



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0904208-3 B1



(22) Data do Depósito: 21/10/2009

(45) Data de Concessão: 16/04/2019

(54) Título: SISTEMA E MÉTODO DE COMUNICAÇÃO DE DADOS E COMANDOS ENTRE COMPRESSOR DE CAPACIDADE VARIÁVEL E TERMOSTATO ELETRÔNICO PARA UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO E REFRIGERADOR.

(51) Int.Cl.: G05D 23/19.

(73) Titular(es): EMBRACO INDÚSTRIA DE COMPRESSORES E SOLUÇÕES E REFRIGERAÇÃO LTDA..

(72) Inventor(es): GÜNTER JOHANN MAASS.

(57) Resumo: SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS E COMANDOS ENTRE COMPRESSOR DE CAPACIDADE VARIÁVEL E TERMOSTATO ELETRÔNICO PARA UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO, MÉTODO DE COMUNICAÇÃO DE DADOS ENTRE COMPRESSOR DE CAPACIDADE VARIÁVEL E TERMOSTATO ELETRÔNICO PARA UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO, E REFRIGERADOR. A presente invenção refere-se a um sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor e termostato eletrônico, particularmente em sistemas de refrigeração dotados de compressor de capacidade variável (VCC), com a finalidade de prover uma troca de dados entre os referidos equipamento tecnicamente mais eficiente e com menor custo frente às soluções hoje disponíveis. Desta forma, descreve-se um sistema de comunicação de dados entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico para um sistema de refrigeração, o compressor compreendendo pelo menos uma unidade inversora de frequência (100) associada eletricamente a um motor elétrico do compressor, o termostato eletrônico (200) sendo associado eletricamente à unidade inversora de frequência (100), o termostato eletrônico (200) e a unidade inversora de frequência (100) sendo alimentados por uma fonte de tensão alternada (15), o sistema de comunicação de dados compreendendo uma única via de comunicação de dados (50) entre o termostato eletrônico (200) e a unidade inversora (100), configurada para estabelecer uma troca de dados entre o termostato (200) e a unidade (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "SISTEMA E MÉTODO DE COMUNICAÇÃO DE DADOS E COMANDOS ENTRE COMPRESSOR DE CAPACIDADE VARIÁVEL E TERMOSTATO ELETRÔNICO PARA UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO E REFRIGERADOR".

[001] A presente invenção refere-se a um sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor e termostato eletrônico, particularmente aplicado em sistemas de refrigeração dotados de compressor de capacidade variável (VCC), com a finalidade de prover uma troca de dados entre os referidos equipamentos tecnicamente mais eficiente e com menor custo frente às soluções hoje disponíveis.

[002] Adicionalmente, a presente invenção refere-se a um método de comunicação de dados entre compressor e termostato eletrônico voltado a um sistema de refrigeração, empregando o sistema ora descrito.

[003] A presente invenção faz referência ainda a um refrigerador especialmente dotado de um sistema de comunicação de dados conforme definido na presente invenção.

Descrição do Estado da Técnica

[004] Atualmente, para atender aos requisitos mais exigentes de eficiência, os sistemas de refrigeração domésticos e comerciais têm como opção o uso de compressores de capacidade variável, que como o próprio nome diz, permitem o ajuste da capacidade de refrigeração através da variação na velocidade de bombeamento de gás refrigerante (ou seja, do fluxo de massa), de acordo com a necessidade do sistema.

[005] O compressor de capacidade variável (VCC) possui uma unidade de controle eletrônico, denominada inversor de frequência. Em um grande número de casos, tal inversor de frequência realiza a troca de informações com o controle eletrônico de temperatura do sis-

tema de refrigeração, também conhecido como termostato eletrônico.

[006] O inversor pode, por exemplo, informar ao termostato eletrônico, o estado atual do compressor e de grandezas mensuradas. Por outro lado, o termostato eletrônico pode, por exemplo, enviar um sinal de comando para o inversor, a fim de ajustar a rotação do motor interno ao compressor, de acordo com a necessidade do sistema de refrigeração, provendo mais ou menos calor do interior do refrigerador ao ambiente externo.

[007] A variação da rotação do motor proporciona a variação do fluxo de massa do gás refrigerante no sistema, viabilizando, portanto, a capacidade de refrigeração variável do compressor.

[008] Com relação ao arranjo termostato eletrônico e inversor de frequência, existe uma configuração básica (primeira configuração) empregada para realizar a troca de informações entre termostato eletrônico e inversor, e outras duas configurações básicas (segunda e terceira configurações) empregadas para realizar o envio de informações unicamente do termostato ao inversor de frequência, para, por exemplo, enviar um sinal de comando para ligar o compressor ou fazê-lo operar em uma rotação desejada.

[009] Numa denominada primeira configuração, a troca de informações é feita por um meio físico exclusivo para este fim, podendo ser, por exemplo, do tipo serial com três fios.

[0010] Das configurações básicas onde o envio do sinal é unidirecional (do termostato eletrônico ao inversor de frequência), tem-se a denominada segunda configuração, onde o termostato eletrônico informa ao inversor de frequência qual deverá ser a rotação do motor, portanto, o inversor estará operando como um elemento que segue uma dada referência de rotação ou velocidade.

[0011] Na chamada terceira configuração, o termostato eletrônico apenas indica ao inversor de frequência o momento em que o com-

pressor deverá operar e deixar de operar. Nesta última configuração, o inversor é o elemento que define a rotação do motor do compressor, com base no histórico da demanda de energia do compressor. Portanto, na última (terceira) configuração, o sinal proveniente do termostato resume-se apenas a dois níveis (ligado ou desligado), e pode ser facilmente realizado por um elemento lento, podendo este ser ou não referenciado a rede elétrica.

[0012] Com base no acima exposto, o presente sistema e método oferecem uma nova configuração de comunicação entre termostato eletrônico e inversor de frequência, utilizando a rede elétrica (FASE ou NEUTRO) como referência.

[0013] Através da configuração proposta, pode-se obter comunicação bidirecional, como a primeira configuração já mencionada, ou apenas uma comunicação unidirecional com as mesmas funções da segunda configuração mencionada, onde o termostato eletrônico é o elemento que transmite informações ao inversor de frequência.

[0014] Para a comunicação unidirecional, pode-se empregar uma configuração de hardware idêntica à da terceira configuração, com o diferencial de que o sinal transmitido pelo termostato não é apenas um comando de ligar ou desligar o compressor, mas de um sinal que represente valores mais complexos (referência, grandezas, comandos etc), transmitido por um condutor elétrico referenciado à FASE ou ao NEUTRO da rede elétrica.

[0015] Desta forma, tornam-se viáveis reduções de custo ao fabricante do refrigerador, pois pode-se ter um único modelo de termostato eletrônico pronto para ser empregado em qualquer uma das três configurações básicas atuais, além de viabilizar a transmissão da energia elétrica ao termostato eletrônico (FASE e NEUTRO da rede elétrica) junto com o canal de comunicação, em um mesmo cabo, e portanto, realizando apenas uma conexão no termostato eletrônico e no inversor

de frequência.

Objetivos da Invenção

[0016] Um primeiro objetivo da presente invenção é propor um sistema de comunicação de dados entre termostato eletrônico e inversor de frequência de um compressor de capacidade variável, através de uma configuração de hardware que faça uso da rede elétrica de tensão alternada como referência.

[0017] Um segundo objetivo da presente invenção é reduzir o número de cabos entre o termostato eletrônico e inversor de frequência do compressor de capacidade variável.

[0018] Um objetivo adicional da presente invenção é reduzir os custos relacionados à montagem do sistema de comunicação ora proposto, para o fabricante do sistema de refrigeração, reduzindo o número de conexões entre o dito termostato e o inversor, além de reduzir itens de estoque (de dois para um cabo) e outras possíveis peças necessárias para a acomodação de um segundo cabo.

[0019] Adicionalmente, é um outro objetivo da presente invenção permitir o uso de um único cabo entre o termostato eletrônico e inversor, com características de isolamento menos exigentes quando comparado ao cabo de comando em sistemas de refrigeração com termostato eletrônico isolado.

[0020] Finalmente, é um objetivo adicional da presente invenção propor uma forma de comunicação entre termostato eletrônico e inversor de frequência que permita o uso de um mesmo hardware capaz de realizar as funções de comunicação hoje existentes, tais como a troca de informações de comando mais complexas (palavras de comando), ou ainda o uso de simples comandos de liga e desliga, reduzindo assim os custos referentes à manutenção de diferentes modelos de controles eletrônicos hoje disponíveis no estado da técnica.

Breve Descrição da Invenção

[0021] Uma maneira de alcançar o objetivo da presente invenção é através de um sistema de comunicação de dados entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico para um sistema de refrigeração, o compressor compreendendo pelo menos uma unidade inversora de frequência associada eletricamente a um motor elétrico do compressor, o termostato eletrônico sendo associado eletricamente à unidade inversora de frequência, o termostato eletrônico e a unidade inversora de frequência sendo alimentados por uma fonte de tensão alternada, o sistema de comunicação de dados compreendendo uma via única de comunicação de dados entre o termostato eletrônico, e a unidade inversora configurada para estabelecer uma troca de dados entre o termostato e a unidade inversora, a troca de dados entre o termostato e a unidade inversora sendo provida a partir da modulação de uma grandeza elétrica da fonte de tensão alternada, a modulação da grandeza elétrica da fonte de tensão alternada sendo capaz de configurar um sinal de informação modulado, a troca de dados entre o termostato e a unidade inversora sendo provida a partir de uma demodulação do sinal da informação modulada.

[0022] Uma segunda maneira de alcançar os objetivos da presente invenção é através da provisão de um sistema de comunicação de dados entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico para um sistema de refrigeração, o compressor compreendendo pelo menos uma unidade inversora de frequência associada eletricamente a um motor elétrico do compressor, o termostato eletrônico sendo associado eletricamente à unidade inversora de frequência, o termostato eletrônico e a unidade inversora de frequência sendo alimentados por uma fonte de tensão alternada, o sistema de comunicação de dados compreendendo uma única via de comunicação de dados, configurada para estabelecer uma troca de dados entre o termostato e a unidade inversora, sendo a única via conectada, através de um primeiro ponto

de conexão elétrica, ao termostato eletrônico, e através de um segundo ponto de conexão elétrica, a unidade inversora, a unidade inversora sendo dotada de pelo menos um ramo de comunicação de inversor associado eletricamente ao primeiro ponto de conexão elétrica em uma primeira extremidade, e em uma extremidade oposta à primeira, a um primeiro terminal da fonte de tensão alternada, o termostato eletrônico sendo dotado de pelo menos um ramo de comunicação de termostato associado eletricamente ao segundo ponto de conexão elétrica em uma primeira extremidade, e em uma extremidade oposta à primeira, a um segundo terminal da fonte de tensão alternada, um circuito elétrico de comunicação sendo definido a partir da associação elétrica entre a fonte de tensão alternada, o ramo de comunicação de inversor, a via única de comunicação de dados e o ramo de comunicação de termostato, a troca de dados entre o termostato e a unidade inversora sendo provida a partir da modulação de uma grandeza elétrica da fonte de tensão alternada, de modo a configurar um sinal de informação modulado, a troca de dados entre o termostato e a unidade inversora sendo provida a partir de uma demodulação do sinal de informação modulado.

