



ESPAÑA

ES

NUMERO	478.827
FECHA DE PRESENTACION	21.3.1979

AI

PATENTE DE INVENCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la memoria adjunta.

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
889.089	22.3.78	EE.UU.

41 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F 25 B 49/00	

54 TITULO DE LA INVENCION

"UN DISPOSITIVO DE CONTROL AUTOMATICO DE TEMPERATURA DE PUNTO DE AJUSTE DEL AGUA REFRIGERADA PARA USO CON UNA MAQUINA FRIGORIFICA MECANICA".

71 SOLICITANTE (ES)

CARRIER CORPORATION (627-2-11)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Carrier Tower, P.O. Box 4800, Syracuse, Nueva York 13221 EE.UU.

72 INVENTOR (ES)

Edward J. Heffernan . . .

73 TITULAR (ES)

CARRIER CORPORATION

74 REPRESENTANTE

FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-71.380)

FUNDAMENTOS DEL INVENTO

5 El invento se refiere generalmente a máquinas frigoríficas mecánicas tales como máquinas frigoríficas centrífugas, y más particularmente a un sistema automático de control para tales máquinas.

10 Las máquinas frigoríficas mecánicas incluyen, generalmente, una sección de evaporador o de enfriador, un compresor, y un condensador. Con frecuencia, un agente refrigerante es hecho circular a través del evaporador, un serpentín para agua refrigerada está colocado en el evaporador, y se hace circular agua a través de ese serpentín de manera que se transfiere calor desde el agua al agente refrigerante en el evaporador. Entonces el agua refrigerada puede ser hecha circular a un lugar alejado con el fin de satisfacer
15 una carga de refrigeración. El agente refrigerante se evapora cuando absorbe calor desde el agua, y el compresor está dispuesto para extraer vapor de agente refrigerante desde el evaporador, comprimir al agente refrigerante, aumentando de esta manera su temperatura, y descargar el agente refrigerante dentro del condensador. El agente refrigerante es condensado y enfriado en el condensador y luego suministrado de nuevo al evaporador en donde comienza de nuevo el ciclo.

20 Con el fin de hacer mínimos los costos de funcionamiento, es generalmente deseable adaptar la cantidad de trabajo efectuado por el compresor a la que se necesita para satisfacer la carga de refrigeración aplicada a la máquina frigorífica. Comúnmente, en máquinas frigoríficas centrífugas, esto se realiza regulando la cantidad de vapor de agente refrigerante que circula a través del compresor me-

diante una pluralidad de paletas de guía que están colocadas entre el compresor y el evaporador y que modulan entre una posición plenamente abierta y una posición plenamente cerrada, como respuesta a la temperatura del agua refrigerada cuando ésta abandona el serpentín de agua refrigerada en el evaporador. Cuando la temperatura de este agua desciende, indicando una reducción en la carga de refrigeración aplicada sobre la máquina, las paletas de guía se mueven en dirección a la posición cerrada, disminuyendo la cantidad de vapor que circula a través del compresor. Esto disminuye la cantidad de trabajo que debe efectuarse por parte del compresor, disminuyendo de esta manera la cantidad de energía necesaria para hacer funcionar la máquina. Al mismo tiempo, esto tiene el efecto de aumentar la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador. En contraste, cuando aumenta la temperatura del agua refrigerada saliente, indicando un aumento en la carga de la máquina, las paletas de guía se mueven hacia la posición plenamente abierta. Esto aumenta la cantidad de vapor que circula a través del compresor. El compresor realiza más trabajo, disminuyendo la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador y permitiendo que la máquina frigorífica responda a la carga de refrigeración acrecentada.

Como regla general, el compresor funciona para mantener la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador a, o dentro de un cierto margen de, una temperatura específica, o punto de ajuste. Este cierto margen es denominado como el margen de estrangulamiento del sistema, y confiere estabilidad al sistema de control de la máquina. Una discusión detallada del margen de estrangulamiento

se da en la patente de los Estados Unidos 3.250.084 concedida a Carl M. Anderson el 10 de Mayo de 1966, por "Sistemas de Control".

5 Es sabido que cuando el compresor y, por lo tanto, la máquina frigorífica están funcionando a una carga menor que la capacidad máxima, es decir en condiciones de carga parcial, se pueden lograr importantes ahorros de energía sin afectar la aptitud de la máquina para satisfacer la carga de refrigeración aplicada a ella mediante aumento de la temperatura del punto de ajuste. Los ahorros de energía son debidos al hecho de que el aumento de la temperatura del punto de ajuste reduce la cantidad de trabajo que se debe realizar por el compresor para mantener el agua refrigerada a la temperatura del punto de ajuste o dentro del margen de estrangulación del punto de ajuste. La carga de refrigeración puede ser satisfecha ya que, con tal que no se eleve a un valor demasiado alto la temperatura del punto de ajuste, el agua refrigerada todavía está suficientemente fría para absorber suficiente calor de la carga de refrigeración para producir el efecto deseado.

10

15

20

Con anterioridad, típicamente, un control automático de la temperatura de punto de ajuste del agua refrigerada se ha logrado mediante regulación de la temperatura del punto de ajuste como respuesta a uno cualquiera o varios de diferentes factores ambientales. Esto ha requerido con frecuencia un complejo y costoso sistema de control neumático o electrónico.

25

RESUMEN DEL INVENTO

A la vista de lo que antecede, un objeto del pre

sente invento es el de mejorar máquinas frigoríficas mecánicas.

Otro objeto de este invento es el de mejorar sistemas de control para máquinas frigoríficas mecánicas.

5 Otro objeto del invento es proveer a una máquina frigorífica mecánica con un sistema mejorado de control automático para hacer variar la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada como respuesta a cambios en la carga de refrigeración sobre la máquina.

