



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0201825-0 B1

(22) Data do Depósito: 27/03/2002

(45) Data de Concessão: 10/04/2018



(54) Título: SISTEMA COMPRESSOR E SISTEMA DE RESFRIAMENTO

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

(30) Prioridade Unionista: 21/11/2001 US 09/990,566, 27/03/2001 US 09/818,271

(73) Titular(es): EMERSON CLIMATE TECHNOLOGIES, INC.

(72) Inventor(es): NAGARAJ JAYANTH; HUNG M. PHAM

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA COMPRESSOR E SISTEMA DE RESFRIAMENTO**".

Referência Cruzada com Pedido Relacionado

[001] Este pedido é um pedido de continuação em parte do Pedido de Patente dos Estados Unidos Nº 09/818.271 depositado em 27 de março de 2001. A descrição do pedido acima é incorporada aqui dentro por referência.

Campo da Invenção

[002] A presente invenção refere-se a um sistema de diagnóstico para um sistema de refrigeração ou de ar condicionado. Mais particularmente, a presente invenção refere-se a um sistema de diagnóstico para um sistema de refrigeração ou de ar condicionado que utiliza várias características de operação e a informação de "percurso" do compressor para diagnosticar os problemas associados com o sistema de refrigeração ou de ar condicionado.

Fundamento e Sumário da Invenção

[003] Existe uma classe de máquinas na técnica geralmente conhecida como máquinas de voluta que são utilizadas para o deslocamento de vários tipos de fluido. Estas máquinas de voluta podem ser configuradas como um expensor, um motor de deslocamento, uma bomba, um compressor, etc. e os aspectos da presente invenção são aplicáveis junto a qualquer uma destas máquinas. Para propósitos de ilustração, entretanto, a modalidade descrita está na forma de um compressor de voluta refrigerante hermético utilizado dentro de um sistema de refrigeração ou de ar condicionado.

[004] Os compressores de voluta estão se tornando mais e mais populares para uso como compressores tanto na refrigeração bem como nas aplicações de ar condicionado devido primariamente à sua capacidade para operação extremamente eficiente. Geralmente, estas máquinas incorporam um par de enrolamentos em espiral interligados, um dos quais é levado a orbitar em relação ao outro de modo a definir

uma ou mais câmaras em movimento que progressivamente diminuem em tamanho à medida que elas percorrem de uma porta de sucção externa em direção a uma porta de descarga central. Um motor elétrico é proporcionado, o qual opera para acionar o membro de voluta em órbita via um eixo de acionamento adequado afixado junto ao rotor do motor. Em um compressor hermético, a base do casco hermético normalmente contém um reservatório de óleo para propósitos de lubrificação e de resfriamento. Embora o sistema de diagnóstico da presente invenção seja descrito em conjunto com um compressor de voluta, é para ser entendido que o sistema de diagnóstico da presente invenção também pode ser utilizado com outros tipos de compressores.

[005] Tradicionalmente, quando um sistema de ar condicionado ou de refrigeração não está executando como projetado, um técnico é chamado para o local para resolver o problema. O técnico executa uma série de verificações que ajudam a isolar o problema com o sistema. Uma das causas do problema do sistema poderia ser o compressor utilizado no sistema. Um compressor defeituoso exibe alguns padrões operacionais que poderiam ser utilizados para detectar o fato de que o compressor está defeituoso. Infelizmente, várias outras causas para os problemas do sistema podem ser atribuídas para outros componentes no sistema e estas outras causas também podem afetar a performance do compressor e seu padrão operacional. É possível analisar os problemas do sistema e os padrões operacionais e determinar se o compressor está defeituoso quando de fato o problema situa-se em outro lugar e o compressor não é o problema. Esta confusão de causas normalmente resulta na substituição de um compressor bom. Este erro no diagnóstico é mais oneroso visto que o compressor é geralmente o componente mais caro no sistema. Adicionalmente agravando o problema está o fato de que a causa raiz para o problema do sistema não foi resolvida e o problema volta com o tempo. Qualquer ferramenta que possa ajudar a evitar o diagnóstico errado do problema do sistema co-

mo descrito acima provaria ser tanto útil como eficaz em custo. A presente invenção descreve um dispositivo que aumenta a precisão do diagnóstico do problema para um sistema de ar condicionado ou de refrigeração.

[006] Uma grande parte dos compressores utilizados nos sistemas de ar condicionado e de refrigeração possui dispositivos de proteção embutidos chamados de "protetores internos de interrupção de linha". Estes protetores são dispositivos termicamente sensíveis os quais são ligados com fios em séries elétricas com o motor. Os protetores reagem termicamente à corrente da linha extraída pelo motor e também a outras temperaturas dentro do compressor incluindo, mas não limitado à temperatura do gás de descarga, a temperatura do gás de sucção ou à temperatura de um componente particular no compressor. Quando uma destas temperaturas excede um limite projetado, o protetor irá abrir a conexão elétrica com o motor. Isto paralisa o motor operando o compressor que por sua vez paralisa o compressor e impede o mesmo de operar em regiões que levariam à sua falha. Após um período de tempo, quando as temperaturas caíram para níveis seguros, o protetor automaticamente reinicializa a si próprio e o compressor opera novamente. As temperaturas com as quais o protetor está reagindo são um resultado da operação do compressor e de todo o sistema de refrigeração ou de ar condicionado. A operação do compressor ou a operação de todo o sistema pode influenciar as temperaturas percebidas por estes protetores. O aspecto significativo do sistema de proteção é que algumas categorias de falhas repetidamente armam o protetor com tempo LIGADO do compressor muito curto e outras categorias de falhas armam o protetor menos freqüentemente, desse modo proporcionando tempos do compressor LIGADO relativamente longos. Por exemplo, um compressor com mancais agarrados armariam o protetor dentro de cerca de vinte segundos de tempo LIGADO. Por outro lado, um sistema que possua uma carga refrigerante

muito baixa irá armar o protetor após tipicamente mais do que noventa minutos de tempo LIGADO. Uma análise da frequência de armação, dos tempos de restabelecimento da armação e dos tempos LIGADO do compressor irá proporcionar indícios valiosos ao identificar a causa dos problemas do sistema.

[007] A presente invenção proporciona um dispositivo que é baseado neste princípio. O dispositivo da presente invenção continuamente grava o estado do protetor (aberto ou fechado) em função do tempo e então ele analisa esta informação de estado para determinar uma situação defeituosa. O dispositivo vai mais longe e isola a falha junto ao compressor ou ao resto do sistema. Uma vez que a falha tenha sido isolada, o dispositivo irá ativar um indicador visual (luz) e também irá enviar um sinal elétrico para qualquer dispositivo inteligente (controlador, computador, etc.) avisando sobre a situação. O técnico, ao chegar no local, então tem uma clara indicação de que o problema é mais provavelmente nos componentes do sistemas diferentes do compressor ou o problema é mais provavelmente no compressor. Ele então pode focar sua resolução do problema na área identificada. Portanto, o dispositivo evita a situação descrita anteriormente de um diagnóstico confuso e o potencial de erroneamente substituir um compressor bom.

[008] Em adição ao estado do protetor, pode ser reunida informação adicional pelos sensores que monitoram outras características operacionais do sistema de refrigeração tal como a tensão de suprimento e a temperatura ambiente ao ar livre. Esta informação adicional pode então ser utilizada para diagnóstico adicional dos problemas associados com o sistema de refrigeração ou de ar condicionado.

[009] Áreas adicionais de aplicação da presente invenção irão se tornar aparentes a partir da descrição detalhada proporcionada daqui para frente. Deve ser entendido que a descrição detalhada e os exemplos específicos, ao mesmo tempo que indicando a modalidade prefe-

rida da invenção, pretendem somente servir de ilustração e não pretendem limitar o escopo da invenção.

Breve Descrição dos Desenhos

[0010] A presente invenção irá se tornar mais totalmente entendida a partir da descrição detalhada e dos desenhos acompanhantes, onde:

[0011] A figura 1 é uma seção transversal vertical de um compressor de voluta hermético incorporando o sistema de diagnóstico único do compressor de acordo com a presente invenção;

[0012] A figura 2 é uma representação esquemática do sistema de diagnóstico para um motor de fase única para o compressor de acordo com a presente invenção;

[0013] A figura 3 é uma representação esquemática de um sistema de diagnóstico para um motor trifásico para o compressor de acordo com outra modalidade da presente invenção;

[0014] A figura 4 é um fluxograma do sistema de diagnóstico para o motor de fase única para o compressor de acordo com a presente invenção;

[0015] A figura 5 é um fluxograma do sistema de diagnóstico para o motor trifásico para o compressor de acordo com a presente invenção;

[0016] A figura 6 é um fluxograma que é seguido quando diagnosticando um sistema compressor;

[0017] A figura 7 é uma vista esquemática de um sistema de refrigeração típico utilizando o compressor e o sistema de diagnóstico de acordo com a presente invenção;

[0018] A figura 8 é uma vista em perspectiva de um contactor integrado com o circuito do sistema de diagnóstico de acordo com outra modalidade da presente invenção;

[0019] A figura 9 é uma vista esquemática ilustrando o circuito do contactor ilustrado na Figura 8;

[0020] A figura 10 é uma vista esquemática de uma tomada do

compressor que ilustra o circuito do sistema de diagnóstico de acordo com outra modalidade da presente invenção.

[0021] A figura 11 é um fluxograma de um sistema de diagnóstico para o compressor de acordo com outra modalidade da presente invenção;

[0022] A figura 12 é um esquema indicando as falhas possíveis do sistema baseado no tempo LIGADO antes das armações;

[0023] A figura 13 é um gráfico apresentando a corrente elétrica versus a temperatura do condensador;

[0024] A figura 14 é um gráfico apresentando o tempo de funcionamento percentual versus a temperatura ambiente ao ar livre; e

[0025] A figura 15 é uma ilustração esquemática de um sistema de diagnóstico de acordo com a presente invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas

[0026] A descrição seguinte das modalidades preferidas é simplesmente ilustrativa por natureza e de modo algum pretende limitar a invenção, sua aplicação ou usos.

[0027] Referindo-se agora aos desenhos nos quais números de referência iguais designam partes iguais ou correspondentes por todas as várias vistas, é apresentado na Figura 1 um compressor incorporando o sistema de diagnóstico único do compressor de acordo com a presente invenção e que é geralmente designado pelo número de referência 10. Embora o compressor 10 esteja sendo ilustrado como um compressor de voluta em conjunto com um sistema de refrigeração ou de ar condicionado, está dentro do escopo da presente invenção utilizar outros tipos de compressores no sistema de refrigeração ou de ar condicionado se desejado bem como ter quaisquer projetos de compressor estando em conjunto com outros tipos de sistemas.

[0028] O compressor de voluta 10 compreende um casco hermético geralmente cilíndrico 12 possuindo soldado na extremidade superior do mesmo uma tampa 14 e na extremidade inferior do mesmo uma

base 16 possuindo uma pluralidade de pés de montagem (não apresentados) inteiramente formados com o mesmo. A tampa 14 é proporcionada com um encaixe de descarga de refrigerante 18 que pode ter a válvula de descarga normal na mesma. Uma partição se estendendo transversalmente 20 é afixada junto ao casco 12 por ser soldada ao redor de sua periferia no mesmo ponto que a tampa 14 é soldada com o casco 12. Uma carcaça de montagem do compressor 22 é encaixada por pressão dentro do casco 12 e ela é suportada pela extremidade da base 16. A base 16 é ligeiramente menor em diâmetro do que o casco 12 de modo que a base 16 é recebida dentro do casco 12 e soldada ao redor de sua periferia como apresentado na Figura 1.

[0029] Os elementos principais do compressor 10 que estão afixados junto à carcaça 22 incluem a montagem de alojamento de suporte principal de duas peças 24, um alojamento de suporte inferior 26 e um estator do motor 28. Um eixo de acionamento ou eixo do motor 30 possuindo um pino da manivela excêntrico 32 na extremidade superior do mesmo é articulado de forma que possa ser girado em um mancal 34 seguro dentro da montagem do alojamento de suporte principal 24 e um segundo mancal 36 seguro dentro do alojamento de suporte inferior 26. O eixo do motor 30 tem na extremidade inferior do mesmo um furo concêntrico de diâmetro relativamente grande 38 que comunica-se com um furo de diâmetro menor radialmente exteriormente posicionado 40 se estendendo para cima a partir do mesmo até a parte de cima do eixo do motor 30. A parte inferior do interior do casco 12 define um depósito de óleo que é preenchido com óleo lubrificante até um nível ligeiramente acima da extremidade inferior de um rotor e o furo 38 atua como uma bomba para bombear o fluido lubrificante até o eixo do motor 30 e para dentro do furo 40 e finalmente até todas as várias partes do compressor 10 que requerem lubrificação.