[0023] Uma terceira maneira de alcançar os objetivos da presente invenção é através da provisão de um método de comunicação de dados entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico para um sistema de refrigeração, o compressor compreendendo pelo menos uma unidade inversora de frequência associada eletricamente a um motor elétrico do compressor, o termostato eletrônico sendo associado eletricamente a unidade inversora de frequência, o termostato eletrônico e a unidade inversora de frequência sendo alimentados por uma fonte de tensão alternada, o método compreendendo as seguintes etapas:

- informar à unidade inversora de frequência, por meio do

termostato eletrônico, uma condição térmica de setpoint do sistema de refrigeração, ou qualquer outra informação ou comando relevante ao inversor de frequência, em um primeiro instante de comunicação, a partir do envio de um primeiro sinal de comando a partir de uma única via de comunicação de dados, e

- informar ao termostato eletrônico, por meio da unidade inversora, pelo menos um valor de grandeza medida ou condição de operação do compressor, em um segundo instante de comunicação, a partir do envio de um segundo sinal de comando usando a única via de comunicação de dados.

[0024] Finalmente, os objetivos da presente invenção são alcançados através da provisão de um refrigerador dotado de um sistema de comunicação de dados entre termostato eletrônico e inversor de frequência de um compressor, tal como proposto no objeto ora reivindicado.

Descrição Resumida dos Desenhos

[0025] A presente invenção será descrita a seguir em maiores detalhes, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

figura 1 – representa uma primeira configuração de comunicação normalmente utilizada no estado da técnica, entre um termostato eletrônico e um inversor de frequência para sistemas de refrigeração, onde existe comunicação bidirecional entre os controles, através de um meio físico exclusivo;

figura 2 – ilustra a primeira configuração entre os equipamentos termostato e inversor no estado da técnica, ilustrando o caso em que o circuito de controle do termostato eletrônico está isolado eletricamente da rede elétrica;

figura 3 – ilustra uma segunda configuração de comunicação normalmente utilizada entre termostato eletrônico e inversor de frequência, para sistemas de refrigeração, onde o termostato envia

informações ao inversor de frequência através de um meio físico exclusivo;

figura 4 – ilustra uma terceira configuração de comunicação normalmente utilizada entre termostato eletrônico e inversor de frequência, para sistemas de refrigeração, onde o termostato informa o momento de ligar ou desligar o compressor, através de um circuito referenciado à rede elétrica de alimentação, sendo o inversor de frequência o elemento que define a rotação do motor do compressor;

figura 5 – mostra a configuração de comunicação, objeto da presente invenção, entre um termostato eletrônico e um inversor de frequência para sistemas de refrigeração;

figuras 6a e 6b – ilustram as duas configurações do termostato eletrônico no que diz respeito à isolação elétrica entre o circuito lógico do termostato e o circuito de transmissão e recebimento de informações, referenciado à rede elétrica;

figuras 7a e 7b – mostram as duas configurações do circuito do inversor de frequência responsável por receber e transmitir informações do termostato eletrônico, especialmente relacionada à isolação elétrica para fins de segurança ou imunidade a distúrbios da rede elétrica;

figura 8 – ilustra, ou exemplifica, uma primeira forma de modular a tensão alternada a fim de transmitir uma informação; neste caso, através da contagem de ciclos da rede de tensão alternada;

figura 9 - ilustra uma segunda forma de modular a tensão alternada a fim de transmitir uma informação; neste caso, através de uma palavra binária formada por ciclos da rede de tensão alternada;

figura 10 - mostra uma terceira forma de modular a tensão alternada da rede elétrica, a fim de transmitir uma informação; neste caso, através de um sinal de frequência obtido pela modulação da tensão alternada numa frequência maior que a da rede elétrica;

figura 11 – ilustra uma implementação da configuração ora proposta, para obter o mesmo efeito da denominada segunda configuração (termostato eletrônico envia uma informação ao inversor de frequência) empregando a rede elétrica como referência; e

figura 12 – ilustra a implementação da configuração proposta, para obter o mesmo efeito da denominada primeira configuração (termostato eletrônico e inversor de frequência trocam informações) empregando a rede elétrica como referência.

Descrição Detalhada das Figuras

[0026] As figuras 1 a 4 mostram concretizações de um sistema de comunicação de dados normalmente empregado no estado da técnica.

[0027] Mais particularmente, tem-se que a figura 1 mostra uma primeira configuração de comunicação entre um termostato eletrônico e uma unidade inversora, ou inversor de frequência, para sistemas de refrigeração, onde existe comunicação bidirecional entre os controles, através de um meio físico formado por três cabos de comunicação.

[0028] A figura 5 ilustra uma configuração proposta para a presente invenção, a fim de desenvolver uma comunicação de dados entre termostato eletrônico 200 e uma unidade inversora 100.

[0029] O sistema de comunicação de dados entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico para um sistema de refrigeração, tal como proposto na presente invenção, compreende pelo menos uma unidade inversora de frequência 100 associada eletricamente a um motor elétrico do compressor.

[0030] A figura 5 mostra ainda que o termostato eletrônico 200 é associado eletricamente à unidade inversora de frequência 100, sendo o termostato eletrônico 200 e a unidade inversora de frequência 100 alimentados por uma fonte de tensão alternada 15.

[0031] De forma vantajosa frente às técnicas anteriores, o presente sistema conta com uma via única de comunicação de dados 50 en-

tre o termostato eletrônico 200 e a unidade inversora de frequência 100 configurada para estabelecer uma troca de dados entre tais dispositivos. Tal via de comunicação de dados 50 é, no presente caso, formada por um único cabo elétrico de comunicação de dados, diferentemente das soluções hoje disponíveis em uma troca de dados eficiente entre termostato 200 e unidade inversora 100. A figura 5 ainda ilustra que, no presente sistema, uma única conexão, composta por um único cabo, compreende tanto a via de comunicação, quanto a alimentação de tensão alternada capaz de alimentar o termostato 100 e a unidade inversora 200.

[0032] Uma característica inovadora adicional da presente invenção refere-se à modulação de uma grandeza elétrica S_{rede} da fonte de tensão alternada 15, de forma a modificar a tensão alternada da rede elétrica, permitindo assim uma comunicação de dados entre o termostato eletrônico 200 e a unidade inversora 100 mais eficiente e completa, quando comparada, por exemplo, à solução apresentada na figura 4. Esta solução oferece apenas um comando do tipo liga e desliga entre os ditos dispositivos eletrônicos, e não uma comunicação de dados de comando e status de equipamento, tal como proposto na presente invenção.

[0033] Em essência, tem-se que a troca de dados entre o termostato 200 e a unidade inversora 100, conforme os ensinamentos da presente invenção, é provida a partir da modulação de uma grandeza elétrica S_{rede} da fonte de tensão alternada 15, sendo tal grandeza, preferencialmente, um valor de tensão V_f ou corrente I_f obtidos a partir da fonte de tensão alternada 15.

[0034] A referida modulação da grandeza elétrica S_{rede} é capaz de configurar um sinal de informação modulado S_x . Deste modo, a troca de dados entre o termostato eletrônico 200 e a unidade inversora 100 é provida a partir de uma demodulação do sinal da informação modu-

lada S_x .

[0035] A figura 5 mostra que o sinal de informação modulado S_x oferece uma troca de dados tanto no modo unidirecional, quanto na forma bidirecional entre o termostato 200 e a unidade inversora 100.

[0036] Mais especialmente, a comunicação de dados bidirecional pode ser exemplificada com base em dois períodos, ou momentos, de comunicação, descritos a seguir:

[0037] a troca de dados inicia a partir de um primeiro período de comunicação T_1 , configurado para a modulação da grandeza elétrica S_{rede} da fonte de tensão alternada 15 pelo termostato eletrônico 200 e para a demodulação do sinal de informação modulado S_x pela unidade inversora 100, e

[0038] A partir de um segundo período de comunicação T_2 configurado para a modulação da grandeza elétrica S_{rede} da fonte de tensão alternada 15 pela unidade inversora 100 e para a demodulação do sinal de informação modulado S_x a partir do termostato eletrônico 200.

[0039] Para o primeiro período de comunicação T_1 , o termostato eletrônico 200 informa, por exemplo, à unidade inversora 100, qual deverá ser a rotação do motor elétrico, ou ainda informa à dita unidade inversora 100 o melhor momento para ligar ou desligar o compressor.

[0040] Para o segundo período de comunicação T_2 , a unidade inversora de frequência 100 pode informar, como já comentado anteriormente, ao termostato eletrônico 200 o estado atual do compressor e de grandezas elétricas medidas.

[0041] No que tange à comunicação de dados unidirecional, cabe destacar que a mesma se dá a partir da modulação da grandeza elétrica S_{rede} da fonte de tensão alternada 15 gerada pelo termostato eletrônico 200, e pela demodulação da grandeza elétrica S_{rede} da fonte de tensão alternada 15 determinada pela unidade inversora 100.

[0042] De forma a explorar mais detalhadamente a presente in-

venção, a figura 5 mostra ainda outras características relevantes que compõem o sistema de comunicação de dados ora proposto. Nota-se, por exemplo, a existência de primeiro e segundo blocos de comunicação de dados 13', 13'' dispostos respectivamente na unidade inversora de frequência 100 e no termostato eletrônico 200.

[0043] Vale destacar que, enquanto o primeiro bloco de comunicação de dados 13' está associado eletricamente a um segundo terminal da fonte de tensão alternada 15, preferencialmente o terminal neutro N da fonte 15, o segundo bloco de comunicação de dados 13'' está associado eletricamente a um primeiro terminal da fonte de tensão alternada 15, preferencialmente o terminal fase F da fonte 15, de forma a estabelecer um circuito elétrico de comunicação referenciado à rede elétrica, e a troca de dados entre o termostato 200 e a unidade inversora 100.

[0044] Cabe salientar que, tal forma de comunicação, isto é, referenciada à rede de alimentação elétrica, é alcançada com o emprego de meios de isolamento elétrica tanto para o termostato eletrônico 200, quanto para a unidade inversora de frequência 100.

[0045] As figuras 6a e 6b ilustram duas situações possíveis voltadas apenas para a isolamento do termostato eletrônico 200. Mais especialmente, a figura 6a mostra o uso de uma isolamento elétrica 80 aplicada em um circuito eletrônico 3, disposto no dito termostato 200, sendo tal circuito responsável por gerar e interpretar as informações compartilhadas, ou apenas enviadas à unidade inversora de frequência 100.

