



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 346 752**

51 Int. Cl.:
F25B 49/02 (2006.01)
F25B 49/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04023650 .7**
96 Fecha de presentación : **27.03.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1493981**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2005**

54 Título: **Sistema de diagnóstico para compresor.**

30 Prioridad: **27.03.2001 US 818271**
21.11.2001 US 990566

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.10.2010

73 Titular/es:
EMERSON CLIMATE TECHNOLOGIES, Inc.
1675 W. Campbell Road,
Sidney, Ohio 45365-0669, US

72 Inventor/es: **Jayanth, Nagaraj y**
Pham, Hung M.

74 Agente: **Pons Ariño, Ángel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de diagnóstico para compresor.

5 La presente invención se refiere a un sistema de diagnóstico para un sistema de refrigeración o aire acondicionado. Más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema de diagnóstico para un sistema de refrigeración o aire acondicionado que usa diversas características de funcionamiento y la información de “disparo” del compresor para diagnosticar los problemas asociados al sistema de refrigeración o aire acondicionado.

10 Existe una clase de máquinas en la técnica generalmente conocidas como máquinas espirales que se usan para el desplazamiento de diversos tipos de fluido. Estas máquinas espirales pueden estar configuradas como un expansor, un motor de desplazamiento, una bomba, un compresor, etc. y las características de la presente invención son aplicables a cualquiera de estas máquinas. Sin embargo, por propósitos de ilustración, la realización desvelada es en forma de un compresor espiral de refrigerante hermético usado dentro de un sistema de refrigeración o aire acondicionado.

15 Los compresores espirales se están haciendo cada vez más populares para su uso como compresores tanto en aplicaciones de refrigeración así como de aire acondicionado debido fundamentalmente a su capacidad de funcionamiento sumamente eficaz. Generalmente, estas máquinas incorporan un par de arrollamientos espirales entrelazados, a uno de los cuales se le hace orbitar en relación con el otro para definir una o más cámaras móviles que disminuyen de tamaño progresivamente a medida que se desplazan desde una abertura de aspiración exterior hacia una abertura de descarga central. Está provisto un motor eléctrico que funciona para accionar el miembro espiral orbital por medio de un árbol motriz adecuado fijado al rotor del motor. En un compresor hermético, el fondo de la carcasa hermética normalmente contiene un cárter de aceite por propósitos de lubricación y enfriamiento. Aunque el sistema de diagnóstico de la presente invención se describirá conjuntamente con un compresor espiral, ha de entenderse que el sistema de diagnóstico de la presente invención puede usarse también con otros tipos de compresores.

Tradicionalmente, cuando un sistema de aire acondicionado o refrigeración no rinde tal como se diseñó, se llama a un técnico al lugar para que resuelva el problema. El técnico realiza una serie de comprobaciones que ayudan a aislar el problema con el sistema. Una de las causas del problema del sistema podría ser el compresor usado en el sistema. 30 Un compresor defectuoso presenta algunos patrones de funcionamiento que podrían usarse para detectar el hecho de que el compresor es defectuoso. Por desgracia, muchas otras causas de problemas del sistema pueden atribuirse a otros componentes del sistema y estas otras causas también pueden afectar al rendimiento del compresor y su patrón de funcionamiento. Es posible analizar los problemas del sistema y los patrones de funcionamiento y determinar que el compresor es defectuoso cuando, de hecho, el problema radica en otra parte y el compresor no es el problema. Esta 35 confusión de causas habitualmente tiene como resultado la sustitución de un compresor en buen estado. Este error en la diagnosis es costoso puesto que el compresor es generalmente el componente más caro del sistema. Agrava más el problema el hecho de que la causa fundamental del problema del sistema no se ha resuelto y el problema vuelve a aparecer en el tiempo. Cualquier herramienta que pueda ayudar a evitar el diagnóstico equivocado del problema del sistema tal como se describió anteriormente resultaría útil y económica. La presente invención desvela un dispositivo que aumenta la exactitud de la diagnosis de problemas para un sistema de aire acondicionado o refrigeración. 40

Una gran parte de los compresores usados en sistemas de aire acondicionado y refrigeración tienen dispositivos de protección incorporados denominados “protectores de rotura de línea interna” Estos protectores son dispositivos térmicamente sensibles que están cableados en serie eléctrica con el motor. Los protectores reaccionan térmicamente a la corriente de línea extraída por el motor y también otras temperaturas dentro del compresor incluyendo, pero no limitadas a la temperatura del gas de descarga, la temperatura del gas de aspiración o la temperatura de un componente particular en el compresor. Cuando una de estas temperaturas excede un umbral diseñado, el protector abrirá la conexión eléctrica al motor. Esto apaga el motor que hace funcionar el compresor que a su vez apaga el compresor y le impide que funcione en zonas que conducirían a su fallo. Después de un periodo de tiempo, cuando las temperaturas han descendido a niveles seguros, el protector se restablece automáticamente y el compresor vuelve a funcionar. Las temperaturas a las que el protector está reaccionando son un resultado del funcionamiento del compresor y todo el sistema de refrigeración o aire acondicionado. El funcionamiento del compresor o el funcionamiento de todo el sistema pueden influir en las temperaturas detectadas por estos protectores. El aspecto significativo del sistema de protección es que algunas categorías de fallos disparan repetidamente el protector con muy corto tiempo de encendido del compresor y otras categorías de fallos disparan el protector menos frecuentemente, proporcionando así tiempos de encendido del compresor relativamente más prolongados. Por ejemplo, un compresor con cojinetes agarrotados dispararía el protector en menos de aproximadamente veinte segundos o de tiempo de encendido o menos. Por otra parte, un sistema que tenga una carga de refrigerante muy baja disparará el protector después de típicamente más de noventa minutos de tiempo de encendido. Un análisis de la frecuencia de disparo, los tiempos de restablecimiento de disparo y los tiempos de encendido del compresor proporcionará pistas valiosas al identificar la causa de los problemas del sistema. 60

El documento US5.454.229 desvela medios para monitorizar condiciones de fallo del compresor. Sin embargo, no se hace ningún intento de diagnosticar el problema. 65

La presente invención proporciona un dispositivo que se basa en este principio y se define en la reivindicación 1. El dispositivo de la realización preferida registra continuamente el estado del protector (abierto o cerrado) como una función de tiempo y luego analiza esta información de estado para determinar una situación defectuosa. El dispositivo

va más allá y aísla el fallo del compresor o del resto del sistema. Una vez que el fallo ha sido aislado, el dispositivo activará un indicador visual (luz) y también enviará una señal eléctrica a cualquier dispositivo inteligente (controlador, ordenador, etc.) informando acerca de la situación. El técnico, al llegar a la escena, tiene entonces una indicación clara de que lo más probable es que el problema está en los componentes del sistema distintos del compresor o lo más probable es que el problema está en el compresor. Luego puede centrar su localización y resolución de problemas adicional en el área identificada. El dispositivo evita así la situación descrita previamente de una diagnosis confusa y el potencial de sustituir equivocadamente un compresor en buen estado.

Además del estado del protector, puede reunirse información adicional mediante sensores que monitorizan otras características de funcionamiento del sistema de refrigeración como la tensión de alimentación y la temperatura ambiente exterior. Esta información adicional puede usarse luego para diagnosticar más detenidamente los problemas asociados al sistema de refrigeración o aire acondicionado.

Más áreas de aplicabilidad de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada proporcionada en lo sucesivo. Debería entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indican la realización preferida de la invención, están pensados únicamente por propósitos de ilustración y no están pensados para limitar el ámbito de la invención.

La presente invención se entenderá más plenamente a partir de la descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que

La Figura 1 es una sección transversal vertical de un compresor espiral hermético que incorpora el sistema de diagnóstico para compresor único de acuerdo con la presente invención;

la Figura 2 es una representación esquemática del sistema de diagnóstico para un motor monofásico para el compresor de acuerdo con la presente invención;

la Figura 3 es una representación esquemática de un sistema de diagnóstico para un motor trifásico para el compresor de acuerdo con otra realización de la presente invención;

la Figura 4 es un organigrama del sistema de diagnóstico para el motor monofásico para el compresor de acuerdo con la presente invención;

la Figura 5 es un organigrama del sistema de diagnóstico para el motor trifásico para el compresor de acuerdo con la presente invención;

la Figura 6 es un organigrama que se sigue cuando se diagnostica un sistema de compresor;

la Figura 7 es una vista esquemática de un sistema de refrigeración típico que utiliza el compresor y el sistema de diagnóstico de acuerdo con la presente invención;

la Figura 8 es una vista en perspectiva de un contactor integrado con el conjunto de circuitos del sistema de diagnóstico de acuerdo con otra realización de la presente invención;

la Figura 9 es una vista esquemática que ilustra el conjunto de circuitos del contactor ilustrado en la Figura 8;

la Figura 10 es una vista esquemática de un enchufe de compresor que ilustra el conjunto de circuitos del sistema de diagnóstico de acuerdo con otra realización de la presente invención;

la Figura 11 es un organigrama de un sistema de diagnóstico para el compresor de acuerdo con otra realización de la presente invención;

la Figura 12 es un cuadro que indica los posibles fallos del sistema basándose en el tiempo de encendido antes de los disparos;

la Figura 13 es un gráfico que muestra la corriente eléctrica frente a la temperatura del condensador;

la Figura 14 es un gráfico que muestra el tanto por ciento de tiempo de funcionamiento frente a la temperatura ambiente exterior; y

la Figura 15 es una ilustración esquemática de un sistema de diagnóstico de acuerdo con la presente invención.

La siguiente descripción de la(s) realización(es) preferida(s) es simplemente de naturaleza ejemplar y su intención no es, de ninguna manera, limitar la invención, su aplicación, o los usos.

Haciendo referencia ahora a los dibujos en los que los números de referencia iguales designan partes iguales o correspondientes a lo largo de las varias vistas, en la Figura 1 se muestra un compresor espiral que incorpora el sistema de diagnóstico para compresor único de acuerdo con la presente invención y que está designado en general

ES 2 346 752 T3

por el número de referencia 10. Aunque el compresor 10 se está ilustrando como un compresor espiral conjuntamente con un sistema de refrigeración o aire acondicionado, entra dentro del ámbito de la presente invención utilizar, si se desea, otros tipos de compresores en el sistema de refrigeración o aire acondicionado así como tener cualquiera de los diseños de compresor conjuntamente con otros tipos de sistemas.

El compresor espiral 10 comprende una carcasa hermética generalmente cilíndrica 12 que tiene soldada en el extremo superior de la misma una tapa 14 y en el extremo inferior del mismo una base 16 que tiene una pluralidad de patas de montaje (no mostradas) formadas integralmente con el mismo. La tapa 14 está provista de un accesorio de descarga de refrigerante 18 que puede tener la válvula de descarga habitual en el mismo. Una separación que se extiende transversalmente 20 está fijada a la carcasa 12 estando soldado alrededor de su periferia en el mismo punto que la tapa 14 está soldada a la carcasa 12. Un bastidor de montaje de compresor 22 está encajado a presión dentro de la carcasa 12 y está sostenido por el extremo de la base 16. La base 16 es de diámetro ligeramente menor que la carcasa 12 de manera que la base 16 es recibida dentro de la carcasa 12 y está soldada alrededor de su periferia como se muestra en la Figura 1.

Los elementos fundamentales del compresor 10 que están fijados al bastidor 22 incluyen un montaje de caja de cojinete principal de dos piezas 24, una caja de cojinete inferior 26 y un estator de motor 28. Un árbol motriz o cigüeñal 30 que tiene una muñequilla de cigüeñal excéntrica 32 en el extremo superior del mismo está articulado de manera rotatoria en un cojinete 34 asegurado dentro del montaje de caja de cojinete principal 24 y un segundo cojinete 36 asegurado dentro de la caja de cojinete inferior 26. El cigüeñal 30 tiene en el extremo inferior del mismo un taladro concéntrico de diámetro relativamente grande 38 que comunica con un taladro de menor diámetro colocado radialmente hacia fuera 40 que se extiende hacia arriba desde el mismo hasta la parte superior del cigüeñal 30. La porción inferior del interior de la carcasa 12 define un cárter de aceite 44 que se llena con aceite lubricante hasta un nivel ligeramente por encima del extremo inferior de un rotor, y el taladro 38 actúa como una bomba para bombear fluido lubricante por el cigüeñal 30 y dentro del taladro 40 y en última instancia a todas las diversas porciones del compresor 10 que requieren lubricación.

