

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

(21) **PI0903548-6 A2**

(22) Data de Depósito: 05/06/2009
(43) Data da Publicação: 19/04/2011
(RPI 2102)



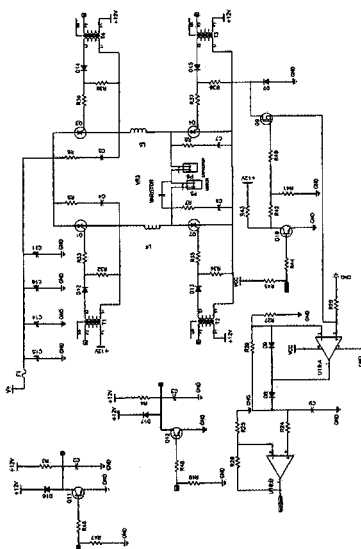
(51) *Int.Cl.:*
H02M 3/137

(54) Título: **SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO PARA UMA CARGA INDUTIVA A PARTIR DE UMA FONTE DE ENERGIA COM POTÊNCIA VARIÁVEL**

(73) Titular(es): INDÚSTRIA DE MOTORES ANAUGER S.A

(72) Inventor(es): Aurélio Antonio Pastori, Hermes Gaddini, Marco Aurelio Gimenez

(57) Resumo: Sistema de alimentação para uma carga indutiva a partir de uma fonte de energia com potência variável. A presente invenção se refere a um sistema para alimentação de uma carga indutiva (P5), com energia elétrica de corrente contínua, gerada a partir de uma fonte de energia (2) e, mais em particular, a um sistema de alimentação para uma bomba vibratória (P5) a partir de energia solar ou eólica (2), o qual processa a energia elétrica de corrente contínua fornecida pelo banco de células solares ou gerador eólico (2), de forma compatível, utilizando um circuito de eletrônico de comando por microcontrolador digital (20), para o controle e acionamento de bomba vibratória (P5), independente das variações da energia elétrica fornecida pelas fontes como células solares, devido às alterações no nível de radiação solar; ou em gerador eólico, devido às variações da velocidade do vento.





PI0903548-6

Sistema de alimentação para uma carga indutiva a partir de uma fonte de energia com potência variável.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere a um sistema para a
5 alimentação de uma carga indutiva a partir de uma fonte de energia cuja potência útil varia em função do tempo.

Em uma forma preferencial de realização, a presente invenção se refere a uma bomba vibratória com alimentação de energia elétrica de corrente contínua, gerada a partir de um banco de células solares ou de um gerador
10 eólico. Mais em particular, é descrito um sistema de alimentação para uma bomba vibratória a partir de energia solar ou eólica, o qual processa a energia elétrica de corrente contínua fornecida pelo banco de células solares ou gerador eólico, de forma compatível, utilizando um circuito de eletrônico de comando por microcontrolador digital, para o controle e o acionamento de bomba vibratória, independente das variações da
15 energia elétrica fornecida pela fonte, devido às alterações no nível de radiação solar ou devido às variações da velocidade do vento.

É sabido que os sistemas que utilizam bombas acionadas a partir de um motor de corrente contínua têm a necessidade de geração de uma potência mínima para seu funcionamento. Em particular, quanto maior a pressão hidráulica do
20 sistema, maior a necessidade de energia para o motor atingir uma rotação mínima. Em uma aplicação normal, as flutuações da energia, em função das variáveis naturais de radiação solar ou velocidade do vento, fazem com que o sistema sofra contínuas paralisações (períodos de baixo nível de radiação solar ou de vento). Para eliminar ou reduzir tais efeitos, normalmente empregam-se grandes quantidades de células solares
25 ou maior potência em geração eólica, o que incrementa o custo de implantação dos sistemas. Uma outra solução para superar tais inconvenientes é o emprego de bancos de bateria suplementares, os quais armazenam energia durante os períodos de baixa energia e a transferem para a bomba a fim de que esta possa atingir um nível suficiente de energia para sua partida. Contudo, o custo envolvido com esta solução a inviabiliza
30 por completo.

Também são conhecidos sistemas de acionamento de bombas eletromecânicas, os quais processam a energia elétrica fornecida somente por células solares, sendo que estes convertem a energia em impulsos variáveis e espaçados em função do nível de radiação solar. Estes sistemas operam de forma
35 analógica, onde os sinais do circuito são tratados de forma direta, não permitindo atender as variáveis as quais o sistema está sujeito, sem alterações no projeto eletrônico; isto acarreta aumento de custos do circuito, limita a potência de entrada do sistema, não permite o uso de bombas de maior desempenho e não permite seu uso em geradores

eólicos, devido à alta potência fornecida por estes equipamentos. O emprego de tal técnica leva a uma redução no rendimento do sistema, aumentando o custo da potência instalada de células solares por litro bombeado. Além disto, os meios de proteção para o circuito são onerosos e ineficientes, operando apenas com sistemas independentes. Um exemplo de um tal sistema é o quanto descrito na patente PI 8204205, depositada em 16 de julho de 1982.

SÍNTESE DA INVENÇÃO

Desta forma, constitui um primeiro objetivo da presente invenção fornecer um sistema de alimentação para uma carga indutiva a partir de uma fonte de energia com potência útil variável, apto a controlar a potência fornecida para a carga indutiva bem como acomodá-la às necessidades da carga indutiva.

Ainda mais, constitui um outro objetivo da presente invenção fornecer um sistema de alimentação para uma bomba vibratória, a partir de um banco de células solares ou gerador eólico, apto a solucionar os problemas da técnica.

