



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

(21) PI 1101069-0 A2



* B R P I 1 1 0 1 0 6 9 A 2 *

(22) Data de Depósito: 01/03/2011
(43) Data da Publicação: 04/06/2013
(RPI 2213)

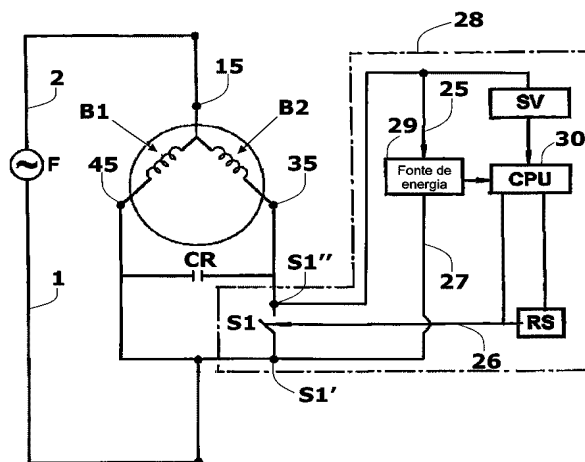
(51) Int.Cl.:
H02P 1/42

(54) **Título:** MÉTODO DE PARTIDA PARA UM MOTOR DE INDUÇÃO MONOFÁSICO, DISPOSITIVO DE PARTIDA PARA MOTOR MONOFÁSICO E SISTEMA DE PARTIDA PARA O MESMO

(73) **Titular(es):** Whirlpool S.A.

(72) **Inventor(es):** Claudio Bruning, Marcelo Zanelato, Marcos Roberto De Souza

(57) **Resumo:** MÉTODO DE PARTIDA PARA UM MOTOR DE INDUÇÃO MONOFÁSICO, DISPOSITIVO DE PARTIDA PARA MOTOR MONOFÁSICO E SISTEMA DE PARTIDA PARA O MESMO. A presente invenção refere-se a um dispositivo de partida para motor a indução monofásico, compreendendo um estator (M) tendo um enrolamento de marcha (B1) e um enrolamento de partida (B2), um dispositivo de partida (28), conectando o enrolamento de partida (B2) a uma fonte (F), de alimentação de tensão alternada, quando em uma condição fechada, a chave de partida (S1) sendo conduzida a uma condição aberta quando terminada a partida do motor, o dispositivo de partida (28) compreendendo: uma chave de partida (S1), um dispositivo eletrônico processador de sinais (30) recebendo sinais de corrente de um sensor de corrente (RS) circulante pela chave de partida (S1) e recebendo sinais de tensão provenientes de um sensor (SV) de cruzamento da tensão por zero, sendo que a unidade de controle (30) instrui o fechamento e abertura da chave (S1) de acordo com a interpretação dos sinais dos sensores de cruzamento da corrente e tensão por zero, e do tempo.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO DE PARTIDA PARA UM MOTOR DE INDUÇÃO MONOFÁSICO, DISPOSITIVO DE PARTIDA PARA MOTOR MONOFÁSICO E SISTEMA DE PARTIDA PARA O MESMO"**.

5 A presente invenção refere-se a um método de partida para um motor de indução monofásico especialmente desenhado para otimizar o tempo de partida do dito motor em função do seu tamanho e carga de operação.

10 A presente invenção refere-se ainda a um dispositivo de partida eletrônico do tipo utilizado em motores elétricos, particularmente empregado em motores a indução monofásicos.

Adicionalmente, a presente invenção faz referência a um sistema de partida para motores a indução monofásicos, o qual abarca o dispositivo e método ora propostos.

15 Descrição do Estado da Técnica

Os motores a indução monofásicos são amplamente utilizados devido a sua simplicidade, robustez e alto desempenho. Sua aplicação é encontrada em eletrodomésticos em geral, refrigeradores, freezers, condicionadores de ar, compressores herméticos, lavadoras, motobombas, venti-
20 ladores e algumas aplicações industriais.

Os motores a indução conhecidos são geralmente dotados de um rotor do tipo gaiola e um estator bobinado, constituído de dois enrolamentos, sendo um deles um enrolamento de marcha e o outro um enrolamento de partida. Durante a operação normal do compressor, o enrolamento
25 de marcha é alimentado por uma tensão alternada, sendo que o enrolamento de partida é alimentado temporariamente, no início da operação de partida, criando um campo magnético girante no entreferro do estator, condição esta necessária para acelerar o rotor e promover sua partida.

O campo magnético girante pode ser obtido alimentando-se a
30 bobina de partida com uma corrente defasada, no tempo, relativamente à corrente circulante pelo enrolamento principal, preferencialmente num ângulo próximo de 90 graus. Esta defasagem entre a corrente circulante nos dois

enrolamentos é obtida por características construtivas dos enrolamentos ou pela instalação de uma impedância externa em série com um dos enrolamentos, mas geralmente em série com o enrolamento de partida. Este valor de corrente circulante pelo enrolamento de partida, durante o processo de partida do motor é, geralmente, elevado, fazendo-se necessário o uso de algum tipo de chave que interrompa esta corrente após transcorrido o tempo necessário para promover a aceleração do motor.

Para motores em que uma eficiência muito elevada é necessária, este enrolamento de partida não é totalmente desligado após transcorrido o período de partida, mantendo-se ligado em série a este enrolamento um capacitor chamado de capacitor de marcha, que provê uma corrente suficiente para aumentar o torque máximo do motor e sua eficiência.

Para motores com esta configuração usando uma impedância permanente em série com o enrolamento de partida durante a operação normal do motor, são conhecidos alguns dispositivos de partida, do tipo PTC, relé eletromecânico, temporizados, ou ainda existem combinações onde um PTC conectado em série com um dispositivo que interrompe a passagem de corrente após um determinado tempo (RSP) conforme citado nos documentos de patente norte-americanos US 5,053,908 e US 5,051,681, e no pedido de patente internacional copendente, WO 02/09624 A1, do mesmo depositante.

Um dos componentes amplamente utilizados na partida de motores monofásicos "split phase", onde capacitor de funcionamento não é utilizado, é o do tipo relé eletromecânico. A abrangência do seu uso está relacionada ao seu baixo custo de fabricação e a sua simplicidade tecnológica. Por outro lado, o relé eletromecânico apresenta uma série de limitações destacando-se a necessidade do dimensionamento de um componente específico para cada tamanho de motor elétrico, impossibilidade do uso em motores de alta eficiência onde um capacitor de funcionamento é empregado, geração de ruídos eletromagnéticos e sonoros durante a sua operação e desgaste dos seus componentes provocados por arco elétrico e atrito mecânico.

