimientos comerciales e industriales a 460 volts y pueden utilizarla a voltajes muchos más altos o bajos, por arreglos especiales en la compañía suministradora.

La empresa en cuestión emplea un sistema de refrigeración con 3 motores : el motor del compresor, el motor del ventilador y el motor del ventilador (o bomba del condensador). Los controles de los motores están interconectados de manera que no puede operar el compresor a menos que opere también el ventilador del operador y el ventilador o bomba del condensador.

Dicha interconexión se ilustra en la fig. IV.1 . En este caso se permite que el evaporador opere continuamente y esté controlado con un interruptor de conexión y desconexión.

Con esta disposición particular de control, el control del ventilador es el control maestro y como tal puede usarse para arrancar y parar todo el sistema.

FIG. IV.1



Circuitos de control interconectados

IV.2 DISEÑO DEL CONVERTIDOR DIGITAL/ANALÓGICO.

Para arrancar y parar el sistema se utiliza un arreglo a base de tiristores y optoacopladores, para poder desde corriente directa acoplar a corriente alterna.

Esto es lo que viene a ser el convertidor digital/análogo. Esta parte del convertidor D/A se lleva a cabo por medio del IC MOC 3011 que es un optoacoplador que emite la señal por medio de luz, acoplando corriente directa a corriente alterna. A la entrada del MOC 3011 se coloca una resistencia, (en este caso de 1 KOHMS), para evitar que el integrado sufra transtornos.

Una vez que el optoacoplador manda la señal, se utiliza un Triac para ayudar al encendido y apagado del motor que está conectado a corriente alterna. El valor de este triac es suficiente para soportar voltajes de 120 volts ya que es el voltaje que se tiene en las fases, el cual es el necesario para poder encender y apagar el motor de refrigeración.

El diagrama esquemático queda de la siguiente manera (las especificaciones de los circuitos mencionados se encuentran en el anexo C).

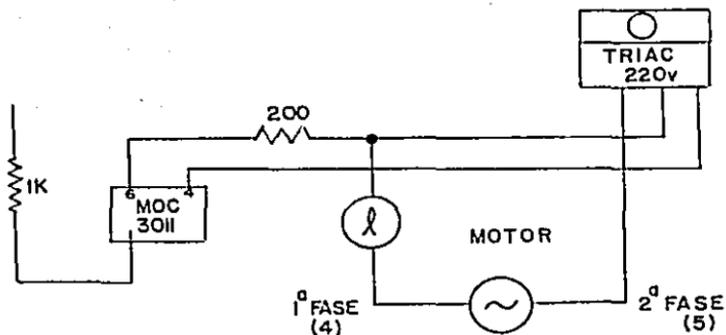


Fig. IV.2

CONCLUSIONES

Las ventajas que ofrece este controlador es en tecnología y economía, debido al gran desarrollo que han tenido los circuitos integrados y a su bajo costo.

Además con el advenimiento de la tecnología de los circuitos integrados, se hace obvio que el procesamiento de la información por técnicas digitales es generalmente mas eficiente y confiable que por métodos analógicos.

Hablando generalmente, los sistemas digitales ofrecen la ventajas de mayor velocidad, precisión y capacidad de memoria. Adicionalmente, los sistemas digitales son menos susceptibles que los analógicos a fluctuaciones en las características de los componentes del sistema que son mas versátiles en un rango más amplio de aplicaciones.

Las técnicas digitales han encontrado su lugar en innumerables áreas de la tecnología, pero el área de las computadoras digitales automáticas es con ventaja la mas notable y extendida.

En particular, éste sistema digital ofrece avances en la teoría y práctica del control de la empresa, logrando un buen funcionamiento, mejorando la calidad y abaratando los costos de producción.

A este circuito controlador, haciéndole pequeñas modificaciones, se le podría conectar una computadora para que su programación se realice desde ella. Dicha modificación se sugiere para otro trabajo de tesis.

A continuación se muestra un cuadro donde se puede aplicar un sistema digital parecido, nada más realizándole pequeñas modificaciones según sean las necesidades.

Debe considerarse como un cuadro dentro del cual, por asimilación, se encuentran los diversos usos industriales en que se aplica la refrigeración, y por consiguiente este diseño.

I. INDUSTRIAS QUIMICAS

- Solidificación de líquidos.
- Cristalización de sales
- Recuperación de sustancias volátiles.
- Endurecimiento de cuerpos blandos.
- Separación de cuerpos sólidos con puntos de congelación distintos.
- Secaje por frío en vacío.
- Control de reacciones violentas.
- Industrias de fermentación.

II METALURGIA

- Enfriamiento del aceite en máquinas-herramientas.
- Altos Hornos y convertidores.
- Tratamiento de metales.
- Temple al frío.
- Tratado de las herramientas de corte y rectificadas.
- Ensayo de materiales, armas automáticas y aparatos de medida.

- Ensayo de máquinas terminadas y en marcha.
- Fabricación del Oxígeno por destilación de aire líquido.
- Aplicaciones del CO₂ sólido.

III ELECTROTECNIA

- Refrigeración de alternadores y transformadores.
- Ventilación de disyuntores ultrarrápidos con aire deshidratado por frío.
- Fabricación del Ozono.
- Enfriamiento de válvulas emisoras de TSH.
- Fabricación de lámparas al vacío y de gas.
- Fabricación y verificación de aparatos de medida y control.
- Mejoramiento del factor de uso.
- Refrigeración de pilas automáticas experimentales.

IV MEDICINA Y FARMACOLOGÍA

- Congelación de miembros heridos hasta la intervención quirúrgica.
- Anestesia por frío.
- Invernación artificial.
- Fabricación y conservación de vacunas, extractos vegetales y animales.
- Fabricación de productos apoterápicos.
- Desecación del plasma sanguíneo. Liofilización.
- Lentos de huesos y órganos.
- Depósitos de cadáveres.
- Fisiología.