Em particular, a presente invenção compreende um sistema de alimentação para uma carga indutiva a partir de uma fonte de energia com potência variável, a partir da conversão em impulsos de energia constantes e espaçados em função da potência útil fornecida pela fonte de energia (2) e sem uso de baterias. A conversão é realizada por um circuito ponte, controlado por um microcontrolador digital em função das variáveis do sistema. Além disto, a alimentação da carga indutiva é realizada através de um circuito ressonante em série RCL, no qual o componente indutivo é a própria carga indutiva. A interface entre a fonte de energia e a carga indutiva é realizada por um módulo de acionamento, o qual compreende: um banco de capacitores, alimentado pela fonte de energia; um circuito ponte disposto entre o dito banco de capacitores e uma chave; um microcontrolador digital, destinado a controlar o circuito ponte, com base nas variáveis do sistema; e um circuito ressonante RCL em série, compreendendo uma resistência, um capacitor e a dita carga indutiva, destinado a alimentar a própria carga indutiva.

Em outras palavras, o sistema consiste em transformar a energia elétrica de corrente contínua gerada pela fonte, em corrente alternada com a maior eficiência possível, a partir da conversão em impulsos de energia constantes e espaçados em função da potência útil fornecida pela fonte de energia e sem uso de baterias, permitindo baixa manutenção e com a possibilidade de utilizar uma potência maior de geração elétrica, com a conseqüente melhora no desempenho da carga indutiva. Devido à aplicação de um microcontrolador digital ao circuito eletrônico, a solução técnica permite diversas configurações de funcionamento sem alteração do projeto eletrônico, pois aperfeiçoa os seus parâmetros de funcionamento em função das variáveis do sistema (tempo de carga do capacitor, nível de tensão da fonte e nível de

corrente na carga indutiva). O micro controlador digital também proporciona proteção ao sistema de forma dependente com introdução de uma chave tipo "mosfet" (transistor de efeito de campo) de baixa perda de energia que desliga totalmente a energia para o "SCR" (chave de estado sólido).

5 DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

O objeto da presente invenção será melhor compreendido a partir da descrição detalhada que segue de uma forma preferencial de realização, ilustrando o emprego do sistema da invenção no acionamento de uma bomba vibratória a partir de um banco de células solares, a qual é feita com suporte nas figuras em anexo, nas quais:

- A figura 1 ilustra um diagrama de blocos do sistema de acionamento da presente invenção, com destaque para o módulo de acionamento da bomba vibratória;
- As figuras 2A e 2B ilustram o circuito correspondente ao módulo de acionamento, de acordo com a figura 1; e
- As figuras 3A a 3F ilustram o fluxograma do software de controle do módulo de acionamento, de acordo com a figura 1.

DESCRIÇÃO DA MELHOR FORMA DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

De forma sucinta, o conceito da presente invenção está baseado na transformação da energia elétrica de corrente contínua gerada pela fonte de energia, em pulsos, através de uma técnica digital, do que resulta um seu maior controle, com conseqüente baixa manutenção e maior eficiência do sistema. A conversão da energia elétrica de corrente contínua fornecida pela fonte é realizada através de um circuito ressonante RCL em série, o qual é formado por um capacitor (P6) associado à bobina da carga indutiva (P5).

Para uma melhor compreensão dos conceitos que regem a presente invenção, descreve-se abaixo uma das possíveis formas de realização prática desta, na qual a fonte de energia é representada por um banco de células solares, enquanto que a carga indutiva é representada por uma bomba vibratória, bomba esta destinada ao bombeamento de água. Não obstante o escopo ilustrativo e não limitativo desta forma de realização, os peritos na arte irão perceber que os conceitos e a materialização deste sistema podem ser empregados igualmente em outras aplicações. Por exemplo, a fonte de energia pode compreender um gerador eólico, cuja potência útil varia em função da velocidade do vento, ou pode compreender um gerador ligado a uma roda d'água, cuja potência útil varia em função do fluxo de água. Além disto, a carga a ser alimentada pelo sistema em tela é uma carga indutiva, tal como, por exemplo, uma bomba vibratória, entre outras.

A figura 1 ilustra, na forma de um diagrama de blocos, o sistema de acionamento de uma bomba vibratória, de acordo com a presente invenção.

Nesta, com 1 é indicado um módulo de acionamento o qual é conectado a fonte de energia 2 e a bomba vibratória P5.

O dito módulo de acionamento 1 compreende basicamente um banco de capacitores 11, um circuito ponte 10, uma chave 12, um capacitor P6 e um microcontrolador digital 20, este último sendo responsável por todo o controle da transformação da energia recebida da fonte 2 e do controle da alimentação fornecida para a bomba vibratória P5.

Mais em particular, a entrada da fonte de energia proveniente das células solares ou gerador eólico 2 é dirigida a um banco de capacitores 11, destinado a armazenar esta energia e fornecê-la ao circuito ponte 10. O banco de capacitores 11 é conectado ao microcontrolador digital 20 através de um sensor de tensão 14, destinado a informar ao microcontrolador digital 20 a tensão no referido banco de capacitores 11. O dito banco de capacitores 11 tem a sua saída ligada ao circuito ponte 10, o qual é controlado pelo microcontrolador digital 20 através dos atuadores 15. A saída do circuito ponte 10 é ligada a uma chave 12, composta por quatro chaves de estado sólido ou SCRs, que por sua vez tem a sua saída conectada ao capacitor P6 e o seu acionamento ligado a uma saída do microcontrolador digital 20. A bomba vibratória P5 é alimentada através do capacitor P6 (formando o circuito RCL série) e apresenta um sensor de corrente 16 destinado a informar ao microcontrolador digital 20 sobre a intensidade da corrente que percorre a carga indutiva (bomba vibratória P5).