El cigüeñal 30 es accionado de manera rotatoria por un motor eléctrico que incluye el estator 28, devanados 46 que pasan a través del mismo y un rotor 48 encajado a presión dentro del cigüeñal 30. Un contrapeso superior 50 está asegurado al cigüeñal 30 y un contrapeso 52 está asegurado al rotor 48. Un protector de temperatura 54, del tipo habitual, está provisto en las inmediaciones de los devanados del motor 46. El protector de temperatura 54 desconectará el motor si el protector térmico 54 excede su intervalo de temperatura normal. El protector de temperatura 54 puede ser calentado por los devanados del motor 46, el gas de aspiración del interior de una cámara de aspiración 56 y/o el gas de descarga del interior de una cámara de descarga 58 que se libera dentro de la cámara de aspiración 56. Tanto la cámara de aspiración 56 como la cámara de descarga 58 están definidas por la carcasa 12, la tapa 14, la base 16 y la separación 22 como se muestra en la Figura 1.

La superficie superior del montaje de caja de cojinete principal de dos piezas 24 está provista de una superficie plana de cojinete de empuje sobre la que está dispuesto un miembro espiral orbital 60 que tiene el álabe espiral o arrollamiento 62 que se extiende hacia arriba desde una placa terminal 64. Proyectándose hacia abajo desde la superficie inferior de la placa terminal 64 del miembro espiral orbital 60 está un cubo cilíndrico 66 que tiene un cojinete liso en el mismo y que está dispuesto de manera rotatoria un casquillo de accionamiento 68 que tiene un taladro interior en el que está dispuesta de manera accionable la muñequilla de cigüeñal 32. La muñequilla de cigüeñal 32 tiene una parte plana sobre una superficie que engrana de manera accionable en una superficie plana formada en una porción del taladro interior del casquillo de accionamiento 68 para proporcionar una disposición de accionamiento radialmente conforme, como se muestra en patente de invención de EE.UU. 4.877.382 del cesionario. También está provista una junta Oldham 70 colocada entre el miembro espiral orbital 60 y dos montajes de caja de cojinete de dos piezas 24. La junta Oldham 70 está enchavetada al miembro espiral orbital 60 y a un miembro espiral no orbital 72 para impedir el movimiento de rotación del miembro espiral orbital 60.

El miembro espiral no orbital 72 también está provisto de un arrollamiento 74 que se extiende hacia abajo desde una placa terminal 76 que está colocada en engrane con el arrollamiento 62 del miembro espiral orbital 60. El miembro espiral no orbital 72 tiene un conducto de descarga dispuesto centralmente 78 que comunica con un hueco abierto hacia arriba 80 que, a su vez, está en comunicación con la cámara de descarga 58. También está formado un hueco anular 82 en el miembro espiral no orbital 72 dentro del cual está dispuesto un montaje de junta hermética flotante 84.

Los huecos 80 y 82 y el montaje de junta hermética flotante 84 cooperan para definir cámaras de derivación de presión axial que reciben fluido a presión que es comprimido por los arrollamientos 62 y 74 para ejercer una fuerza de derivación axial sobre el miembro espiral no orbital 72 para forzar así a las puntas de los arrollamientos respectivos 62 y 74 a engrane hermético con las superficies extremas opuestas de las placas terminales 76 y 64, respectivamente. El montaje de junta hermética flotante es preferentemente del tipo descrito con mayor detalle en la patente de invención de EE.UU. 5.156.639 del cesionario. El miembro espiral no orbital 72 está diseñado para ser montado para movimiento axial limitado con respecto al montaje de caja de cojinete principal de dos piezas 24 de una manera adecuada como se desvela en la patente de invención de EE.UU. 4.877.382 anteriormente mencionada o la patente de invención de EE.UU. 5.102.316 del cesionario.

El compresor 10 está alimentado por electricidad que es proporcionada al motor eléctrico dentro de la carcasa 12 a través de un enchufe eléctrico moldeado 90.

ES 2 346 752 T3

Haciendo referencia ahora a las Figuras 1 a 3, la presente invención está dirigida a un sistema de diagnóstico para compresor único 100. El sistema de diagnóstico 100 comprende uno o más dispositivos sensores de corriente 102 y el conjunto de circuitos lógicos asociado 104. Los dispositivos sensores de corriente 102 están montados en un alojamiento 106 montado externamente a la carcasa 12. El conjunto de circuitos lógicos 104 puede estar montado en el alojamiento 106 o puede estar situado en una posición conveniente con respecto al compresor 10 como se muestra en líneas ocultas en la Figura 2. Opcionalmente, el dispositivo sensor y el conjunto de circuitos pueden estar integrados dentro de un contactor especial, un mazo de cables especial o dentro de un enchufe moldeado utilizado para algunos diseños de compresor.

Los dispositivos sensores de corriente 102 detectan la corriente en los cables de alimentación que alimentan al compresor 10. La Figura 2 ilustra dos dispositivos sensores de corriente 102 conjuntamente con un motor monofásico. Uno de los dispositivos sensores de corriente 102 está asociado a los devanados principales para el motor del compresor y el otro dispositivo sensor de corriente 102 está asociado a los devanados auxiliares para el motor del compresor. La Figura 3 también ilustra dos dispositivos sensores de corriente 102 conjuntamente con un motor trifásico. Cada dispositivo sensor de corriente 102 está asociado a una de las fases de la fuente de alimentación trifásica. Aunque la Figura 3 ilustra dos dispositivos sensores de corriente que detectan corriente en dos fases de la fuente de alimentación trifásica, entra dentro del ámbito de la presente invención incluir un tercer sensor de corriente 102 para detectar la corriente en la tercera fase de la fuente de alimentación trifásica como se muestra en líneas ocultas en la Figura 3, si se desea. Estas señales de corriente representan una indicación del estado del protector 54 (abierto o cerrado). Aunque los dispositivos sensores de corriente 102 detectan el estado del protector 54 utilizando la corriente en los cables de alimentación, también es posible detectar el estado del protector 54 detectando la presencia o ausencia de tensión en el lado del motor del protector 54. Los inventores de la presente invención consideran que esto es un procedimiento menos deseable pero efectivo en algunos casos porque requiere una clavija de paso hermética que se extiende a través de la carcasa 12. Las señales recibidas desde los dispositivos sensores de corriente 102 son combinadas en el conjunto de circuitos lógicos 104 con la señal de demanda para el compresor 10. La señal de demanda para el compresor 10 se adquiere detectando la presencia de tensión de alimentación o con un controlador de sistema (no mostrado) que suministra una señal discreta que representa la demanda. La señal de demanda y la señal recibida por el conjunto de circuitos lógicos 104 son procesadas por el conjunto de circuitos lógicos 104 para obtener la información acerca de la frecuencia de disparo del protector 54 y el tiempo de encendido y el tiempo de apagado medios del compresor 10. El conjunto de circuitos lógicos 104 analiza la combinación de señales de corriente, la señal de demanda y las frecuencias de disparo del protector obtenidas para determinar si existe una condición de fallo. El conjunto de circuitos lógicos también tiene la capacidad única de identificar una causa específica basándose en algunos fallos. Esta información se proporciona al personal de servicio usando una luz LED verde 110 y una luz LED amarilla 112. La luz LED verde 110 se utiliza para indicar que actualmente no hay condición de fallo y que el sistema está funcionando normalmente.

La luz LED amarilla 112 se utiliza para indicar la presencia de un fallo. Cuando la luz LED amarilla 112 está encendida, la luz LED verde 110 está apagada. Así, la luz LED amarilla 112 se utiliza para comunicar visualmente que hay un fallo, así como indicar el tipo de fallo que está presente. Esta comunicación se logra encendiendo la luz LED amarilla 112 y luego apagándola durante una duración y secuencia específicas para indicar tanto que hay un fallo como para identificar qué fallo es: por ejemplo, encender la luz 112 durante un segundo y apagarla durante diecinueve segundos y repetir esta secuencia cada veinte segundos creará el efecto de una luz parpadeante que parpadea encendiéndose una vez cada veinte segundos. Esta secuencia corresponde a un tipo de fallo que está codificado como un fallo de tipo 1. Si la luz 112 parpadea encendiéndose dos veces durante un segundo durante la ventana de veinte segundos, es una indicación de que está presente un fallo que está codificado como tipo 2. Esta secuencia continúa para indicar un tipo 3, un tipo 4, etcétera, con el tipo de fallo indicándose mediante el número de parpadeos de la luz 112. Este esquema de parpadeo de la luz 112 durante un número específico de veces se emplea para comunicar visualmente al técnico los diversos tipos de fallos detectados por el conjunto de circuitos lógicos 104. Aunque la presente invención utiliza la luz parpadeante 112 para transmitir los códigos de fallo, entra dentro del ámbito de la presente invención utilizar una pluralidad de luces para aumentar la efectividad de la transmisión de un gran número de códigos de fallo, si se desea. Además, también pueden emplearse otros procedimientos para proporcionar el código por defecto, incluyendo proporcionar una salida de tensión codificada que puede estar interconectada con otros dispositivos electrónicos.

Además de comunicar visualmente el código de fallo específico usando la luz 112, el conjunto de circuitos lógicos 104 también produce como salida una secuencia codificada de impulsos eléctricos hacia otros controladores inteligentes que puedan existir en el sistema. Estos impulsos codificados representan el tipo de fallo que ha sido detectado por el sistema de diagnóstico 100. Los tipos de fallos que pueden ser detectados por el conjunto de circuitos lógicos 104 incluyen, pero no están limitados a:

1. El protector se ha “disparado”.

2. El devanado auxiliar de un motor monofásico no tiene alimentación o está abierto o tiene un condensador de marcha defectuoso.

3. El devanado principal de un motor monofásico no tiene alimentación o que el devanado está abierto.

4. El disyuntor principal tiene contactos que se han cerrado soldados.

ES 2 346 752 T3

5. Falta una de las fases en un circuito trifásico.

6. La secuencia de fases en un circuito trifásico está invertida.

7. La tensión de alimentación es muy baja.

8. El rotor del interior del compresor se ha agarrotado.

9. El protector está disparándose debido a problemas del circuito de refrigeración del lado de alta presión del sistema.

10. El protector está disparándose debido a problemas del circuito de refrigeración del lado de presión inferior del sistema.

11. Los devanados del motor están abiertos o el protector de rotura de línea interna es defectuoso.

12. La tensión de alimentación al compresor es baja.

Como variación respecto a lo anterior, tal como se muestra en la figura 3, el sistema de diagnóstico 100 puede enviar sólo el estado del protector 54 a un dispositivo inteligente 116. En esta opción, los parámetros de frecuencias de disparo, tiempos de encendido y tiempos de apagado con la información de diagnosis pueden generarse en el dispositivo inteligente 116. El dispositivo inteligente 116 puede ser un controlador de compresor asociado al compresor 10, puede ser un controlador de sistema que monitoriza una pluralidad de compresores 10, puede ser un dispositivo situado a distancia o puede ser cualquier otro dispositivo que se seleccione para monitorizar el sistema de diagnóstico 100 de uno o más compresores.

La Figura 4 representa un organigrama para el sistema de diagnóstico 100 conjuntamente con un compresor monofásico. La señal de demanda se proporciona al conjunto de circuitos lógicos 104 procedente de un dispositivo o contactor 120 (Figuras 2 y 3) junto con la señal de corriente procedente de dispositivos sensores 102. Cuando el sistema se pone en marcha inicialmente, se realiza un procedimiento de inicialización en 122 y, si tiene éxito, el sistema, como se muestra por la flecha 124, pasa a una condición de apagado normal como se muestra en 126. Cuando está en la condición de apagado normal 126, si se proporciona al sistema una señal de demanda, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 128 a una condición de marcha normal mostrada en 130. Una vez que se ha cumplido con la demanda, el sistema regresa a la condición de apagado normal 126 como se muestra por la flecha 132.