Uma alternativa ao relé eletromecânico é o dispositivo tipo PTC (*“Positive Temperature Coefficient”*). Este componente tem uma larga utilização em motores de alta eficiência onde sua aplicação está associada a um capacitor de funcionamento. Por tratar-se de uma pastilha cerâmica sem partes móveis, seu princípio soluciona grande parte das limitações do relé eletromecânico. Como seu funcionamento está baseado no aquecimento de uma pastilha cerâmica, resultando na elevação da sua resistência e consequente limitação da corrente circulante, ocorre a dissipação de uma potência residual durante todo o seu período de funcionamento.

Outra limitação deste componente está relacionada ao tempo de intervalo requerido para permitir partidas consecutivas. Uma das suas grandes vantagens é a possibilidade do uso de um único componente para operar na partida de uma família de motores com uma determinada tensão (115V ou 220V), mas torna-se uma limitação quando a característica analisada é a otimização do tempo de energização da bobina auxiliar. Seu tempo de condução é diretamente proporcional ao volume da pastilha cerâmica e inversamente proporcional à corrente circulante, acarretando em um tempo de partida reduzido, quando o mesmo é aplicado em motores de maiores potências e um tempo demasiadamente longo, quando sua aplicação é feita em motores menores. Estes dois fatos levam à deficiência de partida dos motores maiores e a um maior consumo de energia durante o período de partida nos motores menores.

Já os componentes de partida tipo temporizados eliminam a grande desvantagem do consumo residual do PTC, porém não permitem adequar o tempo de partida requerido para os diferentes tamanhos de motores. Seu conceito não permite o dimensionamento de um circuito que proporcione o tempo otimizado de partida para os diferentes tamanhos de motor, e torna-se mandatária a existência de vários modelos, cada um ajustado para um determinado tempo de atuação e assim atender uma determinada família de motores elétricos, acarretando na despadronização, elevado ajuste nas linhas de fabricação e aumento dos estoques. Tais dispositivos não levam em consideração as condições de operação no instante do arranque e

são, portanto, dimensionados pela pior condição, aumentando o tempo de partida.

Diante do acima exposto, a presente invenção oferece um método inovador para a partida de motor monofásico capaz de otimizar o tempo de partida de uma ampla faixa de motores, especialmente no que se refere a sua potência de operação. Ademais, um dispositivo e um sistema de partida também são previstos a fim de se alcançar os objetivos da presente invenção.

Objetivos da Invenção

10 É um primeiro objetivo da presente invenção proporcionar um dispositivo de partida com topologia simples e robusta, de custo reduzido e que permita:

15 i) o uso em larga escala em sistemas de baixo custo, apresentando as vantagens dos dispositivos temporizados, onde o consumo residual de potência é eliminado;

ii) a redução do número de componentes necessários para atender uma determinada família de motores de uma mesma tensão de alimentação;

20 iii) o uso em motores de alta eficiência com capacitores de funcionamento, e que apresente a característica dos relés eletromecânicos, onde o tempo de partida é otimizado para cada diferente tamanho de motor elétrico.

25 É um segundo objetivo da presente invenção proporcionar um método de partida para motor a indução monofásico que otimize o tempo de partida em função do tamanho e carga do motor ligado ao mesmo.

É ainda um outro objetivo da presente invenção proporcionar um método de partida para motor a indução monofásico que otimize o tempo de partida automaticamente em função da tensão da rede de alimentação.

30 Um objetivo adicional da presente invenção é proporcionar um dispositivo eletrônico de partida para motor a indução monofásico com consumo de energia desprezível.

Adicionalmente, é objetivo desta invenção proporcionar um dis-

positivo eletrônico de partida para motor a indução monofásico que possa operar em conjunto com um capacitor de partida ou outra impedância instalada em série com o enrolamento de partida do motor.

5 A presente invenção tem como objetivo ainda proporcionar um dispositivo eletrônico de partida para motor a indução monofásico não susceptível a transitórios ou perturbações providas da rede de alimentação.

Finalmente, é objetivo da presente invenção proporcionar um dispositivo eletrônico de partida para motor a indução monofásico que possa operar em conjunto com o arranjo de alguns sistemas de refrigeração que são dotados de uma impedância (resistência) ligada em paralelo com os contatos do termostato, usadas para gerar pequena quantidade de calor para manter os contatos do termostato livres de umidade, mas que também provocam o aparecimento de tensões residuais sobre os terminais do compressor, e que perturbam, ou impedem, o funcionamento de alguns tipos de dispositivos eletrônicos, que poderão interpretar erroneamente essa tensão residual como um estado de operação do compressor.

15 Breve Descrição da Invenção

Os objetivos da presente invenção são alcançados através da provisão de um método de partida para um motor de indução monofásico, o motor compreendendo um rotor e um estator dotado de um enrolamento de marcha e um enrolamento de partida, o enrolamento de partida sendo associado eletricamente a um dispositivo de partida, o dispositivo de partida e o enrolamento de marcha sendo associados eletricamente a uma fonte de alimentação de tensão alternada, o método compreende as etapas de:

25 a-) em um primeiro instante medir, através do dispositivo de partida, um ou mais períodos de tempo de fonte T_{fon} em que um sinal de tensão alternada fornecida pela fonte de tensão alternada F cruza por zero;

b-) criar uma base interna de tempo T_{ref} no dispositivo de partida, através dos períodos de tempo medidos no passo a;

30 c-) fechar a chave de partida S_1 , em um segundo instante de alimentação T_2 do motor monofásico, iniciando o fornecimento de corrente para o enrolamento de partida B_2 do motor;

d-) medir um ou mais períodos de tempo de partida T_{par} da corrente do enrolamento de partida B2 quando esta cruza por zero;

e-) comparar os períodos de tempo de partida T_{par} em que a corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 cruza por zero com a base interna de tempo T_{ref} ;

f-) calcular, através do dispositivo de partida, uma diferença de fase D_f entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 e a base interna de tempo T_{ref} a partir da comparação feita no passo e;

g-) abrir a chave de partida S1 com base no cálculo do passo g, quando o dispositivo de partida detectar uma diferença de fase D_f , entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 e a base interna de tempo T_{ref} , de valor superior a um limite de fase partida L_{fap} pré-estabelecido.