10 Otro objeto del presente invento es el de crear un sistema de control para regular automáticamente la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada de una máquina frigorífica mecánica que sea relativamente simple, digno de confianza y barato, y que pueda ser instalado con
15 facilidad en muchas máquinas existentes.

Este y otros objetivos se logran mediante un nuevo sistema automático de control de temperatura del punto de ajuste de agua refrigerada, para utilizarse con una máquina frigorífica mecánica. El sistema de control incluye
20 medios para percibir la magnitud de una primera señal eléctrica de control, que es producida por la máquina y que es una función de la cantidad de trabajo efectuado por el compresor de la máquina; medios para cambiar la magnitud de una segunda señal eléctrica de control, que es producida
25 por la máquina y que representa una componente variable de la temperatura del punto de ajuste, como respuesta a un cambio en la magnitud de la primera señal eléctrica de control de manera que la componente variable de la temperatura del punto de ajuste cambia como respuesta a un cambio en la cantidad de trabajo realizado por el compresor; y me

5 dios para retardar el cambio de la magnitud de la segunda señal eléctrica de control de manera que la cantidad de trabajo efectuada por el compresor se hace estable, antes de que cambie la componente variable de la temperatura del punto de ajuste.

Otros beneficios y ventajas del invento resultarán evidentes a partir de una consideración de la siguiente descripción y de los dibujos.

10 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una representación esquemática simplificada de una máquina frigorífica centrífuga; y

15 la figura 2 es una representación esquemática de un circuito de control eléctrico diseñado de acuerdo con el invento para utilizarse con la máquina frigorífica centrífuga mostrada en la figura 1.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA FORMA PREFERIDA DE REALIZACION

20 Para la finalidad de esta memoria descriptiva, el presente invento será descrito como referencia a una máquina frigorífica mecánica que emplea un compresor centrífugo ya que tales máquinas están bien adaptadas, típicamente, para utilizar las enseñanzas que aquí se describen. No obstante, deberá quedar claro que el presente invento tiene aplicación generalmente a máquinas frigoríficas mecánicas y puede ser utilizado, por ejemplo, con una máquina frigorífica que emplee un compresor de movimiento alternativo.

25 Refiriéndose a los dibujos, la figura 1 es un diagrama esquemático de una máquina frigorífica centrífuga

10. La máquina 10 incluye un compresor 11 dispuesto para extraer vapor de agente refrigerante desde un evaporador 12 y comprimir el agente refrigerante, aumentando la temperatura y la presión de dicho agente refrigerante. Entonces el compresor descarga el agente refrigerante dentro de un condensador 13 en donde el agente refrigerante es enfriado mediante un líquido enfriador que circula a través de un intercambiador de calor 14 que está colocado en el condensador. Desde el condensador 13 el agente refrigerante pasa a través de un dispositivo 15 de control de expansión, disminuyendo en cuanto a presión y temperatura, y dentro del evaporador 12. Un serpentín intercambiador de calor 20, comúnmente denominado serpentín para agua refrigerada, está colocado en el evaporador 12. Agua, o cualquier otro medio para transferencia de calor, penetra en el serpentín 20 a través de la conducción de entrada 21, circula a través del serpentín y del evaporador 12, y sale del serpentín a través de la conducción de salida 22. El agua es enfriada mientras circula a través del serpentín 20 para agua refrigerada, transfiriendo calor al refrigerante en el evaporador 12. Después de salir del evaporador 12, el agua refrigerada puede ser suministrada a un lugar alejado para satisfacer una carga de refrigeración.

Una pluralidad de paletas de guía movibles 25, que están conectadas mediante un varillaje 26 con medios de accionamiento 27 tales como un motor eléctrico reversible, están colocados entre el compresor 11 y el evaporador 12 para regular la cantidad de vapor de agente refrigerante que circula a través del compresor. Las paletas de guía 25 regulan, de este modo, la cantidad de trabajo efectuado

por el compresor 11 o, en otras palabras, la carga sobre dicho compresor. El motor 27 es conectado eléctricamente con un perceptor 28 que comunica con la conducción de salida 22 del serpentín 20 para agua refrigerada, y que produce una señal eléctrica indicativa de la temperatura del agua refrigerada que pasa a través de la conducción de salida. Preferiblemente, el perceptor 28 tiene una resistencia variable NTC cuyo valor de resistencia eléctrica aumenta en proporción directa con la temperatura del agua refrigerada que pasa a través de la conducción de salida 22. Resultará evidente, no obstante, para un técnico en la materia que, con cambios apropiados, se podría utilizar también una resistencia PTC cuyo valor de resistencia eléctrica aumenta en proporción inversa con la temperatura del agua refrigerada.

El circuito eléctrico que conecta la resistencia 28 con el motor 27 se muestra esquemáticamente en la figura 2. Este circuito está diseñado para utilizarse con una tensión de corriente continua representada por $+E_s$ y $-E_s$. Generalmente, una tensión de corriente continua no está disponible con facilidad, sino que se dispone de una tensión de corriente alterna. Correspondientemente, se dispone usualmente un rectificador de diodo de onda completa para convertir la tensión de corriente alterna en la tensión de corriente continua. Tales rectificadores son bien conocidos en la técnica, y es innecesario describirlos aquí.

El circuito eléctrico mostrado en la figura 2 incluye también un transistor PNP 30 y una resistencia 31. El emisor y el colector del transistor 30 y la resistencia 31 están conectados en serie con la resistencia 28 entre el manantial de tensión de corriente continua. Estos elemen

tos funcionan en combinación para producir una señal de tensión variable en la línea 32. La señal de tensión en la línea 32 es aplicada a una primera entrada del amplificador operacional 33, a través de la resistencia 34. El amplificador operacional 33 es alimentado por el manantial de energía de corriente continua, que es conectado al amplificador a través de líneas 35 y 36. Conectado con la salida del amplificador operacional 33 se encuentran un primer diodo 37 y un segundo diodo 38. El diodo 37 permite sólo el paso de una señal de tensión negativa, y el diodo 38 permite sólo el paso de una señal de tensión positiva. Conectado en serie con el diodo 37 se encuentra una bobina 39 de relevador, cuya excitación actúa para cerrar el interruptor 40 normalmente abierto. Conectada en serie con el diodo 38 se encuentra la bobina 41 de relevador, cuya excitación actúa para cerrar el interruptor 42 normalmente abierto.