[0030] O eixo do motor 30 é acionado de forma rotativa por um motor elétrico que inclui o estator 28, as bobinas 46 passando através

do mesmo e um rotor 48 encaixado por pressão dentro do eixo do motor 30. Um contrapeso superior 50 é seguro junto ao eixo do motor 30 e um contrapeso inferior 52 é seguro junto ao rotor 48. Um protetor de temperatura 54, do tipo normal, é proporcionado muito próximo das bobinas do motor 46. O protetor térmico 54 irá retirar a energia do motor se o protetor térmico 54 exceder a sua faixa de temperatura normal. O protetor térmico 54 pode ser aquecido pelas bobinas do motor 46, pelo gás de sucção dentro de uma câmara de sucção 56 e/ou pelo gás de descarga dentro de uma câmara de descarga 58 que é liberada para dentro da câmara de sucção 56. Tanto a câmara de sucção 56 como a câmara de descarga 58 são definidas pelo casco 12, tampa 14, base 16 e partição 22 como apresentado na Figura 1.

[0031] A superfície superior da montagem de alojamento de suporte principal de duas peças 24 é proporcionada com uma superfície de mancal de encosto plana na qual está disposto um membro de voluta em órbita 60 possuindo a palheta ou envoltório em espiral normal 62 se estendendo para cima a partir de uma chapa de fundo 64. Projetando-se para baixo a partir da superfície inferior da chapa de fundo 64 do membro de voluta em órbita 60 está uma luva cilíndrica 66 possuindo um mordente de moente na mesma e que está disposto de forma que possa girar junto a um embuchamento motriz 68 possuindo um furo interno no qual o pino de manivela 32 está disposto de forma que possa ser acionado. O pino de manivela 32 possui um plano em uma superfície que se encaixa de forma que possa ser acionado com uma superfície plana formada em uma parte do furo interno do embuchamento motriz 68 para proporcionar uma disposição de acionamento radialmente submissa, tal como apresentado na Carta-Patente dos Estados Unidos do Cessionário 4.877.382, cuja descrição é por meio desse incorporada aqui dentro por referência. Um acoplamento Oldham 70 também é proporcionado posicionado entre o membro de voluta em órbita 60 e a montagem de alojamento de suporte de duas peças 24. O

acoplamento Oldham 70 é preso com chaveta junto ao membro de voluta em órbita 60 e junto a um membro de voluta que não está em órbita 72 para impedir o movimento rotacional do membro de voluta em órbita 60.

[0032] O membro de voluta que não está em órbita 72 também é proporcionado com um envoltório 74 se estendendo para baixo a partir de uma chapa de fundo 76 que está posicionada em engate com o envoltório 62 do membro de voluta em órbita 60. O membro de voluta que não está em órbita 72 possui uma passagem de descarga centralmente disposta 78 que comunica-se com um recesso aberto para cima 80 que por sua vez está em comunicação com a câmara de descarga 58. Um recesso anular 82 também é formado no membro de voluta que não está em órbita 72 dentro do qual está disposta uma montagem de vedação flutuante 84.

[0033] Os recessos 80 e 82 e a montagem de vedação flutuante 84 cooperam para definir as câmaras de tendência de pressão axial que recebem o fluido pressurizado sendo comprimido pelos envoltórios 62 e 74 de modo a exercer uma força de tendência axial sobre o membro de voluta que não está em órbita 72 para desse modo impulsionar as pontas dos respectivos envoltórios 62 e 74 em encaixe de vedação com as superfícies de fundo opostas das chapas de fundo 76 e 64, respectivamente. A montagem de vedação flutuante de preferência é do tipo descrito em maiores detalhes na Carta-Patente dos Estados Unidos do Cessionário 5.156.639, cuja descrição é por meio desse incorporada aqui dentro por referência. O membro de voluta que não está em órbita 72 é projetado para ser montado para movimento axial limitado com respeito à montagem de alojamento de suporte de duas peças 24 de uma maneira adequada tal como revelado na Carta-Patente dos Estados Unidos 4.877.382 ou na Carta-Patente dos Estados Unidos 5.102.316 do Cessionário, cuja descrição é por meio desse incorporada aqui dentro por referência.

[0034] O compressor 10 é energizado por eletricidade que é proporcionada para o motor elétrico dentro do casco 12 através de uma tomada elétrica moldada 90.

[0035] Referindo-se agora às Figuras 1 até 3, a presente invenção é direcionada para um sistema de diagnóstico único do compressor 100. O sistema de diagnóstico 100 compreende um ou mais dispositivos de percepção de corrente 102 e o circuito lógico associado 104. O dispositivos de percepção de corrente 102 são montados em um alojamento 106 montado externamente ao casco 12. O circuito lógico 104 pode ser montado no alojamento 106 ou ele pode estar localizado em uma posição conveniente com respeito ao compressor 10 como apresentado em linhas pontilhadas na Figura 2. Opcionalmente, o dispositivo de percepção e o circuito podem estar integrados dentro de um contactor especial, de uma rede de instalação elétrica ou dentro de uma tomada moldada utilizada para alguns projetos de compressor.

[0036] Os dispositivos de percepção de corrente 102 percebem a corrente nos fios de suprimento de energia o compressor 10. A Figura 2 ilustra dois dispositivos de percepção de corrente 102 em conjunto com um motor de fase única. Um dos dispositivos de percepção de corrente 102 está associado com as bobinas principais para o motor do compressor e o outro dispositivo de percepção de corrente 102 está associado com as bobinas auxiliares para o motor do compressor. A Figura 3 também ilustra dois dispositivos de percepção de corrente 102 em conjunto com um motor trifásico. Cada dispositivo de percepção de corrente 102 está associado com uma das fases do suprimento de força trifásico. Embora a Figura 3 ilustre dois dispositivos de percepção de corrente percebendo a corrente nas duas fases do suprimento de força trifásico, está dentro do escopo da presente invenção incluir um terceiro sensor de corrente 102 para perceber a corrente na terceira fase do suprimento de força trifásico como apresentado em linhas pontilhadas na Figura 3 se desejado. Estes sinais de corrente representam

uma indicação do estado do protetor 54 (aberto ou fechado). Embora os dispositivos de percepção de corrente 102 percebam o estado do protetor 54 utilizando a corrente nos fios de suprimento de força, também é possível perceber o estado do protetor 54 por perceber a presença ou ausência de tensão no lado do motor do protetor 54. Os inventores da presente invenção consideram isto como sendo menos desejável mas uma maneira de se abordar eficaz em alguns casos porque isto requer um pino de alimentação direta hermético adicional se estendendo através do casco 12. Os sinais recebidos a partir dos dispositivos de percepção de corrente 102 são combinados no circuito lógico 104 com o sinal de demanda para o compressor 10. O sinal de demanda para o compressor 10 é adquirido pela percepção da presença da tensão de suprimento ou por se ter um controlador do sistema (não apresentado) fornecendo um sinal separado representando a demanda. O sinal de demanda e o sinal recebido pelo circuito lógico 104 são processados pelo circuito lógico 104 para derivar a informação a cerca da frequência de armação do protetor 54 e o tempo de LIGADO e o tempo de DESLIGADO médios do compressor 10. O circuito lógico 104 analisa a combinação dos sinais de corrente, do sinal de demanda e das frequências de armação do protetor derivadas para determinar se existe uma condição de falha. O circuito lógico também possui a capacidade única de identificar uma causa específica baseado em algumas falhas. Esta informação é proporcionada para a pessoa de manutenção utilizando uma luz LED verde 110 e uma luz LED amarelo 112. A luz LED verde 110 é utilizada para indicar que atualmente não existe condição de falha e que o sistema está funcionando normalmente.

[0037] A luz LED amarelo 112 é utilizada para indicar a presença de uma falha. Quando a luz LED amarelo 112 é ligada, a luz LED verde 110 é desligada. Portanto, a luz LED amarelo 112 é utilizada para visualmente comunicar que existe uma falha bem como indicar o tipo

de falha que está presente. Esta comunicação é realizada por ligar a luz LED amarelo 112 e então desligar por uma duração e seqüência específicas para indicar tanto que existe uma falha como para identificar qual é a falha. Por exemplo, ligando-se a luz 112 por um segundo e desligando-a por dezenove segundos e repetindo esta seqüência a cada vinte segundos irá criar o efeito de uma luz piscante que pisca ligada uma vez a cada vinte segundos. Esta seqüência corresponde a um tipo de falha que é codificada como uma falha do tipo 1. Se a luz 112 for piscada ligada por um segundo durante a janela de vinte segundos, isto é uma indicação de que uma falha é codificada quando um tipo 2 está presente. Esta seqüência continua para indicar um tipo 3, um tipo 4 e daí por diante com o tipo de falha sendo indicado pelo números de piscadas da luz 112. Este esquema de piscar da luz 112 para um número específico de vezes é empregado para visualmente comunicar para o técnico os vários tipos de falhas detectadas pelo circuito lógico 104. Embora a presente invenção utilize a luz piscante 112 para transportar os códigos de falha, está dentro do escopo da presente invenção utilizar uma pluralidade de luzes para aumentar a eficácia do transporte de um grande número de códigos de falha se desejado. Em adição, outros métodos para proporcionar o código de falha, incluindo proporcionar uma saída de tensão codificada que pode ter interface com outros dispositivos eletrônicos, também podem ser empregados.

[0038] Em adição a visualmente comunicar o código de falha específico utilizando a luz 112, o circuito lógico 104 também emite uma seqüência codificada de pulsos elétricos para outros controladores inteligentes que podem existir no sistema. Estes pulsos codificados representam o tipo de falha que foi detectada pelo sistema de diagnóstico 100. Os tipos de falhas que podem ser detectados pelo circuito lógico 104 incluem, mas não estão limitados a estes:

[0039] O protetor foi "armado".

[0040] A bobina auxiliar de um motor de fase única não tem ener-

gia ou está aberta ou tem um capacitor funcionando com defeito.

[0041] A bobina principal de um motor de fase única não tem energia ou que a bobina está aberta.

[0042] O disjuntor do circuito principal tem contatos que possuem fechamento soldado.

[0043] Uma das fases em um circuito trifásico está ausente.

[0044] A seqüência de fase em um sistema trifásico está revertida.

[0045] A tensão de suprimento está muito baixa.

[0046] O rotor dentro do compressor emperrou.

[0047] O protetor está armando devido a problemas do circuito de refrigeração do lado de alta pressão do sistema.

[0048] O protetor está armando devido a problemas do circuito de refrigeração do lado de baixa pressão do sistema.

[0049] As bobinas do motor estão abertas ou o protetor interno de interrupção de linha está defeituoso.

[0050] A tensão de suprimento para o compressor está baixa.

[0051] Como uma variação do dito acima, como apresentado na Figura 3, o sistema de diagnóstico 100 pode somente enviar o estado do protetor 54 para um dispositivo inteligente 116. Nesta opção, os parâmetros de frequências de armação, de tempos LIGADO e tempos DESLIGADO com a informação de diagnóstico podem ser gerados no dispositivo inteligente 116. O dispositivo inteligente 116 pode ser um controlador do compressor associado com o compressor 10, ele pode ser um controlador do sistema monitorando uma pluralidade de compressores 10, ele pode ser um dispositivo remotamente localizado ou ele pode ser qualquer outro dispositivo que seja selecionado para monitorar os sistemas de diagnóstico 100 de um ou mais compressores.