V ACONDICIONAMIENTO DE LOCALES

- Acondicionamiento del aire. Comfort en tierra, mar y aire.
- Trabajo bajo clima controlado: Laboratorios; industria textil; minas profundas; trabajos de alta precisión; metrología; ensayos de materiales y armas automáticas.
- Industria fotográfica.
- Ensayos de cámaras a temperaturas bajas.
- Quirófanos, Hospitales y Sanitorios.

VI INDUSTRIA DE LA FERMENTACION

- Cervecerías, Sidrerías y Vinificación.
- Fábricas de alcohol, jugos de fruta.
- Sericicultura.

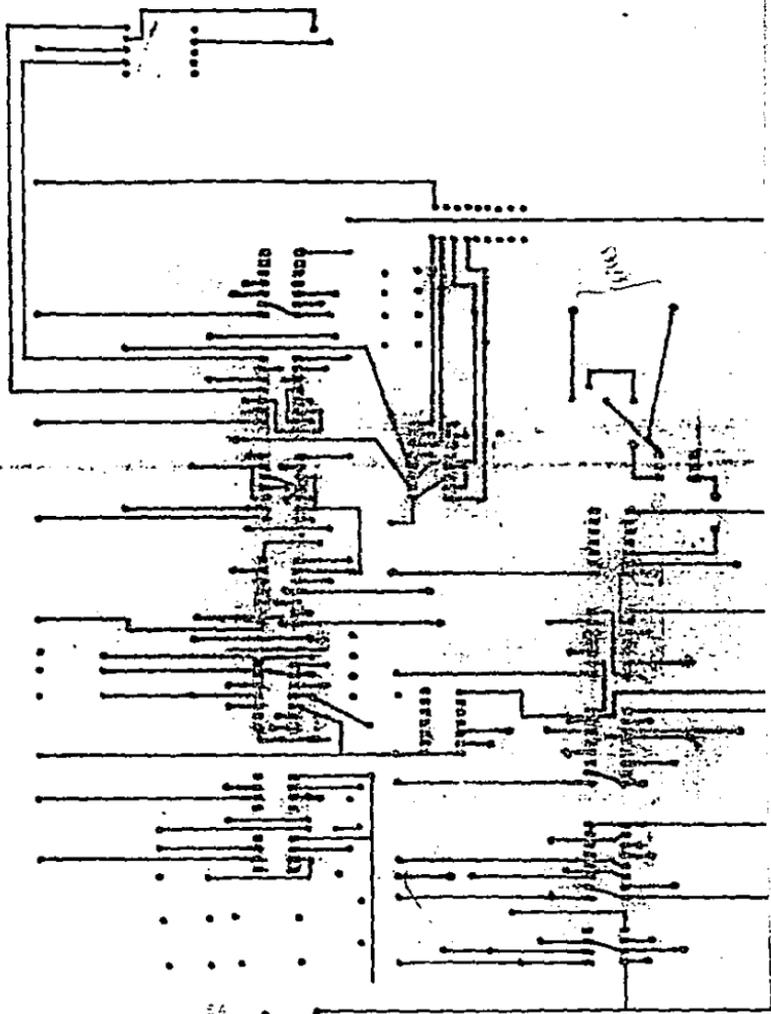
VII DEPORTES

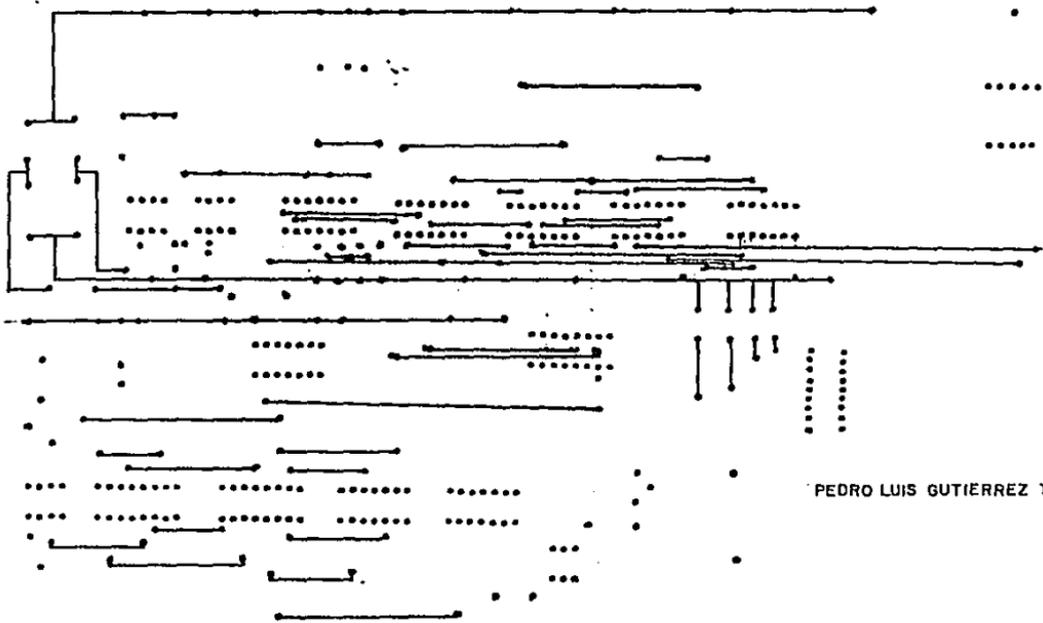
- Pistas de patines y de esquies.

VIII TRANSPORTE DEL FRIO

- Hielo seco y carbónico.

En las páginas siguientes aparecen las plaquetas de circuito impreso y diagrama de perforaciones en tamaño natural del diseño del controlador de refrigeración.





PEDRO LUIS GUTIERREZ TIRADO

B I B L I O G R A F I A

Alarcón Creus. Tratado Práctico de Refrigeración Automática. 3ra. Edición, Barcelona, España: Marcombo, 1978.

Boylestad, Nashelsky. Electrónica Teoría de Circuitos. Prentice Hall INC, 1971.