Por fim, o microcontrolador digital 20 recebe como entradas os sinais provenientes do sensor de tensão 14 do banco de capacitores 11, do sensor de corrente 16 da bomba vibratória P5, e de um seletor de atraso 17. Os controles realizados pelo microcontrolador digital 20 correspondem ao acionamento dos atuadores 15 do circuito ponte 10, da chave 12, bem como ao fornecimento de informações de controle através do LED (diodo emissor de luz) de falha 18 e do LED de pulso 19.

Em funcionamento, o módulo de acionamento 1 recebe uma certa quantidade de energia proveniente da fonte 2, armazena tal energia no banco de capacitores 11 e transforma esta energia (como será descrito com maior detalhes abaixo) através do circuito ponte 10. Esta energia assim transformada é convertida (em 12) em corrente alternada e fornecida para a bomba vibratória P5, através do capacitor P6. Todo o controle da operação do módulo de acionamento 1 é realizado por meio do microcontrolador digital 20, de acordo com as rotinas ilustradas, a título meramente exemplificativo e não limitativo, através dos diagramas de fluxo das figuras 3A a 3F.

Em outras palavras, o módulo de acionamento 1 é um circuito capaz de fornecer corrente alternada à carga indutiva (bomba vibratória P5) empregando a energia armazenada no campo elétrico dos capacitores 11. A conversão de energia ocorre por meio da alternância do sentido da corrente, via circuito ponte 10,

em circuito ressonante série, composto por capacitor P6 e carga indutiva (bomba vibratória P5). O controle do circuito ponte 10 é realizado pelo microcontrolador digital 20, baseado em um processador digital, conforme as informações provenientes do sensor de tensão 14 e do sensor de corrente 16, presentes no circuito.

5 *Visão Geral Do Sistema*

As figuras 2A e 2B ilustram o circuito correspondente ao módulo de acionamento, de acordo com a presente invenção.

O acionamento do circuito ressonante série, composto pelo capacitor (P6) e bomba vibratória (P5) dá-se pelo controle da presença e do sentido da corrente via circuito ponte.

Para o comando do circuito ponte, o sistema de controle, implementado em microcontrolador digital (U2), avalia o nível de tensão nos capacitores de armazenamento de energia (C14 e C15) do banco de capacitores 11. Essa informação é proveniente do circuito sensor de tensão 14.

Se o nível mínimo de tensão for detectado, permite-se que a corrente circule em apenas um dos dois sentidos possíveis. Avalia-se então a intensidade da corrente que percorre a carga indutiva (bomba vibratória P5). Essa informação é proveniente de circuito sensor de corrente 16.

Se a corrente estiver dentro dos níveis programados, repete-se a seqüência descrita, porém o circuito ponte 10 é comutado para que a corrente flua no sentido oposto.

Antes de se inverter o sentido da corrente abre-se a chave eletrônica (Q9) capaz de interromper possíveis correntes remanescentes na carga indutiva (bomba vibratória P5) e realizam-se temporizações, com durações pré-programadas via software.

Os valores das temporizações são definidos conforme características elétricas do circuito ressonante série.

Durante as temporizações impede-se a circulação de corrente pela carga indutiva (bomba vibratória P5).

30 *Descrição do Circuito Ponte e Circuito Ressonante Série*

A bomba vibratória (P5), que é a carga a ser alimentada, com característica indutiva, encontra-se em série com um capacitor (P6), resultando em um circuito LC. Como é de conhecimento, tais circuitos possuem uma frequência angular de ressonância dada por

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Se não houvesse perdas, um estímulo neste circuito provocaria uma oscilação de duração infinita, com frequência igual à de ressonância.

Como há perdas, um estímulo pode provocar uma oscilação amortecida, isto é, com amplitude decrescente ao longo do tempo. Neste caso, a frequência de oscilação é um pouco diferente de ω_0 .

No circuito do módulo, a bomba vibratória (P5) e o capacitor (P6) encontram-se no ramo central de um circuito ponte 10 controlado por tiristores (Q1, Q2, Q3 e Q4).

Os dispositivos Q1, Q2, Q3 e Q4 são responsáveis pelo sentido da corrente no circuito LC, ao se comutar um par diagonalmente oposto por vez (Q1 e Q4, Q3 e Q2).

Com isto e lembrando-se que a tensão no indutor é obtida por

$$v_L(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

Descreve-se, a seguir, a obtenção da tensão alternada sobre o indutor (bomba vibratória P5).

No momento em que o circuito é ligado, o indutor e o capacitor encontram-se descarregados. Do ponto de vista elétrico o indutor é um circuito aberto e o capacitor um curto-circuito.

Comutando-se apenas um par de tiristores diagonalmente opostos (Q1 e Q4), uma corrente começará a percorrer o circuito LC.

Contudo, em um primeiro instante, como o indutor é um circuito aberto, a corrente é nula (nota: não está sendo considerada, nesta descrição, a corrente de partida).

Pouco a pouco o indutor vai se carregando e armazenando energia em forma de campo magnético. Com isso a impedância do indutor começa a diminuir, permitindo um aumento da corrente. Por outro lado, o capacitor P6 também vai se carregando, ao acumular energia em forma de campo elétrico e, conseqüentemente, sua impedância começa a aumentar. Assim, somando-se o efeito do indutor P5 e do capacitor P6, a corrente resultante é crescente apenas por um determinado intervalo de tempo, decrescendo em seguida.