[0052] A Figura 4 representa um fluxograma para o sistema de diagnóstico 100 em conjunto com um compressor de fase única. O sinal de demanda é proporcionado para o circuito lógico 104 a partir de um dispositivo ou de um contactor 120 (Figuras 2 e 3) junto com o sinal de

corrente a partir dos dispositivos de percepção 102. Quando o sistema é inicialmente ativado, um processo de inicialização é executado em 122 e se com sucesso, o sistema, como apresentado pela seta 124, vai para uma condição DESLIGADA normal como apresentado em 126. Quando situado na condição DESLIGADA normal 126, se um sinal de demanda for proporcionado para o sistema, o sistema move-se como apresentado pela seta 128 para uma condição de funcionamento normal apresentada em 130. Uma vez que a demanda tenha sido encontrada, o sistema retorna para a condição de DESLIGADO normal 126 como apresentado pela seta 132.

[0053] Enquanto situado na condição DESLIGADO normal 126, se a corrente na bobina principal ou a corrente na bobina auxiliar for detectada e não tiver existido o sinal de demanda, o sistema move-se como apresentado pela seta 134 para uma condição de contactor curto circuitado 136. Embora indicando a condição do contactor em curto-circuito 136, se a demanda for sinalizada, o sistema move-se como apresentado pela seta 138 para a condição de funcionamento normal 130. A condição de funcionamento normal 130 continua até que a demanda tenha sido satisfeita onde o sistema move-se como apresentado pela seta 132 de volta para a condição DESLIGADO normal 126 que pode novamente mover-se para a condição de contactor em curto-circuito 136 dependendo de se a corrente é percebida ou não nas bobinas principal e auxiliar.

[0054] Embora operando na condição de funcionamento normal 130, um dos três caminhos diferentes do retornar para a condição DESLIGADO normal 126 podem ser seguidos. Primeiro, se o sistema percebe a demanda e a corrente da bobina principal mas não percebe a corrente da bobina auxiliar, o sistema move-se como apresentado pela seta 140 para uma condição de circuito auxiliar aberto 142. Daqui, o sistema move-se para uma condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 146 quando tanto a corrente da bobina principal

como uma corrente da bobina auxiliar não são percebidas. Segundo, se o sistema percebe a demanda e a corrente da bobina auxiliar mas não percebe a corrente da bobina principal, o sistema move-se como apresentado pela seta 148 para uma condição de circuito principal aberto 150. Daqui, o sistema move-se para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 152 quando tanto uma corrente da bobina principal como uma corrente da bobina auxiliar não são percebidas. Terceiro, se o sistema percebe a demanda e não percebe a corrente da bobina auxiliar e a corrente da bobina principal, o sistema move-se como apresentado pela seta 154 para a condição de protetor armado 144.

[0055] Embora operando na condição de protetor armado 144, um dos quatro caminhos pode ser seguido. Primeiro, se a corrente da bobina principal ou a corrente da bobina auxiliar é percebida e a demanda é satisfeita, o sistema move-se como apresentado pela seta 160 para a condição de funcionamento normal 130. Segundo, com o protetor armado e a média da janela em movimento do tempo LIGADO do sistema tendo sido menor do que doze segundos, o sistema move-se como apresentado pela seta 162 para uma condição de vários funcionamentos curtos 164. Da condição de vários funcionamentos curtos, o sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 166. Terceiro, com o protetor armado e a média da janela em movimento do tempo LIGADO do sistema tendo sido maior do que quinze minutos, o sistema move-se como apresentado pela seta 168 para uma condição de vários funcionamentos longos 170. O sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 172. Quarto, com o protetor armado, se o tempo armado exceder quatro horas, o sistema move-se como apresentado pela seta 174 para uma condição de perda de força ou de defeito do protetor 176. Se, embora o sistema esteja na condição de perda de força ou de defeito do protetor 176 e a corrente da

bobina principal ou a corrente da bobina auxiliar seja percebida, o sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 178.

[0056] Quando o sistema move-se para as várias posições apresentadas na Figura 4, o piscar da luz 112 é ditado pela condição de falha percebida. Na modalidade preferida, se uma condição de protetor armado for percebida em 154 porque a demanda está presente mas a corrente está ausente, a luz 112 pisca uma vez. Se o compressor 10 estiver emperrado ou existir um problema de baixa tensão de suprimento como indicado pela seta 162 porque o tempo LIGADO médio durante as últimas cinco armações foi menor do que doze segundos, a luz 112 pisca duas vezes. Se as bobinas do motor estiverem abertas, o protetor está defeituoso ou o contactor está defeituoso como indicado pela seta 174 porque o tempo DESLIGADO é maior do que quatro horas, a luz 112 pisca três vezes. Se as bobinas auxiliares estiverem abertas ou existir um capacitor com funcionamento defeituoso como indicado pela seta 140, a luz 112 pisca quatro vezes. Se a bobina principal estiver aberta como indicado pela seta 148, a luz 112 pisca cinco vezes. Se o contactor estiver soldado como indicado pela seta 134 porque a corrente é percebida mas não existe demanda, a luz 112 pisca seis vezes. Finalmente, se existirem armações repetidas do protetor devido a outros problemas do sistema como indicado pela seta 168 porque o tempo LIGADO médio durante as últimas cinco armações foi menor do que quinze minutos, a luz 112 pisca sete vezes.

[0057] A Figura 5 representa um fluxograma para o sistema de diagnóstico 100 em conjunto com um compressor trifásico. O sinal de demanda é proporcionado para o circuito lógico 104 a partir do contactor 120 (Figuras 2 e 3) junto com o sinal de corrente a partir dos dispositivos de percepção 102. Quando o sistema é inicialmente ativado, um processo de inicialização é executado em 122 e se com sucesso, o sistema, como apresentado pela seta 124, vai para uma condição

DESLIGADO normal como apresentado em 126. Quando situando-se na condição DESLIGADO normal 126, se um sinal de demanda for proporcionado para o sistema, o sistema move-se como apresentado pela seta 128 para uma condição de funcionamento normal apresentada em 130. Uma vez que a demanda tenha sido encontrada, o sistema retorna para a condição DESLIGADO normal 126 como apresentado pela seta 132.

[0058] Enquanto situando-se na condição DESLIGADO normal 126, se a corrente em uma das três fases ou a corrente em uma segunda das três fases for detectada e não existiu o sinal de demanda, o sistema move-se como apresentado pela seta 234 para uma condição de contactor em curto-circuito 136. Enquanto indicando a condição de contactor em curto-circuito 136, se a demanda for sinalizada, o sistema move-se como apresentado pela seta 238 para a condição de funcionamento normal 130. A condição de funcionamento normal 130 continua até que a demanda tenha sido satisfeita onde o sistema move-se como apresentado pela seta 132 de volta para a condição DESLIGADO normal 126 que pode novamente mover-se para a condição de contactor em curto-circuito 136 dependendo de se a corrente é percebida ou não nas bobinas principal ou auxiliar.

[0059] Enquanto operando na condição de funcionamento normal 130, um dos três caminhos diferentes do retorno para a condição DESLIGADO normal 126 pode ser seguido. Primeiro, se o sistema percebe a demanda e onze milissegundos é menor do que a diferença de tempo cruzando o zero entre a primeira e a segunda fases do suprimento de força trifásico ou esta diferença de tempo é menor do que quatorze milissegundos, o sistema move-se como apresentado pela seta 240 para uma condição de seqüência de fase revertida 242. Daqui, o sistema move-se para uma condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 246 quando tanto a corrente de uma primeira fase ou a corrente de uma segunda fase não é percebida. Se-

gundo, se o sistema percebe a demanda e dezesseis milissegundos é menor do que a diferença de tempo de cruzamento do zero entre a primeira e a segunda fase ou esta diferença de tempo é menor do que vinte e um milissegundos, o sistema move-se como apresentado pela seta 248 para uma condição de ausência de fase 250. Daqui, o sistema move-se para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 252 quando tanto a corrente de uma primeira fase como a corrente de uma segunda fase não são percebidas. Terceiro, se o sistema percebe demanda e não percebe a corrente da primeira fase e as corrente da segunda fase, o sistema move-se como apresentado pela seta 254 para a condição de protetor armado 144.

[0060] Enquanto operando na condição de protetor armado 144, um dos quatro caminhos pode ser seguido. Primeiro, se a corrente da primeira fase ou a corrente da segunda fase é percebida e a demanda está satisfeita, o sistema move-se como apresentado pela seta 260 para a condição de funcionamento normal 130. Segundo, com o protetor armado e a média da janela em movimento do tempo LIGADO do sistema foi menor do que doze segundos, o sistema move-se como apresentado pela seta 162 para a condição de vários funcionamentos curtos 164. A partir da condição de vários funcionamentos curtos, o sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 166. Terceiro, com o protetor armado e a média da janela em movimento do tempo LIGADO do sistema tendo sido maior do que quinze minutos, o sistema move-se como apresentado pela seta 168 para uma condição de vários funcionamentos longos 170. O sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 172. Quarto, com o protetor armado, se o tempo de armado exceder a quatro horas, o sistema move-se como apresentado pela seta 174 para uma condição de perda de força ou de protetor defeituoso 176. Se, enquanto o sistema está na condição de perda de força ou de protetor defeituoso 176 e a corrente

da primeira fase ou a corrente da segunda fase é percebida, o sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 278.

[0061] Quando o sistema move-se para as várias posições apresentadas na Figura 5, o piscar da luz 112 é ditado pela condição de falha percebida. Na modalidade preferida, se a condição de protetor armado é percebida em 254 porque a demanda está presente mas a corrente está ausente, a luz 112 pisca uma vez. Se o compressor 10 estiver emperrado ou existe um problema de tensão de suprimento baixa tal como indicado pela seta 162 porque o tempo LIGADO médio durante as últimas cinco armações foi menor do que doze segundos, a luz 112 pisca duas vezes. Se as bobinas do motor estão abertas, o protetor está defeituoso ou o contactor está defeituoso como indicado pela seta 174 porque o tempo DESLIGADO é maior do que quatro horas, a luz 112 pisca três vezes. Se o contactor está soldado como indicado pela seta 234 porque a corrente é percebida mas não existe demanda, a luz 112 pisca quatro vezes. Se existirem armações repetidas do protetor devido a outros problemas do sistema como indicado pela seta 168 porque o tempo LIGADO médio durante as últimas cinco armações foi menor do que quinze minutos, a luz 112 pisa cinco vezes. Se as fases de suprimento de força estão invertidas como indicado pela seta 240 porque a diferença de tempo de cruzamento do zero está entre onze e quatorze milissegundos, a luz 112 pisca seis vezes. Finalmente, se existir uma ausência de fase no suprimento de força trifásico como indicado pela seta 248 porque a diferença de tempo de cruzamento do zero está entre dezesseis e vinte e um milissegundos, a luz 112 pisca sete vezes.

[0062] Enquanto a técnica acima foi descrita como monitorando as médias da janela em movimento para o compressor 10, está dentro do escopo da presente invenção ter o circuito lógico 104 utilizando as condições em tempo real ou instantâneas para o compressor 10. Por

exemplo, ao olhar as setas 162 ou 168, ao invés de olhar a média da janela em movimento, o circuito lógico 104 poderia olhar o tempo de funcionamento anterior para o compressor 10.

[0063] A Figura 6 representa um fluxograma que é seguido quando diagnosticando um problema do sistema. Na etapa 300, o técnico determina se existe um problema por verificar os LEDs na etapa 302. Se o LED verde 110 estiver aceso, a indicação em 304 é que o compressor 10 está funcionando normalmente e o problema é com outros componentes. Se a luz LED amarelo 112 estiver piscando, o técnico conta o número de piscadas em 306. Baseado no número de piscadas da luz 112, é feita a determinação do tipo de falha em 308. A falha é corrigida e o sistema é reciclado e iniciado em 310. O sistema retorna para a etapa 300 que novamente irá indicar quaisquer falhas com o compressor 10.

[0064] Portanto, o sistema de diagnóstico 100 proporciona ao técnico que chega no local uma indicação clara de mais provavelmente onde o problema com o sistema está presente. O técnico pode então direcionar sua atenção para a causa mais provável do problema e possivelmente evitar a substituição de um compressor bom.

[0065] A Figura 7 ilustra um sistema de refrigeração típico 320. O sistema de refrigeração 320 inclui o compressor 10 em comunicação com um condensador 322 que está em comunicação com um dispositivo de expansão 324 que está em comunicação com um evaporador 326 que está em comunicação com o compressor 10. A tubulação de refrigerante 328 conecta os vários componentes como apresentado na Figura 7.