Os objetivos da presente invenção ainda são alcançados através da provisão de um dispositivo de partida para motor a indução monofásico, de modo que tal dispositivo compreende uma chave de partida e pelo menos uma fonte de corrente contínua associadas eletricamente e paralelamente entre si, pelo menos um dispositivo eletrônico processador de sinais alimentado eletricamente pela fonte de corrente contínua, o dispositivo eletrônico processador de sinais sendo associado elétrica e operativamente à chave de partida, através de um terminal de controle, pelo menos um sensor de cruzamento de tensão por zero associado eletricamente ao dispositivo eletrônico processador de sinais e à chave de partida, pelo menos um sensor de cruzamento de corrente por zero associado eletricamente ao dispositivo eletrônico processador de sinais e à chave de partida, o dispositivo de partida sendo configurado para promover a partida e/ou a parada do motor a indução monofásico através da chave de partida.

Finalmente, os objetivos da presente invenção são alcançados através da provisão de um sistema de partida para um motor de indução monofásico, o motor compreendendo um rotor e um estator dotado de um enrolamento de marcha e um enrolamento de partida, o sistema compreendendo:

- uma chave de partida associada eletricamente através de seus terminais de contato a uma fonte de tensão alternada, a chave de partida sendo configurada para conectar eletricamente um primeiro terminal do enrolamento de partida à fonte de tensão alternada;
- 5 - uma fonte de alimentação de corrente contínua alimentada a partir dos terminais de contato da chave de partida;
 - um dispositivo eletrônico processador de sinais, alimentada pela fonte de corrente contínua, e operativamente ligada à chave de partida,
 - um sensor de cruzamento por zero da corrente do enrolamento
- 10 de partida configurado para detectar períodos de tempo, ou instantes, em que a corrente do enrolamento de partida cruza por zero;
 - um sensor de cruzamento por zero da tensão nos terminais da chave de partida configurado para detectar períodos de tempo, ou instantes, em que a tensão entre os terminais da chave de partida cruza por zero;
- 15 - o sistema sendo configurado para fechar a chave de partida de modo a iniciar o fornecimento de corrente para o enrolamento de partida do motor; e
 - o sistema sendo configurado para abrir a chave de partida a partir de uma diferença de fase detectada entre a corrente circulante no en-
- 20 rolamento de partida e a base interna de tempo.

Descrição Resumida dos Desenhos

A presente invenção será, a seguir, descrita fazendo-se referência a uma concretização preferida ilustrada nos desenhos anexos, dos quais:

25 Figura 1 – representa um diagrama esquemático de uma modalidade preferencial do sistema e dispositivo de partida eletrônico, objeto da presente invenção;

 Figura 2 – representa um gráfico ilustrando a forma de onda de tensão do dispositivo de partida eletrônico, conforme os ensinamentos da presente invenção; e

30 Figura 3 – representa um gráfico ilustrando a definição da base de tempo realizada pela unidade de controle do dispositivo de partida.

Descrição Detalhada dos Desenhos

A figura 1 ilustra uma concretização preferencial do objeto de invenção ora proposto.

Mais particularmente, a presente invenção provê um dispositivo de partida 28 para motor a indução monofásico, configurado para prover
5 meios de acionamento e desligamento do dito motor de maneira bastante eficiente e simplificada.

Tal dispositivo 28 compreende, essencialmente, uma chave de partida S1 e pelo menos uma fonte de corrente contínua 29 associadas eletricamente e paralelamente entre si, como podem ser vistas pela figura 1.
10 Preferencialmente, é prevista a instalação de uma única fonte de corrente contínua 29, porém, uma ou mais fontes podem ser instaladas de modo a alimentar os componentes e/ou módulos funcionais do dispositivo 28, os quais serão comentados em maiores detalhes adiante.

O referido dispositivo 28 compreende ainda pelo menos um dispositivo eletrônico processador de sinais 30 alimentado eletricamente pela
15 fonte de corrente contínua 29, sendo este dispositivo 30 associado elétrica e operativamente à chave de partida S1 através de um terminal de controle 26. De modo bastante preferível, o dispositivo de partida 28 abarca apenas um dispositivo eletrônico processador de sinais 30, tal como um microprocessador ou microcontrolador, todavia, dois ou mais podem ser empregados sem
20 afetar o funcionamento e operação do presente dispositivo de partida 28.

Alguns componentes convencionais hoje bastante conhecidos, tais como os microcontroladores da família Microchip, como PIC's ou ainda os antigos microcontroladores da família INTEL, como os 8051 e 8052, entre
25 outros, podem ser utilizados facilmente na presente invenção de forma a implementar o dispositivo eletrônico processador de sinais 30. De outro modo, este dispositivo 30 pode ser ainda confeccionado por um circuito eletrônico dedicado e projetado a partir de componentes eletrônicos de uso geral.

Adicionalmente, a figura 1 mostra que o dispositivo de partida 28
30 compreende ainda pelo menos um sensor de cruzamento de tensão por zero SV associado eletricamente ao dispositivo eletrônico processador de sinais 30 e à chave de partida S1, e pelo menos um sensor de cruzamento de cor-

rente por zero RS associado eletricamente ao dispositivo eletrônico processador de sinais 30 e à chave de partida S1.

O dispositivo de partida 28, conforme os ensinamentos da presente invenção, é configurado para promover a partida e/ou parada do motor a indução monofásico através da chave de partida S1.

De modo mais detalhado, pode-se observar por meio da figura 1, que o dispositivo de partida 28 conecta, através da sua chave de partida S1, o enrolamento de partida B2 a uma fonte de tensão alternada F. Após a partida do motor, a chave de partida S1 é levada a uma condição aberta pelo dispositivo 28.

Uma característica inovadora da presente invenção refere-se à metodologia, ou método, de acionamento e controle da partida do motor. Tal motor compreende um rotor e um estator M dotado de um enrolamento de marcha B1 e de um enrolamento de partida B2, tal como ilustrados na figura 1. Da figura 1, nota-se ainda que o enrolamento de partida B2 é associado eletricamente ao aludido dispositivo de partida 28, de modo que o enrolamento de marcha B1 é associado eletricamente à fonte de alimentação de tensão alternada F, ou simplesmente fonte de tensão alternada F.