El motor eléctrico reversible 27 está conectado con un manantial de corriente alterna, representado por L_1 y L_2 , a través de cada uno de los interruptores 40 y 42. El cierre del interruptor 40 accionará al motor 27 de manera que las paletas de guía 25, que están conectadas con el motor a través del varillaje 26, se moverán hacia una posición plenamente cerrada. Inversamente, el cierre del interruptor 42 accionará al motor 27 de manera que las paletas de guía 25 girarán hacia una posición plenamente abierta. El varillaje 26 tiene conectada moviblemente con él una hoja rozante 43 de un potenciómetro variable 44. El potenciómetro 44 está conectado en serie con resistencias fijas 45 y 46 al manantial de tensión de corriente continua, representado por $+E_s$ y $-E_s$. Cuando el varillaje 26 mueve a las

paletas de guía 25, mueve también a la hoja rozante 43 para hacer variar la salida del potenciómetro 44. Así, la tensión de salida del potenciómetro 44 es una función de la posición de las paletas de guía 25.

5 La tensión de salida procedente del potenciómetro 44 es suministrada a través de la línea 47 y la resistencia 48 a una segunda entrada del amplificador operacional 33. El amplificador operacional 33 compara la señal de tensión procedente del potenciómetro 44 y la señal de tensión en la
10 línea 32. Si la primera tensión es mayor que la última, la salida del amplificador 33 tiene una polaridad negativa. Si la primera tensión es menor que la última, la salida del amplificador 33 tiene una polaridad positiva. La salida del amplificador operacional 33 pasa, dependiendo de cual de
15 las señales de entrada sea mayor, a través del diodo 37 o a través del diodo 38 para cerrar o bien al interruptor 40 o bien al interruptor 42, moviendo las paletas de guía 25 y cambiando la salida de tensión del potenciómetro 44. La
20 posición de las paletas de guía 25 y, por consiguiente, la salida de tensión del potenciómetro 44 continúan cambiando hasta que la salida de tensión del potenciómetro se iguala a la señal de tensión en la línea 32. Cuando esto ocurre, no hay salida desde el amplificador operacional 33, las paletas de guía 25 cesan de moverse y la máquina frigorífica
25 10 alcanza un estado de equilibrio.

La tensión de salida del potenciómetro variable 44 es alimentada también a través de la línea 50 y la resistencia 51 al lado de entrada de una red RC compuesta de una resistencia 52 y un condensador 53. El lado de entrada de la red RC está conectado también con un manantial de ten-

sión de corriente continua, representado por $+E_g$, a través de la resistencia 54. De esta manera, la tensión de entrada de la red RC es una función lineal de la tensión de salida procedente del potenciómetro 44. La salida de la red RC
5 aumenta exponencialmente hasta alcanzar un valor máximo que es linealmente proporcional a la entrada. Así, tal como es bien sabido en la técnica, la red RC es eficaz para producir un retardo de tiempo en la señal eléctrica que pasa a su través.

10 Preferiblemente, la resistencia 52 es una resistencia variable y puede ser ajustada por un operario para hacer variar el retardo de tiempo producido por la red RC de manera que el retardo de tiempo producido sea apropiado, considerando las condiciones en las que está funcionando la
15 máquina frigorífica 10. Un retardo variable de desde unos pocos segundos hasta más de 10 minutos puede ser formado en el sistema control. Además, en un modo preferido, con el fin de evitar que el condensador eléctrico 53 quede cargado en exceso, es derivado por una tensión que es desarrollada
20 por un divisor de tensión que comprende resistencias 55 y 56 colocadas en serie en la línea 57 que conecta el manantial de tensión de corriente continua $+E_g$ con tierra.

La salida procedente de la red RC es aplicada a una primera entrada del amplificador operaciones 58 a través de la resistencia 59. Una señal de referencia, discuti-
25 da aquí debajo con detalle, es aplicada a la segunda entrada del amplificador operacional 58. La señal de referencia es mayor que la salida de la red RC, y el amplificador 58 amplifica la diferencia entre estas dos señales. El amplificador operacional 58 es alimentado por el manantial de
30
02049

energía de corriente continua, que está conectado con el amplificador a través de las líneas 60 y 61. Un bucle de reacción 62 que tiene un condensador 63 está previsto, tal como es bien sabido por los expertos en la técnica, para controlar el funcionamiento y el margen operativo del amplificador 58. La salida procedente del amplificador operacional 58 es dirigida a la base del transistor 30 a través de la línea 64. El emisor y el colector del transistor 30 están conectados con el suministro de energía corriente continua, representado por $+E_s$, a través de la línea 65. La base del transistor 30 está conectada también con el manantial de energía de corriente continua $+E_s$ a través de la línea 66 y la resistencia 67. De esta manera, el transistor 30 es derivado de manera tal, que cuando hay una salida de baja tensión del amplificador operacional 58, el transistor actúa como un interruptor cerrado en la línea 65, y no hay caída de tensión entre el emisor y el colector del transistor. Cuando hay una salida procedente del amplificador operacional 58, su efecto sobre el transistor 30 es el de producir una caída de tensión entre el colector y el emisor del transistor 30; y, cuando aumenta la salida del amplificador operacional, esta caída de tensión aumenta proporcionalmente.