[0066] Referindo-se agora à Figura 8, um contactor 120 é ilustrado, o qual incorpora o sistema de diagnóstico 100 na forma de sensores de corrente 102, do circuito lógico 104, da luz LED verde 110 e da luz amarela 112. O contactor 120 é projetado para receber informação a partir de vários controles de sistema tal como um termostato do siste-

ma 350 (Figuras 2 e 3), de um grupo de segurança do sistema 352 (Figuras 2 e 3) e/ou de outros sensores incorporados no sistema e baseado nas três entradas proporciona força para o compressor 10.

[0067] O contactor 120 inclui um conjunto de conectores de entrada de força 354, um conjunto de conectores de saída de força 356, um conjunto de conectores da bobina do contactor 358, a luz 110 e a luz 112. O esquema interno para o contactor 120 é apresentado na Figura 9. Um suprimento de força 360 recebe força a partir dos conectores 354, converte a força de entrada como necessário e então fornece a força requerida para o circuito de entrada 362, para o circuito de processamento 364 e para o circuito de saída 366, que coletivamente formam o circuito lógico 104.

[0068] O circuito de entrada 362 recebe a entrada a partir dos sensores de corrente 102 e o sinal de demanda de modo a diagnosticar a saúde do compressor 10. A informação recebida pelo circuito de entrada 362 é direcionada para o circuito de processamento 364 que analisa a informação proporcionada e então proporciona a informação para o circuito de saída 366 para operar o compressor 10 e/ou ativar as luzes de LED 110 e 112. A incorporação do circuito lógico 104 dentro do contactor 120 simplifica o sistema devido ao fato de que tanto a força da linha como o sinal de demanda já serem proporcionados para o contactor 120. A função e a operação do sistema de diagnóstico 100 incorporadas dentro do contactor 120 são as mesmas que descritas acima para o alojamento 106.

[0069] Referindo-se agora à Figura 10, a tomada moldada 90 é ilustrada incorporando o sistema de diagnóstico 100 na forma dos sensores de corrente 102, do circuito lógico 104, da luz 110 e da luz 112. Em algumas aplicações, a incorporação do sistema de diagnóstico 100 dentro da tomada moldada 90 oferece algumas vantagens distintas. Quando o sistema de diagnóstico 100 está incorporado dentro da tomada moldada 90, a força é proporcionada através dos conectores 354

e também deve ser proporcionada para o sistema de diagnóstico a partir da força de entrada ou ela pode ser proporcionada separadamente através do conector 370. Em adição, o sinal de demanda também deve ser proporcionado para a tomada 90 e isto pode ser feito através dos conectores 372. A função e a operação do sistema de diagnóstico 100 incorporadas dentro da tomada moldada 90 são as mesmas que descritas acima para o alojamento 106. A comunicação a partir da tomada 90 é realizada através da conexão 374.

[0070] As Figuras 4 e 5 ilustram fluxogramas para o sistema de diagnóstico 100. Enquanto operando na condição do protetor armado 144, caminhos diferentes são seguidos dependendo da média da janelas em movimento do tempo de LIGADO ou do tempo de LIGADO do ciclo anterior. Estes vários caminhos ajudam a determinar que tipo de falha está presente.

[0071] Este conceito pode ser expandido por se fazer suposições adicionais baseado no tempo de LIGADO do compressor entre armações de sobrecarga. A duração de tempo de LIGADO do compressor antes da armação de sobrecarga pode ser expandida para ser útil ao diagnosticar se a falha está provavelmente localizada no lado alto (condensador) ou no lado baixo (evaporador) do sistema de refrigeração ou de ar condicionado. Esta informação adicionada ajudaria ao técnico a acelerar sua pesquisa em relação à falha. A Figura 11 ilustra o fluxograma para um sistema de diagnóstico 100. Enquanto a Figura 11 ilustra um sistema de diagnóstico para um motor de fase única, o sistema de diagnóstico ilustrado na Figura 11 e descrito abaixo pode ser utilizado com um motor trifásico, se desejado.

[0072] Utilizando esta maneira de se abordar, existem quatro falhas principais do sistema como apresentado na Figura 12 que podem ser identificadas baseado no tempo de LIGADO e/ou no tempo de DESLIGADO. Primeira, uma condição de motor "travado" (Armação LR) tipicamente resulta de um problema de travamento mecânico ou

de partida difícil do compressor. Isto resulta no tempo de armação mais curto normalmente dentro de vinte segundos ou menos. Isto é ilustrado na Figura 11 pela seta 162' que leva a uma condição de rotor travado 164: da condição de rotor travado 164; o sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 166'. Segunda, uma condição de "ciclo curto" tipicamente é devido a ligação e desligamento das chaves de pressão de segurança do lado alto ou do lado baixo. Tanto o tempo LIGADO como o tempo DESLIGADO durante o ciclo curto tipicamente são na ordem de dois minutos ou menos. Isto é ilustrado na Figura 11 pela seta 162" que leva a uma condição de funcionamento em ciclo curto 164". Da condição de funcionamento em ciclo curto 164", o sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 166". Terceira, uma condição de "armação de sobrecarga normal"(armação do protetor) é a esperada de ocorrer mais freqüentemente impondo uma condição de carga máxima sobre o compressor devido às falhas do sistema tal como uma ventoinha do condensador bloqueada ou com falha. O tempo LIGADO entre as armações pode ser em qualquer parte de quatro até noventa minutos dependendo da severidade das falhas. Isto é ilustrado na Figura 11 pela seta 168' que leva a uma condição de armação de sobrecarga normal 170'. A partir da condição de armação de sobrecarga normal 170', o sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 172'. Como apresentado na Figura 12, a armação de sobrecarga normal pode ser dividida em duas áreas separadas de temperatura se o condensador 322 (Tc) for conhecido. Quarta. uma condição de falha de "tempo de funcionamento elevado" resulta em tempos de funcionamento muito longos tipicamente maiores do que noventa minutos. Um ciclo do termostato de tempo de funcionamento de cinquenta por cento normal baseado em uma taxa de três ciclos por hora produziria um tempo de LIGADO de dez minutos. Portanto, funcionar mais do que noventa mi-

nutos tipicamente é uma falha. Isto é ilustrado na Figura 11 pela seta 174' que leva a uma falha de perda de carga 176'. A partir da falha de perda de carga 176', o sistema move-se de volta para a condição de protetor armado 144 como apresentado pela seta 178'. O sistema de diagnóstico 100' pode substituir o sistema de diagnóstico 100 apresentado nas Figuras 4 e 5 ou o sistema de diagnóstico 101' pode funcionar concorrentemente com estes dois sistemas de diagnóstico.

[0073] Podem ser obtidas informações adicionais utilizando-se sensores adicionais. Pela adição de sensores chave, os sistemas de diagnóstico descritos acima podem se estender em uma capacidade principal que pode claramente distinguir entre uma falha do compressor e uma falha do sistema em qualquer conjunto de condições.

[0074] Especificamente, para um dado tipo de tensão e de suprimento de força, a corrente de funcionamento para o compressor 10 é principalmente uma função prescrita de sua pressão de descarga e de sua pressão de sucção como representado pelas tabelas ou equações típicas de performance publicadas. Tipicamente, para a maioria dos compressores de voluta, a corrente de compressor varia principalmente com a pressão de descarga e ela é razoavelmente insensível à pressão de sucção. Quando uma falha mecânica ocorre dentro de compressores de voluta, sua extração de corrente irá aumentar de forma significativa na mesma pressão de descarga. Portanto, por perceber a corrente com os dispositivos de percepção de corrente 102 e por perceber a pressão de descarga utilizando um sensor 330 como apresentado na Figura 7, a maioria das falhas dentro do compressor 10 pode ser detectada. Para um dado suprimento de força, uma alteração na tensão pode afetar sua corrente. Entretanto, estas alterações da tensão são normalmente intermitentes e não permanentes, enquanto uma falha tipicamente é permanente e irreversível. Esta diferença pode ser distinguida pela detecção da corrente com os dispositivos de percepção de corrente 102 e pela detecção da pressão de descarga

com o sensor 330 para vários ciclos repetitivos.

[0075] Tipicamente, o sensor de pressão de descarga 330 é um componente bastante caro, especialmente para a implementação de sistema residencial. Uma alternativa de baixo custo é utilizar um termistor CR sensor de temperatura 332 como apresentado na Figura 7 montado no ponto médio do condensador 322 em um dentre o garfo ou a curva de retorno do tubo. Esta percepção de temperatura é razoavelmente bem conhecida a medida que ela é utilizada com o controle de descongelamento tipo demanda para bombas de aquecimento residenciais. A Figura 13 ilustra uma relação típica entre a corrente do compressor e a temperatura de condensação. Uma equação ou tabela genérica para esta relação pode ser pré-programada dentro dos sistemas de diagnóstico 100 ou 100'. Então, por medir dois ou três pontos de coordenada durante as vinte e quatro horas iniciais de operação após a primeira instalação limpa, a curva pode então ser derivada e calibrada para o sistema para uso como uma referência de nenhuma falha.

[0076] Em adição aos dispositivos de percepção de corrente 102, ao sensor de pressão 330 ou ao sensor de temperatura 332, um sensor de temperatura ambiente ao ar livre 334 como apresentado nas Figuras 2 e 3 pode ser adicionado. A adição do sensor 334 é principalmente para detectar as falhas do compressor por alavancar os dados dos sensores 102 e 330 ou 332 com os dados do sensor 334. Desde que tanto o sensor de temperatura 332 como o sensor de temperatura 334 tipicamente são utilizados com os controles de descongelamento tipo demanda em bombas de aquecimento residenciais, este conceito é bastante atrativo porque os técnicos já estão familiarizados com estes sensores e o custo adicionado é somente incremental.

[0077] A combinação da temperatura de condensação com o delta T (temperatura de condensação menos a temperatura ambiente) do condensador agora proporciona capacidade de diagnóstico poderosa

das falhas do sistema como ilustrado abaixo incluindo bombas de aquecimento no modo de aquecimento porque o delta T torna-se a temperatura de evaporação menos a temperatura ambiente. No fluxograma abaixo no modo de resfriamento, o delta T representa o delta T do condensador e no modo de aquecimento, o delta T representa o delta T do evaporador.

	Modo de Resfriamento	Modo de Aquecimento
Ventoinha externa bloqueada/com falha ou sobrecarga (Lado Alto)	Armação de sobrecarga Delta T alto Tcond alto Corrente alta	Delta T baixo
Soprador Interno bloqueado/com falha ou perda de carga (Lado baixo)	Delta T baixo Delta T baixo Tempo de funcionamento longo	Armação de sobrecarga Delta T baixo Tempo de funcionamento longo
Início do Descongelamento	---	Delta T alto
Falha do Compressor	Corrente vs. Tcond	---
Perda de Capacidade	% do tempo de funcionamento	% do tempo de funcionamento

[0078] Finalmente, agora é possível diagnosticar perda de capacidade com a adição do sensor de ambiente ao ar livre 334 utilizando tempo de funcionamento percentual como apresentado na Figura 14. Prognosticar o uso de energia do compressor também é agora possível porque a corrente, tensão e tempo de funcionamento são conhecidos. A utilização de energia através do tempo pode ser monitorada e relatada.

[0079] Como um todo, a implementação de uma ferramenta eletrônica de diagnóstico é ilustrada na Figura 15 com os dispositivos de percepção de corrente 102, com o sensor de temperatura do condensador 332 e com o sensor de temperatura ambiente ao ar livre 334. Desde que estes sensores proporcionam monitoramento contínuo do sistema e não chaves únicas, agora é possível integrar a capacidade de proteção de segurança dentro deste controle e eliminar a necessi-

dade por chaves de segurança de pressão alta e baixa.