Cortés, E.C. Guía para la presentación del tema de tesis, elaboración de la tesis y trámites finales. Guadalajara, Jal. : UAG 1967.

Dossat. Principles of Refrigeration. Houston, Texas: John Wiley & Sons Inc, 1976.

Holman. Métodos Experimentales para Ingenieros. México, D.F.:Mc. Graw Hill de México, 1961.

Hueacac Taborga. Cómo hacer una tesis. México: Editorial Grayaiba, 1983.

Krueck, E.V. Introducción a la Ingeniería y al Diseño en Ingeniería. 1da. Edición, México : Editorial LIMUSA, 1978.

Ling, F. Equipos Industriales. México, D.F.: Mc Graw Hill de México, 1967.

Millman, Halkars. Integrated Electronics: Analog and Digital Circuits and Systems. Columbia, USA:Mc. Graw Hill, Inc., 1971.

Ogata. Ingeniería de Control Moderna. Mexico D.F.: Prentice Hall, 1981.

ROA. Circuitos de Estado Sólido. Buenos Aires,

Argentina: ARBO, S.A. 1973.

Taub, Hebert. Circuitos Digitales y
Microprocesadores. New York, USA: Mc. Graw Hill Inc.,
1983.

Tocci. Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones.
México, D.F.: Prentice Hall Hispanoamericana, 1981.

ANEXO A

SISTEMAS DE CONTROL
AUTOMATICOS EMPLEADOS
Y SUS DISTINTAS
APLICACIONES

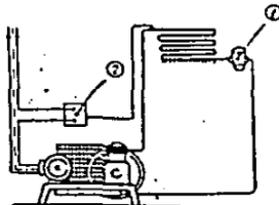


Fig. 231.— Sistema de válvula de expansión automática (1) con control de temperatura (2) tipo de bulbo.

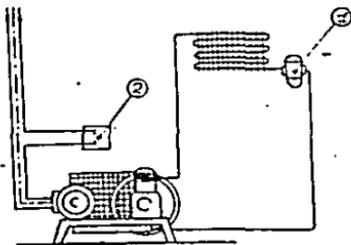


Fig. 232.— Sistema de válvula de expansión automática (1) con control de temperatura ... tipo de ambiente (2).

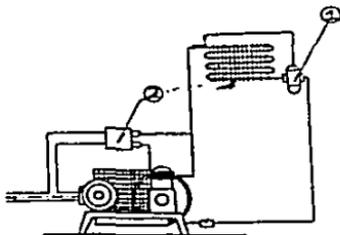


Fig. 233.— Sistema de válvula de expansión termostática (1) con presetador de alta y baja presión (2), y un solo evaporador.

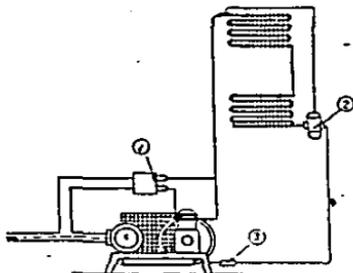


Fig. 234.— Sistema de instalación de los evaporadores montados en serie a una misma temperatura, en una sola cámara, con una válvula de expansión termostática.

- (1) Presetador de alta y baja presión.
- (2) Válvula de expansión termostática.
- (3) Filtro de líquido.

En el círculo, la misma instalación con evaporadores semi-inundados, con colectores montados en paralelo.

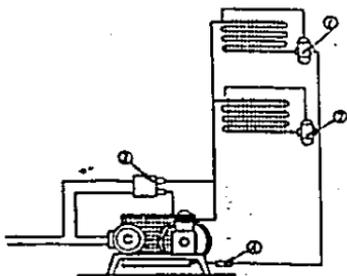


Fig. 235. — Sistema de instalación de dos evaporadores con dos válvulas de expansión termostáticas y un presostato.

- (1) y (2) Válvulas de expansión termostáticas.
 (3) Presostato de alta y baja presión.
 (4) Filtro de líquido.

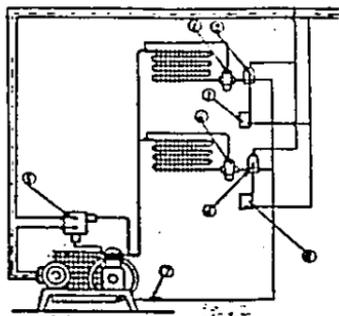


Fig. 236. — Sistema de instalación múltiple a una misma temperatura, con válvulas de expansión termostáticas y presostatos combinados con válvulas de solenoide en la línea de líquido y termostatos.

- (1) y (4) Válvulas de expansión termostáticas.
 (2) y (6) Válvulas de solenoide.
 (3) y (8) Termostatos de ambiente.
 (5) Presostato de alta y baja presión.
 (7) Filtro de líquido.

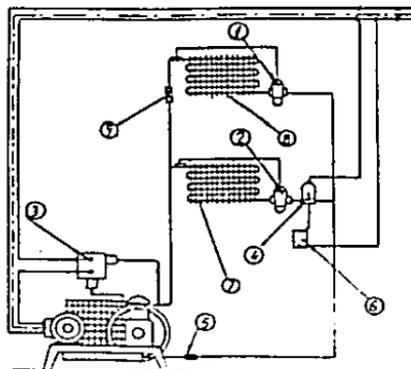


Fig. 237. — Sistema de instalación múltiple a diferentes temperaturas, con válvulas de expansión termostática, una válvula de solenoide en la línea de líquido del evaporador menos frío combinada con termostato, y presostato regulado sobre el evaporador más frío.

- (1) y (2) Válvulas de expansión termostáticas.
 (3) Presostato de alta y baja presión.
 (4) Válvula de solenoide.
 (5) Termostato de ambiente.
 (6) Filtro de líquido.
 (7) Evaporador menos frío.
 (8) Evaporador más frío.
 (9) Válvula de retención.