[0046] A isolamento elétrica 80 pode ser formada por diferentes tipos de dispositivos elétricos, e/ou eletrônicos, tais como acopladores ópticos, transformadores, entre outros. A figura 6b mostra, porém, uma configuração na qual não se faz necessário o uso de uma isolamento elétrica 80.

[0047] Por sua vez, as figuras 7a e 7b mostram possíveis configu-

rações para a isolação elétrica do lado da unidade inversora de frequência 100. A figura 7a ilustra a aplicação de uma isolação elétrica 80 para o circuito eletrônico da dita unidade 100, enquanto a figura 7b mostra um equipamento desprovido de tal isolação.

[0048] Normalmente, o circuito eletrônico da unidade inversora 100 não é isolado da rede elétrica de tensão alternada, porém, é usual o emprego de um elemento isolador na posição indicada pela figura 7a, a fim de evitar que a entrada de leitura/transmissão, ou apenas de leitura de dados, seja danificada no evento de um distúrbio da rede elétrica, tais como surtos de tensão, ruídos eletromagnéticos, etc.

[0049] De todo o modo, como já apresentado pela figura 7b, a dita isolação pode ser omitida, dependendo das características de entrada/saída do circuito receptor/transmissor de sinal da unidade inversora 100.

[0050] As figuras 8 a 10 mostram, conforme os ensinamentos da presente invenção, possíveis formas de modulação da grandeza elétrica S_{rede} , de forma a estabelecer uma troca de dados entre o termostato eletrônico 200 e a unidade inversora 100.

[0051] A figura 8 demonstra que o sinal transmitido pela via única de comunicação de dados 50, referenciada à rede elétrica, ou à fonte de tensão alternada 15, pode ser formada basicamente por pulsos relacionados a frequência da rede.

[0052] Neste caso, o número de pulsos é interpretado, tanto pelo termostato 200, quanto pela unidade inversora 100, como um comando ou dado. O termostato 200 pode, por exemplo, enviar à unidade inversora de frequência 100 um valor de rotação a ser seguido pelo compressor, proporcional ao número de pulsos. Logo, o sinal de informação modulado S_x é formado, neste caso, a partir da contagem de um número de ciclos de frequência da fonte de tensão alternada 15.

[0053] Como exemplo de implementação, pode-se considerar uma

faixa de rotação de 3300 RPM, com resolução mínima de 50 RPM, realizando a contagem de 66 pulsos da rede para a rotação máxima e 1 pulso para a rotação mínima. Estendendo tal raciocínio, uma rotação de 1000 RPM acima da rotação mínima, é identificada pela contagem de 20 pulsos.

[0054] Uma outra possível forma de modulação é ilustrada na figura 9. Neste caso o sistema opera no sentido de modular a tensão da fonte de tensão alternada 15, ou um valor de tensão V_f obtido a partir da fonte de tensão alternada 15, de modo a criar uma informação binária formada por “n” bits. Nesta solução, para uma palavra de 8 bits, ou 1 byte, o primeiro bit (BIT 0) indica o início da palavra a ser interpretada pelo circuito de controle que recebe a informação. Na figura 9, cada bit é representado por um ciclo da tensão da fonte de tensão alternada 15.

[0055] Entretanto, pode-se ter variações da modulação acima proposta, de forma que cada bit seja formado por mais de 1 ciclo, aumentando assim a robustez do sinal transmitido. Assim, para o mecanismo de modulação apresentado na figura 9, o sinal de informação modulado S_x é formado a partir de um conjunto de palavras binárias formado por ciclos de frequência da fonte de tensão alternada 15.

[0056] A figura 10 ilustra outro exemplo de formato de sinal capaz de prover uma comunicação de dados entre termostato 200 e unidade inversora 100, conforme o objeto de invenção ora proposto.

[0057] Neste caso, o segundo bloco de comunicação de dados 13”, como mostrado na figura 5, é um dispositivo semicondutor capaz de modular, em uma frequência maior, a tensão da rede elétrica. Como exemplo, em uma rede de 50 Hz, pode-se empregar uma faixa de frequência de alguns kHz durante um semiciclo da tensão da rede.

[0058] Em outras palavras, a unidade inversora de frequência 100 poderia ler o valor desta frequência e correlacioná-la a uma rotação a

ser aplicada no compressor. Ademais, pode-se variar o tempo T_{ON} como forma de transmitir um valor, ou ainda, realizar uma modulação idêntica à ilustrada na figura 9, a fim de compor uma informação binária.

[0059] Portanto, a modulação apresentada na figura 10 mostra que o sinal de informação modulado S_x se dá a partir de um valor de frequência medido, ou razão cíclica, da fonte de tensão alternada 15.

[0060] As figuras 11 e 12 exemplificam duas concretizações possíveis para o sistema de comunicação de dados proposto na presente invenção, voltados respectivamente para uma comunicação unidirecional e bidirecional. É possível observar, por exemplo, que a via única de comunicação de dados 50 é conectada, através de um primeiro ponto de conexão elétrica S_{x1} , ao termostato eletrônico 200, e através de um segundo ponto de conexão elétrica S_{x2} , a unidade inversora 100.

[0061] É possível notar ainda que os denominados primeiro e segundo blocos de comunicação de dados 13', 13'', são dotados cada de pelo menos um ramo, ou dispositivo, de comunicação de dados.

[0062] Mais particularmente, tem-se que a unidade inversora 100 é dotada de pelo menos um ramo de comunicação de inversor 101, sendo este associado eletricamente ao segundo ponto de conexão elétrica S_{x2} em um primeiro pólo inversor 110, e em um segundo pólo inversor 111, oposto ao primeiro pólo inversor 110, a um segundo terminal da fonte de tensão alternada 15. Tal terminal é preferencialmente um terminal neutro N.

[0063] Do outro lado, o termostato eletrônico 200 é dotado de pelo menos um ramo de comunicação de termostato 201 associado eletricamente ao primeiro ponto de conexão elétrica S_{x1} em um primeiro pólo termostato 210, e em um segundo pólo termostato 211, oposto ao primeiro pólo termostato 210, a um primeiro terminal da fonte de ten-

são alternada 15. Tal primeiro terminal é, preferencialmente, um terminal fase F. De todo o modo o primeiro terminal da fonte de tensão alternada 15 pode ser formado pelo terminal neutro N, enquanto o segundo terminal da mesma fonte é composto pelo seu terminal fase F.

[0064] Pode-se afirmar que um circuito elétrico de comunicação é definido a partir da associação elétrica entre a fonte de tensão alternada 15, o ramo de comunicação de inversor 101, a via única de comunicação de dados 50 e o ramo de comunicação de termostato 201.

[0065] Em tais configurações, como já comentado anteriormente, a troca de dados entre o termostato 200 e a unidade inversora 100 é provida a partir da modulação de uma grandeza elétrica S_{rede} da fonte de tensão alternada 15, de modo a configurar um sinal de informação modulado S_x . Tal comunicação ocorre ainda a partir da demodulação do sinal de informação modulado S_x .

[0066] A figura 11 mostra, para uma comunicação de dados unidirecional, que o ramo de comunicação de inversor 101 compreende pelo menos um dispositivo eletrônico receptor 2 e o ramo de comunicação de termostato 201 pelo menos um dispositivo eletrônico transmissor 1.

[0067] A figura 12, por sua vez, ilustra em maiores detalhes que, os ramos de comunicação de inversor 101 e de termostato 201 compreendem cada pelo menos um dispositivo eletrônico transmissor 1 e pelo menos um dispositivo eletrônico receptor 2 em uma comunicação bidirecional.

[0068] Na presente invenção a modulação da grandeza elétrica S_{rede} é feita, preferencialmente, através do dispositivo eletrônico transmissor 1 e a demodulação do sinal de informação modulado S_x é feita através do dispositivo receptor 2.

[0069] De modo preferível ainda, o dispositivo eletrônico transmissor 1 é um componente eletrônico, ou circuito eletrônico, isolado ou

não, capaz de modular a grandeza elétrica S_{rede} de acordo com os sinais estabelecidos pelas saídas de dados dos respectivos circuitos de controle, e o dispositivo eletrônico receptor 2 é um componente eletrônico, ou circuito eletrônico, isolado ou não, capaz de adequar a grandeza S_{rede} modulada, para correta interpretação dos dados pelos respectivos circuitos de controle. Tais dispositivos são comandados pelos respectivos circuitos eletrônicos de controle.

[0070] Vale destacar que, a comunicação de dados bidirecional, conforme os ensinamentos da presente invenção, não é realizada de forma simultânea, ou seja, quando o termostato eletrônico 200 envia uma informação para a unidade inversora de frequência 100, o dispositivo eletrônico transmissor presente no termostato é modulado, ao mesmo tempo que o dispositivo receptor 2, disposto na unidade inversora 100, recebe a informação modulada para posterior demodulação do sinal de informação modulado S_x , permitindo assim o uso de uma via única de comunicação de dados 50.

[0071] As soluções apresentadas nas figuras 11 e 12 levam em conta, preferencialmente, o isolamento elétrico da fonte de tensão alternada 15, por motivos de segurança, e para impedir a contaminação do sistema por eventuais ruídos da rede. Todavia, outras soluções de hardware podem ser empregadas sem a dita isolação, conforme mostradas nas figuras 6a, 6b, 7a e 7b.

[0072] Com as soluções acima descritas os objetivos da presente invenção são alcançados, fazendo-se uso de um termostato eletrônico 200 e de uma unidade inversora 100, associados eletricamente entre si, por uma única via, ou cabo, de comunicação de dados 50, sendo tais dispositivos referenciados à fonte de tensão alternada 15 e capazes de modular a tensão da rede de alimentação elétrica, a fim de estabelecer uma troca de dados simples e eficiente para o sistema ora proposto, frente às técnicas hoje conhecidas e aplicadas em equipa-

mentos de refrigeração.

[0073] Adicionalmente, a presente invenção faz uso de um sistema de comunicação de dados entre o termostato eletrônico 200 e a unidade inversora de frequência 100 em baixa frequência, diferentemente de soluções de comunicação do tipo PLC, o que permite com que a presente solução alcance seus objetivos com um hardware de menor custo.

[0074] Cabe salientar ainda que, a presente invenção provê uma única conexão elétrica com a rede de alimentação, ou fonte de tensão alternada 15, e com a via de comunicação de dados, tanto do lado do termostato eletrônico 200, quanto no lado da unidade inversora de frequência 100.

[0075] A presente invenção provê ainda um método de comunicação de dados entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico para um sistema de refrigeração, sendo o dito compressor dotado pelo menos uma unidade inversora de frequência 100 associada eletricamente a um motor elétrico.