[0080] Capacidades de diagnóstico adicionais podem ser alcançadas pela percepção da tensão nos fios de suprimento de força energizando o compressor 10. Como apresentado nas Figuras 2 e 3 ilustram os sensores de tensão 402 incorporados para este propósito. Os compressores com os interruptores de linha internos como o sensor de temperatura 54 irão "armar" se a tensão de suprimento para o compressor 10 cair abaixo de um valor especificado. Este valor tipicamente é dez por cento abaixo da tensão nominal. Abaixo desta condição de tensão reduzida, a corrente do motor irá aumentar até um nível que geraria calor suficiente para "armar" o protetor 54. Por consequência, se a tensão for conhecida quando o protetor 54 arma, esta condição de baixa tensão pode ser sinalizada como uma falha específica. O técnico de serviço pode então concentrar-se em encontrar a causa para a condição de baixa tensão. A tensão pode ser percebida por vários métodos. Ela pode ser diretamente percebida nos terminais do compressor como apresentado com os sensores 402 ou em outros pontos no circuito elétrico alimentando o compressor 10. Ela também pode ser indiretamente percebida pelo monitoramento da tensão de controle do sistema utilizando um sensor 404 como apresentado nas Figuras 2 e 3. A tensão de controle tipicamente é um circuito de baixa tensão (24 VAC) e ela é derivada utilizando uma etapa do transformador de escalonamento (não apresentado). Esta tensão de controle também alteraria em proporção direta com a alteração na tensão de linha. Por consequência, o monitoramento da tensão de controle poderia proporcionar uma idéia da tensão de linha.

[0081] A descrição da invenção é meramente ilustrativa por natureza e portanto, variações que não saiam da essência da invenção são pretendidas como estando dentro do escopo da invenção. tais variações não são para serem consideradas como uma saída do espírito e do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema compressor compreendendo:

um compressor (10);

um motor (28,46,48) ligado com o compressor (10) para energizar o compressor (10);

um protetor do motor (54) associado ao motor (28,46,48), o protetor do motor (54) acionado entre uma primeira posição quando o motor (28,46,48) está dentro de parâmetros operacionais especificados e uma segunda posição quando o motor (28,46,48) está fora dos parâmetros operacionais especificados;

um sensor (330,332,334) monitorando uma característica de operação do compressor (10);

caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

um sistema de diagnóstico (100) associado ao protetor do motor (54), o sistema de diagnóstico (100) incluindo um circuito lógico (104) associado ao protetor do motor (54) operável para analisar um estado do protetor do motor (54) como uma função do tempo e identificar uma causa de falha específica;

em que o sensor (330,332,334) está em comunicação com o sistema de diagnóstico (100).

2. Sistema compressor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o sistema de diagnóstico (100) inclui um indicador (110) que apresenta o estado do protetor do motor (54).

3. Sistema compressor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o sistema de diagnóstico (100) inclui um indicador (112) que apresenta um problema do sistema.

4. Sistema compressor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o sistema de diagnóstico (100) monitora quando o compressor (10) está operando e quando o compressor (10) está inativo.

5. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo fato de que** o sistema de diagnóstico (100) monitora a duração de tempo em que o protetor do motor (54) permanece na segunda posição.

6. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende pelo menos um sensor de corrente (102) para determinar o estado do protetor do motor (54).

7. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um sinal de demanda, o sinal de demanda em conjunto com o estado do protetor do motor (54) sendo utilizados para diagnosticar a causa da falha.

8. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado pelo fato de que** o sensor é um sensor de pressão (330) que monitora uma pressão de descarga do compressor (10).

9. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende pelo menos um sensor de corrente (102) que monitora a corrente elétrica sendo fornecida para o motor (28,46,48).

10. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um sensor de temperatura (334) que monitora a temperatura ambiente.

11. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado pelo fato de que** o sensor é um sensor de temperatura (332) que monitora uma temperatura do condensador (322)

12. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um sensor de tensão (402) que monitora a tensão elétrica sendo fornecida para o motor (28,46,48).

13. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um sistema de controle e um sensor de tensão (404) que monitora a tensão elétrica sendo fornecida ao sistema de controle.

14. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **caracterizado pelo fato de que** o compressor (10) opera entre um lado de pressão de sucção e um lado de pressão de descarga, a causa da falha sendo diagnosticada pelo sistema de diagnóstico (100) estando associada com o lado de pressão de sucção.

15. Sistema compressor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, **caracterizado pelo fato de que** o compressor (10) opera entre um lado de pressão de sucção e um lado de pressão de descarga, a causa da falha sendo diagnosticada pelo sistema de diagnóstico (100) estando associada com o lado de pressão de descarga.

16. Sistema de resfriamento compreendendo:

um condensador (322);

um dispositivo de expansão em comunicação com o condensador (322);

um evaporador em comunicação com o dispositivo de expansão;

um sistema compressor conforme definido na reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o compressor (10) do sistema compressor está em comunicação com o evaporador e com o condensador (322);

em que o sensor também monitora uma característica de

operação do sistema de resfriamento.

17. Sistema de resfriamento, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o sistema de diagnóstico (100) inclui um indicador (110) que apresenta o estado do protetor do motor (54).

18. Sistema de resfriamento, de acordo com a reivindicação 16 ou 17, **caracterizado pelo fato de que** o sistema de diagnóstico (100) inclui um indicador (112) que apresenta um problema do sistema.

19. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 18, **caracterizado pelo fato de que** o sistema de diagnóstico (100) monitora quando o compressor (10) está operando e quando o compressor (10) está inativo.

20. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 19, **caracterizado pelo fato de que** o sistema de diagnóstico (100) monitora a duração de tempo em que o protetor do motor (54) permanece na segunda posição.

21. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 20, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende pelo menos um sensor de corrente (102) para determinar o estado do protetor do motor (54).

22. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 21, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um sinal de demanda, o sinal de demanda em conjunto com o estado do protetor do motor (54) sendo utilizados para diagnosticar a causa da falha.

23. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 22, **caracterizado pelo fato de que** o sensor é um sensor de pressão (330) que monitora uma pressão de descarga do compressor (10).

24. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma

das reivindicação 16 a 23, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende pelo menos um sensor de corrente (102) que monitora a corrente elétrica sendo fornecida para o motor (28,46,48).

25. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 24, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um sensor de temperatura (334) que monitora a temperatura ambiente.

26. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 25, **caracterizado pelo fato de que** o sensor é um sensor de temperatura (332) que monitora uma temperatura do condensador (322).

27. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 26, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um sensor de tensão (402) que monitora a tensão elétrica sendo fornecida para o motor (28,46,48).

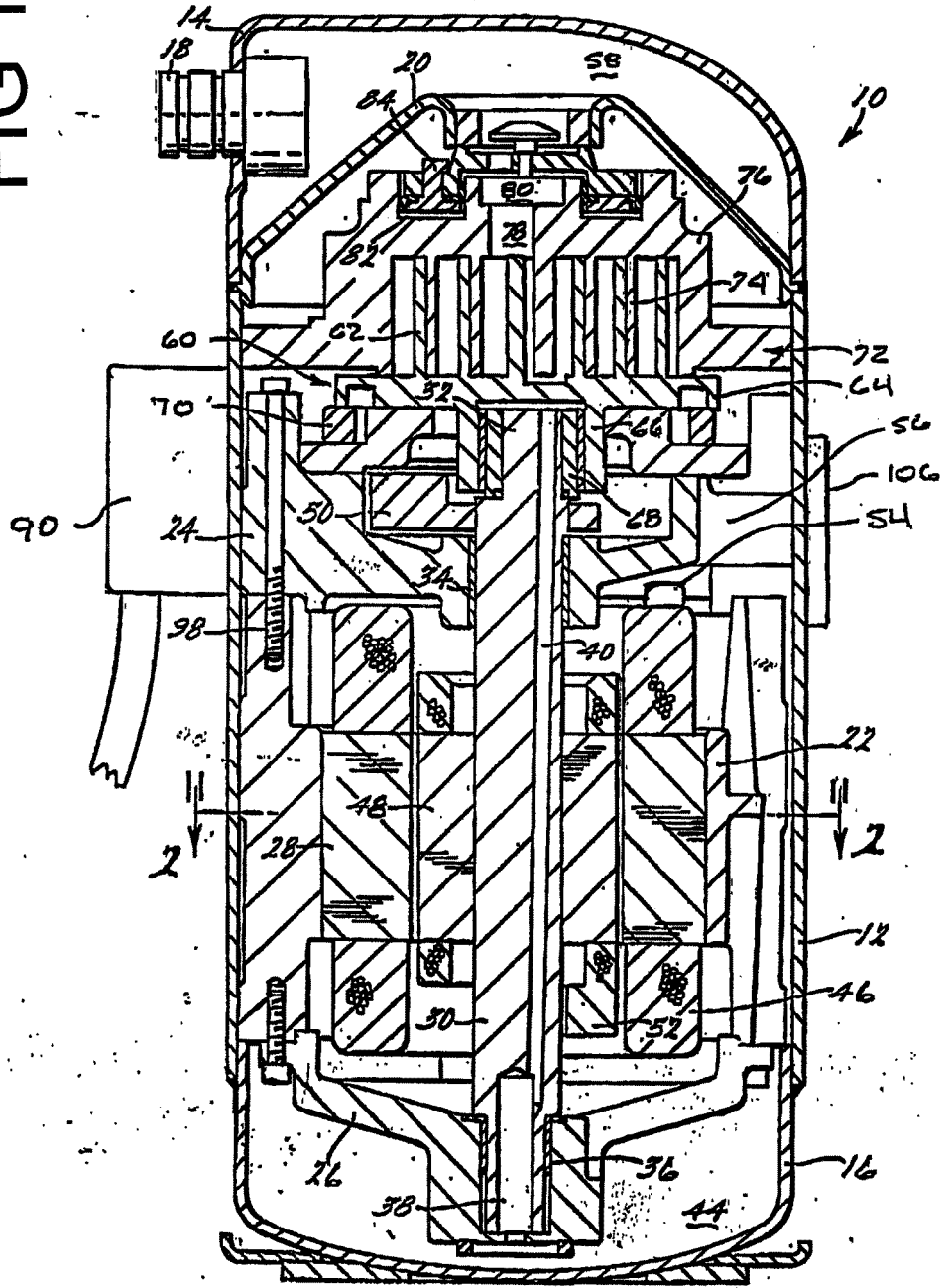
28. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 27, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um sistema de controle e um sensor de tensão (404) que monitora a tensão elétrica sendo fornecida para o sistema de controle.

29. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 28, **caracterizado pelo fato de que** o compressor (10) opera entre um lado de pressão de sucção e um lado de pressão de descarga, a causa da falha sendo diagnosticada pelo sistema de diagnóstico (100) estando associado com o lado de pressão de sucção.

30. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicação 16 a 29, **caracterizado pelo fato de que** o compressor (10) opera entre um lado de pressão de sucção e um lado de pressão de descarga, a causa da falha sendo diagnosticada pelo sistema de diagnóstico (100) estando associado com o lado de pressão de descarga.