De maneira mais abrangente, o presente método é descrito a seguir com base nas suas principais etapas, quais sejam:

a-) em um primeiro instante medir, através do dispositivo de partida 28, um ou mais períodos de tempo de fonte T_{fon} em que um sinal de tensão alternada fornecida pela fonte de tensão alternada F cruza por zero;

b-) criar uma base interna de tempo T_{ref} no dispositivo de partida 28, sendo a dita base T_{ref} sincronizada com uma fase do sinal de tensão da fonte de tensão alternada F, através dos períodos de tempo medidos no passo a;

c-) fechar a chave de partida S1, em um segundo período, ou instante de alimentação T_2 do motor monofásico, iniciando o fornecimento de corrente para o enrolamento de partida B2 do motor;

d-) medir um ou mais períodos de tempo de partida T_{par} da tensão do enrolamento de partida B2 quando esta cruza por zero;

e-) comparar os momentos em que a corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 cruza por zero com a base interna de tempo Tref;

f-) calcular, através do dispositivo de partida 28, a diferença de fase Df entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 e a base interna de tempo Tref a partir da comparação feita no passo e;

5 i-) abrir a chave de partida S1 com base no cálculo do passo g, quando o dispositivo de partida 28 detectar uma diferença de fase Df, entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 e a base interna de tempo Tref de valor superior a um limite de fase partida Lfap pré-
10 estabelecido.

A figura 2 mostra a forma de onda de tensão presente no dispositivo de partida 28, sendo possível destacar os instantes essenciais de partida do motor a indução monofásico, conforme os ensinamentos da presente invenção.

15 Vale frisar que, neste caso, o limite de fase Lfap pré-estabelecido representa um estado de operação em que o motor está acelerado com uma rotação próxima à sua rotação de operação nominal. É fato que o passo "d" acima corresponde ao momento em que o motor está iniciando a sua partida.

20 De outro lado, o limite de fase Lfap, conforme descrito, corresponde ao momento em que o motor alcança rotações substancialmente mais elevadas, quando comparadas ao início de partida da máquina. Quando o motor elétrico está em baixa rotação, ou parado, por exemplo, a diferença de fase Df é consideravelmente pequena entre a corrente que circula no enro-
25 lamento de partida B2 e a base de tempo interna calculada na presente invenção.

Operacionalmente, e reiterando, cabe observar que a abertura da chave de partida S1 se dá a partir de um comando enviado através do dispositivo eletrônico processador de sinais 30, sendo este incorporado ao
30 dispositivo de partida 28, como mostra a figura 1, no instante em que o motor está acelerado com uma rotação próxima à sua nominal.

De maneira alternativa, o presente método ainda compreende

uma etapa de abrir a chave de partida S1 quando a diferença de fase D_f entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 e a base interna de tempo T_{ref} for maior do que um valor de fase predeterminado F_{pred} , sendo este configurado para representar um estado em que o motor está acelerado com uma rotação próxima à sua rotação nominal, após transcorrido um tempo de partida predefinido T_{ppre} .

De uma outra forma, a metodologia de operação do objeto ora reivindicado prevê ainda uma etapa de abrir a chave de partida S1 quando a diferença de fase D_f entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 e a base interna de tempo T_{ref} apresentar variação nula, sendo esta condição configurada para representar um estado de operação em que o motor concluiu sua aceleração.

Desta forma, o dispositivo eletrônico processador de sinais 30, através do terminal de controle 26, emite um comando para que a chave de partida S1 seja aberta e se mantenha neste estado, encerrando o fornecimento de corrente para o enrolamento de partida B2, e, por conseguinte a partida do motor.

Na presente invenção é prevista ainda uma etapa (j) de manter a chave de partida S1 aberta até que o sinal de tensão da fonte de tensão alternada F, ou a energia fornecida, seja interrompido por um período de tempo parada T_{para} suficiente para caracterizar uma parada do motor.

Ademais, o presente método compreende, ainda, a etapa de após a partida do motor, analisar os períodos de tempo, ou instantes, em que ocorre o cruzamento por zero de uma tensão V_{par} sobre a chave de partida S1. Assim, a chave de partida S1 é mantida fechada durante a partida do motor, e aberta ao longo de todo o tempo em que o motor estiver operando, de modo que o dispositivo eletrônico processador de sinais 30 mantém a observação dos momentos de cruzamento por zero da tensão sobre a dita chave S1, através de um terminal de fonte 25 e sensor de cruzamento de tensão por zero SV, podendo concluir sobre o estado de operação do motor e perceber quando ocorreu sua desaceleração ou parada por interrupção da energia fornecida pela fonte de alimentação de tensão alternada F.

O método ora proposto prevê ainda as etapas de memorizar a base interna de tempo T_{ref} , além de sincronizá-la com o cruzamento por zero da tensão do enrolamento de partida B2. A figura 3 mostra um gráfico onde é possível visualizar a definição da base de tempo realizada pelo dispositivo eletrônico processador de sinais 30, conforme o objeto da presente invenção.

Frente ao acima exposto, cabe mencionar que a cada nova partida do motor uma nova base de tempo, ou referência, é criada, e memorizada pelo dispositivo eletrônico 30, de forma que o circuito se adapte automaticamente às novas condições de carga do sistema, especialmente para a tensão da rede (sobretensão ou subtensão) e condições de temperatura dos enrolamentos de marcha B1 e de partida B2 do estator.

Devido à memorização desenvolvida a cada novo ciclo de arranque, o circuito não necessita de qualquer calibração prévia para operar com determinado tipo de motor, como ocorre hoje em outras soluções do estado da técnica, facilitando assim a sua utilização para uma ampla faixa de motores.

No caso de ocorrer uma tentativa de partida, ou arranque mal sucedida, em que o rotor permaneça travado e não haja alteração na diferença de fase D_f , o dispositivo eletrônico processador de sinais 30 instrui a abertura da chave de partida S1, quando o tempo desde o fechamento da chave S1 ultrapassar um valor de tempo máximo previamente definido para a finalização da partida do motor. Nesta condição, o intervalo de tempo E1 indicado na figura 2 se estenderá de forma indevida alcançando um tempo máximo permitido e a abertura da chave de partida S1 protegerá o motor e a própria chave.

Logo, com base no acima descrito, o presente método prevê uma etapa capaz de determinar a abertura da chave de partida S1, através do dispositivo de partida 28, quando um tempo contado a partir do fechamento da chave de partida S1, ultrapassar um valor de tempo máximo T_{max} previamente definido para finalização da partida do motor.