Ainda, a corrente quando crescente, é crescente com taxas decrescentes de incremento e, quando decrescente, é decrescente com taxas crescentes de decremento. Por causa disto, quando a corrente for crescente, aparecerá uma tensão positiva com amplitude decrescente ao longo do tempo (observar o efeito da derivada na expressão para $v_L(t)$), até a corrente parar de aumentar.

Neste ponto, a tensão é nula, pois a derivada pontual da corrente é nula. Em seguida, quando a corrente torna-se decrescente, tem-se como

resultado uma tensão negativa com amplitude, em módulo, crescente (novamente, observar a expressão para $v_L(t)$). A corrente decresce até se anular.

O tempo para decréscimo da corrente depende das características do circuito LC e das perdas associadas.

5 Os elementos tiristores possuem características de parar de conduzir com corrente nula ou próxima a zero. Neste instante, interrompe-se a corrente no circuito e tem-se o capacitor P6 carregado com uma determinada tensão.

10 Alguns instantes depois, conforme a temporização programada no sistema de controle, aciona-se apenas o outro par de tiristores diagonalmente opostos (Q3 e Q2).

O indutor pode ser considerado um aberto e a corrente passa a aumentar pouco a pouco, conforme já descrito, contudo no sentido contrário ao anterior.

15 O capacitor, por sua vez, começa a se descarregar e, em seguida, a se carregar com uma tensão oposta. Assim, a corrente, novamente, atingirá um máximo e decrescerá até se anular.

Isto resultará em tensão alternada no indutor, como anteriormente, mas com valor oposto ao longo do tempo, em relação ao caso anterior.

20 Novamente, quando a corrente for nula ou próxima a zero, os tiristores param de conduzir, interrompendo a corrente no circuito.

Por fim, após temporização pré-programada no sistema de controle, comuta-se novamente o primeiro par de tiristores, e o ciclo de repete, lembrando-se que o capacitor estará sempre carregado antes da comutação, exceto para o instante em que o circuito do módulo de acionamento 1 é ligado.

25 A energia fornecida pela fonte 2 ao sistema gera uma corrente que atravessa o capacitor e começa a fluir pelo indutor P5. Quando o indutor tender a sua resistência ôhmica puramente, o capacitor tenderá a uma resistência infinita que fará com que a corrente atinja um valor próximo a zero, neste momento o capacitor terá acumulado o máximo de energia possível.

30 Quando a corrente estiver próxima a zero um módulo formado por quatro SCRs que controlam a energia que será gerada para a bomba vibratória P5, fará a inversão do sentido da corrente, e como o capacitor está energizado haverá a somatória de duas fontes de tensão, uma proveniente das células solares (fonte 2) e outra dos capacitores.

35 O controle dos SCR ocorre através de transformadores de pulso que isolam a descargas de interferência eletromagnética para o restante do circuito.

Para garantir um melhor desempenho do sistema existe um

banco de capacitores 11 que acumulam a energia proveniente das células solares 2, servindo como gerador auxiliar de energia, desta forma, o sistema opera com o mínimo de radiação solar incidindo sobre as células solares, ou seja, baixa potência útil.

As vantagens deste sistema em relação a outros existentes é que este possui um microcontrolador digital que otimiza os seus parâmetros de funcionamento em função das variáveis do sistema: tempo de carga do capacitor, nível de tensão da fonte e nível de corrente do sistema, o que permitem o uso de uma maior potência de geração instalada, melhorando o rendimento hidráulico da bomba vibratória. Esse microcontrolador digital 20 protege o sistema contra eventuais falhas e permite a parametrização, tornado assim o ajuste mais eficiente as curvas de máximo desempenho das bombas vibratórias (pressão x vazão).

Como o sistema pode trabalhar em lugares com poucos recursos e operacionalmente inóspitos, dispositivos de segurança foram introduzidos para atender aos requisitos programados no microcontrolador digital, para que retornem automaticamente em operação caso o sistema apresente uma pane temporária. Esses dispositivos são de dois tipos: dependente da intervenção do microcontrolador digital e totalmente independente. Para o sistema dependente foi introduzida uma chave tipo mosfet de baixa perda de energia que desliga totalmente a energia para o SCR. Já o sistema independente é constituído por um dispositivo de proteção de contra corrente, sobre corrente e corrente (fusível).

Como dito, as figuras de 3A até 3F ilustram o fluxograma do software de controle do módulo de acionamento, a fim de exemplificar a uma forma possível de atuação do referido módulo 1. Deve-se destacar, contudo, que as variáveis de então descritas (tempo, corrente, tensão, etc.) são meramente ilustrativas e aplicáveis em função da fonte de energia e da carga indutiva a ser alimentada e controlada. Para aplicações específicas, um técnico na arte está apto a fazer as alterações necessárias sem com isto fugir do escopo da invenção.

Como resultado da descrição supra, pode-se constatar que o sistema, objeto da presente invenção, é bastante versátil, bem como permite uma alimentação e um controle eficientes da carga indutiva por este alimentada.

A fonte de energia elétrica pode ser constituída por uma ou mais células solares, um ou mais geradores eólicos, um ou mais geradores acoplados a rodas d'água, bem como por outros sistemas similares, cuja característica principal é a inconstância na potência útil fornecida. Tal característica essencial da invenção visa ampliar a gama de empregos principalmente dos geradores elétricos baseados nos recursos naturais, cuja utilização vem se disseminando rapidamente. Em uma outra forma de realização, a fonte geradora de eletricidade pode ser por ação química, tal como através de pilhas ou baterias. Em mais uma outra forma de realização, a fonte

geradora de eletricidade pode ser por indução, tal como através do emprego de geradores ou dínamos, acoplados a turbinas hidráulicas ou de outra energia que viabilize seu acionamento.