100

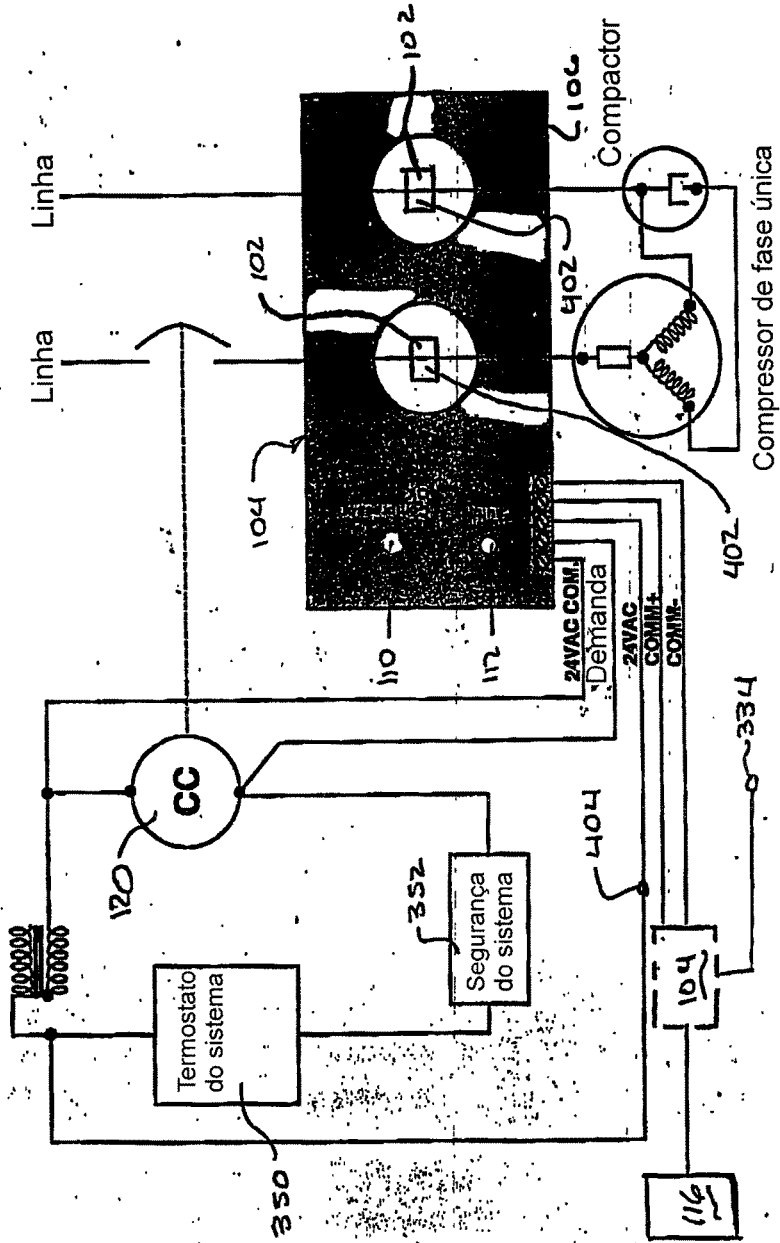
FIG 1



101

FIG 2

100 ↗



102

FIG 3

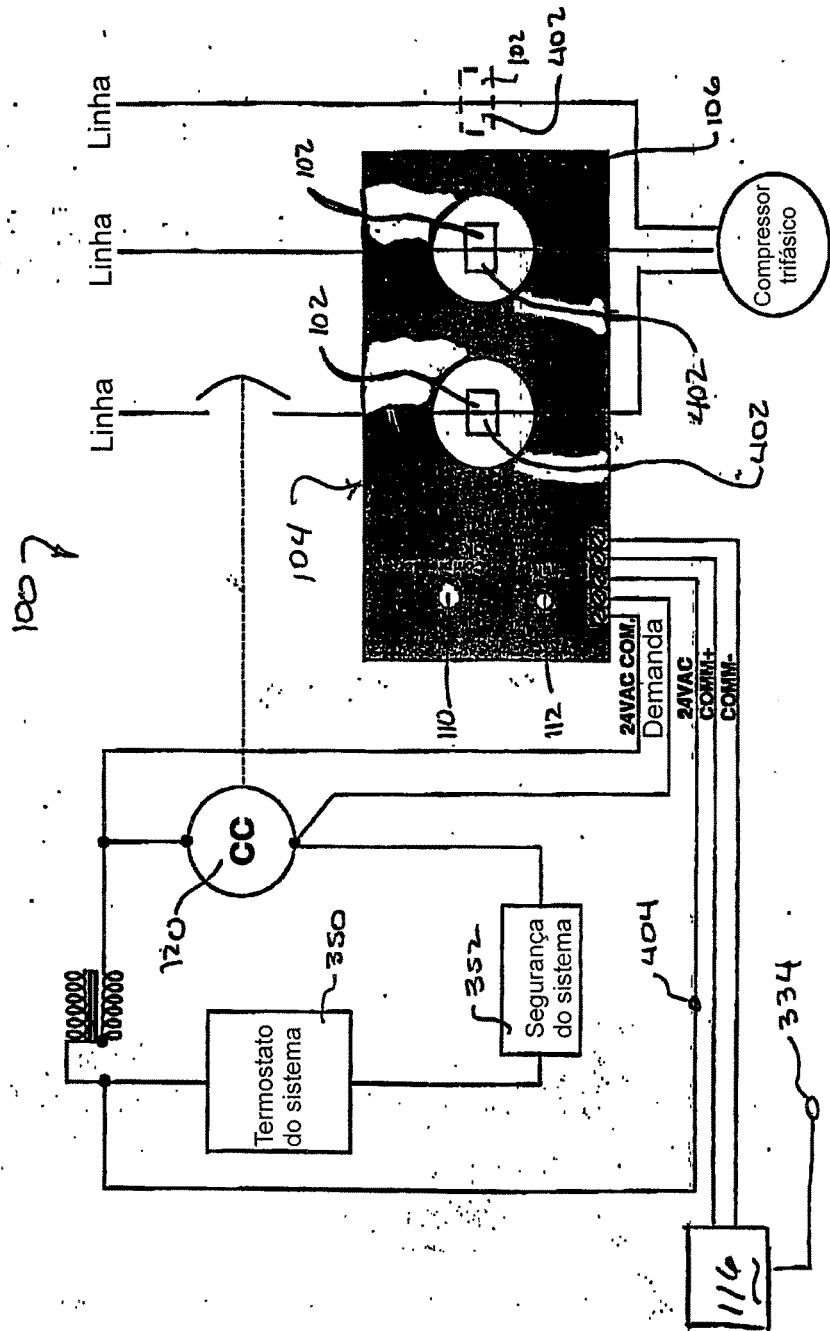


FIG 4

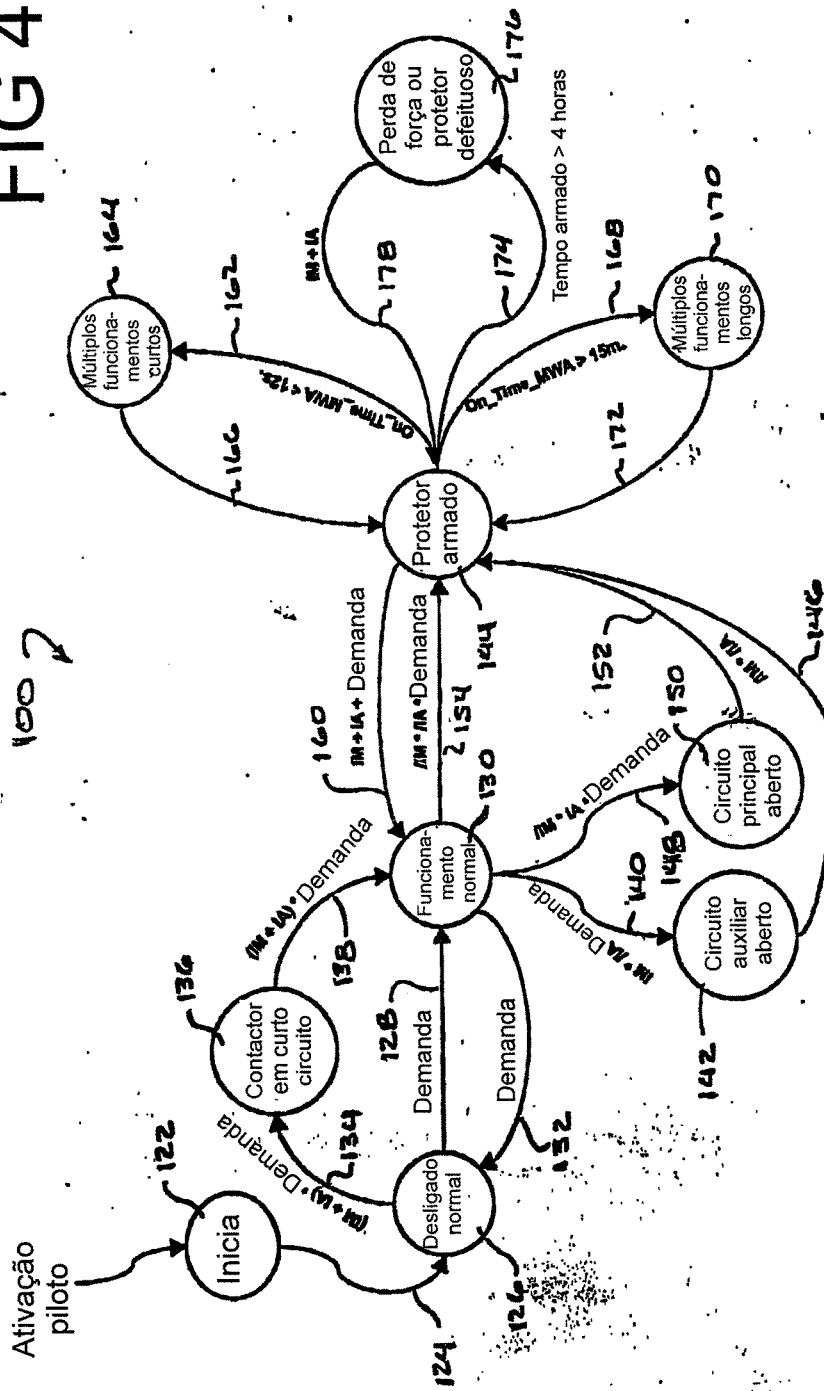


FIG 5

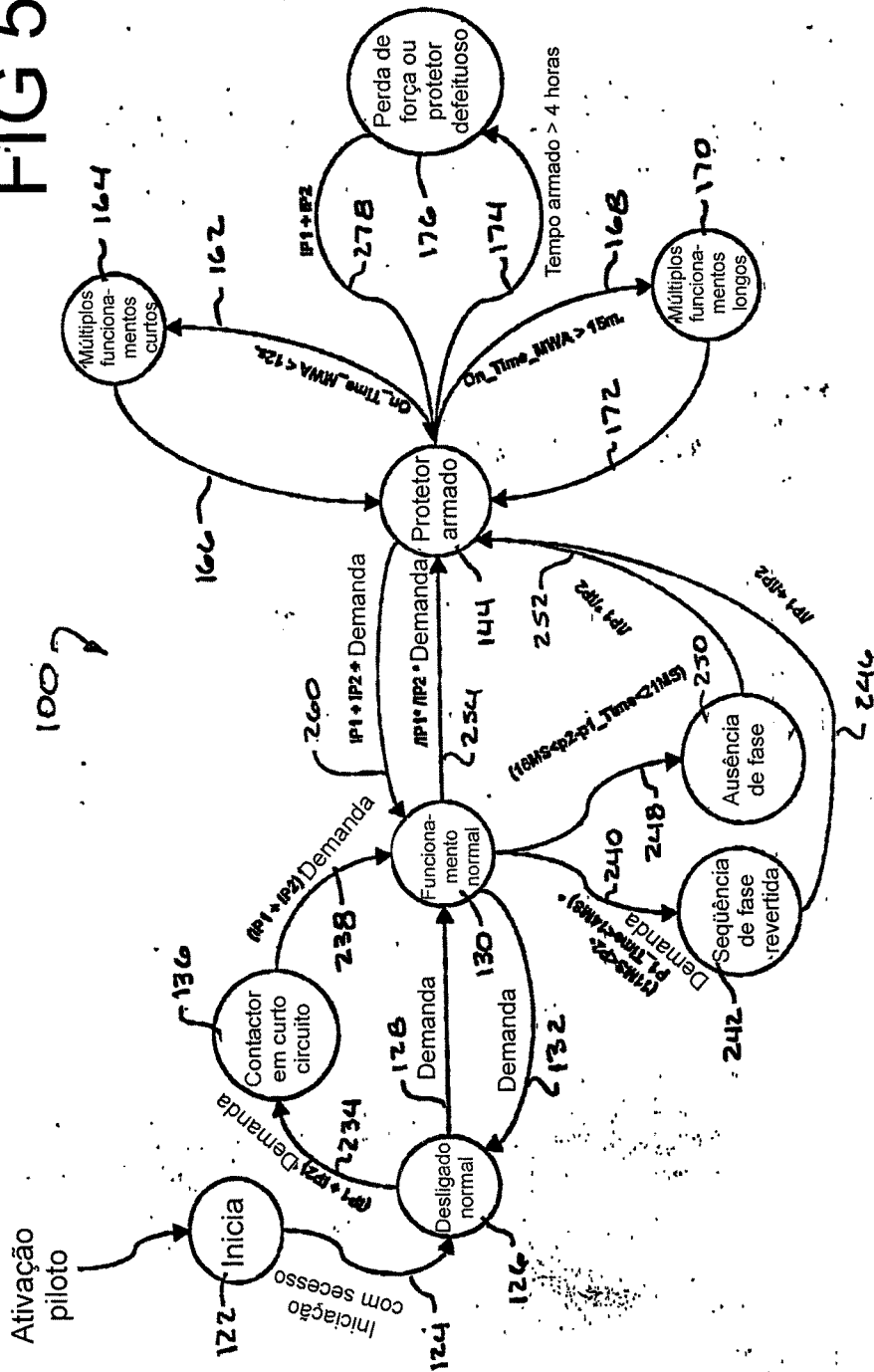
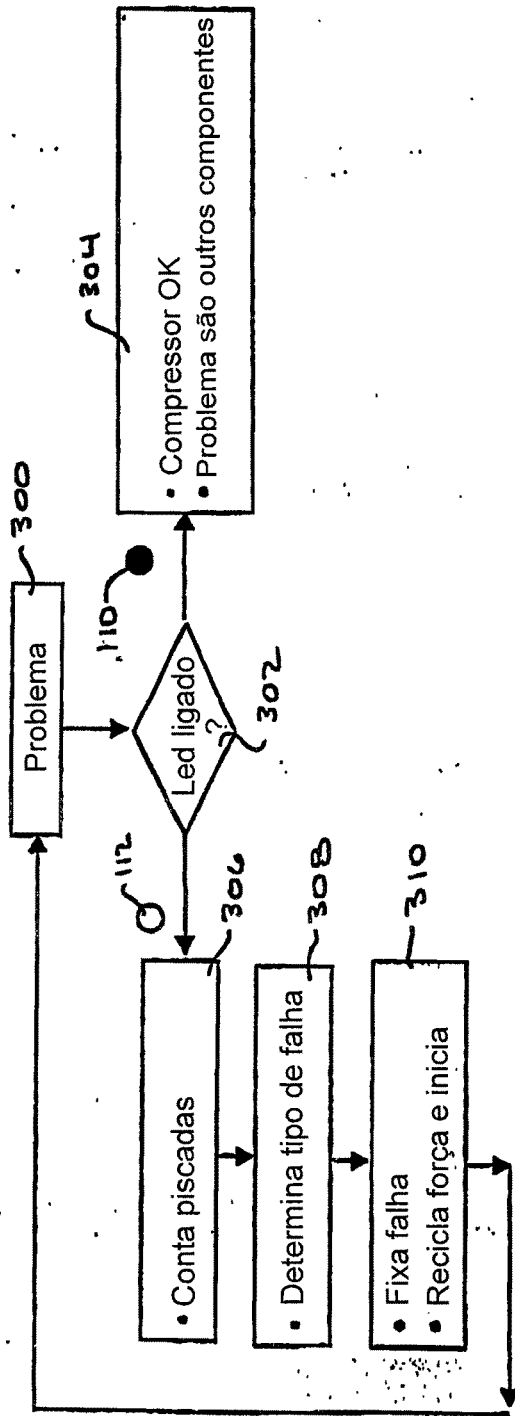