Nesse caso, o circuito irá aguardar o tempo adequado de resfri-

amento do motor e/ou tempo necessário para adequar a condição de carga ao torque fornecido pelo motor, antes de permitir um novo ciclo de arranque. A fim de concretizar esta última operação, o método proposto prevê uma etapa voltada para aguardar um tempo para resfriamento do motor Tres, e/ou um tempo mínimo de carga T_{min} , configurados para estabelecer a condição de carga ao torque fornecido pelo motor, antes de permitir um novo ciclo de partida.

Por fim, a presente invenção prevê um sistema de partida para um motor de indução monofásico, sendo este motor dotado de um rotor e um estator M. O estator compreende um enrolamento de marcha B1 e um enrolamento de partida B2 conforme já mencionado.

De maneira mais detalhada, e tal como ilustrado na figura 1, tem-se que o presente sistema compreende uma chave de partida S1 associada eletricamente, através de seus terminais de contato, a uma fonte de tensão alternada F. A dita chave de partida S1 é configurada para conectar eletricamente um primeiro terminal do enrolamento de partida B2 à fonte de tensão alternada F.

Na mesma figura 1 é possível observar no sistema ora proposto a existência de uma fonte de alimentação de corrente contínua 29 alimentada a partir dos terminais de contato da chave de partida S1.

Neste sistema é previsto ainda, como já comentado, pelo menos um dispositivo eletrônico processador de sinais 30, alimentado pela fonte de corrente contínua 29, e operativamente ligada à chave de partida S1.

Adicionalmente, é previsto no presente sistema de partida um sensor de cruzamento por zero da corrente RS do enrolamento de partida B2, configurado para detectar períodos de tempo, ou instantes, em que a corrente do enrolamento de partida B2 cruza por zero. Um sensor de cruzamento por zero da tensão SV conectado nos terminais da chave de partida S1 também é previsto neste sistema, sendo tal sensor configurado para detectar períodos de tempo, ou instantes, em que a tensão entre os terminais da chave de partida S1 cruza por zero.

De modo bastante funcional e eficiente, o sistema de partida, ob-

jeto da presente invenção, é configurado para fechar a chave de partida S1 de modo a iniciar o fornecimento de corrente para o enrolamento de partida B2 do motor, quando da partida do motor. De modo bastante inovador frente às soluções hoje disponíveis, o referido sistema é configurado ainda para
5 abrir a chave de partida S1, a partir de uma diferença de fase D_f detectada entre a corrente circulante no enrolamento de partida B2 e a base interna de tempo T_{ref} .

A abertura da chave de partida S1 é estabelecida quando a diferença de fase D_f calculada acima é superior a um limite de fase (L_{fase}) pré-
10 estabelecido.

Da configuração prevista para o sistema de partida da presente invenção, pode-se afirmar que a chave de partida S1, a fonte de alimentação de corrente contínua 29, o dispositivo eletrônico processador de sinais 30 e o sensor de cruzamento por zero da corrente RSe o sensor de cruzamento
15 por zero da tensão SV definem, quando combinados, um dispositivo de partida 28.

A figura 1 mostra ainda que um primeiro terminal fonte 1 da fonte de alimentação de tensão alternada F está associado eletricamente a um primeiro terminal marcha 45 do enrolamento de marcha B1 e a um primeiro
20 terminal chave S1' da chave de partida S1. O primeiro terminal fonte 1 está associado ainda a um primeiro terminal fonte contínua 27 da fonte de corrente contínua 29.

Ainda na figura 1, é possível notar que um segundo terminal fonte de corrente contínua 25 está associado eletricamente a um segundo terminal
25 chave S1'' da chave de partida S1.

No que tange ao comando da aludida chave de partida S1, tem-se que esta é operativamente ligada ao dispositivo eletrônico processador de sinais 30 através de um terminal de controle 26 da chave de partida S1.

Na sua forma operacional, o presente sistema emprega, tal como
30 ilustrado nas figuras 2 e 3, o dispositivo eletrônico processador de sinais 30 de modo a criar uma base interna de tempo T_{ref} , através do chamado dispositivo de partida 28, sendo esta base de tempo T_{ref} sincronizada com

uma fase do sinal de tensão da fonte de tensão alternada F.

Neste sentido, o dispositivo eletrônico processador de sinais 30 determina o momento de abertura e fechamento da chave de partida S1 com base em uma diferença de fase D_f calculada entre a fase da corrente que circula pelo enrolamento de partida B2 e a base interna de tempo T_{ref} .

Ademais, o dispositivo eletrônico processador de sinais 30 é configurado para manter a chave de partida S1 em estado aberto até que a energia fornecida pela fonte de tensão alternada F seja interrompida por um período de tempo que caracterize a parada do motor.

A figura 1 ilustra ainda que o presente sistema prevê o uso de um capacitor de funcionamento CR disposto em paralelo aos terminais dos enrolamentos de marcha B1 e de partida B2 do estator M, de modo a proporcionar uma diferença de fase entre as correntes que passam nos enrolamentos de marcha B1 e de partida B2.

Finalmente, a presente invenção alcança os seus objetivos na medida em que oferece um mecanismo de partida, formado por um sistema, um método e um dispositivo de partida para motor monofásico, substancialmente mais eficiente e simplificado, frente às soluções conhecidas do estado da técnica, além do fato de ser capaz de oferecer uma partida mais otimizada para uma ampla faixa de potência de motores daquele tipo.

Tendo sido descrito 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. Método de partida para um motor de indução monofásico, o motor compreendendo um rotor e um estator (M) dotado de um enrolamento de marcha (B1) e um enrolamento de partida (B2), o enrolamento de partida (B2) sendo associado eletricamente a um dispositivo de partida (28), o dispositivo de partida (28) e o enrolamento de marcha (B1) sendo associados eletricamente a uma fonte de alimentação de tensão alternada (F), o método de partida sendo caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:
- a-) em um primeiro instante medir, através do dispositivo de partida (28), um ou mais períodos de tempo de fonte (T_{fon}) em que um sinal de tensão alternada fornecida pela fonte de tensão alternada (F) cruza por zero;
 - b-) criar uma base interna de tempo (T_{ref}) no dispositivo de partida (28), através dos períodos de tempo medidos no passo a;
 - c-) fechar a chave de partida (S1), em um segundo instante de alimentação (T2) do motor monofásico, iniciando o fornecimento de corrente para o enrolamento de partida (B2) do motor;
 - d-) medir um ou mais períodos de tempo de partida (T_{par}) da corrente do enrolamento de partida (B2) quando esta cruza por zero;
 - e-) comparar os períodos de tempo de partida (T_{par}) em que a corrente que circula pelo enrolamento de partida (B2) cruza por zero com a base interna de tempo (T_{ref});
 - f-) calcular, através do dispositivo de partida (28), uma diferença de fase (D_f) entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida (B2) e a base interna de tempo (T_{ref}) a partir da comparação feita no passo e;
 - g-) abrir a chave de partida (S1) com base no cálculo do passo g, quando o dispositivo de partida (28) detectar uma diferença de fase (D_f), entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida (B2) e a base interna de tempo (T_{ref}), de valor superior a um limite de fase partida (L_{fap}) pré-estabelecido.
2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o limite de fase partida (L_{fap}) pré-estabelecido representa um estado de operação em que o motor está acelerado com uma rotação próxi-