[0076] O termostato eletrônico 200 é associado eletricamente à unidade inversora de frequência 100, sendo tais dispositivos alimentados por uma fonte de tensão alternada 15. O método ora proposto compreende as seguintes etapas:

- informar à unidade inversora de frequência 100, por meio do termostato eletrônico 200, uma condição térmica de setpoint do sistema de refrigeração, ou qualquer outra informação ou comando relevante ao inversor de frequência, em um primeiro instante de comunicação t_{10} , a partir do envio de um sinal de informação modulado S_x , a partir de uma via única de comunicação de dados 50,

- informar ao termostato eletrônico 200, por meio da unidade inversora 100, pelo menos um valor de grandeza medida ou condição de operação do compressor, em um segundo instante de comuni-

cação t_{20} , a partir do envio de um sinal de informação modulado S_x , usando a via única de comunicação de dados 50.

[0077] Finalmente, a presente invenção provê um refrigerador dotado de pelo menos um sistema de comunicação de dados entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico conforme definido no objeto ora proposto.

[0078] Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão-somente pelo teor das reivindicações apenas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, o compressor compreendendo pelo menos uma unidade inversora de frequência (100) associada eletricamente a um motor elétrico do compressor, o termostato eletrônico (200) sendo associado eletricamente à unidade inversora de frequência (100), o termostato eletrônico (200) e a unidade inversora de frequência (100) sendo alimentados por uma fonte de tensão alternada (15) por meio de um terminal fase (F) e um terminal neutro (N),

a unidade inversora de frequência (100) compreendendo pelo menos um dispositivo eletrônico receptor (2), e

o termostato eletrônico (200) compreendendo pelo menos um dispositivo eletrônico transmissor (1),

o sistema de comunicação de dados sendo caracterizado pelo fato de que:

o dispositivo eletrônico transmissor (1) é eletricamente conectado ao terminal fase (F) da fonte de tensão alternada (15) e o dispositivo receptor (2) é eletricamente conectado ao terminal neutro (N) da fonte de tensão alternada (15),

o dispositivo eletrônico transmissor (1) sendo ainda conectado ao dispositivo receptor (2) por meio de uma via única de comunicação de dados (50), de forma a estabelecer um circuito elétrico de comunicação referenciado à fonte de tensão alternada (15),

o dispositivo eletrônico transmissor (1) sendo ainda eletricamente conectado a um circuito de controle transmissor e o dispositivo receptor (2) sendo ainda eletricamente conectado a um circuito eletrônico receptor,

o termostato eletrônico (200) é configurado para enviar ao menos um sinal de comando ao circuito de controle transmissor, o cir-

cuito de controle transmissor sendo configurado para processar e enviar o sinal de comando ao dispositivo eletrônico transmissor (1),

o dispositivo eletrônico transmissor (1) sendo configurado para modular a grandeza elétrica (S_{rede}) de acordo com os sinais estabelecidos por saídas de dados do circuito de controle transmissor,

a grandeza elétrica (S_{rede}) da fonte de tensão alternada (15) sendo um valor de tensão (V_f) ou um valor de corrente (I_f) obtido a partir da fonte de tensão alternada (15),

a modulação da grandeza elétrica (S_{rede}) sendo configurada para gerar um sinal de informação modulado (S_x), o sinal de informação modulado (S_x) sendo transmitido ao dispositivo receptor (2) por meio da via única de comunicação de dados (50),

o dispositivo receptor (2) sendo configurado para receber e demodular o sinal de informação modulado (S_x) no sinal de comando,

o sinal de comando sendo enviado ao circuito eletrônico receptor, o circuito eletrônico receptor sendo configurado para interpretar o sinal de comando e enviá-lo à unidade inversora de frequência (100).

2. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a troca de dados entre o termostato eletrônico (200) e a unidade inversora de frequência (100) é unidirecional.

3. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

a unidade inversora de frequência (100) compreende adicionalmente ao menos um dispositivo eletrônico transmissor (1),

o termostato eletrônico (200) compreende adicionalmente ao menos um dispositivo receptor (2),

em que a troca de dados entre o termostato eletrônico (200) e a unidade inversora de frequência (100) é bidirecional.

4. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a troca de dados bidirecional se dá:

a partir de um primeiro período de comunicação (T_1), configurado para a modulação do valor de tensão (V_f) ou do valor de corrente (I_f) da fonte de tensão alternada (15) configurando um sinal de informação modulado (S_x) pelo termostato eletrônico (200) e para a demodulação do sinal de informação modulado (S_x) pela unidade inversora de frequência (100), e

a partir de um segundo período de comunicação (T_2) configurado para a modulação do valor de tensão (V_f) ou do valor de corrente (I_f) da fonte de tensão alternada (15) pela unidade inversora de frequência (100) e para a demodulação do sinal de informação modulado (S_x) a partir do termostato eletrônico (200).

5. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a comunicação de dados unidirecional se dá a partir da modulação do valor de tensão (V_f) ou do valor de corrente (I_f) da fonte de tensão alternada (15) gerada pelo termostato eletrônico (200) e pela demodulação do valor de tensão (V_f) ou do valor de corrente (I_f) da fonte de tensão alternada (15) determinada pela unidade inversora de frequência (100).

6. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o sinal de informação modulado (S_x) é formado

a partir da contagem de um número de ciclos de frequência da fonte de tensão alternada (15).

7. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o sinal de informação modulado (S_x) é formado a partir de um conjunto de palavras binárias formado por ciclos de frequência da fonte de tensão alternada (15).

8. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sinal de informação modulado (S_x) se dá a partir de um valor de frequência medido, ou razão cíclica, da fonte de tensão alternada (15).

9. Sistema de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a via única de comunicação de dados (50) compreende uma potência de tensão alternada proveniente da fonte de tensão alternada (15), configurada para alimentar o termostato eletrônico (200) e a unidade inversora de frequência (100).

10. Método de comunicação de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) para um sistema de refrigeração, o compressor compreendendo ao menos uma unidade inversora de frequência (100) associada eletricamente a um motor elétrico do compressor, o termostato eletrônico (200) sendo associado eletricamente à unidade inversora de frequência (100), o termostato eletrônico (200) e a unidade inversora de frequência (100) sendo alimentados por uma fonte de tensão alternada (15) por meio de um terminal fase (F) e um terminal neutro (N), o método de comunica-

ção de dados e comandos entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) sendo caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas:

- gerar, por meio do termostato eletrônico (200), ao menos um sinal de comando em um primeiro instante de comunicação (t_{10}),
- enviar, por meio do termostato eletrônico (200), o sinal de comando a um circuito de controle transmissor, o circuito de controle transmissor sendo configurado para processar e enviar o sinal de comando ao dispositivo eletrônico transmissor (1),
- modular, por meio do dispositivo eletrônico transmissor (1), uma grandeza elétrica (S_{rede}) de acordo com os sinais estabelecidos por saídas de dados do circuito de controle transmissor, a grandeza elétrica (S_{rede}) sendo um valor de tensão (V_f) ou um valor de corrente (I_f) da fonte de tensão alternada (15),
- transmitir, por meio da via única de comunicação de dados (50), um sinal de informação modulado (S_x) do dispositivo eletrônico transmissor (1) a um dispositivo receptor (2),
- receber, por meio do dispositivo receptor (2), o sinal de informação modulado (S_x), o dispositivo receptor (2) sendo configurado para demodular o sinal de informação modulado (S_x) em sinais de comando,
- enviar, por meio do dispositivo receptor (2), o sinal de comando a um circuito eletrônico receptor, o circuito eletrônico receptor sendo configurado para interpretar o sinal de comando e enviá-lo à unidade inversora de frequência (100),
- receber, por meio do termostato eletrônico (200), o sinal de comando em um segundo instante de comunicação (t_{20}).

11. Refrigerador caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos um sistema de comunicação de dados entre compressor de capacidade variável e termostato eletrônico (200) conforme definido nas reivindicações 1 a 9.