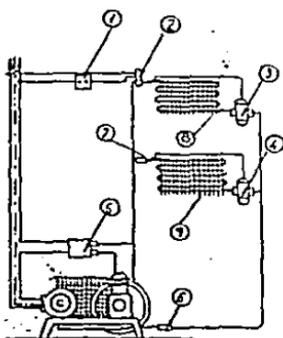


Fig. 238. — Sistema de instalación múltiple de dos temperaturas con válvulas de expansión termostáticas y solenoide en la línea de aspiración del evaporador menos frío, combinado con termostato, y presostato regulado por el evaporador más frío.

- (1) Termostato de ambiente.
- (2) Válvula de solenoide.
- (3) y (4) Válvulas de expansión termostáticas.
- (5) Presostato de alta y baja presión.
- (6) Filtro de líquido.
- (7) Válvula de retención.
- (8) Evaporador menos frío.
- (9) Evaporador más frío.

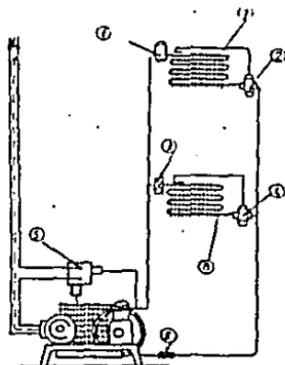


Fig. 239. — Sistema de instalación múltiple de dos temperaturas con válvulas de expansión termostáticas y válvula automática de acción instantánea (de presión constante o reguladora de temperatura) en la línea de aspiración del evaporador menos frío, con presostato controlando el evaporador más frío.

- (1) Válvula automática de acción instantánea de presión constante o reguladora de temperatura.
- (2) Válvula de expansión termostática.
- (3) Válvula de retención.
- (4) Válvula de expansión termostática.
- (5) Presostato de alta y baja presión.
- (6) Filtro de líquido.
- (7) Evaporador menos frío.
- (8) Evaporador más frío.

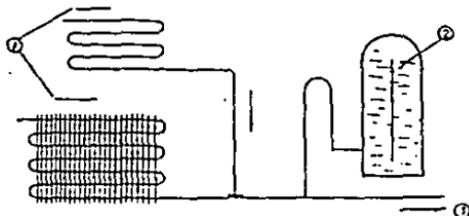


Fig. 240. — Depósito compensador en la línea de aspiración para regulación de instalaciones múltiples, a iguales o diversas temperaturas.

- (1) Evaporadores.
- (2) Depósito compensador.
- (3) Línea de aspiración al compresor.

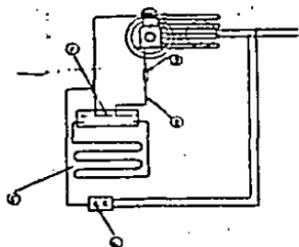


Fig. 241. — Sistema de tubo capilar.

- (1) Nivel de líquido.
- (2) Filtro de líquido.
- (3) Tubo capilar.
- (4) Termostato tipo de bulbo.
- (5) Evaporador.

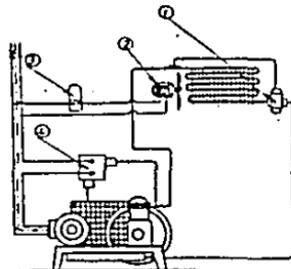


Fig. 242. — Sistema de aire forzado, con válvula de expansión termostática, presostato y termostato de ambiente.

- (1) Válvula de expansión termostática.
- (2) Motor-ventilador.
- (3) Termostato tipo de ambiente.
- (4) Presostato de alta y baja presión.

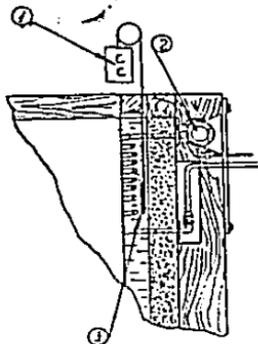


Fig. 243. — Sistema de baño, con válvula de expansión automática y control de temperatura.

- (1) Termostato tipo de baño.
- (2) Válvula de expansión automática.
- (3) Bulbo del termostato sumergido en el baño.

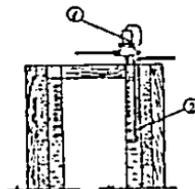


Fig. 244. — Sistema de baño, con válvula de expansión termostática (1) con el bulbo (2) en contacto con el tubo de aspiración y sumergido en el baño, y controlada por presostato.

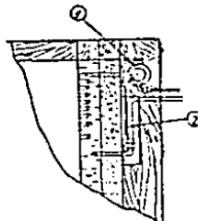


Fig. 245. — Sistema de baño, con válvula de expansión termostática (1) y su bulbo (2) en contacto con el tubo de aspiración a la salida del baño, y controlada por presostato.

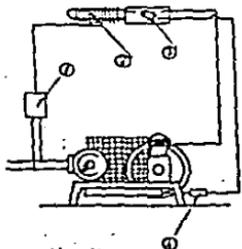


Fig. 246.—Sistema de válvula de expansión tipo de flotador, en el lado de baja presión, con termostato.

- (1) Termostato tipo de bulbo.
- (2) Evaporador.
- (3) Flotador.
- (4) Filtro de líquido.

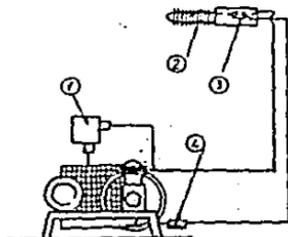


Fig. 247.—Sistema de flotador en el lado de baja presión, con presostato.

- (1) Presostato de alta y baja presión.
- (2) Evaporador.
- (3) Flotador.
- (4) Filtro de líquido.

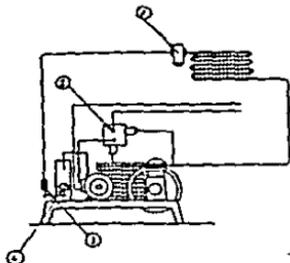


Fig. 248.—Sistema de flotador en el lado de alta presión, con presostato.