Por outro lado, a carga a ser alimentada e controlada pelo sistema, em função da constituição do circuito ressonante RCL, deve obrigatoriamente ser uma carga indutiva, tal como a bomba vibratória supra exemplificada. Deve ficar claro, contudo, que outras cargas podem ser alimentadas pelo presente sistema inventivo, desde que apresentem a mesma qualificação.

Por fim, o controle da corrente fornecida para a carga é realizado pelo microcontrolador digital, o qual pode ser configurado para cada uso específico, sem mudança no seu circuito. Como resultado, o sistema mostra-se maleável a diversas aplicações, reduzindo assim o seu custo de produção em função da escala. Ainda mais, o controle da alimentação da carga é bastante eficiente e é realizado a partir do controle das variáveis do sistema, quais o tempo de carga do capacitor, o nível de tensão da fonte e o nível de corrente na carga indutiva. Com base no acompanhamento destas variáveis, o microcontrolador se ajusta de modo a manter uma condição otimizada qualquer que seja a potência útil fornecida pela fonte de energia e a condição de uso da carga. Em adição, o microcontrolador digital também proporciona proteção ao sistema, de forma dependente, a partir de uma chave mosfet de baixa perda de energia, a qual desliga totalmente a energia para o SCR.

Reivindicações

1. Sistema de alimentação para uma carga indutiva a partir de uma fonte de energia com potência variável, a partir da conversão em impulsos de energia constantes e espaçados em função da potência útil fornecida pela fonte de energia (2) e sem uso de baterias, **caracterizado** pelo fato de que a conversão é realizada por um circuito ponte (10), controlado por um microcontrolador digital (20) em função das variáveis do sistema, e sendo que a alimentação da carga indutiva é realizada através de um circuito ressonante em série RCL, no qual o componente indutivo é a própria carga indutiva (P5).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a interface entre a fonte de energia (2) e a carga indutiva (P5) é realizada por um módulo de acionamento (1), o qual compreende:

- um banco de capacitores (11), alimentado pela fonte de energia (2);
- um circuito ponte (10) disposto entre o dito banco de capacitores (11) e uma chave (12);
- um microcontrolador digital (20), destinado a controlar o circuito ponte (10), com base nas variáveis do sistema; e
- um circuito ressonante RCL em série, compreendendo uma resistência, um capacitor (P6) e a dita carga indutiva (P5), destinado a alimentar a própria carga indutiva (P5).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que as ditas variáveis do sistema compreendem: a tensão fornecida pela fonte de energia (2), medida através do sensor de tensão (14); a corrente na carga indutiva (P5) medida através do sensor de corrente (16); e o tempo de carga do capacitor (P6).

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o microcontrolador (20) atua sobre o circuito ponte (10) através de atuadores (15), bem como atua na temporização da chave (12).

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 2 ou 4, **caracterizado** pelo fato de que o microcontrolador digital (20) também proporciona proteção ao sistema, de forma dependente, a partir de uma chave tipo mosfet (poMFET) de baixa perda de energia, a qual é disposta entre o dito microcontrolador digital (20) e a chave (12), de modo a desligar totalmente a energia para os SCRs da chave (12).

6. Sistema, de acordo com um qualquer dentre as reivindicações de 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a fonte de energia (2) compreende uma ou mais células solares.

7. Sistema, de acordo com um qualquer dentre as reivindicações de 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a fonte de energia (2) compreende um ou mais geradores eólicos.

8. Sistema, de acordo com um qualquer dentre as reivindicações de 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a carga indutiva (P5) compreende uma ou mais bombas vibratórias.

9. Sistema, de acordo com um qualquer dentre as reivindicações de 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a fonte de energia (2) compreende a geração de eletricidade por indução magnética.

10. Sistema, de acordo com um qualquer dentre as reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a fonte de energia (2) compreende a geração de eletricidade produzida por ação química.

11. Sistema de alimentação para uma bomba vibratória a partir de células solares, a partir da conversão em impulsos de energia constantes e espaçados em função da potência útil fornecida pelas células solares (2) e sem uso de baterias, **caracterizado** pelo fato de que a conversão é realizada por um circuito ponte (10), controlado por um microcontrolador digital (20) em função das variáveis do sistema, quais a tensão fornecida pelas células solares (2), medida através do sensor de tensão (14); a corrente na bomba vibratória (P5) medida através do sensor de corrente (16); e o tempo de carga do capacitor (P6), sendo que a alimentação da bomba vibratória (P5) é realizada através de um circuito ressonante em série RCL, no qual o componente indutivo é a própria (P5), e sendo que a interface entre as células solares (2) e a bomba vibratória (P5) é realizada por um módulo de acionamento (1), o qual compreende:

- um banco de capacitores (11), alimentado pelas células solares (2);
- um circuito ponte (10) disposto entre o dito banco de capacitores (11) e uma chave (12);
- um microcontrolador digital (20), destinado a controlar o circuito ponte (10), com base nas ditas variáveis do sistema; e
- um circuito ressonante RCL em série, compreendendo uma resistência, um capacitor (P6) e a dita bomba vibratória (P5), destinado a alimentar a própria bomba vibratória (P5).