Mientras está en la condición de apagado normal 126, si se detecta corriente en el devanado principal o corriente en el devanado auxiliar y no ha habido señal de demanda, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 134 a una condición de contactor cortocircuitado 136. Mientras se indica la condición de contactor cortocircuitado 136, si se indica la demanda, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 138 a la condición de marcha normal 130. La condición de marcha normal 130 continúa hasta que la demanda ha sido satisfecha donde el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 132 de vuelta a la condición de apagado normal 126 que puede desplazarse de nuevo a la condición de contactor cortocircuitado 136 dependiendo de si se detecta o no corriente en los devanados principal o auxiliar.

Mientras funciona en la condición de marcha normal 130, puede seguirse uno de tres caminos aparte de regresar a la condición de apagado normal 126. En primer lugar, si el sistema detecta demanda y corriente del devanado principal pero no detecta corriente del devanado auxiliar, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 140 a una condición de circuito auxiliar abierto 142. Desde aquí, el sistema se desplaza a una condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 146 cuando no se detecta una corriente del devanado principal ni una corriente del devanado auxiliar. En segundo lugar, si el sistema detecta demanda y corriente del devanado auxiliar pero no detecta corriente del devanado principal, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 148 a una condición de circuito principal abierto 150. Desde aquí, el sistema se desplaza a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 152 cuando no se detecta una corriente del devanado principal ni una corriente del devanado auxiliar. En tercer lugar, si el sistema detecta demanda y no detecta corriente del devanado auxiliar ni corriente del devanado principal, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 154 a la condición de protector disparado 144.

Mientras funciona en la condición de protector disparado 144, puede seguirse uno de los cuatro caminos. En primer lugar, si se detecta corriente del devanado principal o corriente del devanado auxiliar y la demanda está satisfecha, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 160 a la condición de marcha normal 130. En segundo lugar, con el protector disparado, y la media de ventana móvil del tiempo de encendido del sistema ha sido menos de doce segundos, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 162 a una condición de marchas cortas múltiples. Desde la condición de marchas cortas múltiples, el sistema vuelve a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 166. En tercer lugar, con el protector disparado, y la media de ventana móvil del tiempo de encendido del sistema ha sido mayor de quince minutos, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 168 a una condición de marchas largas múltiples 170. El sistema vuelve a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 172. En cuarto lugar, con el protector disparado, si el tiempo disparado excede de cuatro horas, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 174 a una condición de pérdida de potencia o protector defectuoso 176.

ES 2 346 752 T3

Si, mientras el sistema está en la condición de pérdida de potencia o protector defectuoso 176 y se detecta corriente del devanado principal o del devanado auxiliar, el sistema vuelve a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 178.

5 Cuando el sistema se desplaza a las diversas posiciones mostradas en la Figura 4, el parpadeo de la luz 112 está dictado por la condición de fallo detectada. En la realización preferida, si se detecta una condición de protector disparado en 154 porque está presente demanda pero falta corriente, la luz 112 parpadea una vez. Si el compresor 10 está agarrado o hay un problema de baja tensión de alimentación como se indica por la flecha 162 porque el tiempo medio de encendido durante los últimos cinco disparos fue menos de doce segundos, la luz 112 parpadea dos veces. Si los devanados del motor están abiertos, el protector es defectuoso o el contactor es defectuoso como se indica por la flecha 174 porque el tiempo de apagado es mayor de cuatro horas, la luz 112 parpadea tres veces. Si los devanados auxiliares están abiertos o hay un condensador de marcha defectuoso como se indica por la flecha 140, la luz 112 parpadea cuatro veces. Si el devanado principal está abierto como se indica por la flecha 148, la luz 112 parpadea cinco veces. Si el contactor está soldado como se indica por la flecha 134 porque se detecta corriente pero no hay demanda, la luz 112 parpadea seis veces. Por último, si hay disparos repetidos del protector debido a otros problemas del sistema como se indica por la flecha 168 porque el tiempo medio de encendido durante los últimos cinco disparos fue menos de quince minutos, la luz 112 parpadea siete veces.

La Figura 5 representa un organigrama para el sistema de diagnóstico 100 conjuntamente con un compresor trifásico. La señal de demanda se proporciona al conjunto de circuitos lógicos 104 procedente del contactor 120 (Figuras 2 y 3) junto con la señal de corriente procedente de dispositivos sensores 102. Cuando el sistema se pone en marcha inicialmente, se realiza un procedimiento de inicialización en 122 y, si tiene éxito, el sistema, como se muestra por la flecha 124, pasa a una condición de apagado normal como se muestra en 126. Cuando está en la condición de apagado normal 126, si se proporciona al sistema una señal de demanda, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 128 a una condición de marcha normal mostrada en 130. Una vez que se ha cumplido con la demanda, el sistema regresa a la condición de apagado normal 126 como se muestra por la flecha 132.

Mientras está en la condición de apagado normal 126, si se detecta corriente en una de las tres fases o se detecta corriente en una segunda de las tres fases y no ha habido señal de demanda, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 234 a una condición de contactor cortocircuitado 136. Mientras se indica la condición de contactor cortocircuitado 136, si se indica la demanda, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 238 a la condición de marcha normal 130. La condición de marcha normal 130 continúa hasta que la demanda ha sido satisfecha donde el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 132 de vuelta a la condición de apagado normal 126 que puede desplazarse de nuevo a la condición de contactor cortocircuitado 136 dependiendo de si se detecta o no corriente en los devanados principal o auxiliar.

Mientras funciona en la condición de marcha normal 130, puede seguirse uno de tres caminos aparte de regresar a la condición de apagado normal 126. En primer lugar, si el sistema detecta demanda y once milisegundos es menos que la diferencia de tiempo de paso por cero entre la primera y segunda fases de la fuente de alimentación trifásica o esta diferencia de tiempo es menos de catorce milisegundos, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 240 a una condición de secuencia de fases invertida 242. Desde aquí, el sistema se desplaza a una condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 246 cuando no se detecta una corriente de primera fase o una corriente de segunda fase. En segundo lugar, si el sistema detecta demanda y dieciséis milisegundos es menos que la diferencia de tiempo de paso por cero entre la primera y segunda fases o esta diferencia de tiempo es menos de veintidós milisegundos, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 248 a una condición de falta de fase 250. Desde aquí, el sistema se desplaza a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 252 cuando no se detecta una corriente de primera fase ni una corriente de segunda fase. En tercer lugar, si el sistema detecta demanda y no detecta corriente de primera fase ni corriente de segunda fase, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 254 a la condición de protector disparado 144.

Mientras funciona en la condición de protector disparado 144, puede seguirse uno de cuatro caminos. En primer lugar, si se detecta corriente de primera fase o corriente de segunda fase y la demanda está satisfecha, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 260 a la condición de marcha normal 130. En segundo lugar, con el protector disparado, y la media de ventana móvil del tiempo de encendido del sistema ha sido menos de doce segundos, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 162 a una condición de marchas cortas múltiples 164. Desde la condición de marchas cortas múltiples, el sistema vuelve a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 166. En tercer lugar, con el protector disparado, y la media de ventana móvil del tiempo de encendido del sistema ha sido mayor de quince minutos, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 168 a una condición de marchas largas múltiples 170. El sistema vuelve a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 172. En cuarto lugar, con el protector disparado, si el tiempo disparado excede de cuatro horas, el sistema se desplaza como se muestra por la flecha 174 a una condición de pérdida de potencia o protector defectuoso 176. Si, mientras el sistema está en la condición de pérdida de potencia o protector defectuoso 176 y se detecta corriente de primera fase o corriente de segunda fase, el sistema vuelve a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 278.

Cuando el sistema se desplaza a las diversas posiciones mostradas en la Figura 5, el parpadeo de la luz 112 está dictado por la condición de fallo detectada. En la realización preferida, si se detecta una condición de protector disparado en 254 porque está presente demanda pero falta corriente, la luz 112 parpadea una vez. Si el compresor 10

ES 2 346 752 T3

está agarrado o hay un problema de baja tensión de alimentación como se indica por la flecha 162 porque el tiempo medio de encendido durante los últimos cinco disparos fue menos de doce segundos, la luz 112 parpadea dos veces. Si los devanados del motor están abiertos, el protector es defectuoso o el contactor es defectuoso como se indica por la flecha 174 porque el tiempo de apagado es mayor de cuatro horas, la luz 112 parpadea tres veces. Si el contactor está soldado como se indica por la flecha 234 porque se detecta corriente pero no hay demanda, la luz 112 parpadea cuatro veces. Si hay disparos repetidos del protector debido a otros problemas del sistema como se indica por la flecha 168 porque el tiempo medio de encendido durante los últimos cinco disparos fue menos de quince minutos, la luz 112 parpadea cinco veces. Si las fases de la fuente de alimentación están invertidas como se indica por la flecha 240 porque la diferencia de tiempo de paso por cero es entre once y catorce milisegundos, la luz 112 parpadea seis veces. Por último, si falta una fase en la fuente de alimentación trifásica como se indica por la flecha 248 porque la diferencia de tiempo de paso por cero es entre dieciséis y veintiún milisegundos, la luz 112 parpadea siete veces.

Aunque la técnica anterior se ha descrito como monitorizando las medias de ventanas móviles para el compresor 10, entra dentro del ámbito de la presente invención que el conjunto de circuitos lógicos 104 utilice un tiempo real o las condiciones instantáneas para el compresor 10. Por ejemplo, al considerar las flechas 162 ó 168, en lugar de considerar la media de ventana móvil, el conjunto de circuitos lógicos 104 podría considerar el tiempo de funcionamiento previo para el compresor 10.

La Figura 6 representa un organigrama que se sigue cuando se diagnostica un problema del sistema. En la etapa 300, el técnico determina si hay un problema comprobando los LED en la etapa 302. Si el LED verde 110 está iluminado, la indicación en 304 es que el compresor 10 está funcionando normalmente y el problema es con otros componentes. Si la luz LED amarilla 112 está parpadeando, el técnico cuenta el número de parpadeos en 306. Basándose en el número de parpadeos de la luz 112 se hace la determinación del tipo de fallo en 308. El fallo es corregido y el sistema es recuperado y arrancado en 310. El sistema regresa a la etapa 300 que indicará de nuevo cualquier fallo con el compresor 10.

Por lo tanto, el sistema de diagnóstico 100 proporciona al técnico que llega a la escena una indicación clara de dónde es más probable que esté presente el problema con el sistema. El técnico puede dirigir entonces su atención a la causa más probable del problema y evitar posiblemente la sustitución de un compresor en buen estado.

La Figura 7 ilustra un sistema de refrigeración típico 320. El sistema de refrigeración 320 incluye el compresor 10 en comunicación con un condensador 322 que está en comunicación con un dispositivo de expansión 324 que está en comunicación con un evaporador 326 que está en comunicación con el compresor 10. La tubería de refrigerante 328 conecta los diversos componentes como se muestra en la Figura 7.

Haciendo referencia ahora a la Figura 8, se ilustra un contactor 120 que incorpora el sistema de diagnóstico 100 en forma de sensores de corriente 102, el conjunto de circuitos lógicos 104, la luz LED verde 110 y la luz amarilla 112. El contactor 120 está diseñado para recibir información procedente de diversos controles del sistema como un termostato del sistema 350 (Figuras 2 y 3), un grupo de dispositivos de seguridad del sistema 352 (Figuras 2 y 3) y/u otros sensores incorporados dentro del sistema y basándose en tres entradas proporcionan energía al compresor 10.

El contactor 120 incluye un conjunto de conectores de entrada de alimentación 354, un conjunto de conectores de salida de alimentación 356, un conjunto de conectores de bobinas del contactor 358, la luz 110 y la luz 112. El esquema interno para el contactor 120 se muestra en la Figura 9. Una fuente de alimentación 360 recibe energía de los conectores 354, convierte la alimentación de entrada según se necesite y luego suministra la energía requerida al conjunto de circuitos de entrada 362, el conjunto de circuitos de procesamiento 364 y el conjunto de circuitos de salida 366, que forman colectivamente el conjunto de circuitos lógicos 104.