Esta señal de control es utilizada, de acuerdo con el presente invento, tal como se explica más abajo con mayor detalle, para aumentar la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada cuando disminuye la carga sobre la máquina 10. Tal como se especifica anteriormente, esto puede dar como resultado considerables ahorros de funcionamiento y de energía mediante disminución de la cantidad de

trabajo efectuado por el compresor 11.

Tal como se discute más arriba, el emisor y el colector del transistor 30 y la resistencia 31 están conectados en serie con la resistencia 28 entre el manantial de tensión de corriente continua, y estos elementos cooperan para producir una señal de tensión variable en la línea 32. La caída de tensión a través de la resistencia 28 es una función de la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12, y la temperatura del punto de ajuste es definida como la temperatura del agua refrigerada que produce una caída de tensión a través de la resistencia 28 de manera que la señal de tensión en la línea 32 tenga una magnitud cero. Es decir, refiriéndose a la figura 2, cuando el agua refrigerada que sale del evaporador 12 está a la temperatura del punto de ajuste, la caída de tensión desde el emisor al colector del transistor 30 más la caída de tensión a través de la resistencia 28 se iguala a la caída de tensión a través de la resistencia 31. Cuando la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12 está por encima de la temperatura del punto de ajuste, la caída de tensión desde el emisor al colector del transistor 30 más la caída de tensión a través de la resistencia 28 es menor que la caída de tensión a través de la resistencia 31, y es producida en la línea 32 una señal de tensión de polaridad positiva. Cuando la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12 está por debajo de la temperatura del punto de ajuste, la caída de tensión desde el emisor al colector del transistor 30 más la caída de tensión a través de la resistencia 28 es mayor que la caída de tensión a través de la resistencia 31, y se produce una señal

de tensión con polaridad negativa en la línea 32.

Por lo tanto, la temperatura del punto de ajuste puede ser considerada como establecida por la caída de tensión a través de la resistencia 31 menos la caída de tensión de emisor a colector del transistor 30. La anterior caída de tensión es mencionada aquí como representando una componente fija de la temperatura de punto de ajuste, y esta última caída de tensión es mencionada aquí como representando una componente variable de la temperatura del punto de ajuste. La resistencia 31 es preferiblemente un elemento de resistencia variable tal como un potenciómetro que puede ser regulado selectivamente por un operario de manera que la componente fija de la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada puede ser cambiada por el operario. Aunque la componente fija de la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada puede ser cambiada, es mencionada aquí como "fijada" para distinguirla de la componente de la temperatura del punto de ajuste representada por la tensión de emisor a colector del transistor 30.

Para comprender mejor la manera en que funciona el circuito de control mostrado en la figura 2 para hacer variar la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada, supóngase que la máquina 10 está funcionando en un estado estable y que disminuye la carga de refrigeración aplicada sobre la máquina. En un estado estable, la señal de tensión en la línea 32 tiene la misma magnitud que la salida de tensión del potenciómetro 44. En este caso, no hay salida procedente del amplificador operacional 33, el motor 27 está inactivo, y las paletas de guía 25 están estacionarias, lo cual es la definición de condiciones de

funcionamiento estables. Puede ser útil hacer observar en este punto que no es necesario, con el fin de que la máquina 10 funcione en un estado estable, que la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12 esté a la temperatura del punto de ajuste. Resultarán condiciones estables siempre que la señal de tensión en la línea 32, que representa la diferencia entre la temperatura del agua refrigerada saliente y la temperatura del punto de ajuste, tenga la misma magnitud que la salida de tensión del potenciómetro 44.

Quando disminuye la carga de refrigeración, disminuye la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12, reflejando a la carga disminuída. La menor temperatura del agua refrigerada acrecienta la resistencia eléctrica de la resistencia 28, aumentando la caída de tensión a través de dicha resistencia. Esto disminuye la señal de tensión en la línea 32 y da lugar a que la señal de tensión en esta línea se haga menor que la salida de tensión procedente del potenciómetro 44.

El amplificador operacional 33 compara la señal de tensión procedente del potenciómetro 44 con la señal de tensión en la línea 32. Dado que la primera tensión es ahora mayor que la última, la salida del amplificador 33 tiene una polaridad de tensión negativa. Esta salida pasa a través del diodo 37, y el interruptor 40 es cerrado. Esto activa al motor 27 de manera que mueve al varillaje 26 para mover las paletas de guía 25 hacia la posición cerrada. Este movimiento de las paletas de guía 25 disminuye la carga ejercida sobre el compresor 11 y tiende a aumentar la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12.

El movimiento del varillaje 26 que mueve a las paletas de guía 25 hacia la posición cerrada moverá a la hoja rozante 43, según se ve en la figura 2, en una dirección dextrorsa, disminuyendo la salida de tensión del potenciómetro 44. De este modo, cuando disminuye la carga sobre el compresor 11, aumenta la temperatura del agua refrigerada saliente y disminuye la salida de tensión del potenciómetro 44. Este movimiento del varillaje 26, de las paletas de guía 25, y de la hoja rozante 43 continúa hasta que la salida de tensión del potenciómetro 44 se haga igual a la señal de tensión en la línea 32. Cuando esto ocurre, se alcanza un punto de equilibrio, y las paletas de guía 25 se vuelven estables.

Cuando disminuye la salida de tensión del potenciómetro 44, disminuye también la entrada de tensión en la red RC, compuesta de resistencia 52 y condensador 53. Cuando esto ocurre la salida de tensión de la red RC comienza a disminuir; no obstante, esta disminución es retardada, tal como es bien sabido en la técnica, por la red RC. Este retardo de tiempo es útil por el hecho de que favorece la estabilidad del sistema de control permitiendo que las válvulas de guía 25 alcancen una posición estable después de moverse como respuesta a un cambio de temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12, antes de que sea cambiada la temperatura del punto de ajuste.