- (1) Válvula de temperatura de líquido.
- (2) Presostato de alta y baja presión.
- (3) Válvula de flotador en el depósito de líquido.
- (4) Filtro de líquido.

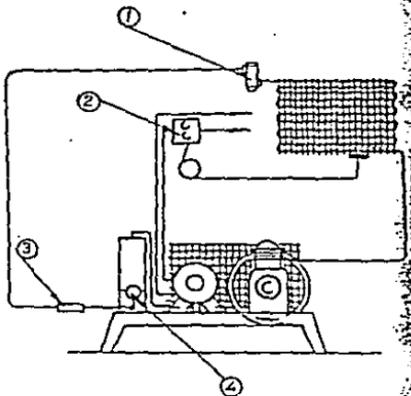


Fig. 249.—Sistema con válvula de expansión tipo de flotador en el lado de alta presión, con termostato.

- (1) Válvula de temperatura de líquido.
- (2) Termostato tipo de bulbo.
- (3) Filtro de líquido.
- (4) Válvula de flotador en el depósito de líquido.



Fig. 250.—Instalación de la válvula reguladora de arranque en la línea de aspiración, lo más cerca posible del compresor.

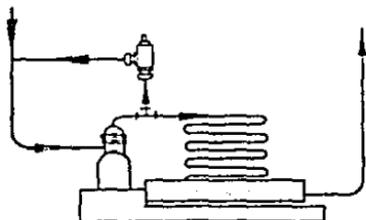


Fig. 251.—Instalación de la válvula reguladora de capacidad, en forma de «by-pass» entre la línea de descarga del compresor y la aspiración.

ANEXO B

CALORES ESPECIFICOS Y
TEMPERATURAS DE
CONSERVACION Y
CONGELACION DE
DIVERSOS PRODUCTOS
ALIMENTICIOS Y
LIQUIDOS.

TABLA XVI

Calores específicos y temperaturas de conservación y congelación de diversos productos alimenticios y líquidos

	CONSERVACION				CONGELACION		
	Temperatura recomendada °C	Calor específico sobre 0° C Prie/dia/ks	H.R. %	Respiración Prie/dia/ks	Temperatura recomendada °C	Calor específico sobre 0° C Prie/dia/ks	Calor latente de congelación Prie/dia/ks
<i>Carnes</i>							
Termera	2 a 4	0,70	80/85	—	— 15/20	0,40	51
Buey	2 a 4	0,77	80/85	—	— 15/20	0,42	56
Cordero	2 a 4	0,67	80/85	—	— 12/15	0,37	57
Carnero	2 a 4	0,81	80/85	—	— 12/15	0,39	53
Cerdo	2 a 4	0,65	80/85	—	— 8/10	0,38	52
Carne salada	2 a 4	0,66	65/70	—	—	—	—
Despojos	2 a 4	0,80	80/85	—	—	—	—
Aves y caza	1 a 3	0,80	80/85	—	— 12/15	0,42	53
Manteca cerdo	4 a 7	0,54	80/85	—	—	0,31	—
Embutidos	2 a 4	0,89	80/85	—	—	0,58	—
Tripas	2 a 4	0,60	80/85	—	—	—	—
<i>Pescado</i>							
Fresco (en hielo)	— 1 a 2	0,82	90/95	—	— 15/20	0,41	61
Pesca salada	2 a 4	0,56	65/70	—	—	0,34	38
Marisco	0 a 2	0,84	80/85	—	—	0,45	67
<i>Frutas</i>							
Manzanas	2 a 6	0,92	80/85	0,41	—	0,39	67
Limonas	10 a 15	0,91	80/85	0,22	—	0,39	68
Melones	1 a 3	0,90	80/85	0,55	—	0,35	71
Naranjas	1 a 3	0,92	80/85	0,38	—	0,40	68
Melocotones	1 a 3	0,92	85/90	0,55	—	0,42	70
Peras	1 a 3	0,90	85/90	3,64	—	0,45	67
Plátanos	12 a 14	0,81	85/95	2,30	—	0,42	60
Fresas	— 1 a 2	0,92	85/90	1,82	—	0,47	72
Uvas	0 a 3	0,92	80/85	0,27	—	0,35	65
Cerezas	0 a 2	0,86	80/85	3,66	—	0,45	68
Ciuelas	0 a 2	0,83	80/85	—	—	0,45	67
Dátiles	10 a 15	0,83	75/80	—	—	0,44	68
Frambuesas	2 a 7	0,92	80/85	1,83	—	0,48	69
Alharcosques	1 a 3	0,87	80/85	—	—	0,46	69
Higos	7 a 12	0,82	80/85	—	—	0,45	62
Frutas secas	3 a 7	0,45	70/75	—	—	0,27	—
<i>Verduras</i>							
Espárragos	2 a 7	0,95	80/85	—	—	0,44	75
Habas	2 a 7	0,92	80/85	1,82	—	0,47	71
Coles	2 a 7	0,93	85/90	—	—	0,47	71
Lechuga	2 a 7	0,95	85/90	4,41	—	0,45	75
Cebollas	4 a 10	0,90	75/80	0,55	—	0,46	68
Patatas	2 a 7	0,78	80/95	0,46	—	0,44	58
Tomates	10 a 13	0,95	85/90	0,27	—	0,48	75
Alcachofas	3 a 7	0,90	80/85	0,56	—	0,45	73
Berenjenas	7 a 10	0,94	80/85	—	—	0,47	73