El conjunto de circuitos de entrada 362 recibe la entrada procedente de los sensores de corriente 102 y la señal de demanda para diagnosticar la salud del compresor 10. La información recibida por el conjunto de circuitos de entrada 362 se dirige al conjunto de circuitos de procesamiento 364 que analiza la información proporcionada y luego proporciona información al conjunto de circuitos de salida 366 para hacer funcionar el compresor 10 y/o activar las luces LED 110 y 112. La incorporación del conjunto de circuitos lógicos 104 dentro del contactor 120 simplifica el sistema debido al hecho de que tanto la energía de línea como la señal de demanda ya se proporcionan al contactor 120. La función y funcionamiento del sistema de diagnóstico 100 incorporado dentro del contactor 120 es igual que como se describió anteriormente para el alojamiento 106.

Haciendo referencia ahora a la Figura 10, el enchufe moldeado 90 se ilustra incorporando el sistema de diagnóstico 100 en forma de sensores de corriente 102, el conjunto de circuitos lógicos 104, la luz 110 y la luz 112. En algunas aplicaciones, la incorporación del sistema de diagnóstico 100 dentro del enchufe moldeado 90 ofrece algunas claras ventajas. Cuando el sistema de diagnóstico 100 está incorporado dentro del enchufe moldeado 90, se proporciona energía a través de los conectores 354 y también debe proporcionarse al sistema de diagnóstico desde la alimentación de entrada o puede proporcionarse por separado a través del conector 370. Además, la señal de demanda también debe proporcionarse al enchufe 90 y esto puede hacerse a través de los conectores 372. La función y funcionamiento del sistema de diagnóstico 100 incorporado dentro del enchufe moldeado 90 es igual que como se describió anteriormente para el alojamiento 106. La comunicación desde el enchufe 90 se logra a través de la conexión 374.

Las Figuras 4 y 5 ilustran organigramas para el sistema de diagnóstico 100. Mientras está funcionando en la condición de protector disparado 144, se siguen caminos diferentes dependiendo de la media de ventana móvil del tiempo de encendido o el tiempo de encendido del ciclo previo. Estos diversos caminos ayudan a determinar qué tipo de fallo está presente.

Este concepto puede ampliarse haciendo suposiciones adicionales basadas en el tiempo de encendido del compresor entre disparos de sobrecarga. La duración del tiempo de encendido del compresor antes del disparo por sobrecarga puede ampliarse para que sea útil en el diagnóstico si el fallo está ubicado probablemente en el lado alto (condensador) o en el lado bajo (evaporador) del sistema de refrigeración o aire acondicionado. Esta información añadida ayudaría al técnico a acelerar su búsqueda del fallo. La Figura 11 ilustra el organigrama para un sistema de diagnóstico 100. Aunque la Figura 11 ilustra un sistema de diagnóstico para un motor monofásico, el sistema de diagnóstico ilustrado en la Figura 11 y descrito más adelante puede utilizarse con un motor trifásico, si se desea.

Usando este procedimiento, hay cuatro fallos fundamentales del sistema, como se muestra en la Figura 12, que pueden identificarse basándose en el tiempo de encendido y/o el tiempo de apagado. En primer lugar, una condición de "rotor bloqueado" (disparo LR) resulta típicamente de un bloqueo mecánico del compresor o un problema de arranque eléctrico desde una fuente exterior. Esto tiene como resultado el tiempo de disparo más corto habitualmente al cabo de veinte segundos o menos. Esto se ilustra en la Figura 11 por la flecha 162' que conduce a una condición de rotor bloqueado 164: desde la condición de rotor bloqueado 164, el sistema regresa a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 166'. En segundo lugar, una condición de "ciclo corto" se debe típicamente a conexión automática y desconexión de los interruptores de presión de seguridad del lado alto o el lado bajo. Tanto el tiempo de encendido como el tiempo de apagado durante el ciclo corto son típicamente del orden de dos minutos o menos. Esto se ilustra en la Figura 11 por la flecha 162" que conduce a una condición de marcha de ciclo corto 164". Desde la condición de marcha de ciclo corto 164", el sistema regresa a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 166'. En tercer lugar, una condición de disparo por sobrecarga normal (disparo del protector) es la que se espera que ocurra más a menudo imponiendo una condición de máxima carga sobre el compresor debido a fallos del sistema como un ventilador del condensador bloqueado o averiado. El tiempo de encendido entre disparos puede ser cualquiera de cuatro a noventa minutos, dependiendo de la gravedad de los fallos. Esto se ilustra en la Figura 11 por la flecha 168' que conduce a una condición de disparo por sobrecarga normal 170'. Desde la condición de disparo por sobrecarga normal 170', el sistema regresa a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 172'. Como se muestra en la Figura 12, el disparo por sobrecarga normal puede descomponerse en dos áreas separadas de la temperatura si el condensador 322 (Tc) es conocido. En cuarto lugar, una condición de fallo por "tiempo de funcionamiento elevado" tiene como resultado tiempos de marcha muy prolongados típicamente mayores de noventa minutos. Un termostato de tiempo de funcionamiento normal del cincuenta por ciento que se repite cíclicamente basándose en una frecuencia de tres ciclos por hora produciría un tiempo de encendido de diez minutos. Por lo tanto, funcionar más de noventa minutos es típicamente un fallo. Esto se ilustra en la Figura 11 por la flecha 174' que conduce a un fallo por pérdida de carga 176'. Desde el fallo por pérdida de carga 176', el sistema regresa a la condición de protector disparado 144 como se muestra por la flecha 178'. El sistema de diagnóstico 100' puede reemplazar al sistema de diagnóstico 100 mostrado en las Figuras 4 y 5 o el sistema de diagnóstico 101' puede funcionar simultáneamente con estos otros dos sistemas de diagnóstico.

Puede obtenerse información adicional usando sensores adicionales. Añadiendo sensores clave, los sistemas de diagnóstico descritos anteriormente pueden ampliarse a una mayor capacidad que puede distinguir claramente entre un fallo del compresor y un fallo del sistema en cualquier conjunto de condiciones.

Específicamente, para una tensión y un tipo de fuente de alimentación dados, la corriente de funcionamiento para el compresor 10 es principalmente una función prescrita de su presión de descarga y su presión de aspiración tal como se representa por las tablas o ecuaciones de rendimiento típicas publicadas. Típicamente, para la mayoría de los compresores espirales, la corriente del compresor varía principalmente con la presión de descarga y es bastante insensible a la presión de aspiración. Cuando se produce un fallo mecánico dentro de los compresores espirales, su corriente extraída aumentará significativamente a la misma presión de descarga. Por lo tanto, detectando la corriente con dispositivos sensores de corriente 102 y detectando la presión de descarga usando un sensor 330 como se muestra en la Figura 7, pueden detectarse la mayoría de los fallos dentro del compresor 10. Para una fuente de alimentación dada, un cambio de tensión puede afectar a su corriente. Sin embargo, estos cambios de tensión son habitualmente intermitentes y no permanentes, mientras que un fallo es típicamente permanente e irreversible. Esta diferencia puede distinguirse detectando la corriente con dispositivos sensores de corriente 102 y detectando la presión de descarga con el sensor 330 durante varios ciclos repetitivos.

Típicamente, el sensor de presión de descarga 330 es un componente bastante caro, especialmente para implementación en un sistema residencial. Una alternativa de bajo coste es usar un termistor CR sensor de temperatura 332 como se muestra en la Figura 7 montado en el punto medio del condensador 322 en un del tubo en U o los codos de retorno. Esta detección de temperatura es bastante bien conocida ya que se usa con control de descongelación de tipo de demanda para bombas de calor residenciales. La Figura 13 ilustra una relación típica entre la corriente del compresor y la temperatura de condensación. Una ecuación o tabla genérica para esta relación puede programarse previamente dentro de los sistemas de diagnóstico 100 ó 100'. Luego midiendo dos o tres puntos coordinados durante las veinticuatro horas iniciales de funcionamiento después de la primera instalación limpia; entonces puede obtenerse la curva y calibrarse para el sistema para uso como referencia sin fallo.

ES 2 346 752 T3

Además de los dispositivos sensores de corriente 102, el sensor de presión 330 o el sensor de temperatura 332, puede añadirse un sensor de temperatura ambiente exterior 334 como se muestra en las Figuras 2 y 3. La adición del sensor 334 es principalmente para detectar fallos del compresor aprovechando los datos procedentes de los sensores 102 y 330 ó 332 con los datos procedentes del sensor 334. Como tanto el sensor de temperatura 332 como el sensor de temperatura 334 se usan típicamente con controles de descongelación de tipo de demanda en bombas de calor residenciales, este concepto es bastante atractivo porque los técnicos ya están familiarizados con estos sensores y el coste añadido es sólo marginal.

La combinación de temperatura de condensación y delta T del condensador (temperatura de condensación menos temperatura ambiente) ahora proporciona una capacidad de diagnóstico más potente de los fallos del sistema tal como se ilustra más adelante incluyendo las bombas de calor en el modo de calentamiento porque la delta T se convierte en la temperatura de evaporación menos la temperatura ambiente. En el cuadro de más adelante en el modo de enfriamiento, la delta T representa la delta T del condensador y en el modo de calentamiento, la delta T representa la delta T del evaporador.

	Modo de enfriamiento	Modo de calentamiento
Ventilador exterior bloqueado/averiado o sobrecarga (lado alto)	Disparo por sobrecarga Delta T alta Tcond alta Corriente alta	Delta T baja
Ventilador impelente interior bloqueado/averiado o pérdida de carga (lado bajo)	Delta T baja Delta T baja Tiempo de funcionamiento prolongado	Disparo por sobrecarga Delta T baja Tiempo de funcionamiento prolongado
Inicio de descongelación	---	Delta T alta
Fallo del compresor	Corriente frente a Tcond	---
Pérdida de capacidad	% del tiempo de funcionamiento	% del tiempo de funcionamiento

Por último, ahora es posible diagnosticar la pérdida de capacidad con el añadido del sensor de ambiente exterior 334 usando el tanto por ciento del tiempo de funcionamiento como se muestra en la Figura 14. Ahora también es posible predecir el uso de energía del compresor porque se conoce la corriente, la tensión y el tiempo de funcionamiento. Puede monitorizarse e informarse de la utilización de energía a lo largo del tiempo.

En términos generales, la implementación de una herramienta de diagnóstico electrónico se ilustra en la Figura 15 con los dispositivos sensores de corriente 102, el sensor de temperatura del condensador 332 y el sensor de temperatura ambiente exterior 334. Como estos sensores proporcionan monitorización continua del sistema y no interruptores individuales, ahora es posible integrar la capacidad de protección de seguridad en este control y eliminar la necesidad de interruptores de seguridad de presión alta y baja.

Pueden lograrse capacidades de diagnóstico adicionales detectando la tensión en los cables de alimentación que alimentan al compresor 10. Como se muestra en las Figuras 2 y 3, ilustran sensores de tensión 402 incorporados para este propósito. Los compresores con roturas de líneas internas como el sensor de temperatura 54 “se dispararán” si la tensión de alimentación al compresor 10 desciende por debajo de un valor especificado. Este valor es típicamente el diez por ciento por debajo de la tensión nominal. Bajo esta condición de tensión reducida, la corriente del motor aumentará a un nivel que generaría suficiente calor para “disparar” el protector 54. Por consiguiente, si se conoce la tensión cuando se dispara el protector 54, esta condición de baja tensión puede marcarse como un fallo específico. El técnico de servicio puede entonces concentrarse en encontrar la causa de la condición de baja tensión. La tensión

ES 2 346 752 T3

puede detectarse por varios procedimientos. Puede detectarse directamente en los terminales de compresión como se muestra con los sensores 402 o en otros puntos del circuito eléctrico que alimenta al compresor 10. También puede detectarse indirectamente monitorizando la tensión de control del sistema usando un sensor 404 como se muestra en las Figuras 2 y 3. La tensión de control es típicamente un circuito de baja tensión (24 VAC) y se obtiene usando un transformador reductor (no mostrado). Esta tensión de control también cambiaría en proporción directa al cambio en la tensión de línea. Por consiguiente, la monitorización de la tensión de control podría proporcionar una idea de la tensión de línea.