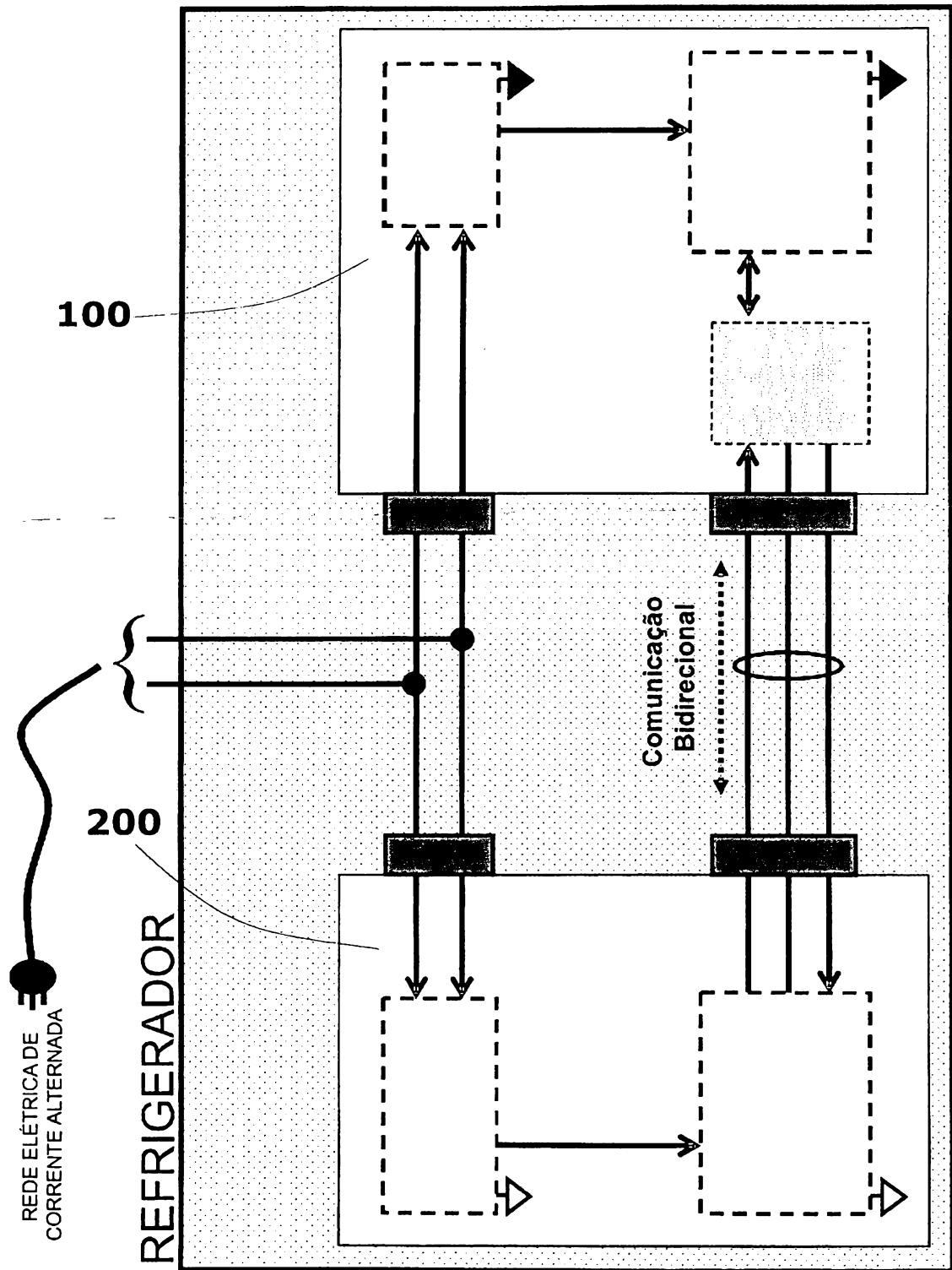


Fig. 1

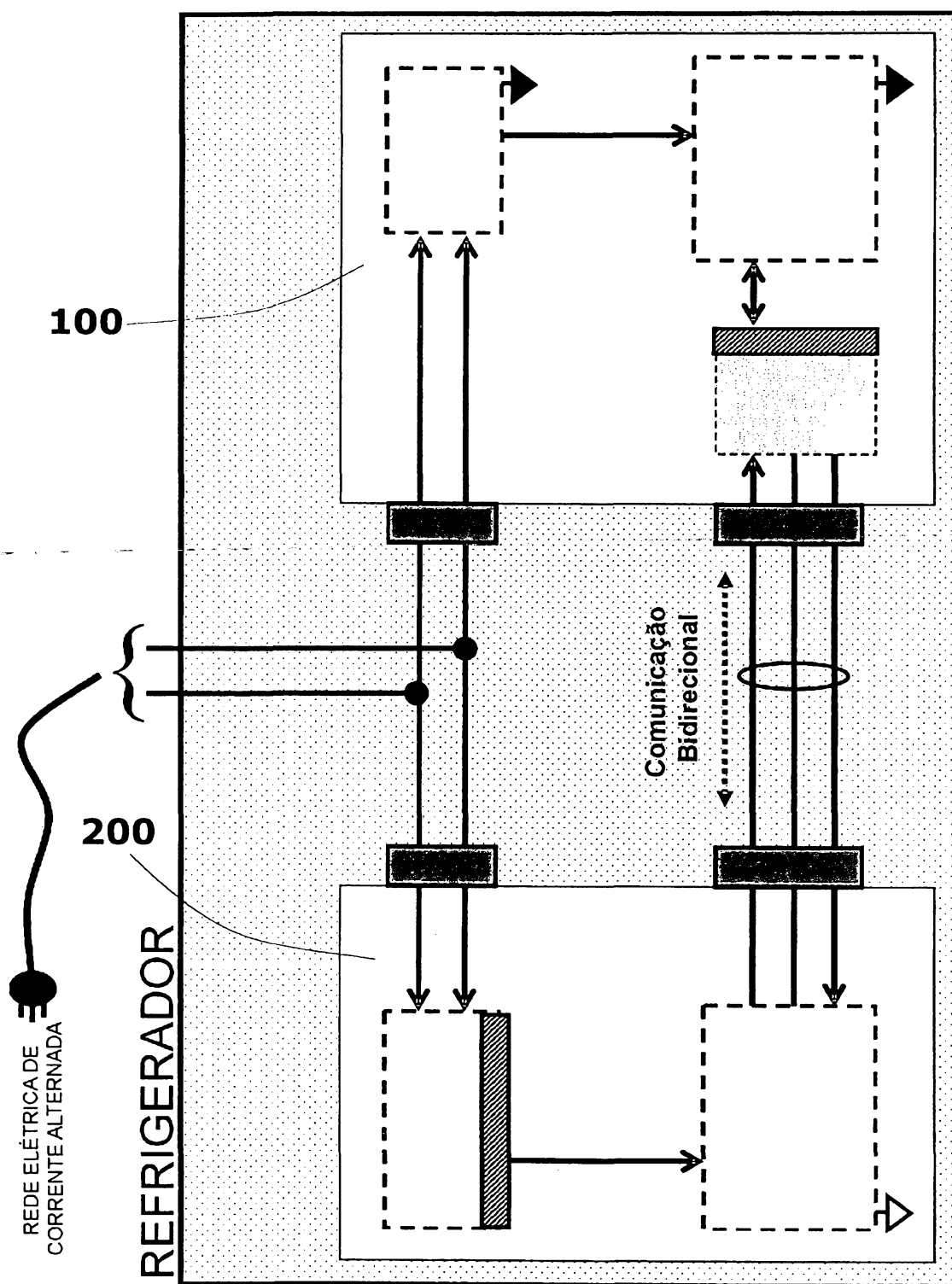


Fig. 2

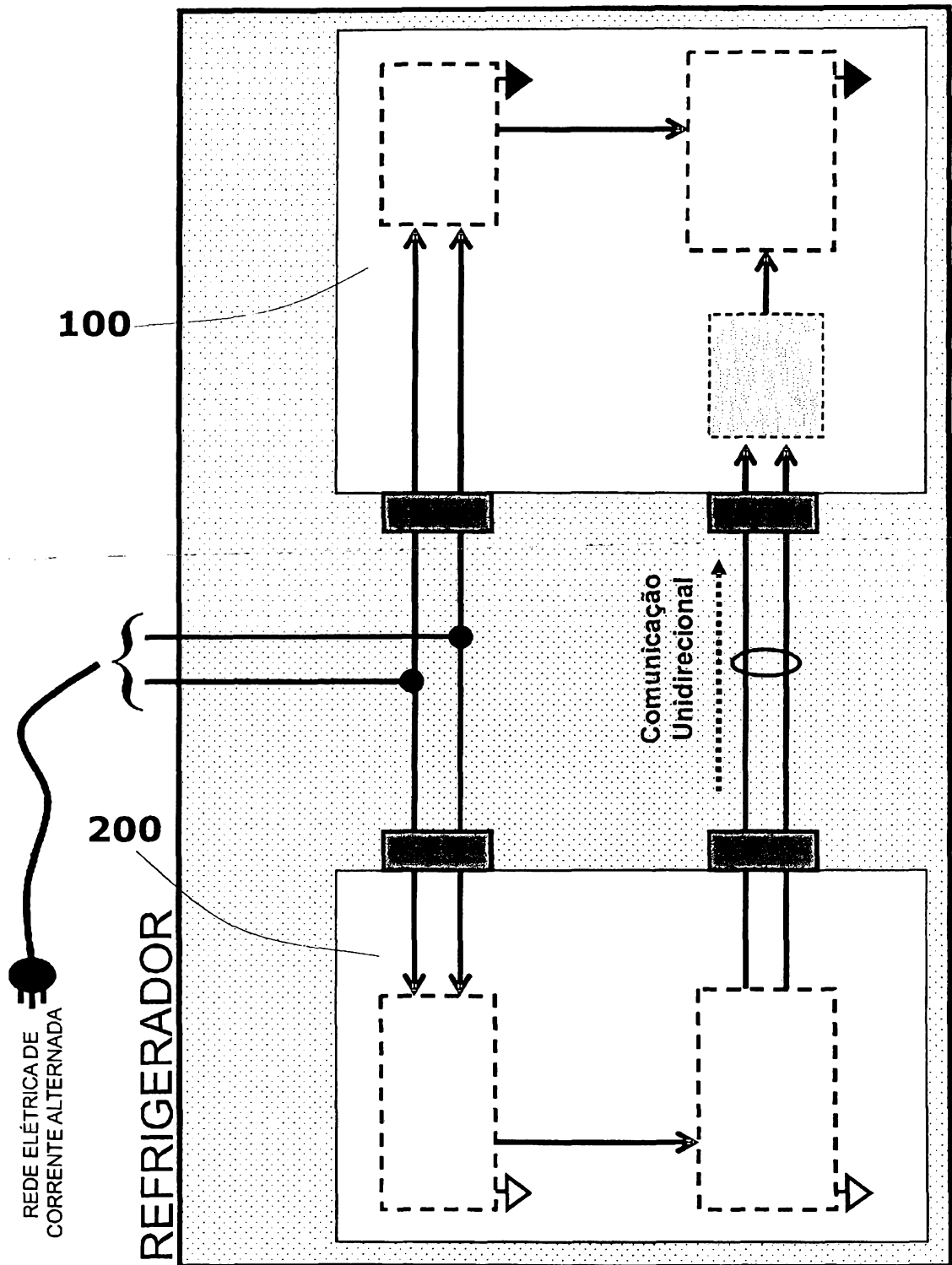
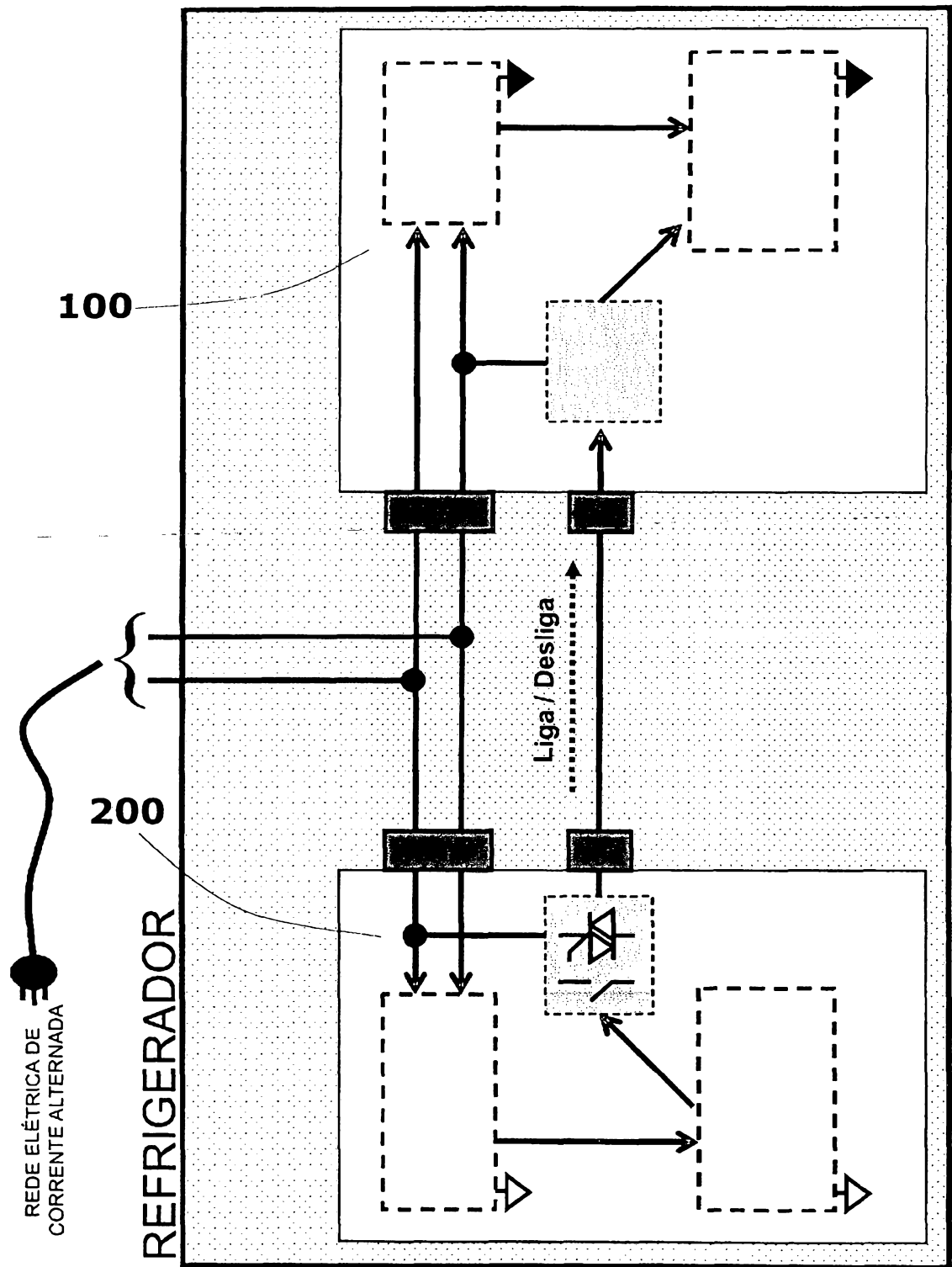