El amplificador operacional 58 amplifica la diferencia entre la salida de tensión de la red RC y la señal de referencia, discutida seguidamente con mayor detalle. Una vez que comienza a disminuir la salida de tensión procedente de la red RC, la diferencia entre esa señal de tensión y la señal de referencia comienza a aumentar, y la sa

lida de tensión del amplificador 58 comienza a aumentar. La salida del amplificador 58 es dirigida a la base del transistor 30; y, tal como se menciona anteriormente, cuando aumenta la salida del amplificador, la tensión de emisor a colector del transistor aumenta, acrecentando la componente variable de la temperatura del punto de ajuste de agua refrigerada. Así, se ve que la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada aumenta como respuesta a la disminución en la carga de refrigeración ejercida sobre la máquina 10.

El hecho de aumentar de esta manera la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada actúa para mantener a las paletas de guía 25 en la posición que estas habían alcanzado después de moverse hacia la posición plenamente cerrada como una respuesta inicial a la carga de refrigeración disminuida aplicada sobre la máquina 10. El hecho de mover las paletas de guía 25 hacia la posición plenamente cerrada tiene el efecto de aumentar la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12, lo cual disminuye la caída de tensión a través de la resistencia 28. Esto tiene el efecto de aumentar la señal de tensión en la línea 32 y de mover las paletas de guía 25 de vuelta hacia la posición plenamente abierta, lo cual aumentaría la cantidad de trabajo efectuado por el compresor 11. El hecho de introducir la creciente tensión de emisor a colector, del transistor 30 en serie con la decreciente tensión a través de la resistencia 28 contrarresta el efecto que tiene la caída de tensión decreciente a través de la resistencia 28 sobre la señal en la línea 32, impidiendo que las paletas de guía 25 se muevan de vuelta hacia la posición

plenamente abierta. Las paletas de guía 25 permanecen en una posición más cerrada, dando como resultado ahorros substanciales en la cantidad de energía requerida para hacer funcionar el compresor 11.

5 Ahora, con fines de discusión y descripción, supóngase que la máquina frigorífica 10 está funcionando en un estado estable y que aumenta la carga de refrigeración. Esto da lugar a que aumente la temperatura del agua refrige-
10 rada que salga del evaporador 12, provocando un aumento en la señal de tensión en la línea 32. La salida del amplifica-
 dor operacional 33 tiene una polaridad positiva, haciendo que el interruptor 42 se cierre, y haciendo que el varilla-
 je 26 mueva a las paletas de guía 25 hacia la posición ple-
15 namente abierta. Este movimiento de las paletas de guía 25 aumenta la carga sobre el compresor 11, permitiendo que el compresor responda a la carga de refrigeración acrecentada y tendiendo a disminuir la temperatura del agua refrigerada que sale del evaporador 12. Al mismo tiempo, el varillaje
20 26 mueve a la hoja rozante 43, según se ve en la figura 2, en una dirección sinistrorsa, aumentando la salida de ten-
 sión del potenciómetro 44. De esta manera, cuando aumenta la carga sobre el compresor 11, disminuye la temperatura del agua refrigerada saliente y aumenta la salida de ten-
25 sión del potenciómetro 44. Este movimiento del varillaje 26, de las paletas de guía 25, y de la hoja rozante 43 continúa hasta que la salida de tensión del potenciómetro 44 se igua-
 la a la señal de tensión en la línea 32; y, cuando esto ocu-
 rre, se alcanza un punto de equilibrio, y quedan estables las paletas de guía 25.

44 es alimentada también a través de la red RC y a través del amplificador operacional 58. La red RC es eficaz para retardar la señal de tensión creciente que pasa a su través. Cuando aumenta la tensión de salida de la red RC, disminuye la diferencia entre esa tensión y la tensión de referencia, y el amplificador operacional 58 amplifica esta diferencia de tensión decreciente. Esta señal de tensión decreciente retardada y amplificada es dirigida entonces a la base del transistor 30; y su efecto sobre el transistor 30 es el de disminuir la tensión de emisor a colector del transistor, disminuyendo la componente variable de la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada.

El hecho de disminuir la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada cuando aumenta la carga sobre la máquina frigorífica 10, contrarresta eficazmente cualquier aumento en la temperatura del punto de ajuste que se hubiera producido como respuesta a una disminución en la carga sobre la máquina frigorífica. Esto permite que la máquina frigorífica 10 y el compresor 11 respondan plenamente a la carga acrecentada.

El sistema de control eléctrico antes descrito es un aparato muy simple y barato y además digno de confianza para hacer variar automáticamente la temperatura de punto de ajuste del agua refrigerada de una máquina frigorífica mecánica. No obstante, deberá entenderse que el circuito de control específico mostrado para obtener las deseadas características aquí descritas anteriormente es meramente ilustrativo, y que pueden emplearse en lugar de él otros esquemas que puedan desempeñar una función similar. Además, en la forma de realización aquí descrita, la

señal eléctrica de control que representa la componente variable de la temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada, la tensión de emisor a colector del transistor 30, es inversamente proporcional a la carga sobre la máquina 10. Es decir, tal como se discute con amplitud en lo que antecede, cuando aumenta la carga sobre la máquina 10 y el compresor 11, disminuye la tensión de emisor a colector del transistor 30; mientras que, cuando disminuye la carga sobre la máquina y el compresor, aumenta la tensión de emisor a colector del transistor 30. Deberá entenderse, no obstante, que no es necesario para el presente invento que esta señal eléctrica de control sea inversamente proporcional a la carga sobre la máquina 10. Podría utilizarse también una señal que sea directamente proporcional a la carga. Dicha señal sería alimentada dentro de la primera entrada del amplificador operacional 33 en serie con la señal producida por la resistencia 31.