La descripción de la invención es de naturaleza meramente ejemplar y, por lo tanto, la intención es que las variaciones que no se aparten de las reivindicaciones adjuntas estén dentro del ámbito de la invención.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende:

un compresor (10);

un motor (28, 46, 48) fijado a dicho compresor (10) para alimentar dicho compresor (10);

un protector de motor (54) asociado a dicho motor (28, 46, 48) y accionable entre una primera posición cuando dicho motor está dentro de parámetros de funcionamiento especificados y una segunda posición cuando dicho motor está fuera de dichos parámetros de funcionamiento;

un primer sensor (102) que monitoriza una característica de funcionamiento de dicho compresor (10);

un sistema de diagnóstico (100) que incluye un conjunto de circuitos lógicos (104) utilizable para analizar una condición de dicho protector de motor (54) como una función de tiempo basándose en información recibida desde dicho primer sensor (102) y para identificar una causa de fallo específica; y

un dispositivo inteligente (116) en comunicación con dicho conjunto de circuitos lógicos (104).

2. El sistema según la reivindicación 1, en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) determina un tiempo de funcionamiento para dicho compresor (10) y un tiempo de inactividad para dicho compresor (10).

3. El sistema según la reivindicación 1, en el que dicho sistema de diagnóstico (100) determina una duración de tiempo en que dicho motor (26, 46, 48) está fuera de dichos parámetros de funcionamiento especificados.

4. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende un enchufe eléctrico (90), estando integrados dicho conjunto de circuitos lógicos (104) y dicho dispositivo sensor (102) dentro de dicho enchufe eléctrico (90).

5. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que además comprende un contactor (120), estando integrados dicho conjunto de circuitos lógicos (104) y dicho dispositivo sensor (102) dentro de dicho contactor (120).

6. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho dispositivo inteligente genera información de diagnóstico a partir de la información de estado del protector recibida desde dicho conjunto de circuitos lógicos (104).

7. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende:

un segundo sensor (330, 334, 402) en comunicación con dicho conjunto de circuitos lógicos (104) y utilizable para monitorizar una característica de funcionamiento del sistema en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) recibe dicha característica de funcionamiento desde dicho segundo sensor.

8. El sistema según la reivindicación 7, en el que dicho segundo sensor es un sensor de presión (330) utilizable para monitorizar una presión de descarga de dicho compresor (10).

9. El sistema según la reivindicación 7, en el que dicho segundo sensor es un sensor de temperatura (334) utilizable para monitorizar la temperatura ambiente.

10. El sistema según la reivindicación 7, en el que dicho segundo sensor es un sensor de tensión (402) utilizable para monitorizar la tensión eléctrica que se suministra a dicho motor (26, 46, 48).

11. El sistema según la reivindicación 1, en el que dicho primer sensor es un sensor de corriente (102) utilizable para monitorizar la corriente eléctrica suministrada a dicho motor (26, 46, 48).

12. El sistema según la reivindicación 11, en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) determina dicho estado de dicho protector de motor (54) basándose en la entrada procedente de dicho sensor de corriente (102).

13. El sistema según la reivindicación 12, que además comprende una señal de demanda del compresor, usándose dicha señal de demanda conjuntamente con dicho estado de dicho protector de motor para identificar dicha causa de fallo específica.

14. El sistema según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo inteligente (116) indica una causa de fallo específica.

15. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) determina la frecuencia de disparo del protector de motor (54).

ES 2 346 752 T3

16. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el conjunto de circuitos lógicos (104) determina el tiempo de encendido y el tiempo de apagado medios del compresor (10).

17. El sistema según la reivindicación 14, en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) utiliza al menos una luz (112) para comunicar visualmente dicha causa de fallo específica.

18. El sistema según la reivindicación 14, en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) es utilizable para producir como salida hacia dicho dispositivo inteligente (116) una secuencia codificada de impulsos eléctricos para identificar dicha causa de fallo específica.

19. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende un sensor de señal de demanda del compresor (402) en comunicación con dicho conjunto de circuitos lógicos (104).

20. El sistema según la reivindicación 19, en el que dicho sensor de señal de demanda (402) monitoriza una tensión de alimentación.

21. El sistema según la reivindicación 19 ó 20, en el que dicho sensor de señal de demanda (402) está en comunicación con un controlador de sistema (116) que suministra una señal que indica la demanda.

22. El sistema según la reivindicación 19, 20 ó 21, en el que dicho primer sensor es un sensor de corriente (102) asociado a dicho conjunto de circuitos lógicos (104).

23. El sistema según la reivindicación 22 en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) recibe una salida de dicho sensor de corriente (102) y una salida de dicho sensor de demanda (402) para permitir que se obtenga una frecuencia de disparo del protector de motor a partir de dicha corriente y dicha señal de demanda recibidas.

24. El sistema según la reivindicación 22 ó 23, en el que dicho sensor de corriente (102) incluye un sensor de corriente (102) del devanado principal (46) y un sensor de corriente del devanado auxiliar (102), analizando dicho conjunto de circuitos lógicos (104) dicha condición basándose en la entrada recibida desde dicho sensor de señal de demanda (402), dicho sensor de corriente del devanado principal (102) y dicho sensor de corriente del devanado auxiliar (102).

25. El sistema según la reivindicación 24, en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) es utilizable en una condición de marcha normal, determinando dicho conjunto de circuitos lógicos (104) que el protector (54) está en una condición disparada en ausencia de una señal procedente tanto de dicho sensor de corriente del devanado principal (102) como de dicho sensor de corriente del devanado auxiliar (102).

26. El sistema según la reivindicación 24 ó 25, en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) es utilizable en una condición de disparo del protector, determinando dicho conjunto de circuitos lógicos (104) que el protector (54) está en una condición normal cuando recibe la salida procedente de al menos uno de dicho sensor de corriente del devanado principal (102) y dicho sensor de corriente del devanado auxiliar (102) y la salida procedente de dicho sensor de demanda es aceptable.

27. El sistema según la reivindicación 25 ó 26, en el que dicho conjunto de circuitos lógicos (104) obtiene una frecuencia de disparo del protector de motor a partir de dicha entrada recibida desde dicho sensor de señal de demanda (402) y al menos uno de dichos sensores de corriente de los devanados principal y el auxiliar (102).

28. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 24 a 27, en el que dicho dispositivo inteligente (116) es utilizable para indicar un fallo basándose en la entrada recibida por dicho conjunto de circuitos lógicos (104) procedente de al menos uno de dicho sensor de señal de demanda (402), dicho sensor de corriente del devanado principal (102), y dicho sensor de corriente del devanado auxiliar (102).

29. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho dispositivo inteligente recibe información que identifica un tipo de fallo procedente de dicho conjunto de circuitos lógicos (104).

30. El sistema según la reivindicación 7, que además comprende una señal de demanda del compresor, usándose dicha señal de demanda conjuntamente con dicho segundo sensor para identificar una causa de fallo específica.

31. Un procedimiento de diagnóstico de problemas asociados al funcionamiento de un montaje de compresor, comprendiendo dicho procedimiento:

detectar una característica de funcionamiento de un compresor (10) mediante un sensor (102);

proporcionar dicha característica de funcionamiento detectada al conjunto de circuitos lógicos (104) de un sistema de diagnóstico (100);

analizar un estado de un protector de motor (54) asociado a dicho compresor (10) como una función de tiempo mediante dicho conjunto de circuitos lógicos (104) basándose en dicha detección, accionable dicho protector

ES 2 346 752 T3

de motor (54) entre una primera posición cuando dicho motor está dentro de los parámetros de funcionamiento especificados y una segunda posición cuando dicho motor está fuera de dichos parámetros de funcionamiento; y en el que

o dicho conjunto de circuitos lógicos identifica una causa de fallo del compresor basándose en dicha etapa de analizar o un dispositivo inteligente genera información de diagnóstico basándose en dicha etapa de analizar.

32. El procedimiento según la reivindicación 31, que además comprende que dicho conjunto de circuitos lógicos o dicho dispositivo inteligente determine una frecuencia de disparo del protector de motor (54).

33. El procedimiento según la reivindicación 31 ó 32, que además comprende que dicho conjunto de circuitos lógicos o dicho dispositivo inteligente determine un tiempo de encendido y un tiempo de apagado medios del compresor (10).

34. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 33, en el que dicha detección incluye detectar una señal de demanda del compresor y una corriente y obtener una frecuencia de disparo del protector de motor a partir de dicha corriente y dicha señal de demanda detectadas.

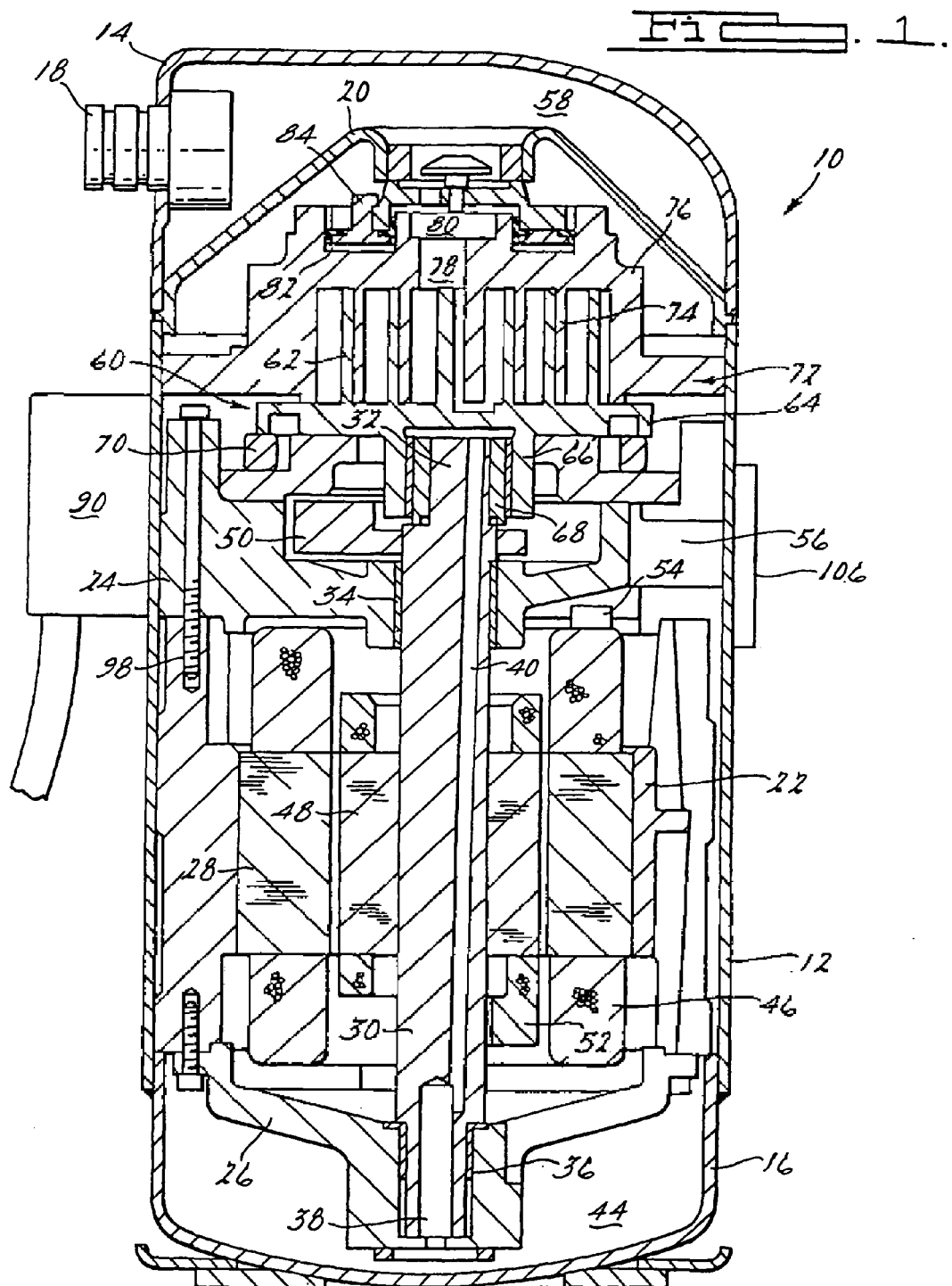
35. El procedimiento según la reivindicación 34, en el que dicha identificación de una causa de fallo del compresor incluye indicar una causa de fallo específica basándose en dicha corriente detectada, dicha señal de demanda del compresor y dichas frecuencias de disparo del protector obtenidas.