Fig. 3

**Fig. 4**

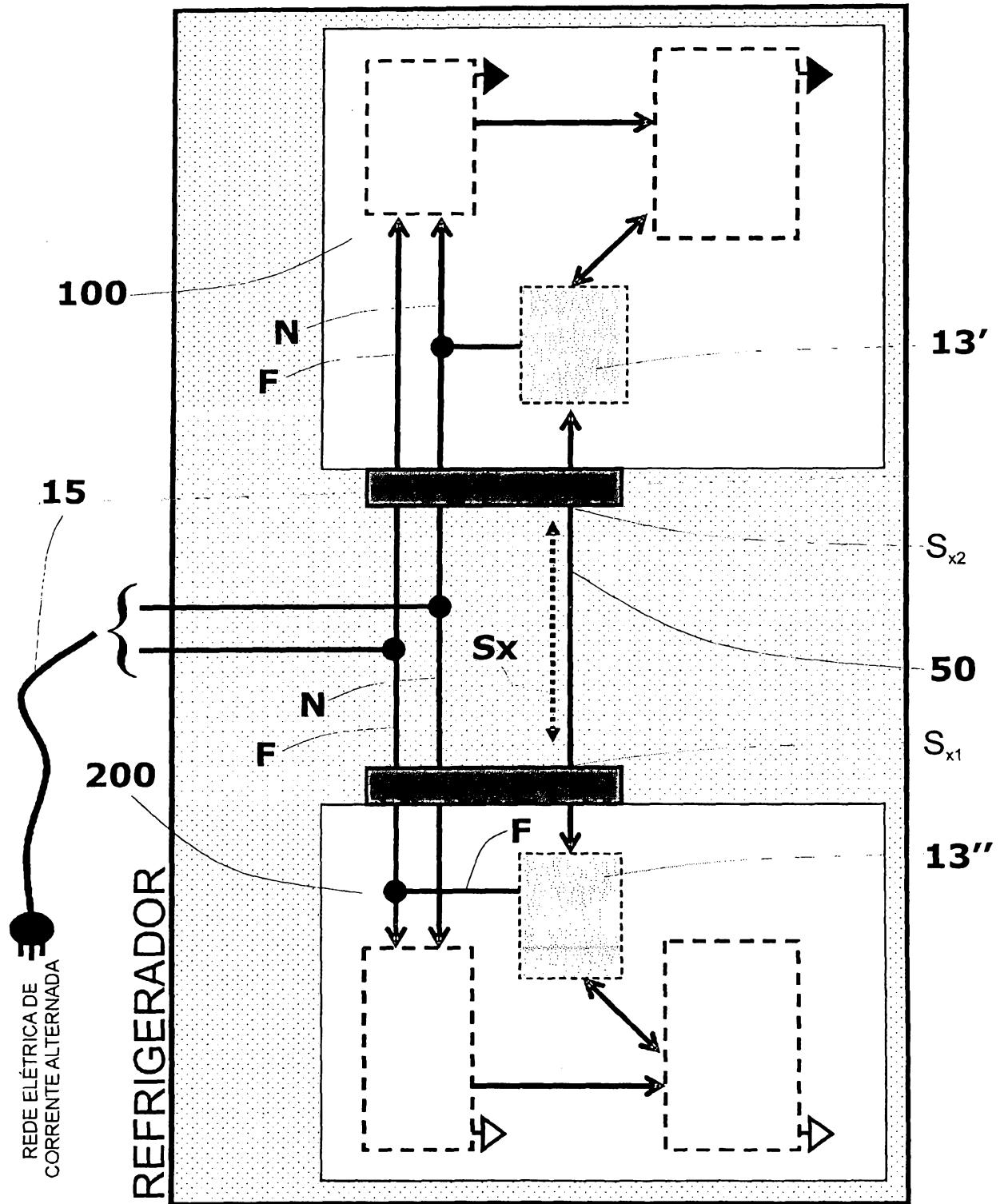


Fig. 5

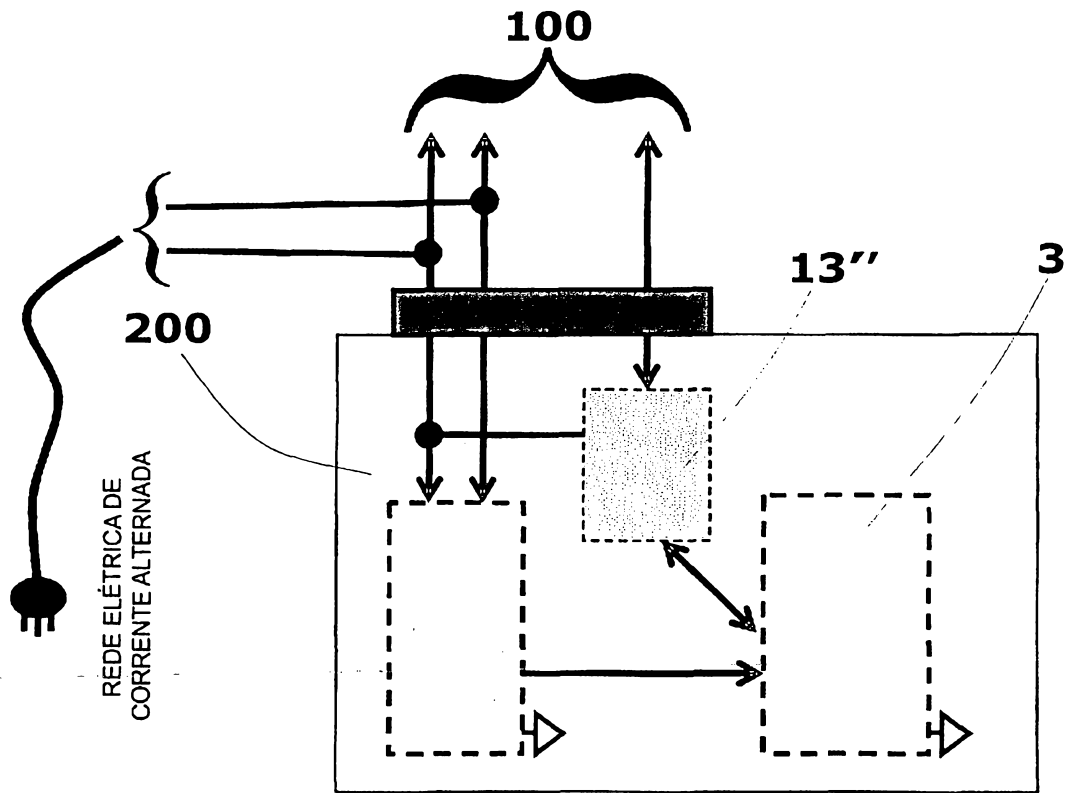


Fig. 6b

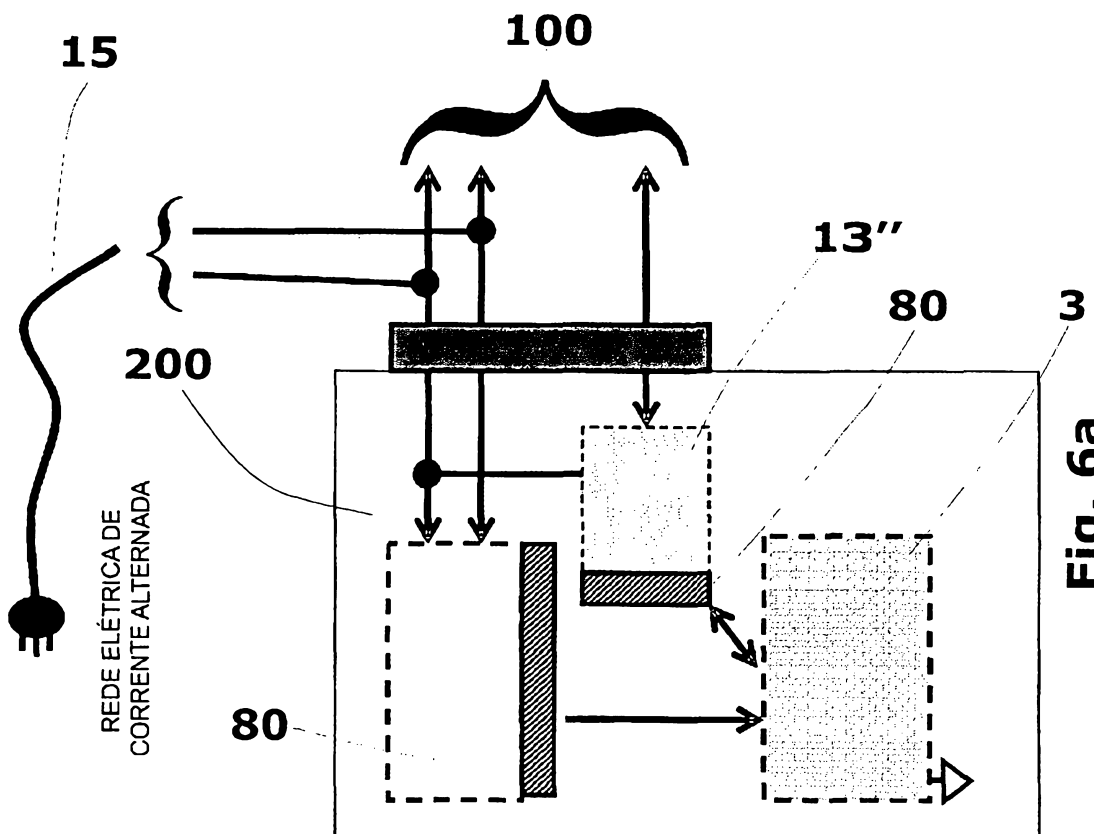


Fig. 6a