Véase recomendaciones página 282

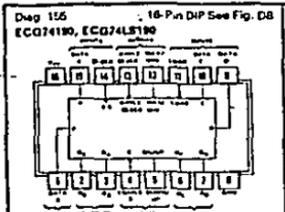
	CONSERVACIÓN				CONGELACIÓN		
	Temperatura recomendada °C	Calor específico sobre 0° C Frig./dia./kg	H R %	Respiración Frig./dia./kg	Temperatura recomendada °C	Calor específico sobre 0° C Frig./dia./kg	Calor latente congelación Frig./dia./kg
<i>Verduras</i>							
Espinacas.	5 a 10	0,92	65/80	—	Véanse recomendaciones página 282	—	—
Pimientos.	2 a 7	0,94	85/90	1,30		0,47	—
Judías verdes.	2 a 7	0,92	85/90	—		0,47	—
Judías secas.	2 a 7	0,30	65/70	—		0,24	10
Verduras mezcladas.	2 a 7	0,90	—	—		0,45	—
<i>Leche, huevos, chocolates y derivados</i>							
Leche.	2 a 6	0,93	80/85	—	—	0,47	70
Huevos.	0,5 a 2	0,76	80/85	—	—	0,40	56
<i>Chocolates:</i>							
— desmoldeo	4 a 6	0,50	75/80	—	—	—	—
— conservación	7 a 15	0,60	75/80	—	—	—	—
Crema.	2 a 7	0,70	80/85	—	—	0,36	47
Crema helada.	-15 a -22	0,78	—	—	-25/30	0,45	52
Queso fresco.	1 a 4	0,64	80/85	2,73	—	0,36	50
Mantequilla.	2 a 4	0,64	80/85	—	-10	0,34	47
<i>Helados:</i>							
— bloque.	-15 a -18	0,80	—	—	-25/30	0,40	51
— granel.	-11 a -14	0,60	—	—	-20/25	0,40	51
<i>Líquidos</i>							
Agua.	6 a 8	1,00	—	—	—	—	—
Vinos.	5 a 10	0,88	—	—	—	—	—
Cerveza.	2 a 5	0,90	—	—	—	—	—
Sidra.	1 a 5	0,90	—	—	—	—	—
Aceite.	1 a 2	0,50	—	—	—	0,35	—
Hielo.	-2 a -4	1,	—	—	-8/10	0,508	—

ANEXO C

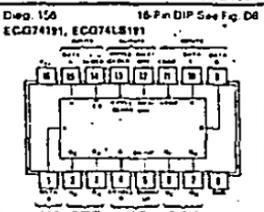
DIAGRAMAS DE LOS
CIRCUITOS USADOS
EN ESTE DISEÑO

TTL Logic Diagrams (cont'd)

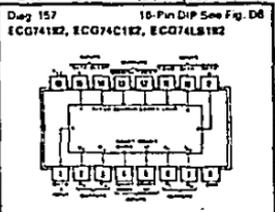
ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA



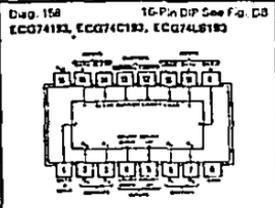
Presettable Synchronous Decade Up/Down Counter



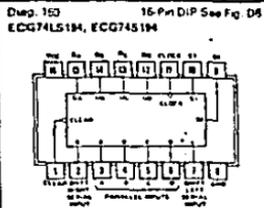
Presettable Synchronous 4-Bit Binary Up/Down Counter



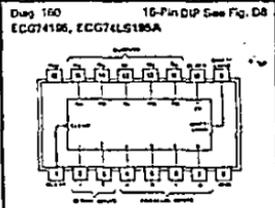
Presettable Synchronous Decade Up/Down Counter with Dual Clocks



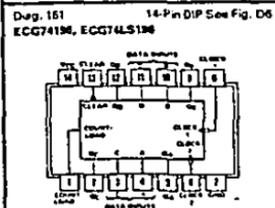
Presettable Synchronous 4-Bit Binary Up/Down Counter with Dual Clocks



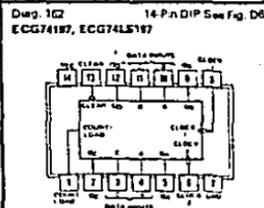
4-Bit Bidirectional Parallel Shift Register



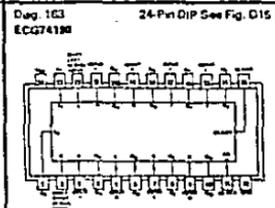
4-Bit Parallel Shift Register with Complementary Final Stage



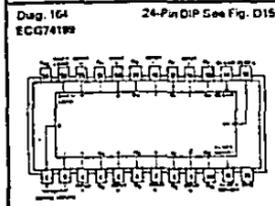
Presettable Decade Counter/Latch



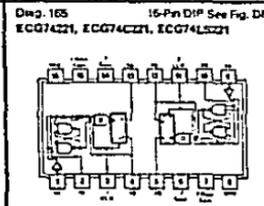
Presettable 4-Bit Binary Counter/Latch



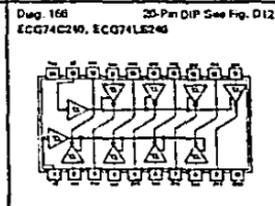
8-Bit Bidirectional Parallel Shift Register