Una ventaja adicional del presente invento consiste en que, dado que muchas máquinas existentes tienen una resistencia 31 y un perceptor 28, o equivalentes de ellos, y medios tales como un potenciómetro variable 44 para producir una señal eléctrica de control como respuesta a la carga sobre la máquina, el sistema de control de temperatura del punto de ajuste del agua refrigerada que antes se describe puede ser instalado con facilidad y rápidamente en muchas máquinas existentes. El sistema de control puede ser instalado de manera bastante simple sujetando un primer alambre a tierra, un segundo alambre al manantial de energía de corriente continua representado por $+E_g$, un tercer alambre para recibir la tensión de salida del potenció

metro 44, y un cuarto alambre para introducir la tensión de emisor a colector del transistor 30 en serie con la caída de tensión a través de la resistencia 28.

El circuito mostrado en la figura 2 incluye también un amplificador operacional 70 alimentado por el manantial de energía de corriente continua, representado por $+E_s$ y $-E_s$, que está conectado al amplificador a través de líneas 80 y 81. Una primera tensión es introducida en una primera entrada del amplificador operacional 70 a través de un divisor de tensión y una resistencia 71. El divisor de tensión comprende resistencias 72 y 73 dispuestas en serie en la línea 74, que conectan el manantial de tensión de corriente continua $+E_s$ a tierra. Una segunda tensión, que es menor que la primera tensión, es introducida en una segunda entrada del amplificador operacional 70 a través de un divisor de tensión que comprende resistencias 75 y 76 dispuestas en serie en la línea 77 que conecta el colector del transistor 30 a tierra. El amplificador operacional 70 amplifica la diferencia entre estas dos tensiones, y esta diferencia amplificada de tensiones es enviada entonces como la señal de referencia a la segunda entrada del amplificador operacional 58, a través de la línea 78 y la resistencia 79.

La segunda tensión de entrada del amplificador 70 y, por lo tanto la señal de referencia cambian, desde luego, cuando cambia la tensión entre el colector del transistor 30 y tierra. Esta última tensión cambia, tal como se discute y describe anteriormente, cuando cambia la salida del amplificador operacional 58. De esta manera, el amplificador 58 implica un bucle de reacción.

Específicamente, cuando la salida de la red RC

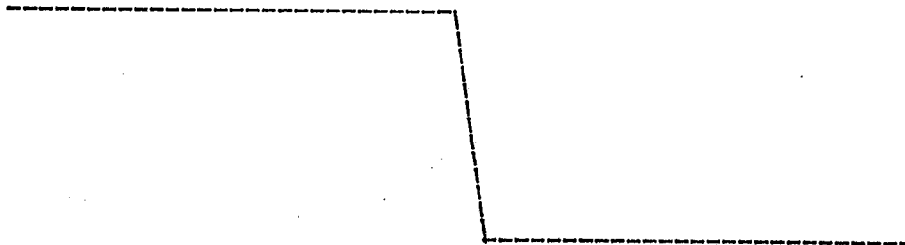
aumenta como respuesta, según se describe anteriormente con detalle, a un aumento en la carga sobre la máquina 10, la primera entrada del amplificador operacional 58 aumenta y esto tiene el efecto de disminuir la salida del amplificador. Esto disminuye la tensión de emisor a colector del transistor 30, acrecentando la caída de tensión entre el colector del transistor 30 y tierra. Esta última tensión creciente tiene el efecto de aumentar la segunda entrada del amplificador operacional 70, disminuyendo la salida del amplificador, que es la señal de referencia. La señal de referencia decreciente, alimentada en la segunda entrada del amplificador operacional 58, disminuye la diferencia entre la primera entrada y la segunda entrada de ese amplificador, disminuyendo adicionalmente la salida del amplificador 58. Cuando la salida de la red RC alcanza un valor estable, la salida del amplificador operacional 58 alcanza también un valor estable. Esto da lugar a que la diferencia de tensiones entre el colector del transistor 30 y tierra se vuelva estable, haciendo que la segunda entrada y la salida del amplificador 70 se vuelvan estables.

Por otro lado, si la salida de la red RC disminuye como respuesta a una disminución en la carga sobre la máquina 10, disminuye la primera entrada del amplificador operacional 58, lo cual aumenta la salida del amplificador. Esto aumenta la tensión de emisor-colector del transistor 30, disminuyendo la diferencia de tensiones entre el colector del transistor y tierra. Esto disminuye la segunda entrada del amplificador 70 y aumenta la salida de ese amplificador. Esta salida es alimentada en la segunda entrada del amplificador operacional 58, tendiendo adicionalmente a aumentar

la salida del amplificador. Este curso de sucesos continúa hasta que se vuelve estable la salida de la red RC. Esto hace que la primera entrada y la salida del amplificador 58, la tensión de colector a tierra del transistor 30, y la salida del amplificador 70 se vuelvan todas ellas estables.

La resistencia 71 controla el valor de la primera entrada del amplificador 70 y el valor máximo de la diferencia entre la primera entrada y la segunda entrada del amplificador. De esta manera, la resistencia 71 controla el valor máximo de la señal de referencia, que controla el valor máximo de la componente variable de la temperatura del punto de ajuste. Preferiblemente, esta resistencia 71 es un elemento de resistencia variable que puede ser regulado selectivamente por un operario, de manera tal que el valor máximo de la componente variable de la temperatura del punto de ajuste puede ser ajustado dependiendo de condiciones de funcionamiento particulares.

Si bien es evidente que el invento aquí descrito está bien calculado para cumplir los objetivos arriba expuestos, se apreciará que pueden desarrollarse numerosas modificaciones y realizaciones por parte de los expertos en la técnica y que se pretende que las reivindicaciones anejas cubran todas dichas modificaciones y realizaciones que caigan dentro del espíritu y alcance genuinos del presente invento.