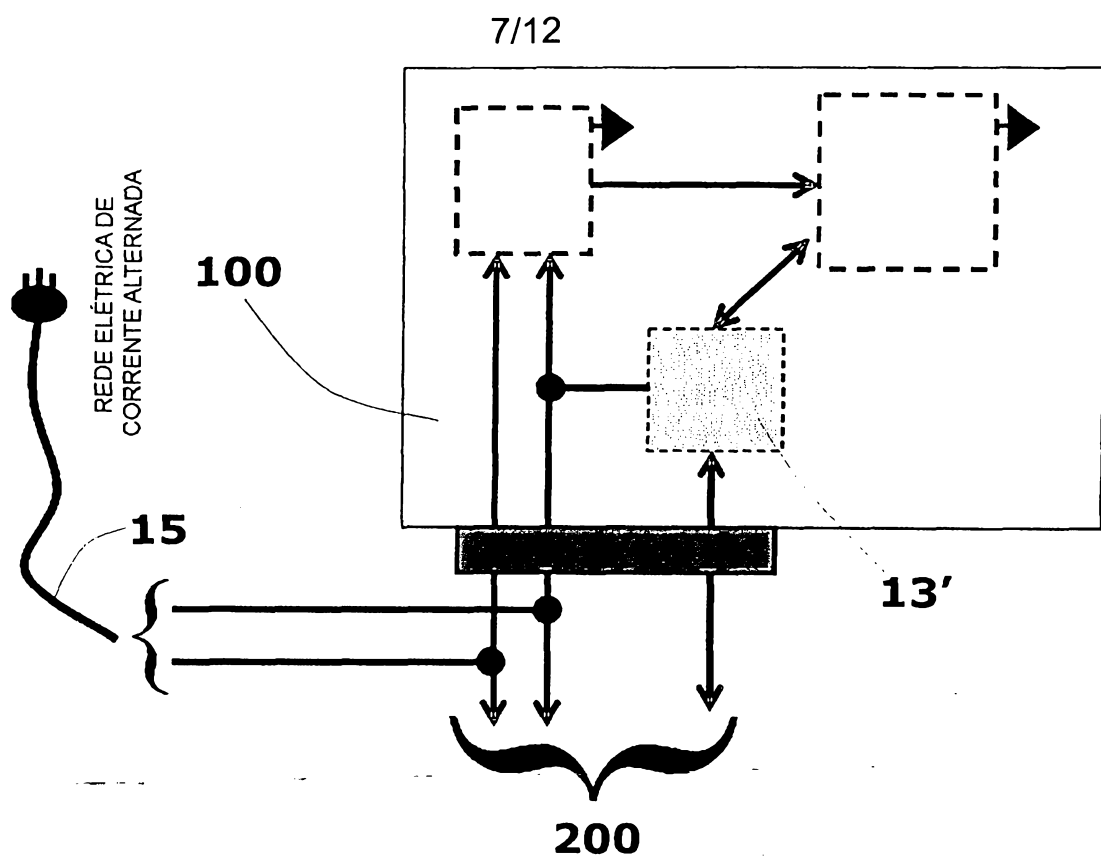


Fig. 7b

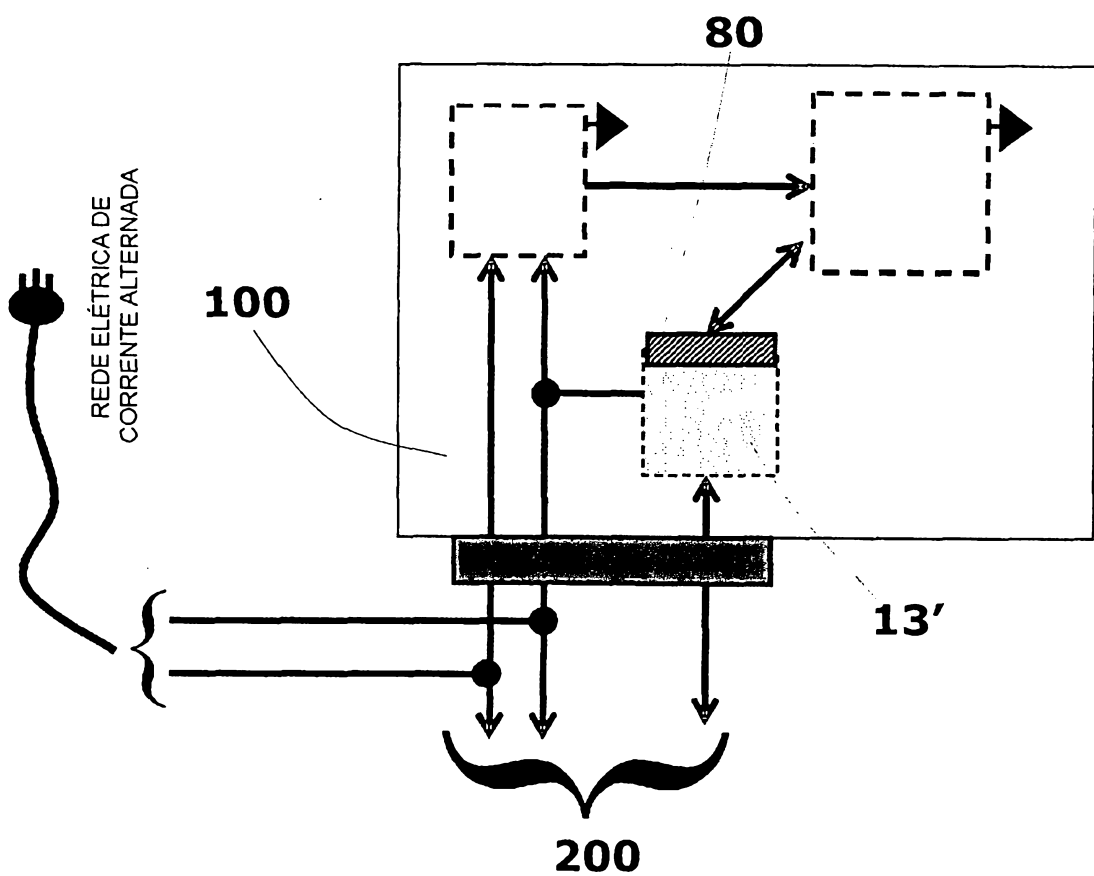


Fig. 7a

Sinal contendo uma informação, formada pela contagem de um número de ciclos da rede elétrica.