ma à sua rotação de operação nominal.

3. Método de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que a abertura da chave de partida (S1) se dá a partir de um comando enviado através de um dispositivo eletrônico processador de sinais (30), sendo esta incorporada ao dispositivo de partida (28), no instante em que o motor está acelerado com uma rotação próxima à nominal.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma etapa de:

h) abrir a chave de partida (S1) quando a diferença de fase (Df) entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida (B2) e a base interna de tempo (T_{ref}) for maior do que um valor de fase predeterminado (F_{pred}), sendo este configurado para representar um estado em que o motor está acelerado com uma rotação próxima à sua rotação nominal após transcorrido um tempo de partida predefinido (T_{ppre}).

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma etapa de:

i) abrir a chave de partida (S1) quando a diferença de fase (Df) entre a corrente que circula pelo enrolamento de partida (B2) e a base interna de tempo (T_{ref}) apresentar variação nula, sendo esta condição configurada para representar um estado de operação em que o motor concluiu sua aceleração.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de:

j) manter a chave de partida (S1) aberta até que o sinal de tensão da fonte de tensão alternada (F) seja interrompido por um período de tempo parada (T_{para}) suficiente para caracterizar uma parada do motor.

7. Método, de acordo com qualquer uma da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda a etapa de, após a partida do motor, analisar os períodos de tempo, ou instantes, em que ocorre o cruzamento por zero de uma tensão (V_{par}) sobre a chave de partida (S1).

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que compreende ainda a etapa de:

- memorizar a base interna de tempo (T_{ref}); e
- sincronizar a referência interna de tempo (T_{ref}) com o cruzamento por zero da corrente do enrolamento de partida (B2).

5 9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que compreende ainda a etapa de:

- determinar a abertura da chave de partida (S1), através do dispositivo de partida (28), quando um tempo contado a partir do fechamento da chave de partida (S1), ultrapassar um valor de tempo máximo (T_{max}) previamente definido para finalização da partida do motor.

10 10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma etapa de aguardar um tempo para resfriamento do motor (T_{res}), e/ou um tempo mínimo de carga (T_{min}) configurados para estabelecer a condição de carga ao torque fornecido pelo motor, antes de permitir um novo ciclo de arranque.

15 11. Dispositivo de partida para motor a indução monofásico (28), caracterizado pelo fato de que compreende uma chave de partida (S1) e pelo menos uma fonte de corrente contínua (29) associadas eletricamente e paralelamente entre si, pelo menos um dispositivo eletrônico processador de sinais (30) alimentado eletricamente pela fonte de corrente contínua (29), o
20 dispositivo eletrônico processador de sinais (30) sendo associado elétrica e operativamente à chave de partida (S1), através de um terminal de controle (26), pelo menos um sensor de cruzamento de tensão por zero (SV) associado eletricamente ao dispositivo eletrônico processador de sinais (30) e à
25 chave de partida (S1), pelo menos um sensor de cruzamento de corrente por zero (RS) associado eletricamente ao dispositivo eletrônico processador de sinais (30) e à chave de partida (S1), o dispositivo de partida sendo configurado para promover a partida e/ou a parada do motor a indução monofásico através da chave de partida (S1).

30 12. Sistema de partida para um motor de indução monofásico, o motor compreendendo um rotor e um estator (M) dotado de um enrolamento de marcha (B1) e um enrolamento de partida (B2), o sistema sendo caracterizado pelo fato de que compreende:

- uma chave de partida (S1) associada eletricamente através de seus terminais de contato a uma fonte de tensão alternada (F), a chave de partida (S1) sendo configurada para conectar eletricamente um primeiro terminal do enrolamento de partida (B2) à fonte de tensão alternada (F);
- 5 - uma fonte de alimentação de corrente contínua (29) alimentada a partir dos terminais de contato da chave de partida (S1);
- um dispositivo eletrônico processador de sinais (30), alimentada pela fonte de corrente contínua (29), e operativamente ligada à chave de partida (S1),
- 10 - um sensor de cruzamento por zero da corrente (RS) do enrolamento de partida (B2) configurado para detectar períodos de tempo, ou instantes, em que a corrente do enrolamento de partida (B2) cruza por zero;
- e
- um sensor de cruzamento por zero da tensão (SV) nos terminais da chave de partida (S1) configurado para detectar períodos de tempo, ou instantes, em que a tensão entre os terminais da chave de partida (S1) cruza por zero;
- 15 - o sistema sendo configurado para fechar a chave de partida (S1) de modo a iniciar o fornecimento de corrente para o enrolamento de partida (B2) do motor;
- 20 - o sistema sendo configurado para abrir a chave de partida (S1) a partir de uma diferença de fase (Df) detectada entre a corrente circulante no enrolamento de partida (B2) e um sinal de tensão da fonte de tensão alternada (F).
- 25 13. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a abertura da chave de partida (S1) é estabelecida quando a diferença de fase (Df) calculada é superior a um limite de fase (Lfase) pré-estabelecido.
- 14. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a chave de partida (S1), a fonte de alimentação de corrente contínua (29), o dispositivo eletrônico processador de sinais (30) o sensor de cruzamento por zero da corrente (RS) e um sensor de cruzamento
- 30

por zero da tensão (SV) definem, quando combinados, um dispositivo de partida (28).

15. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que um primeiro terminal fonte (1) da fonte de alimentação de tensão alternada (F) está associado eletricamente a um primeiro terminal marcha (45) do enrolamento de marcha (B1) e a um primeiro terminal chave (S1') da chave de partida (S1).

16. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o primeiro terminal fonte (1) está associado eletricamente a um primeiro terminal fonte contínua (27) da fonte de corrente contínua (29).

17. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dispositivo eletrônico processador de sinais (30) está operativamente ligada à chave de partida (S1), através de um terminal de controle (26) da chave de partida (S1).

18. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o dispositivo eletrônico processador de sinais (30) cria uma base interna de tempo (Tref), através do dispositivo de partida (28), sendo esta referência de tempo sincronizada com uma fase do sinal de tensão alternada da fonte de tensão alternada (F).

19. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dispositivo eletrônico processador de sinais (30) determina o momento de abertura e fechamento da chave de partida (S1) com base em uma diferença de fase (Df) calculada entre a fase da corrente que circula pelo enrolamento de partida (B2) e a fase da tensão da fonte de tensão alternada (F).

20. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dispositivo eletrônico processador de sinais (30) é configurado para manter a chave de partida (S1) em estado aberto até que a energia fornecida pela fonte de tensão alternada (F) seja interrompida por um período de tempo que caracterize a parada do motor.

21. Sistema de partida, de acordo com a reivindicação 12, caracte-

terizado pelo fato de que compreende ainda um capacitor de funcionamento (CR) disposto em paralelo aos terminais dos enrolamentos de marcha (B1) e de partida (B2) do estator (M), de modo a proporcionar uma diferença de fase entre as correntes que passam nos enrolamentos de marcha (B1) e de partida (B2).