FIG 6



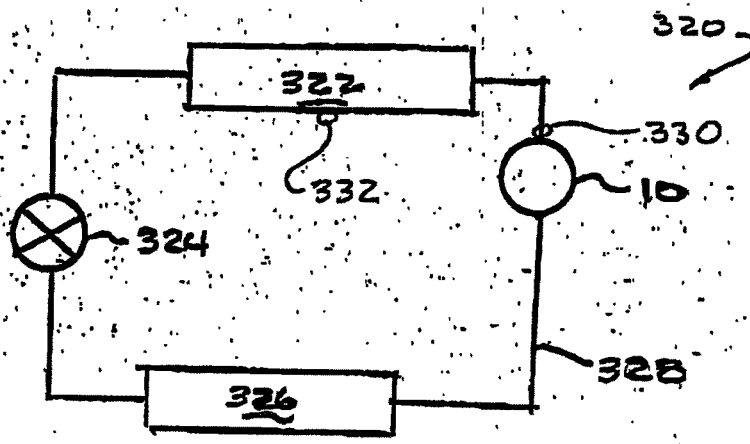


FIG 7

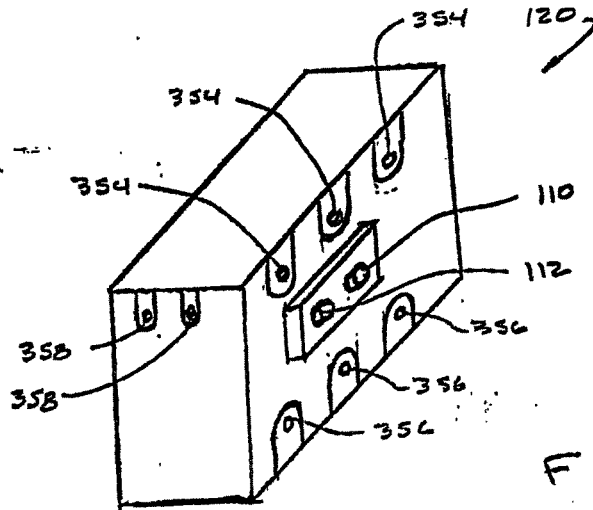


FIG 8

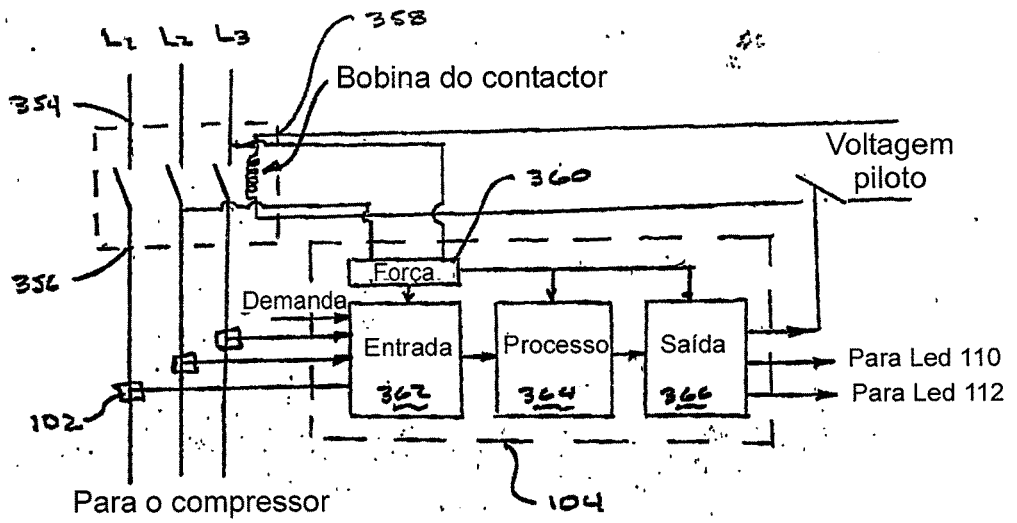


FIG 9

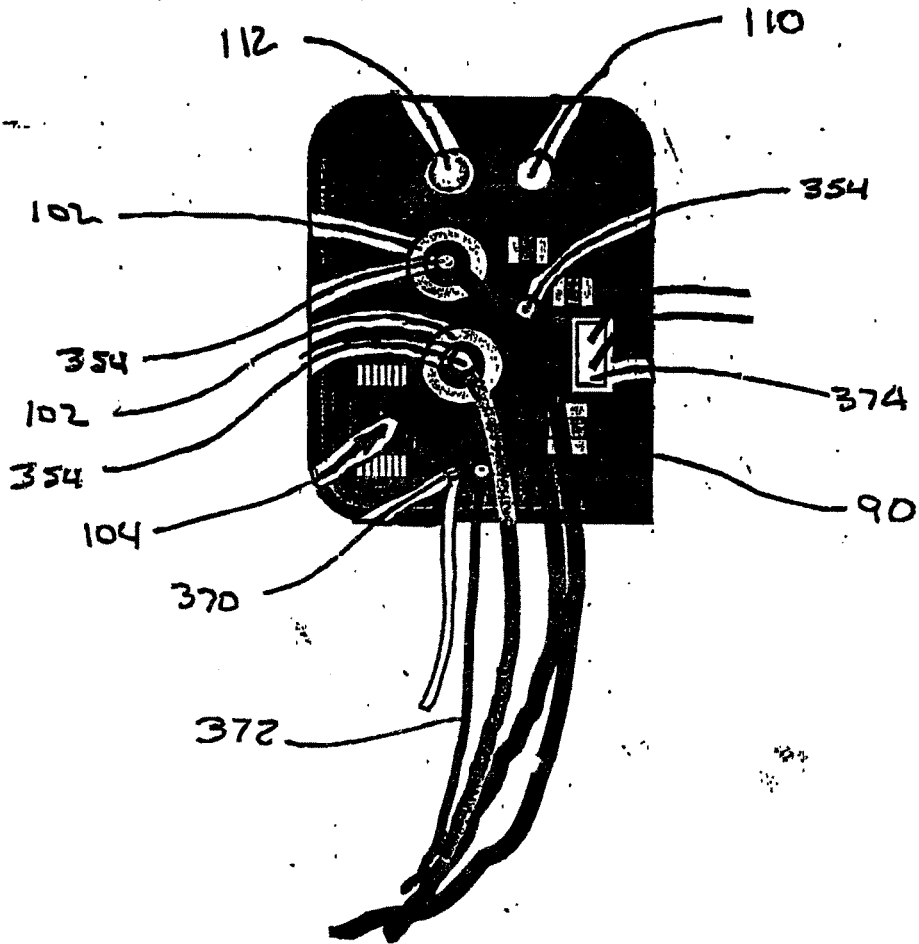
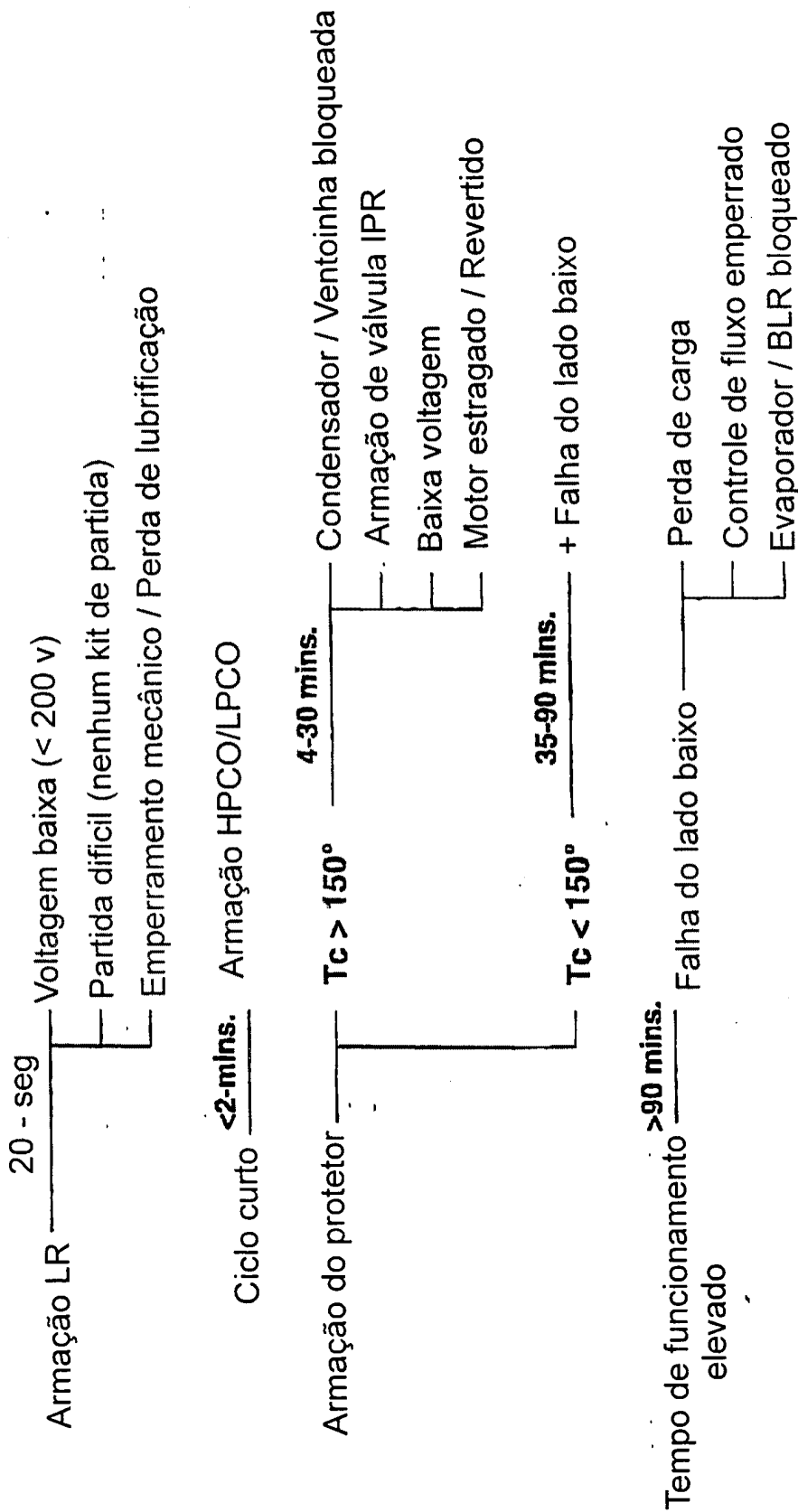