8-Bit Serial or Parallel-In/Parallel-Out Shift Register

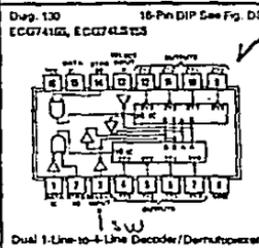
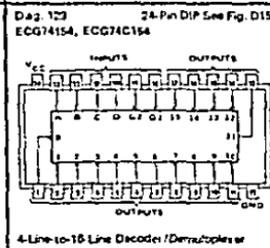
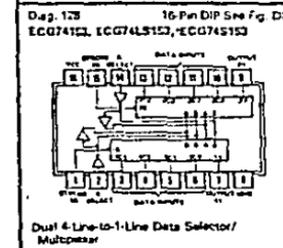
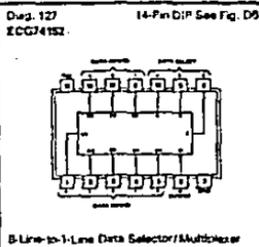
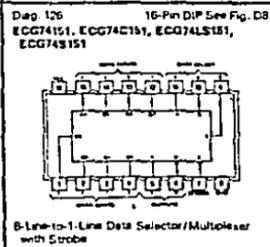
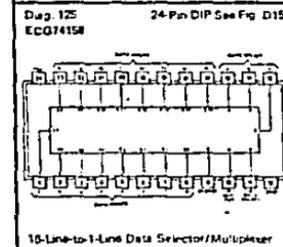
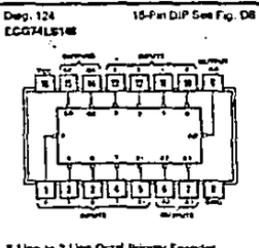
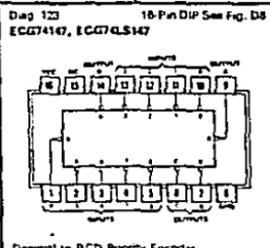
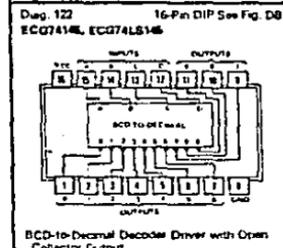
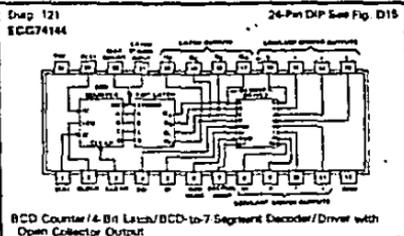
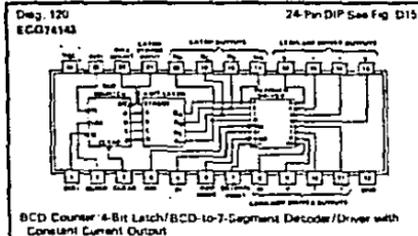


Dual Monostable Multivibrator

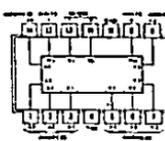
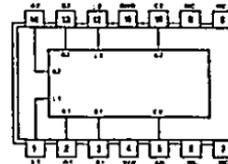
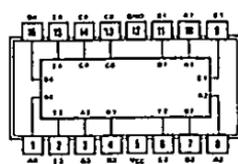
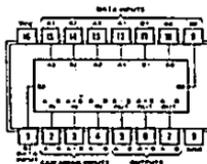
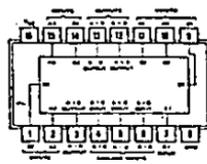
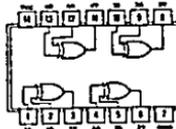
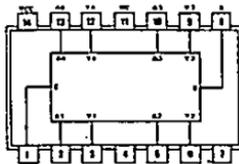
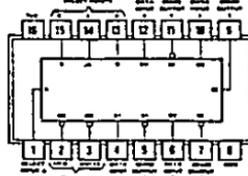
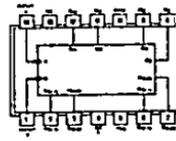
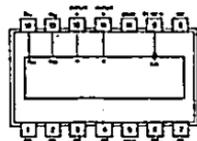
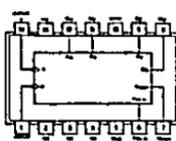
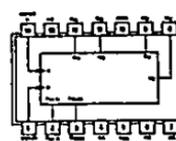


Octal Buffer/Line Driver/Line Receiver with Inverting 3-State Output

TTL Logic Diagrams (cont'd)



TTL Logic Diagrams (cont'd)

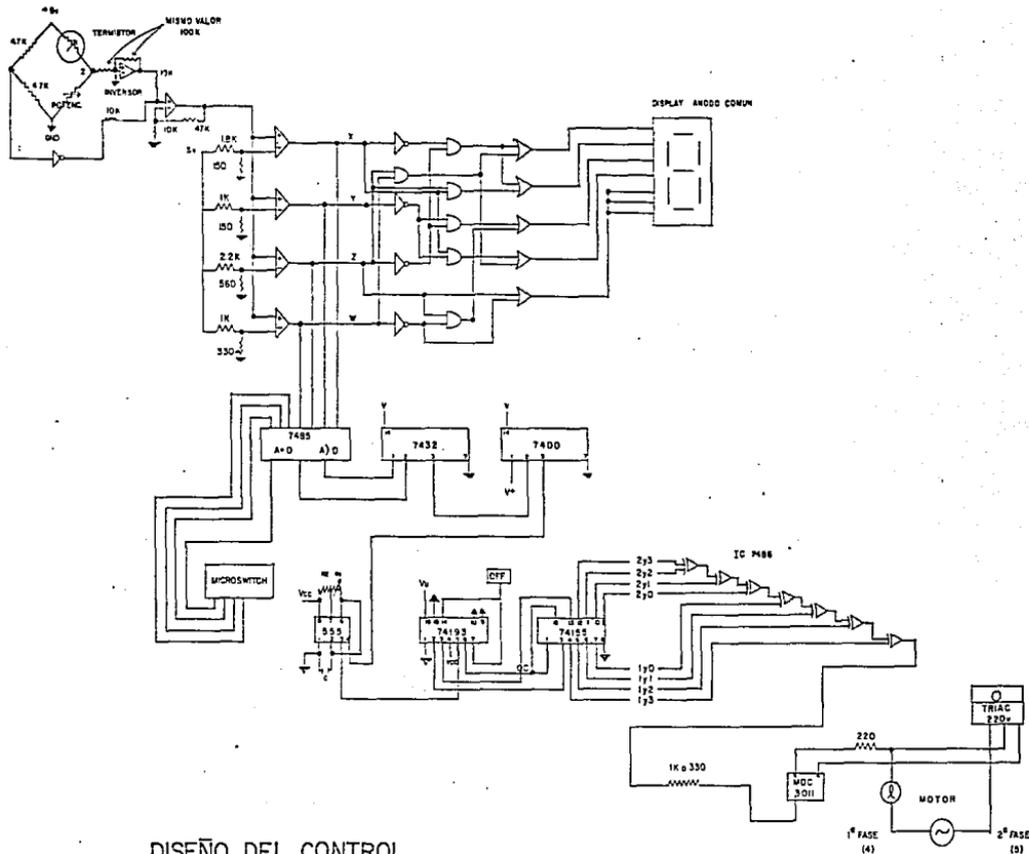
<p>Diag. 73 ECG7481</p> <p>14-Pin DIP See Fig. D6</p>  <p>16-Bit RAM (16x1)</p>	<p>Diag. 74 ECG7482</p> <p>14-Pin DIP See Fig. D6</p>  <p>2-Bit Binary Full Adder</p>	<p>Diag. 75 ECG7483, ECG7483A</p> <p>16-Pin DIP See Fig. D8</p>  <p>4-Bit Full Adder</p>
<p>Diag. 76 ECG7485, ECG74LS85</p> <p>16-Pin DIP See Fig. D8</p>  <p>4-Bit Magnitude Comparator</p>	<p>Diag. 77 ECG74C85</p> <p>16-Pin DIP See Fig. D8</p>  <p>4-Bit Magnitude Comparator</p>	<p>Diag. 78 ECG7488, ECG74C88, ECG74LS88, ECG74S88</p> <p>14-Pin DIP See Fig. D6</p>  <p>Quad Exclusive OR Gate</p>
<p>Diag. 79 ECG74H87</p> <p>14-Pin DIP See Fig. D6</p>  <p>4-Bit Tristate/Complement Zero/One Element</p>	<p>Diag. 80 ECG7489</p> <p>16-Pin DIP See Fig. D8</p>  <p>64-Bit RAM (16 x 4)</p>	<p>Diag. 81 ECG7490, ECG74C90, ECG74LS90</p> <p>16-Pin DIP See Fig. D8</p>  <p>Decade Counter</p>
<p>Diag. 82 ECG7491, ECG74LS91</p> <p>14-Pin DIP See Fig. D6</p>  <p>8-Bit Serial Shift Register</p>	<p>Diag. 83 ECG7492, ECG74LS92</p> <p>14-Pin DIP See Fig. D6</p>  <p>Divide-by-12 Counter</p>	<p>Diag. 84 ECG7493A, ECG74LS93</p> <p>14-Pin DIP See Fig. D6</p>  <p>4-Bit Binary Counter</p>