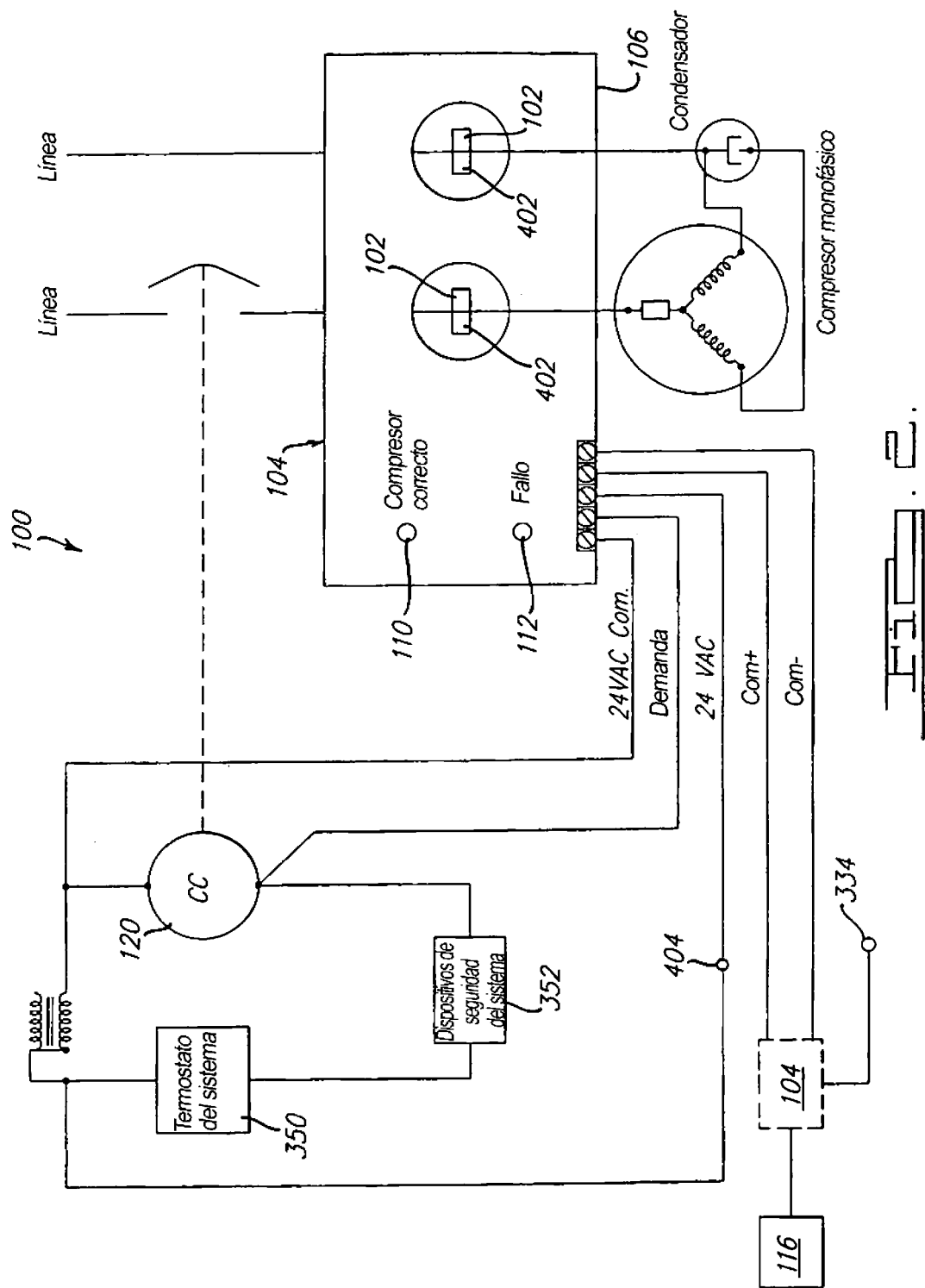
36. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 35, en el que dicha causa de fallo es identificada por dicho conjunto de circuitos lógicos (104).

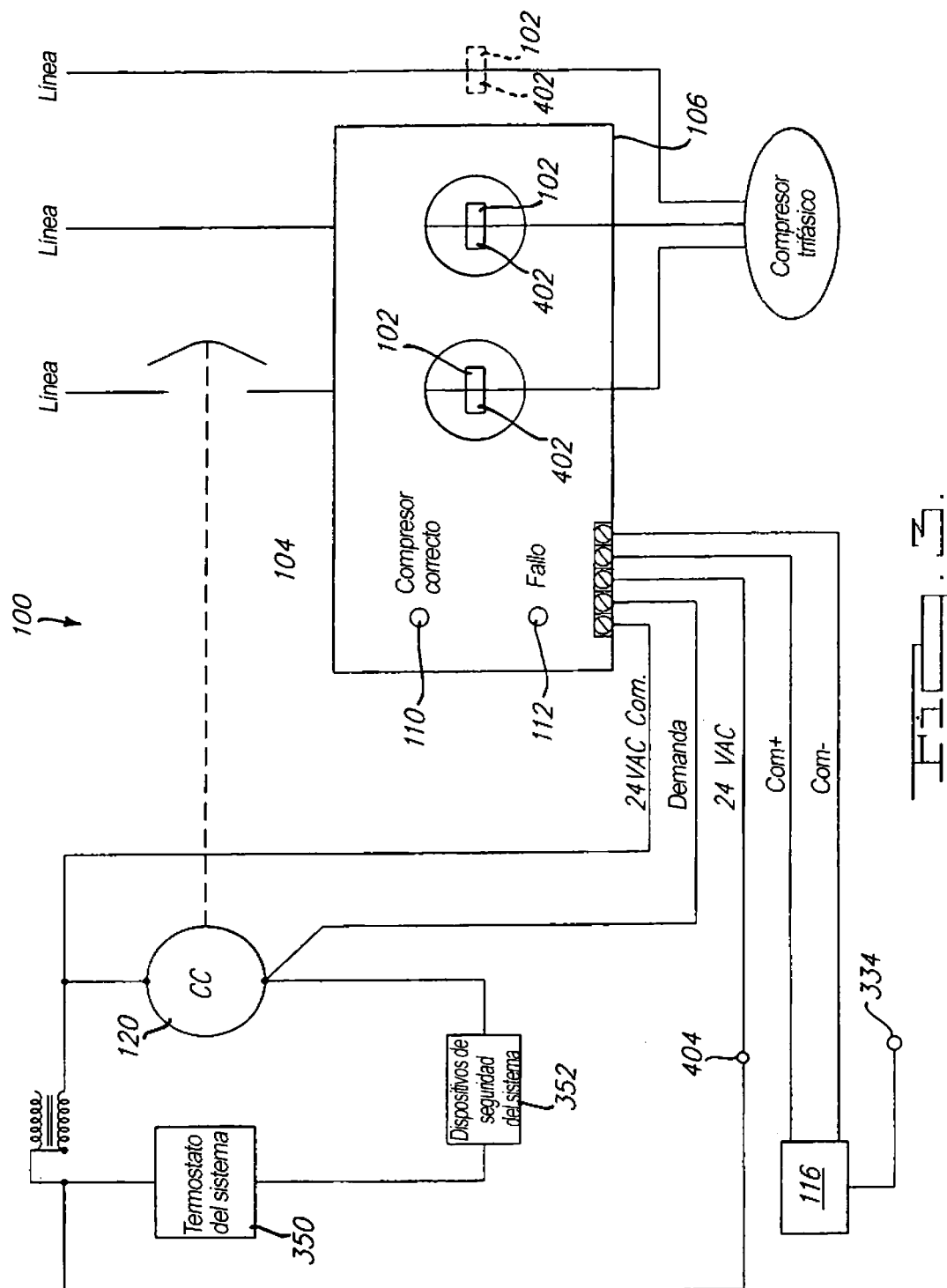
37. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 35, que además comprende comunicar dicho estado del protector de motor a un dispositivo inteligente (116).

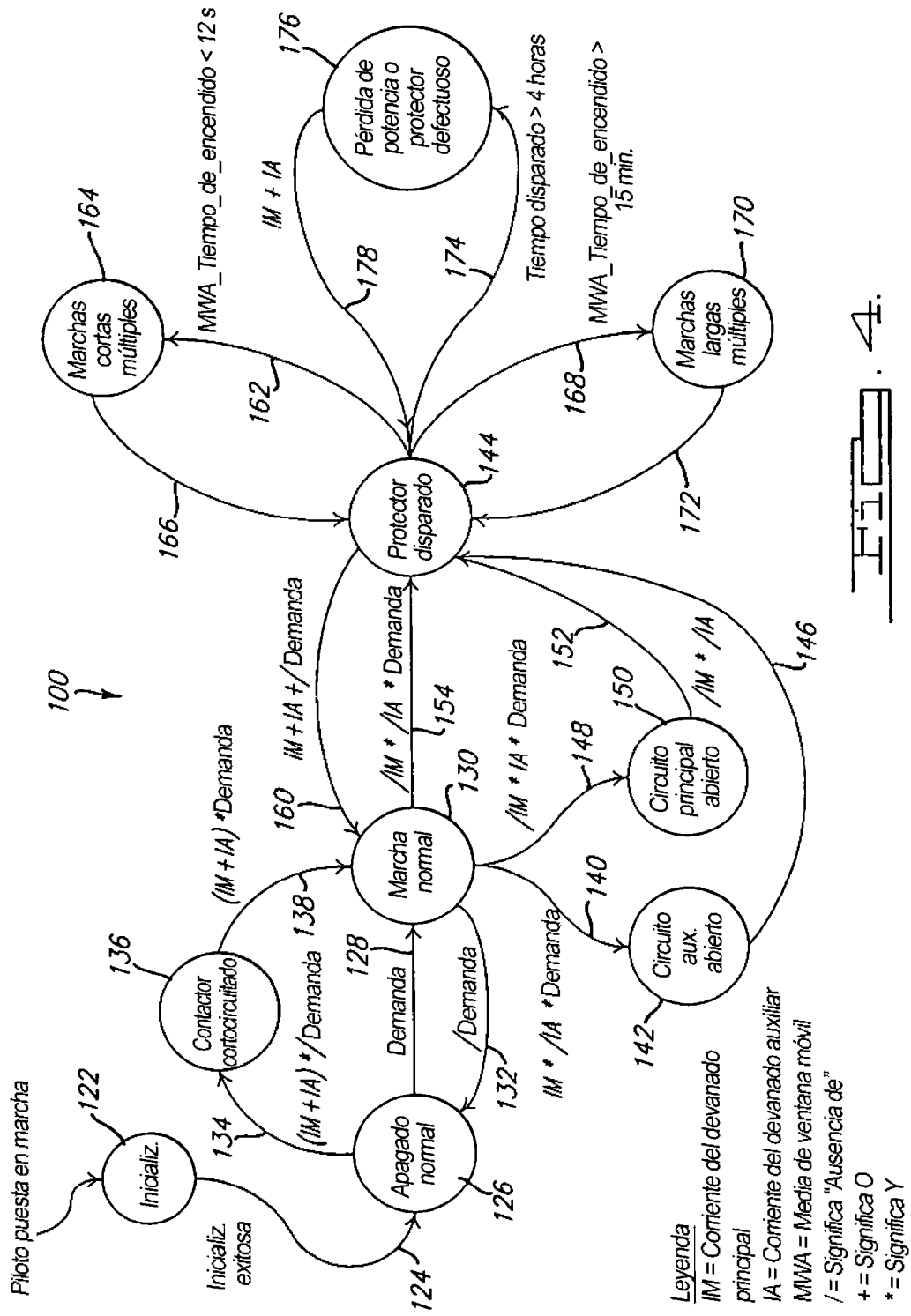
38. El procedimiento según la reivindicación 37, en el que una diagnosis de fallo del compresor es generada por dicho dispositivo inteligente (116).