1

- REIVINDICACIONES -

5

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Un dispositivo de control automático de temperatura de punto de ajuste del agua refrigerada para uso con una máquina frigorífica mecánica que tiene medios para producir una primera señal eléctrica de control que tiene una magnitud que es una función de la cantidad de trabajo efectuado por un compresor de la máquina, y medios para producir una segunda señal eléctrica de control que tiene una magnitud que representa una componente variable de una temperatura de punto de ajuste, caracterizado por medios para recibir la magnitud de la primera señal eléctrica de control; medios para cambiar la magnitud de la segunda señal eléctrica de control como respuesta a un cambio en la magnitud de la primera señal eléctrica de control de manera que la componente variable de la temperatura de punto de ajuste cambia como respuesta a un cambio en la cantidad de trabajo efectuado por el compresor; y medios para retardar el cambio de la magnitud de la segunda señal eléctrica de control de manera que la cantidad de trabajo efectuado por el compresor se vuelve estable antes de que cambie la componente variable de la temperatura de punto de ajuste.

25

30

2ª.- Un dispositivo según la reivindica-

1 - ción 1ª, en el que los medios de retardo incluyen una red
RC.

5 3ª.- Un dispositivo según la reivindicación 2ª, en el que la red RC incluye una resistencia variable.

4ª.- Un dispositivo según la reivindicación 1ª, en el que los medios cambiadores incluyen un amplificador; y medios para producir una señal eléctrica de control de referencia.

10 5ª.- Un dispositivo según la reivindicación 4ª, en el que los medios para producir la señal eléctrica de control de referencia incluyen una resistencia variable.

15 6ª.- "UN DISPOSITIVO DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA DE PUNTO DE AJUSTE DEL AGUA REFRIGERADA PARA USO CON UNA MAQUINA FRIGORIFICA MECANICA".

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan, y para los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de veinticuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 04. SET. 1979

P.A.

Fernando de Elizaburo
Por Poder.

25

30

CG/.

24089

71580

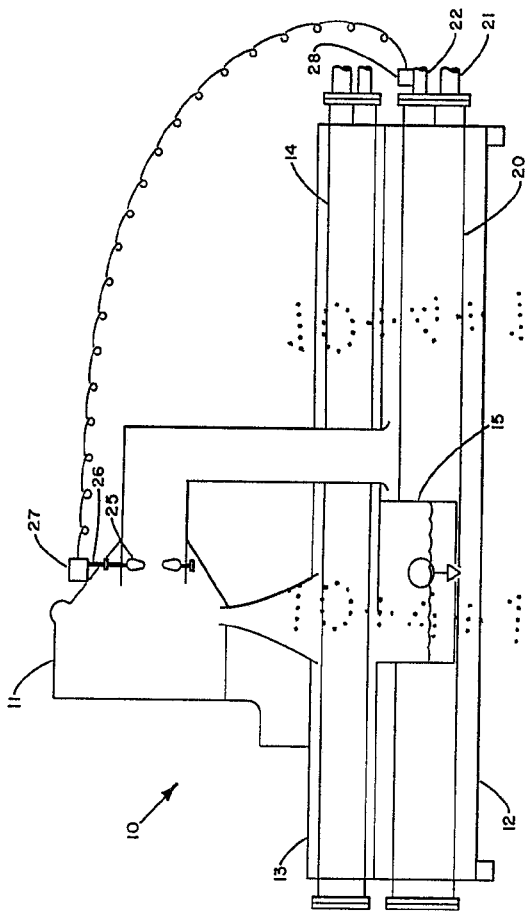


FIG. 1

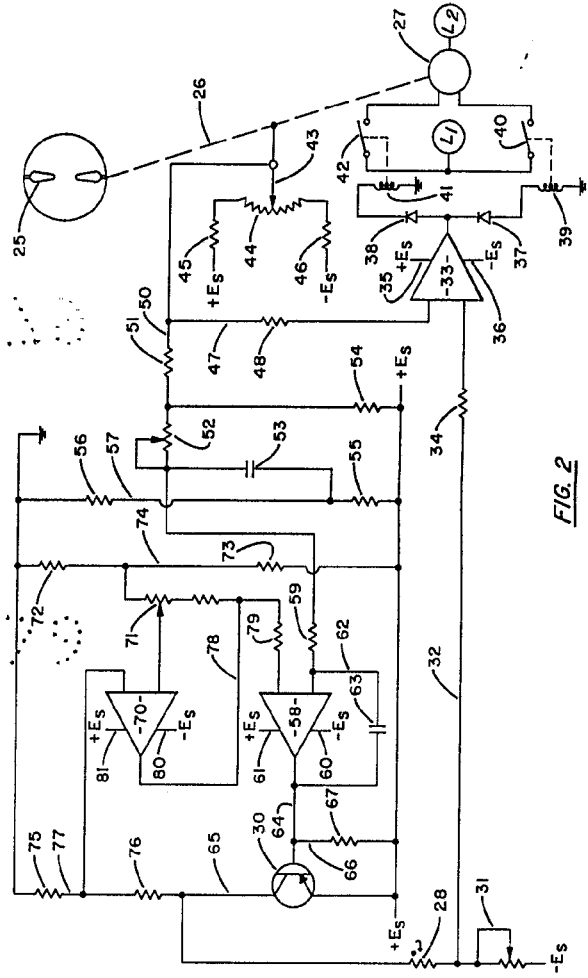


FIG. 2

Fernando de Elizaburo
Per Podem.