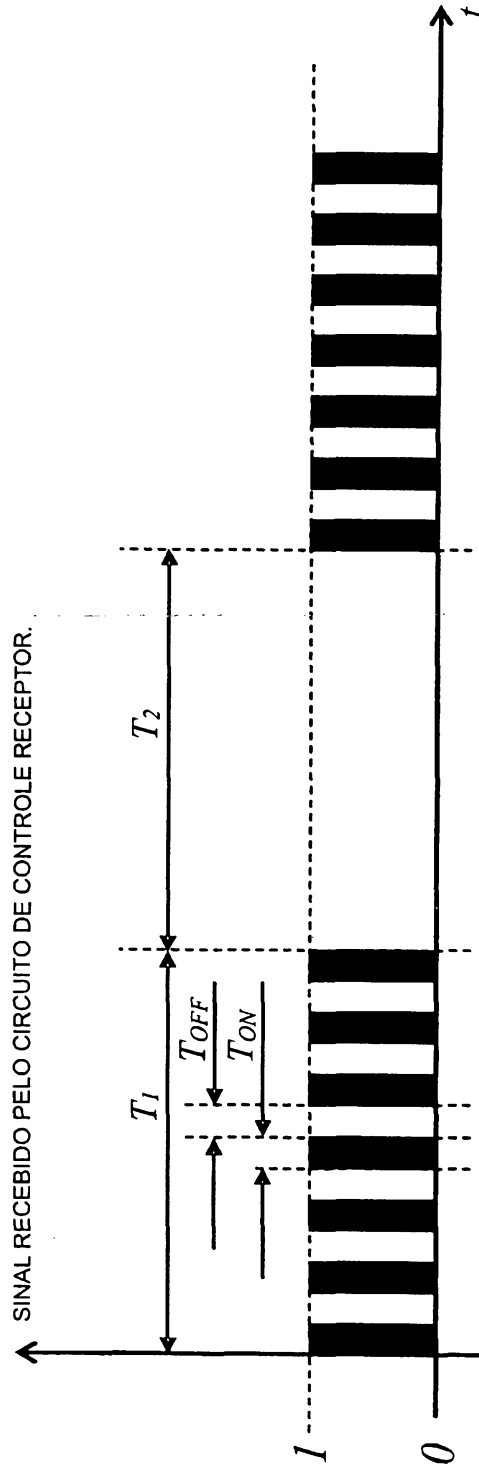


Fig. 8

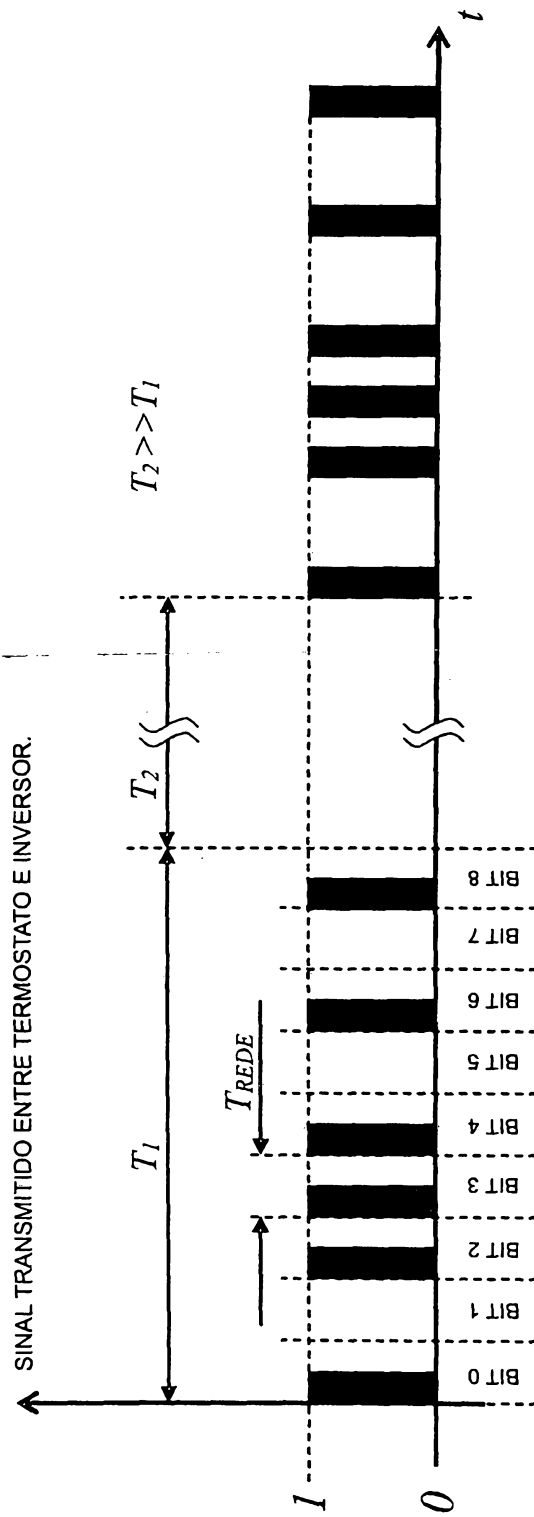


Fig. 9

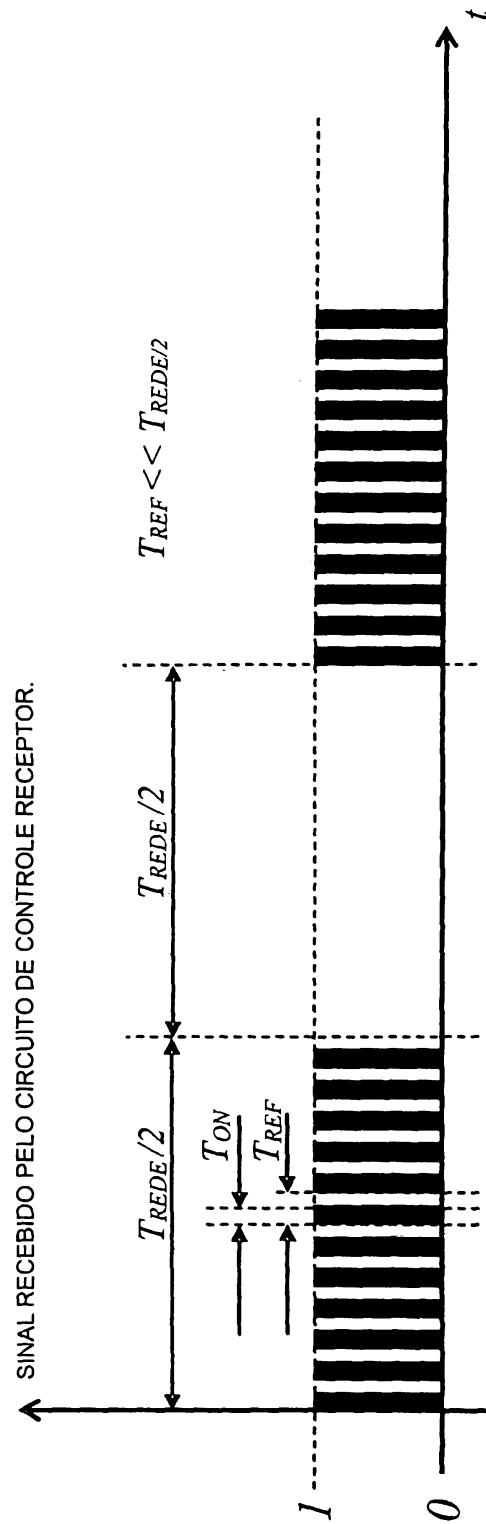


Fig. 10

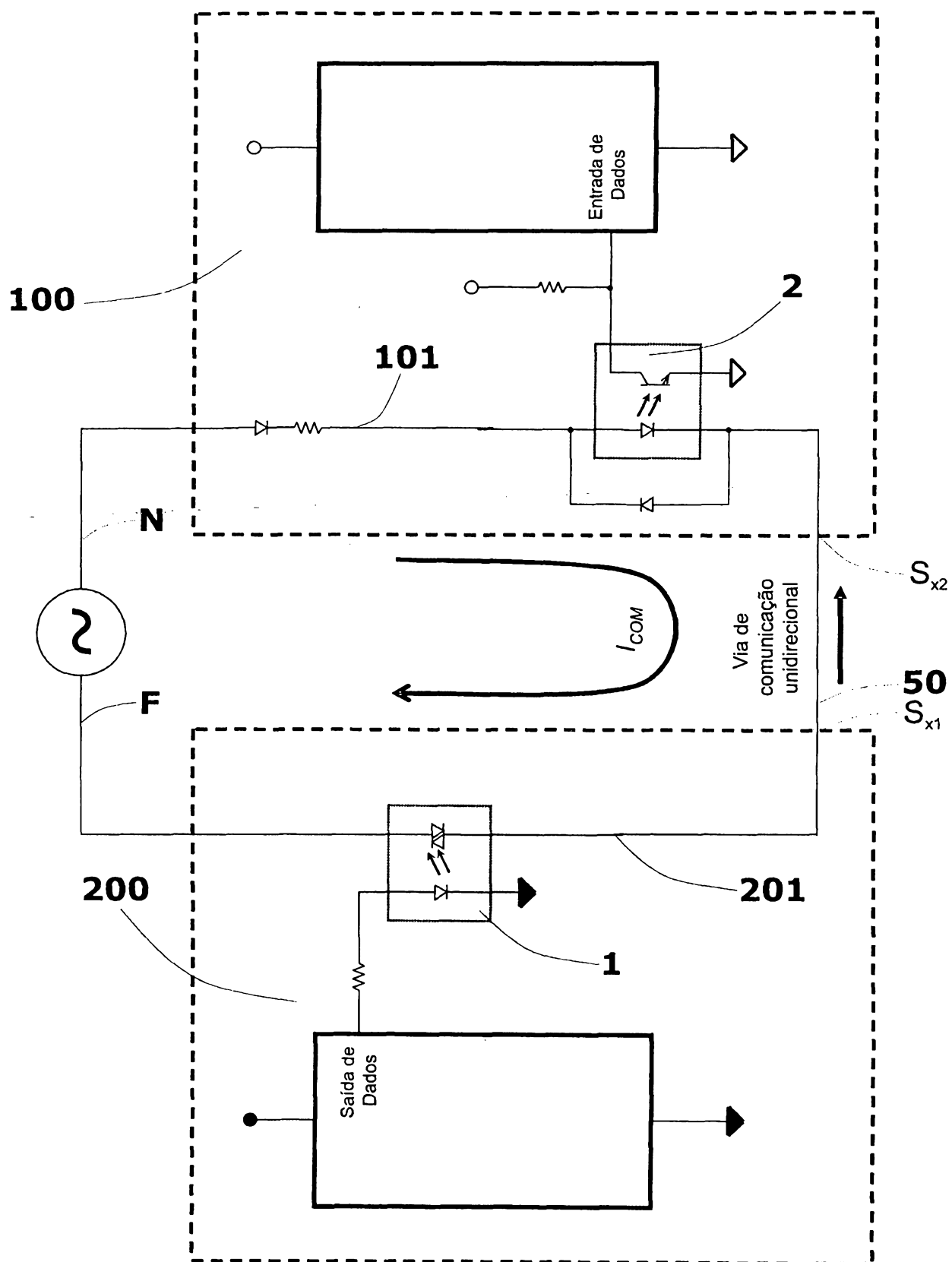


Fig. 11

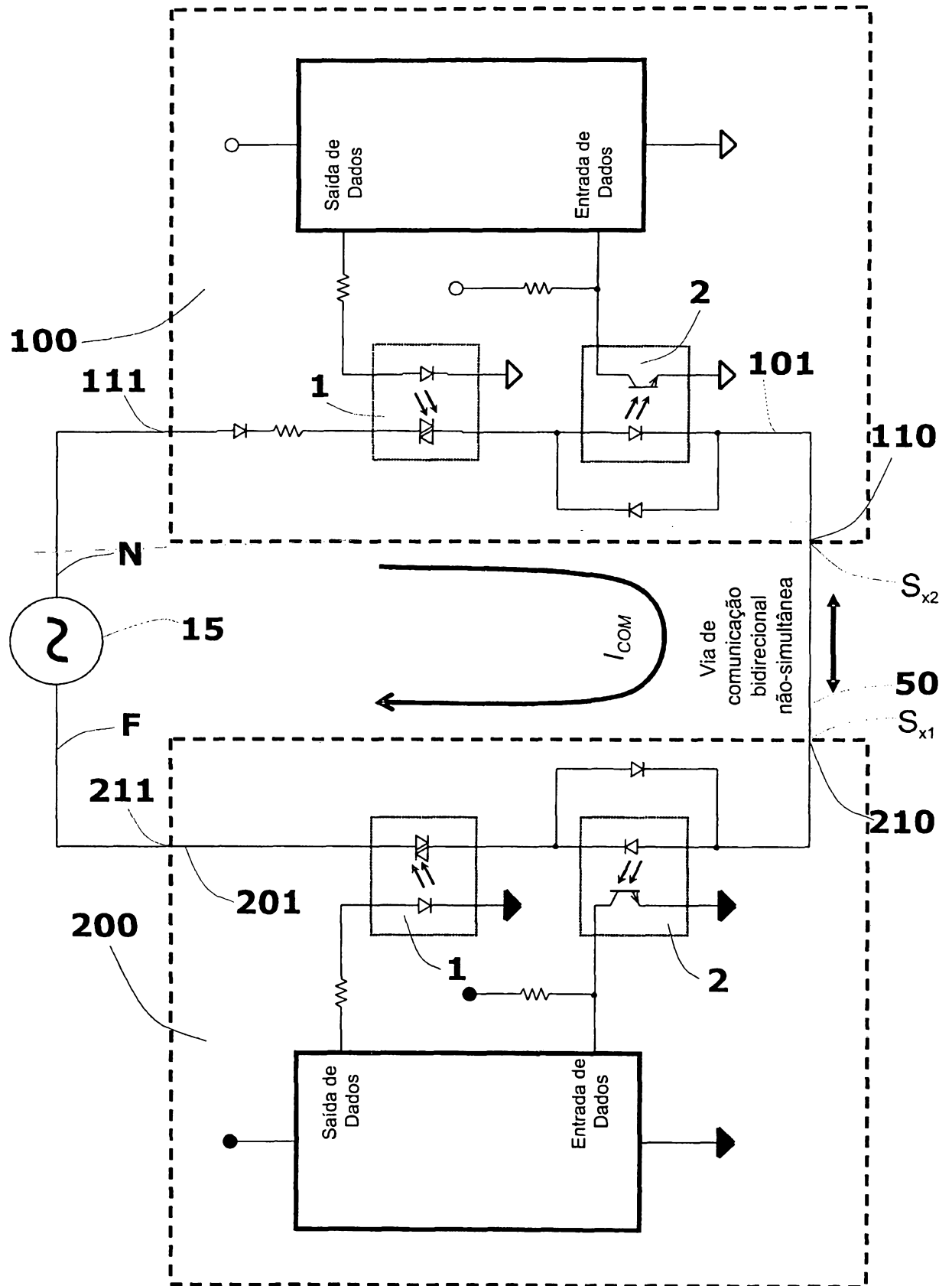


Fig. 12