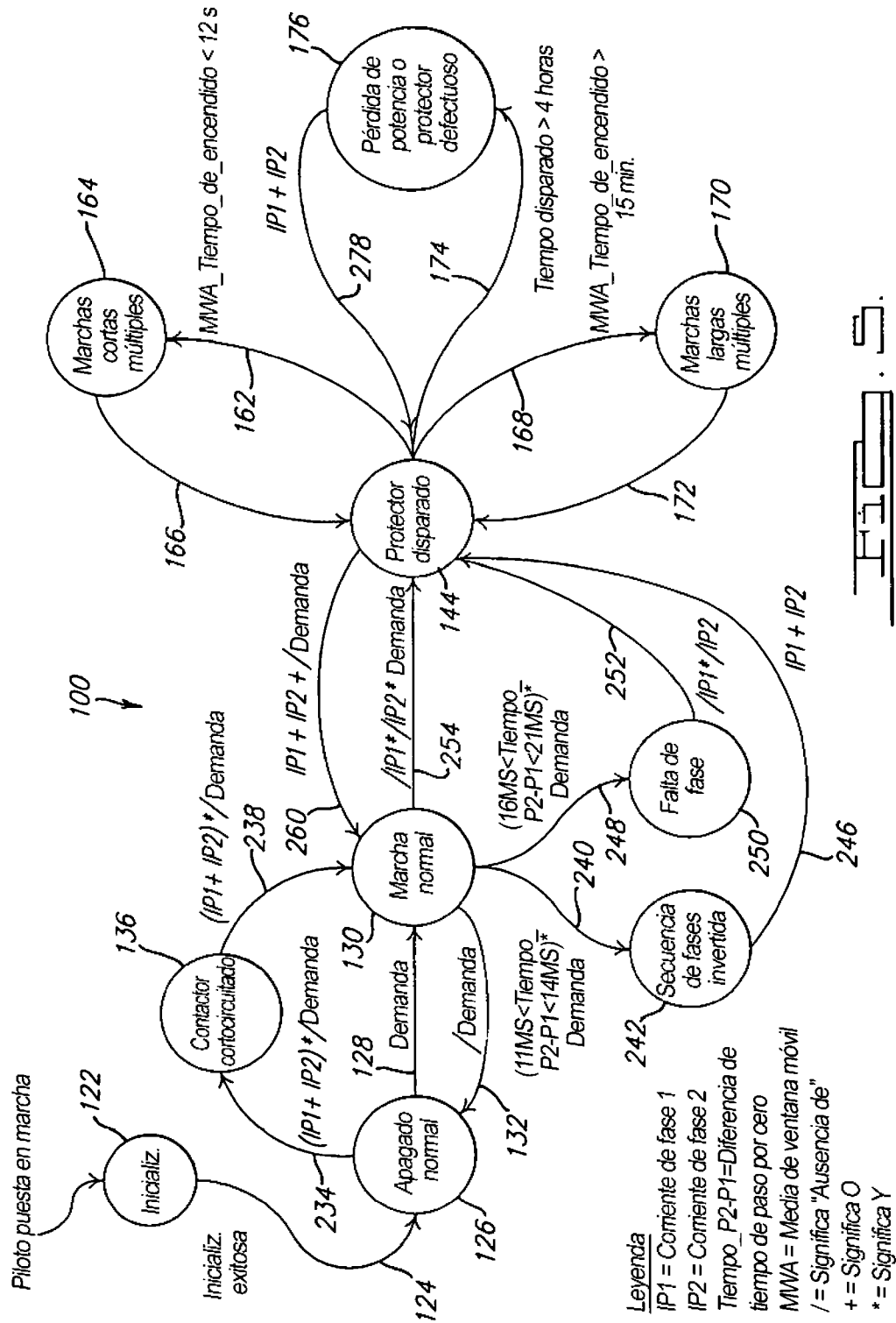
39. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 36, que además comprende comunicar una secuencia codificada de impulsos eléctricos para identificar una causa de fallo específica a un dispositivo inteligente.

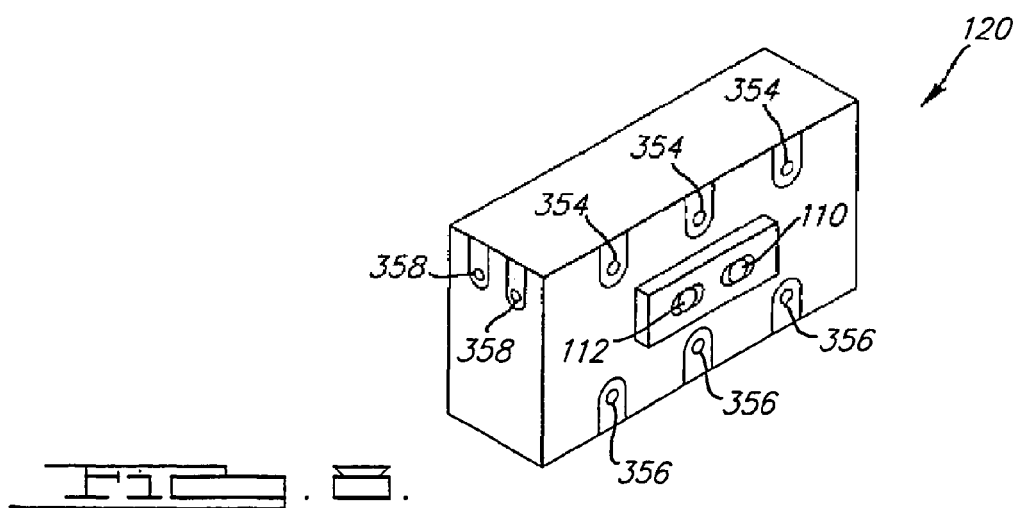
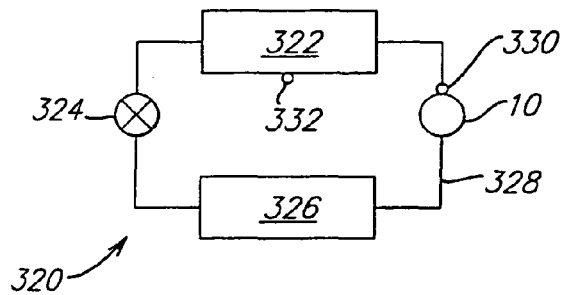
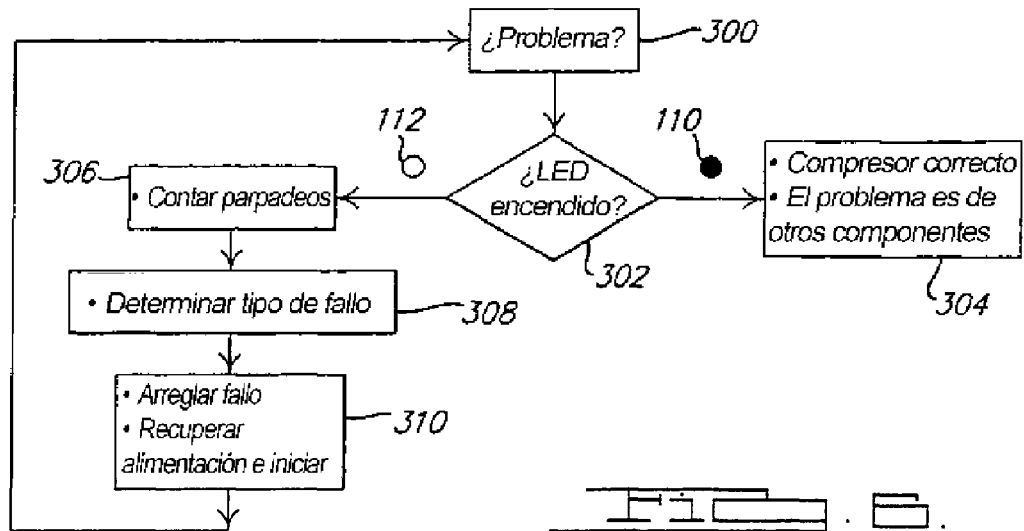


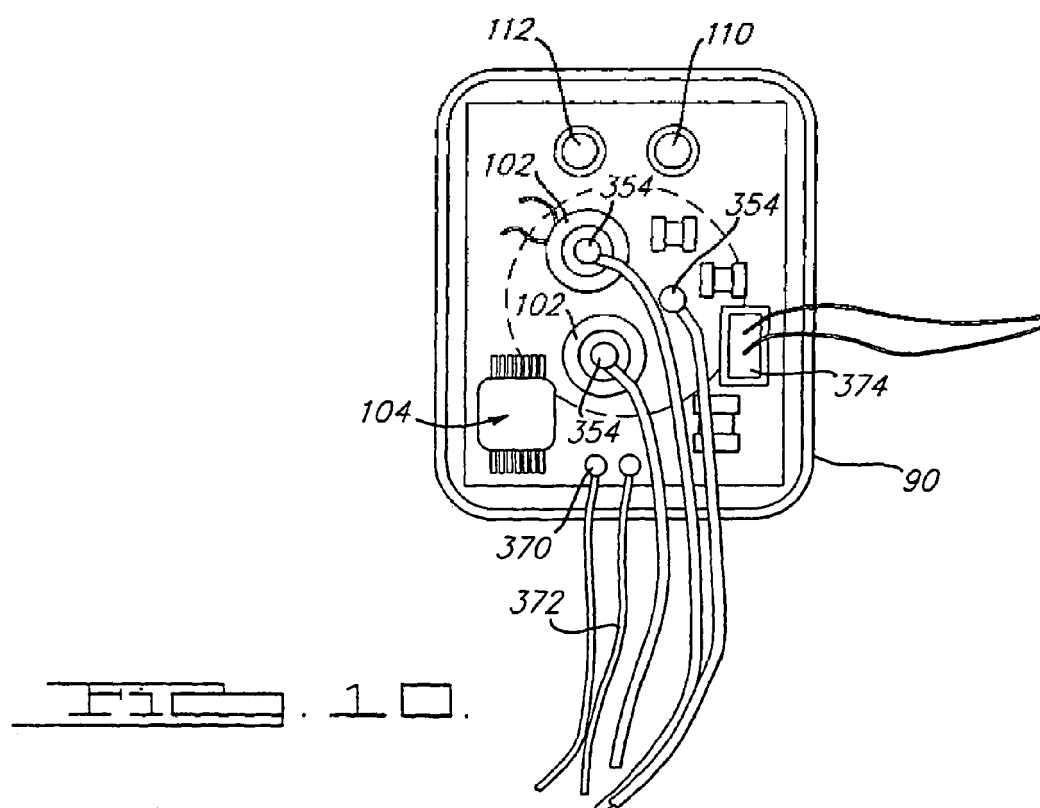
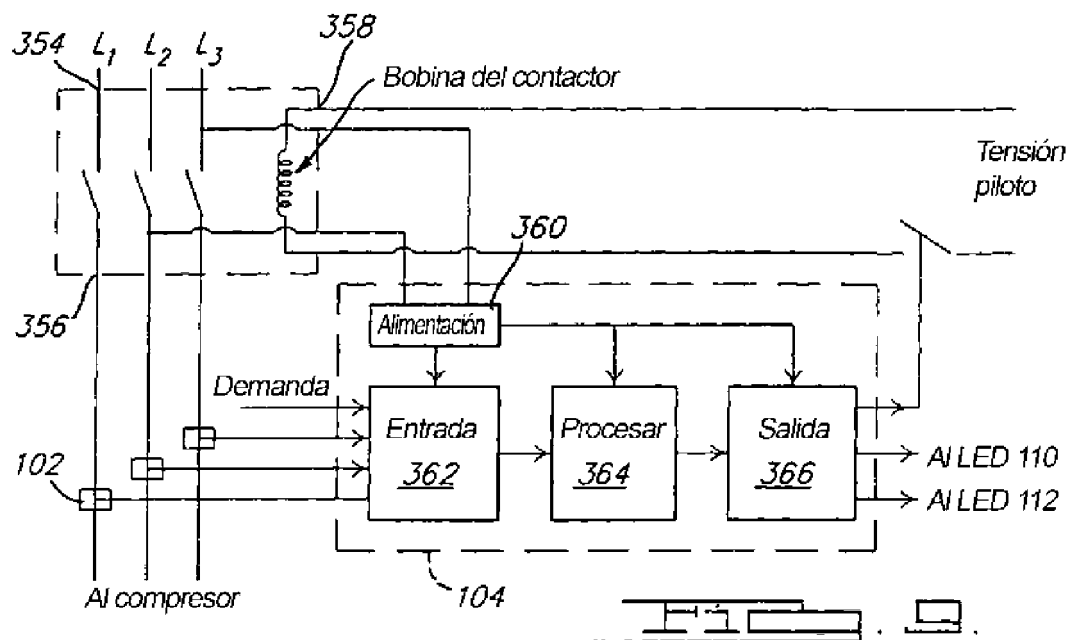