CARRIER CORPORATION

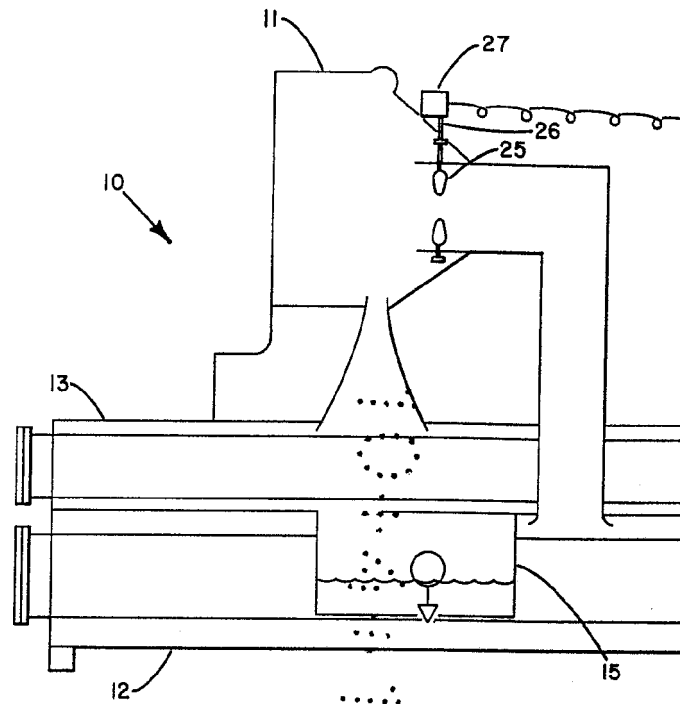


FIG. 1

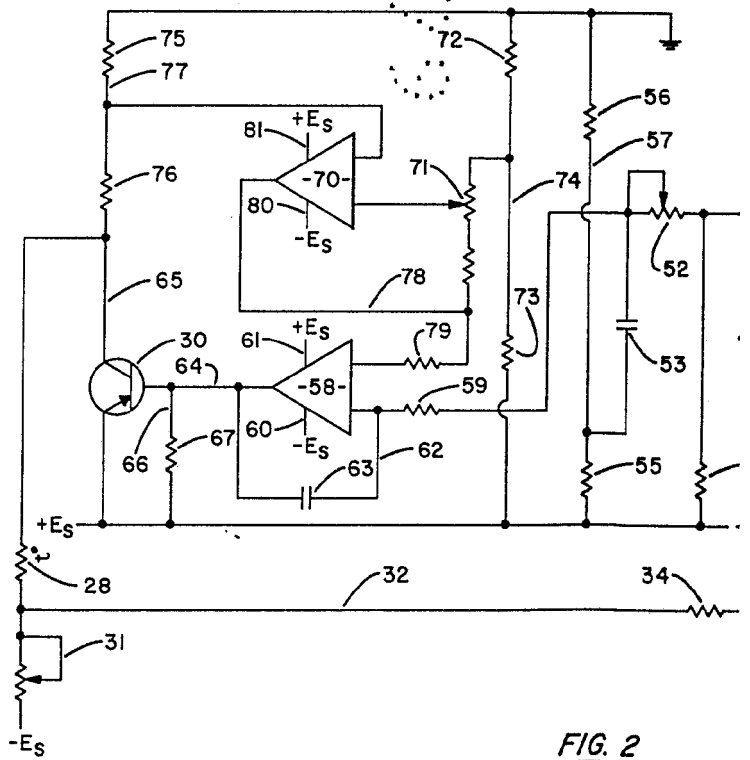
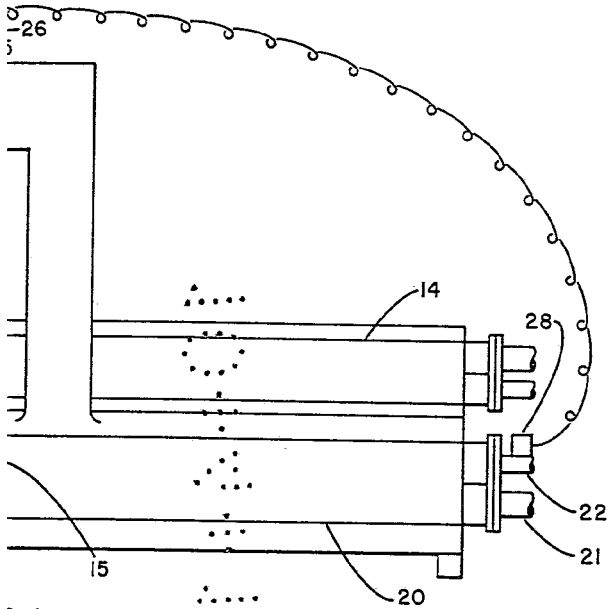
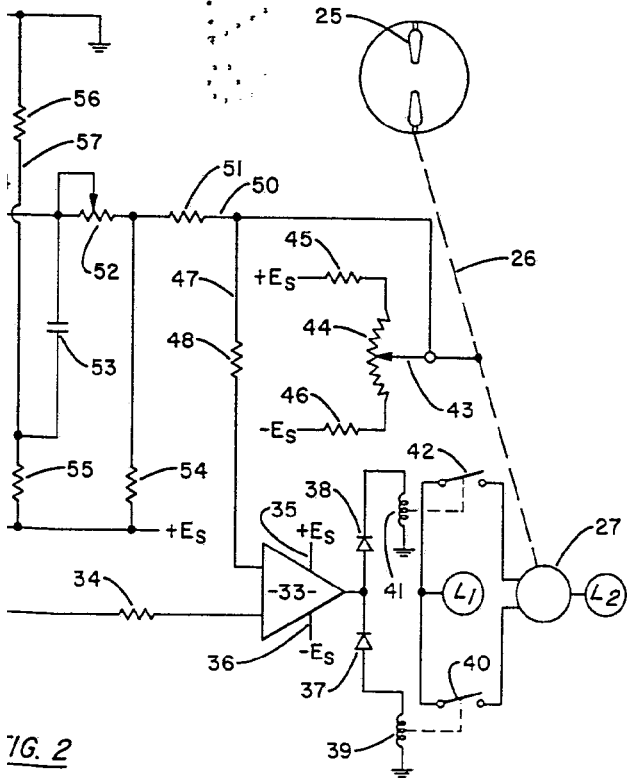


FIG. 2

271380



2/



7G. 2

Fernando de Elizaburu
Por Poder.