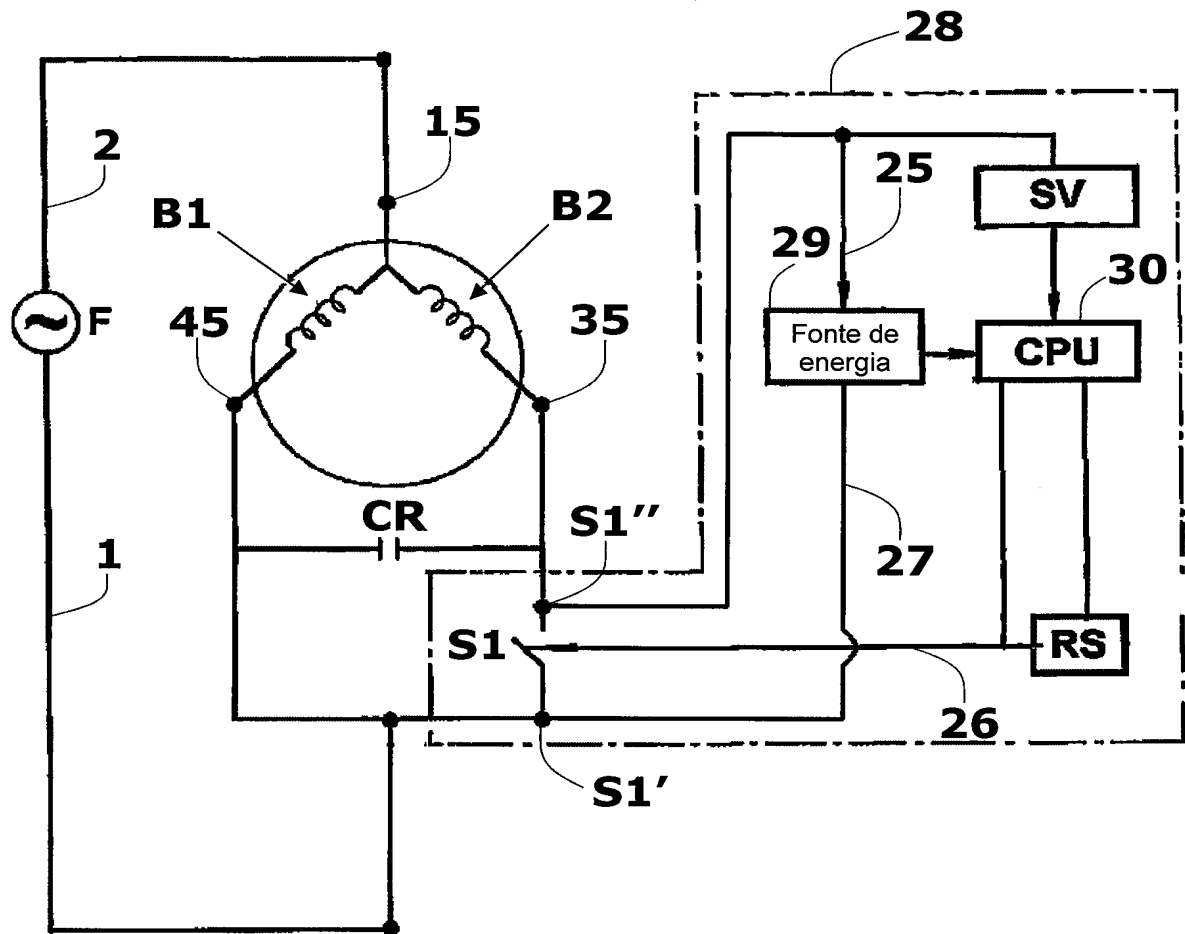


Fig. 1

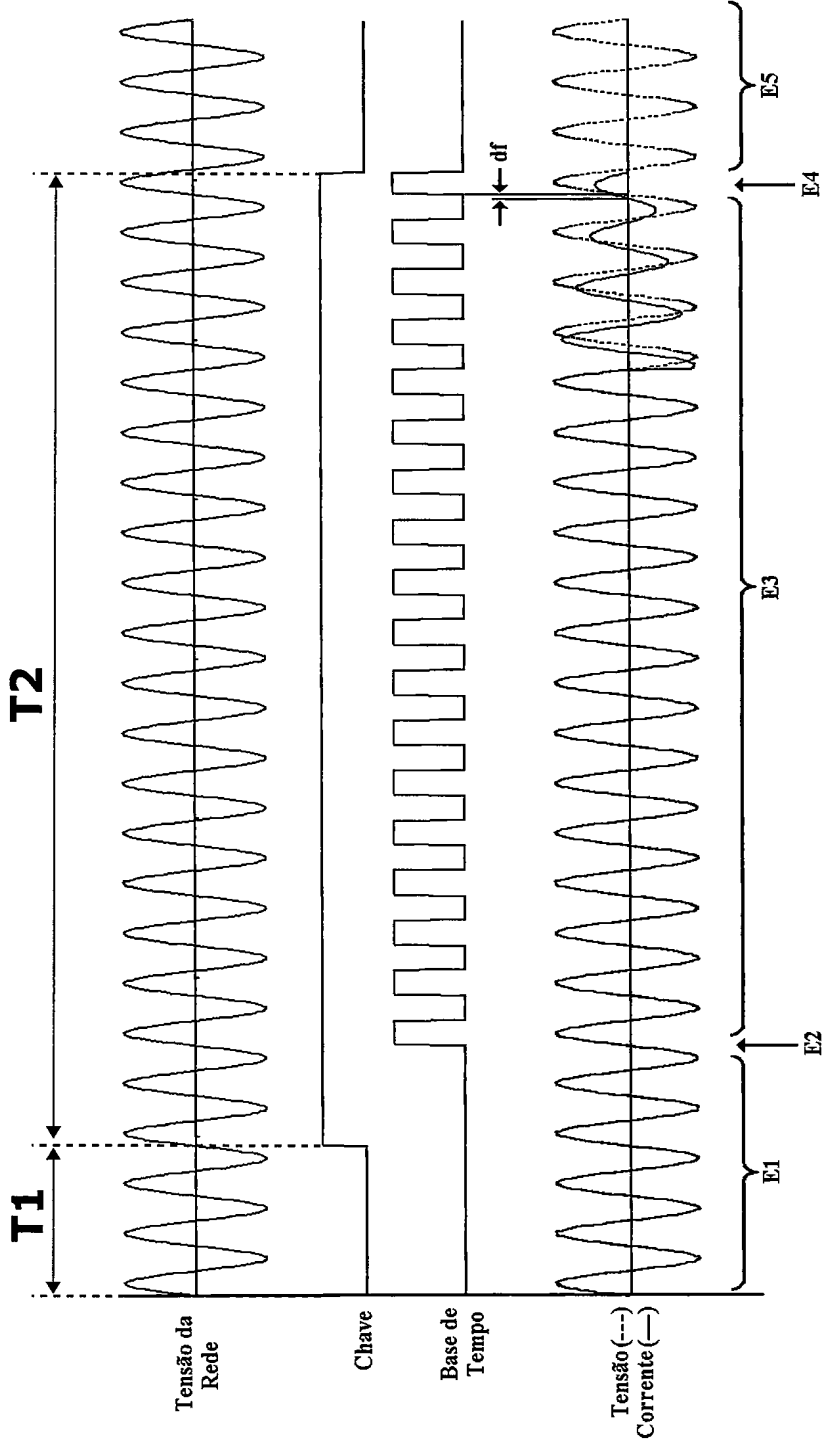
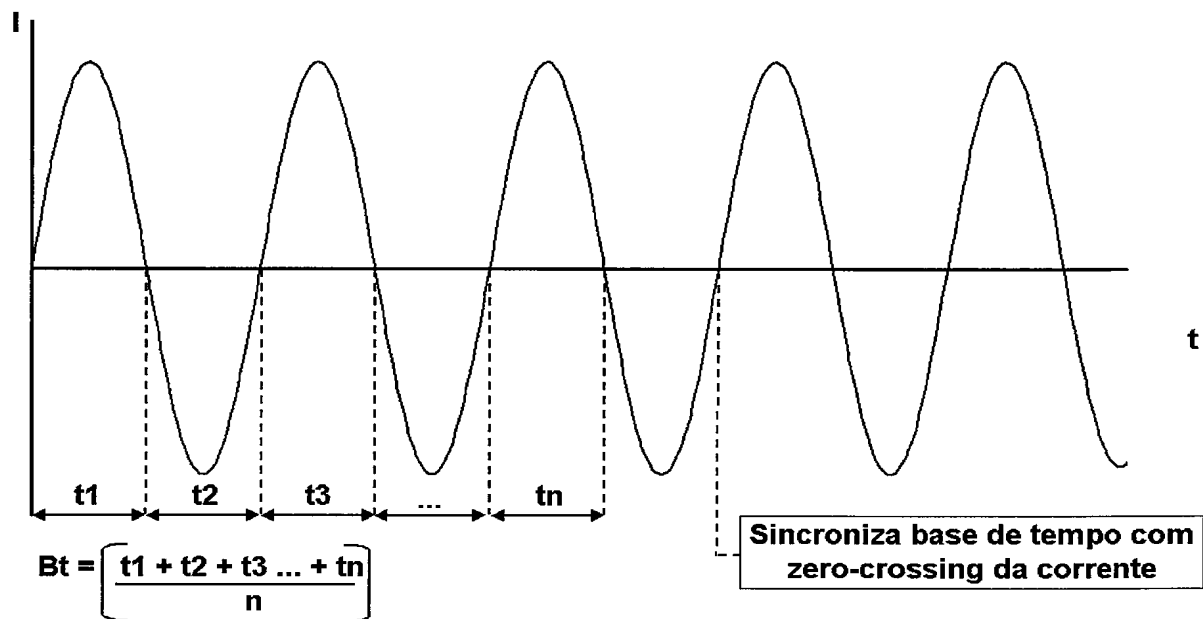


Fig. 2

**Fig. 3**

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO DE PARTIDA PARA UM MOTOR DE INDUÇÃO MONOFÁSICO, DISPOSITIVO DE PARTIDA PARA MOTOR MONOFÁSICO E SISTEMA DE PARTIDA PARA O MESMO"**.

5 A presente invenção refere-se a um dispositivo de partida para motor a indução monofásico, compreendendo um estator (M) tendo um enrolamento de marcha (B1) e um enrolamento de partida (B2), um dispositivo de partida (28), conectando o enrolamento de partida (B2) a uma fonte (F), de alimentação de tensão alternada, quando em uma condição fechada, a chave de partida (S1) sendo conduzida a uma condição aberta quando termina-
10 da a partida do motor, o dispositivo de partida (28) compreendendo: uma chave de partida (S1), um dispositivo eletrônico processador de sinais (30) recebendo sinais de corrente de um sensor de corrente (RS) circulante pela chave de partida (S1) e recebendo sinais de tensão provenientes de um
15 sensor (SV) de cruzamento da tensão por zero, sendo que a unidade de controle (30) instrui o fechamento e abertura da chave (S1) de acordo com a interpretação dos sinais dos sensores de cruzamento da corrente e tensão por zero, e do tempo.