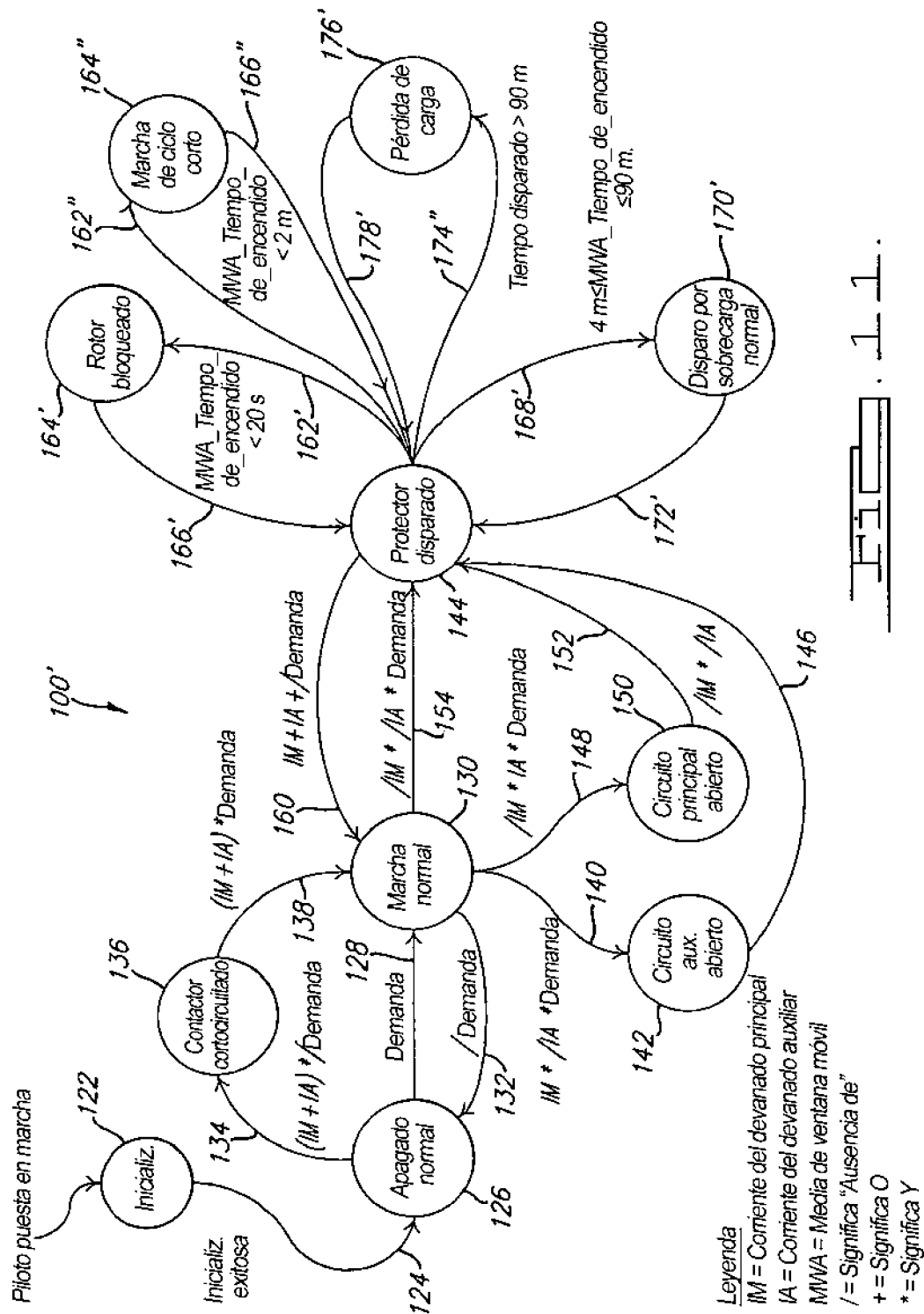












Diagnósticos usando tiempo de encendido antes de los disparos

Posibles fallos del sistema

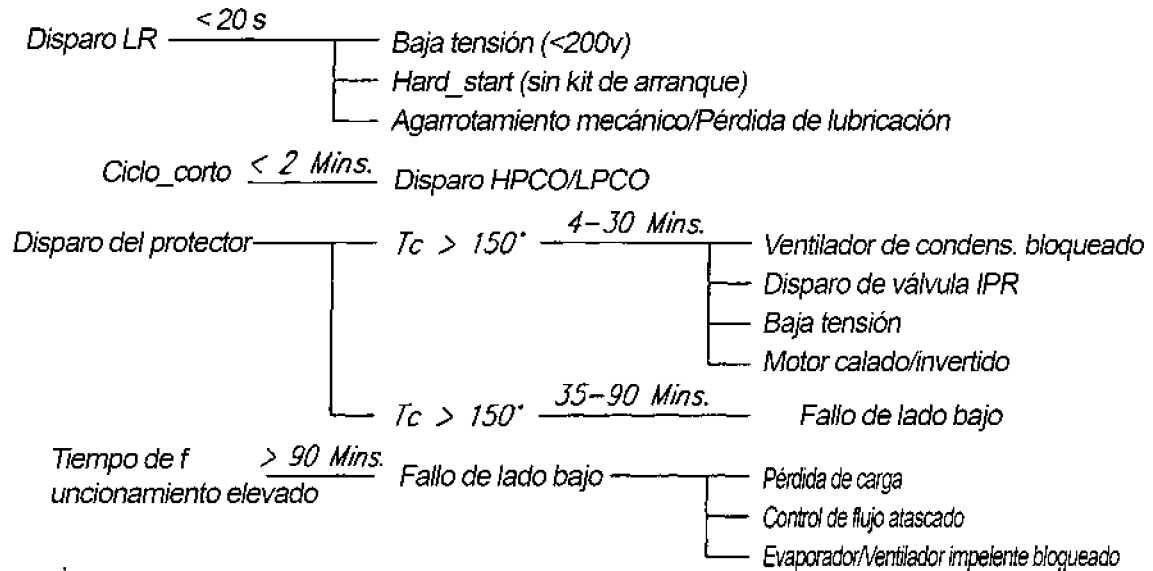


Fig. 12.

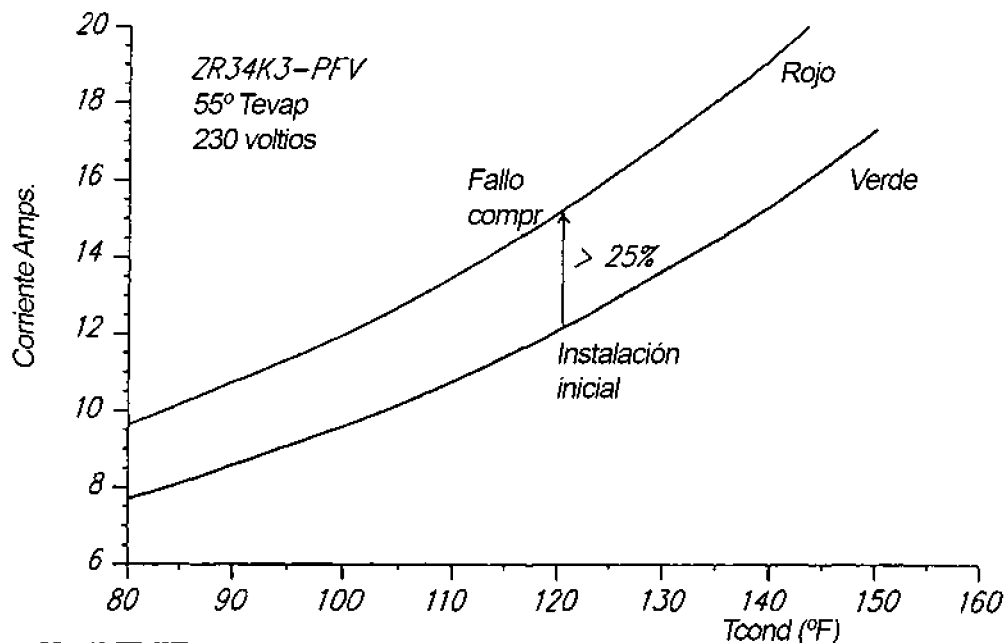
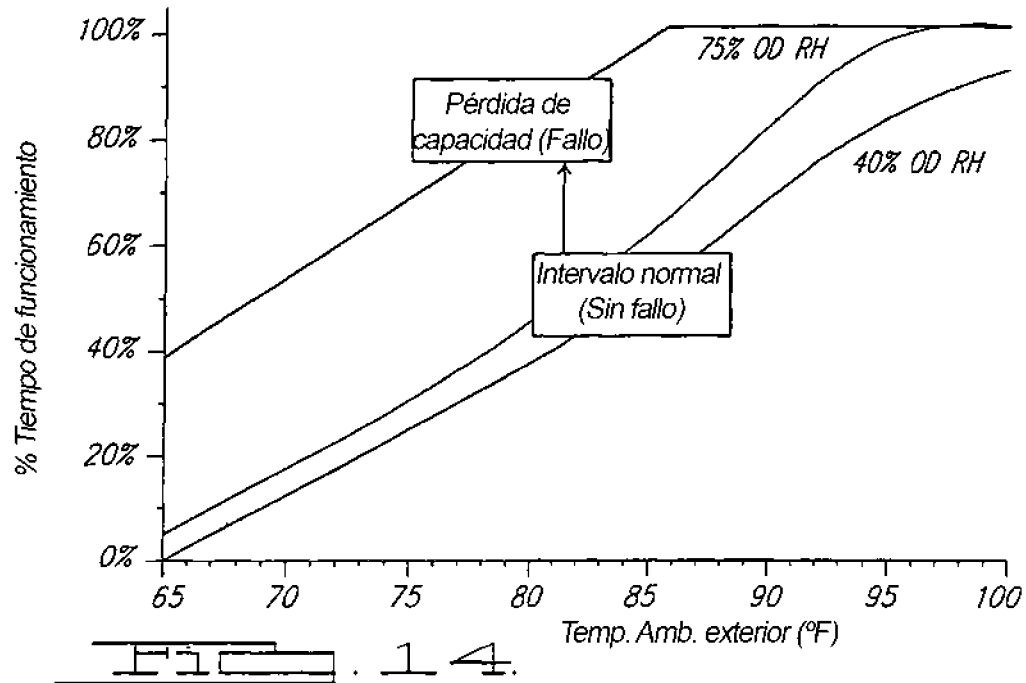


Fig. 13.



Protección integrada/Diagnóstico/Control de descongelación