TTL Logic Diagrams (cont'd)

<p>Diag. 25 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7425, ECG74LS25</p> <p>Quad 2-Input HI-Volt Interface NAND Gate with Open Collector Output</p>	<p>Diag. 26 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7427, ECG74LS27</p> <p>Triple 3-Input NOR Gate</p>	<p>Diag. 27 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7428, ECG74LS28</p> <p>Quad 2-Input NOR Buffer</p>
<p>Diag. 28 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7430, ECG74C30, ECG74C30, ECG74LS30, ECG74C30</p> <p>5-Input NAND Gate</p>	<p>Diag. 29 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7432, ECG74C32, ECG74LS32</p> <p>Quad 2-Input OR Gate</p>	<p>Diag. 30 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7433, ECG74LS33</p> <p>Quad 2-Input NOR Buffer with Open Collector Output</p>
<p>Diag. 31 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7437, ECG74LS37</p> <p>Quad 2-Input NAND Buffer</p>	<p>Diag. 32 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7438, ECG74LS38</p> <p>Quad 3-Input NAND Buffer with Open Collector Output</p>	<p>Diag. 33 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7439</p> <p>Quad 2-Input NAND Buffer with Open Collector Output</p>
<p>Diag. 34 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7440, ECG74H40, ECG74LS40, ECG74S40</p> <p>Dual 4-Input NAND Buffer</p>	<p>Diag. 35 16-Pin DIP See Fig. D8 ECG7441</p> <p>BCD-to-Decimal Decoder/Driver for Gas Filled Tubes</p>	<p>Diag. 36 16-Pin DIP See Fig. D8 ECG7442, ECG74C42, ECG74LS42</p> <p>BCD-to-Decimal Decoder</p>

TTL Logic Diagrams (V_{CC} = +5 V Nom.)

<p>Diag. 1 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7400, ECG74C00, ECG74HC00, ECG74LS00, ECG74S00</p> <p>Quad 2-Input NAND Gate</p>	<p>Diag. 2 14-Pin DIP See Fig. D6 (See Also Diag. 3) ECG7401, ECG74LS01</p> <p>Quad 2-Input NAND Gate with Open Collector Output</p>	<p>Diag. 3 14-Pin DIP See Fig. D6 (See Also Diag. 2) ECG74H01</p> <p>Quad 2-Input NAND Gate with Open Collector Output</p>
<p>Diag. 4 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7402, ECG74C02, ECG74LS02, ECG74S02</p> <p>Quad 2-Input NOR Gate</p>	<p>Diag. 5 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7403, ECG74LS03, ECG74S03</p> <p>Quad 2-Input NAND Gate with Open Collector Output</p>	<p>Diag. 6 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7404, ECG74C04, ECG74H04, ECG74LS04, ECG74S04</p> <p>Hex Inverter</p>
<p>Diag. 7 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7405, ECG74C05, ECG74LS05, ECG74S05</p> <p>Hex Inverter with Open Collector Output</p>	<p>Diag. 8 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7408</p> <p>Hex Inverter/Buffer with Hi-Volt (30 V) Open Collector Output</p>	<p>Diag. 9 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7407</p> <p>Hex Buffer with Hi-Volt (30 V) Open Collector Output</p>
<p>Diag. 10 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7408, ECG74C08, ECG74H08, ECG74LS08, ECG74S08</p> <p>Quad 2-Input AND Gate</p>	<p>Diag. 11 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7409, ECG74LS09, ECG74S09</p> <p>Quad 2-Input AND Gate with Open Collector Output</p>	<p>Diag. 12 14-Pin DIP See Fig. D6 ECG7410, ECG74C10, ECG74H10, ECG74LS10, ECG74S10</p> <p>Triple 3-Input NAND Gate</p>



DISEÑO DEL CONTROL

DE REFRIGERACION