FIG 10

FIG 12

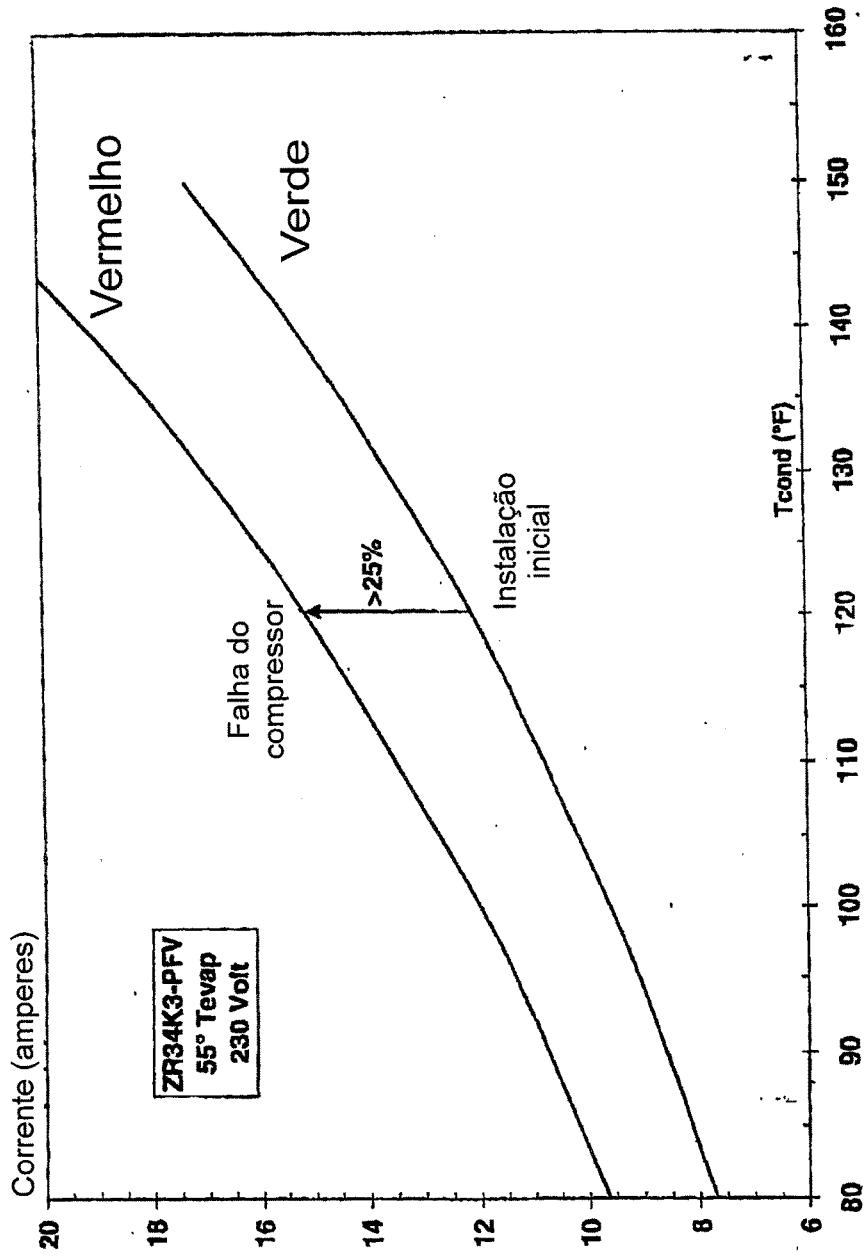
Diagnósticos utilizando tempo de ligado antes das armações

Falhas possíveis do sistema



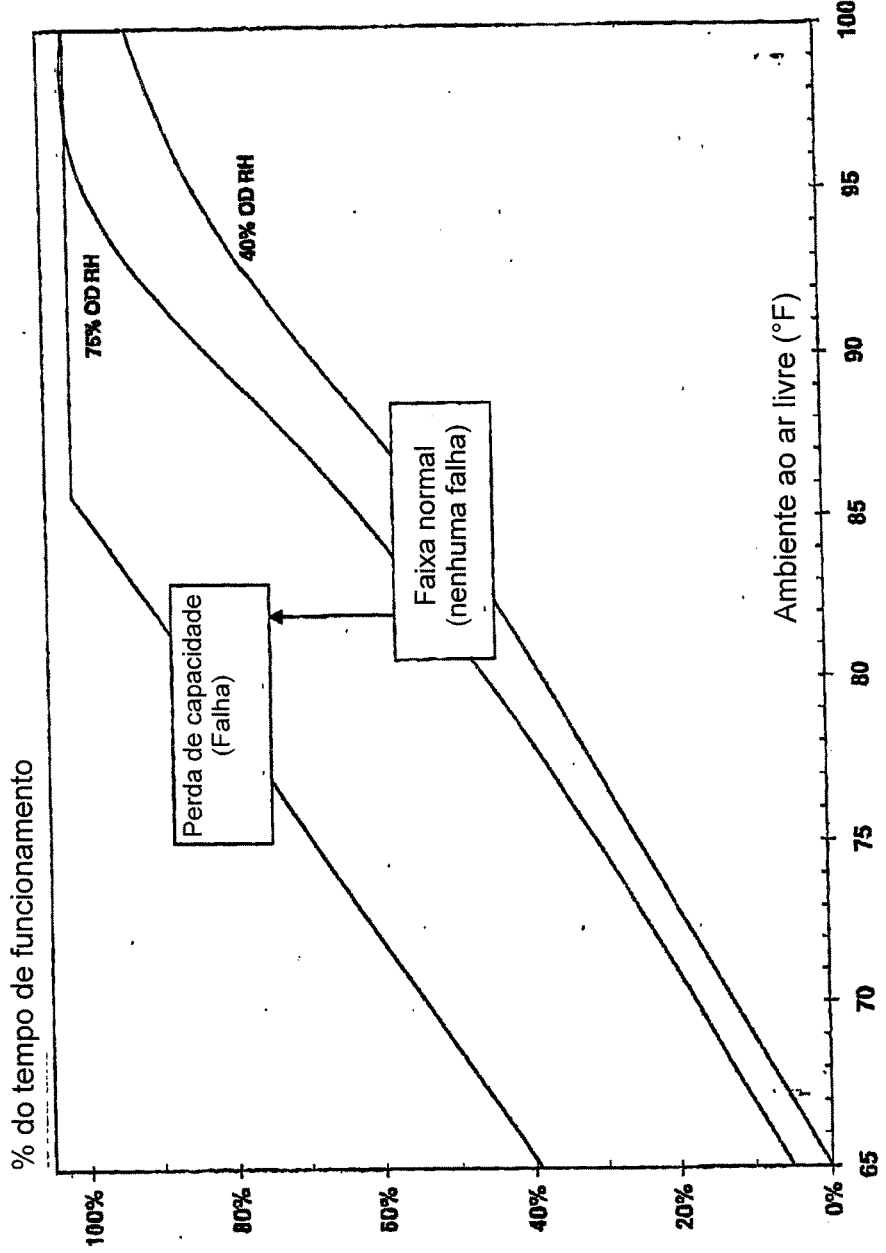
111

FIG 13



142

FIG 14



Proteção integrada / Diagnóstico / Controle de descongelamento

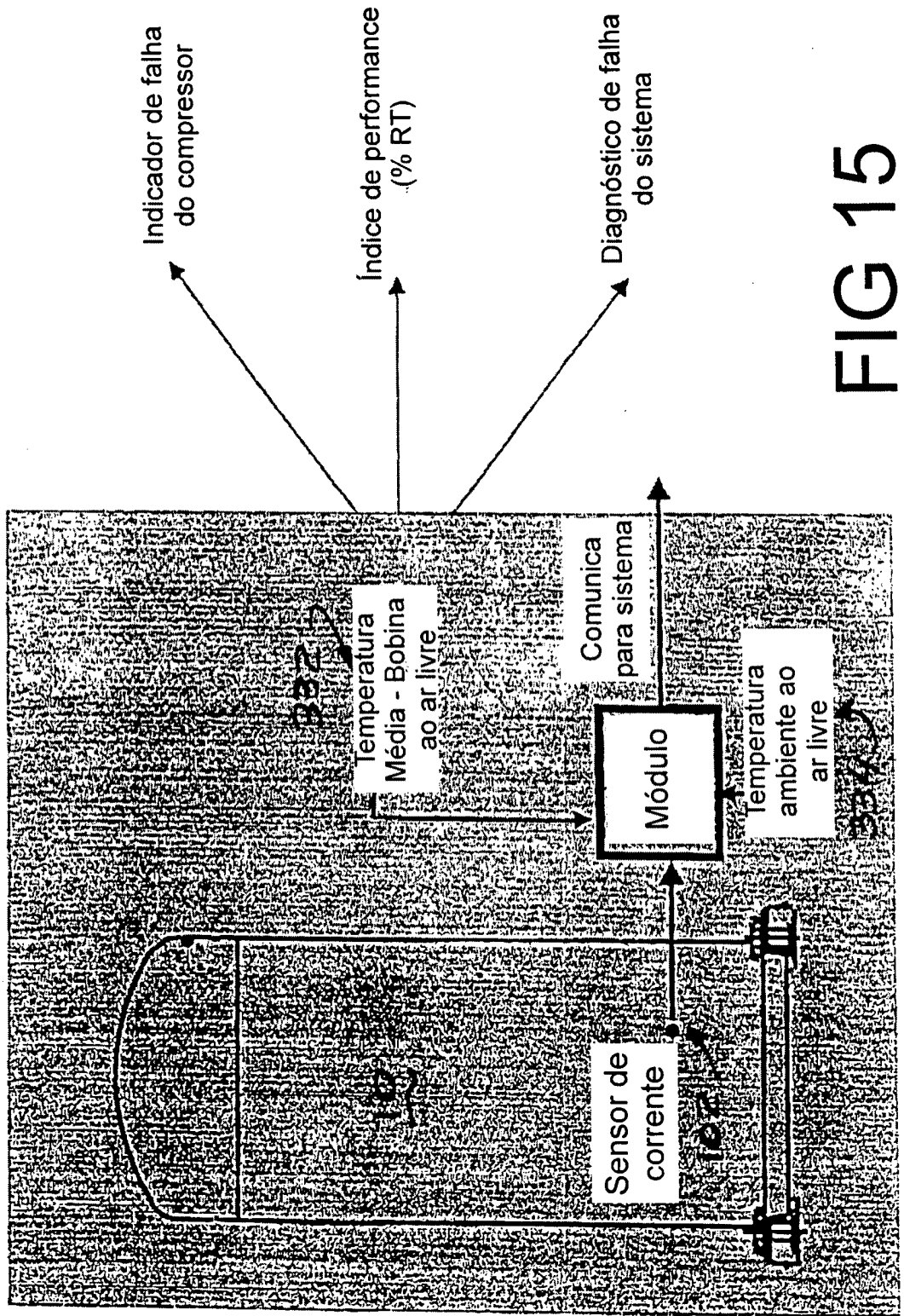


FIG 15