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que o microcontrolador (20) atua sobre o circuito ponte (10) através de atuadores (15), bem como atua na temporização da chave (12).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que o microcontrolador digital (20) também proporciona proteção ao sistema, de forma dependente, a partir de uma chave tipo mosfet (poMFET) de baixa perda de energia, a qual é disposta entre o dito microcontrolador digital (20) e a chave (12), de modo a desligar totalmente a energia para os SCRs da chave (12).

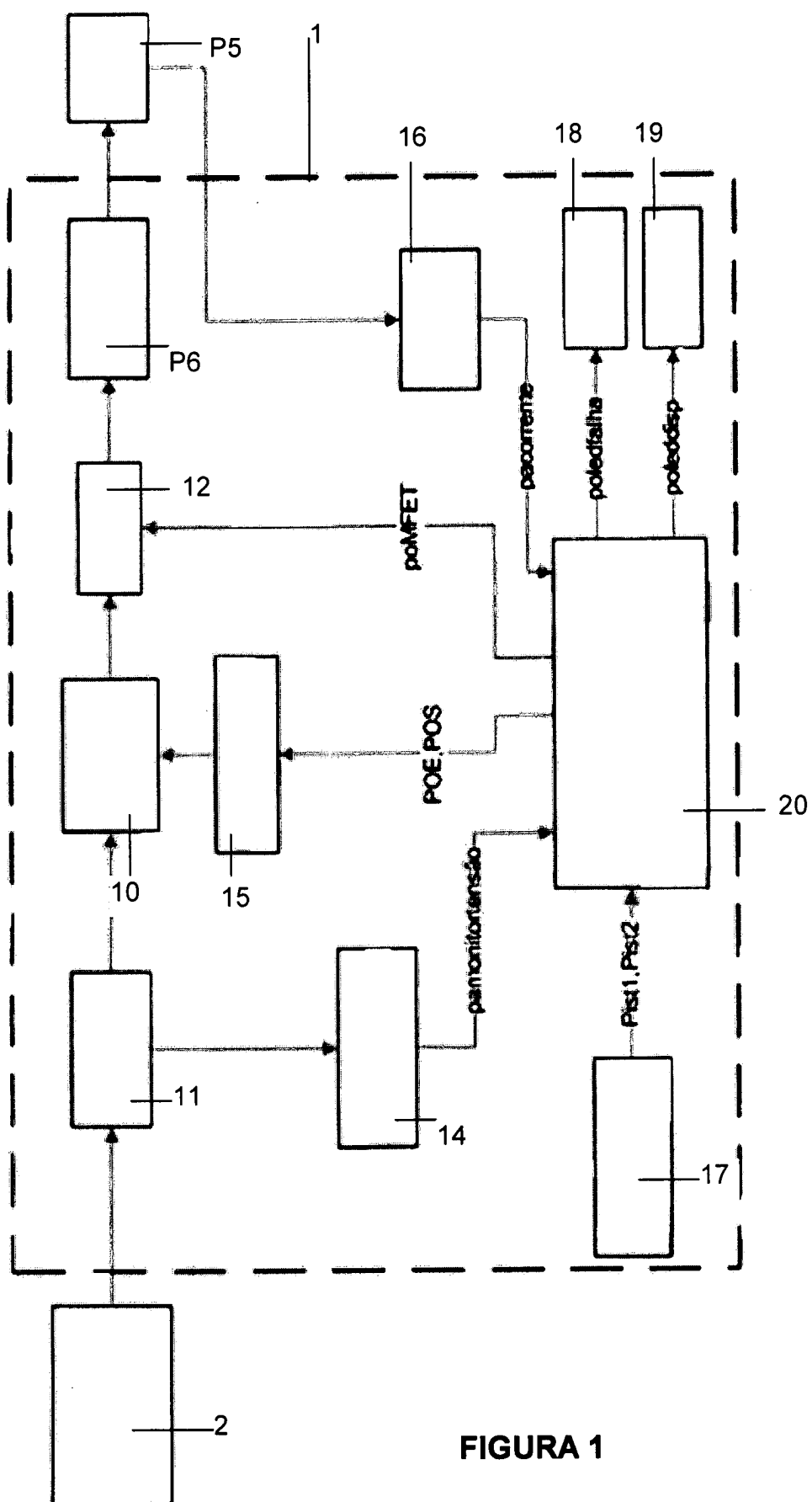


FIGURA 1

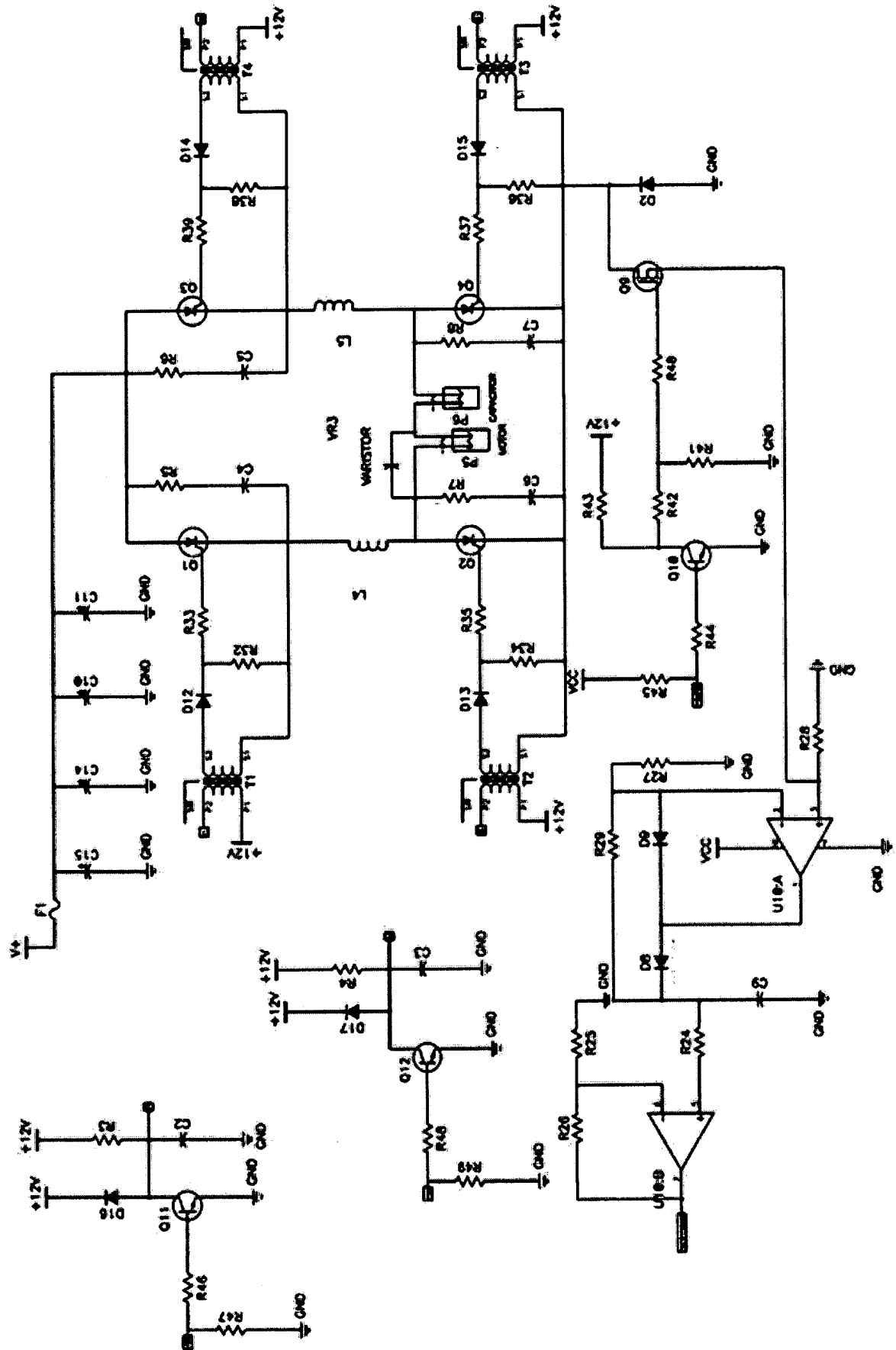


Figura 2A

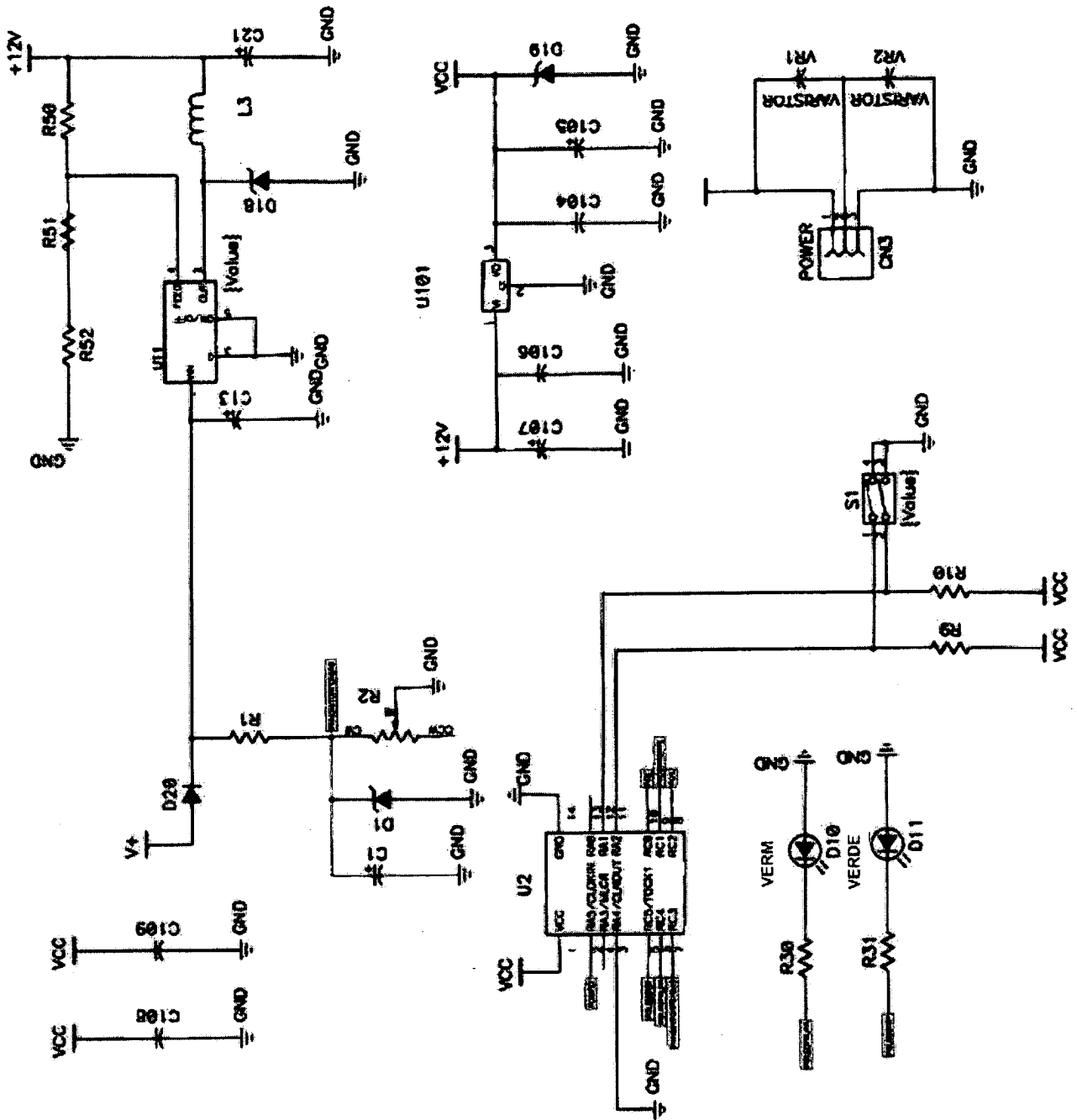


Figura 2B

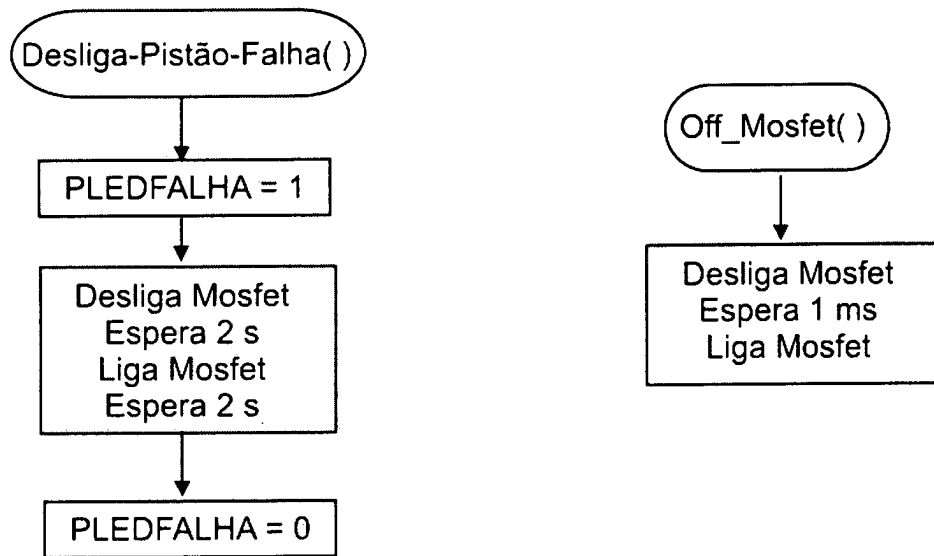


FIGURA 3A

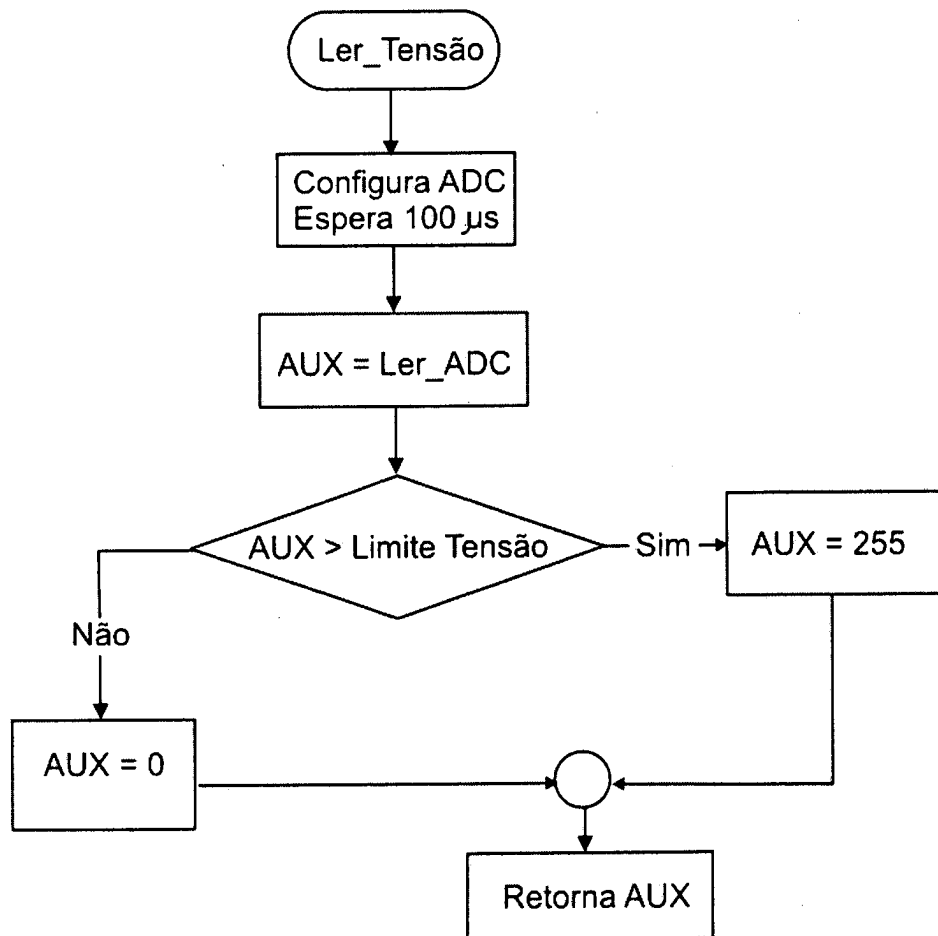


FIGURA 3B

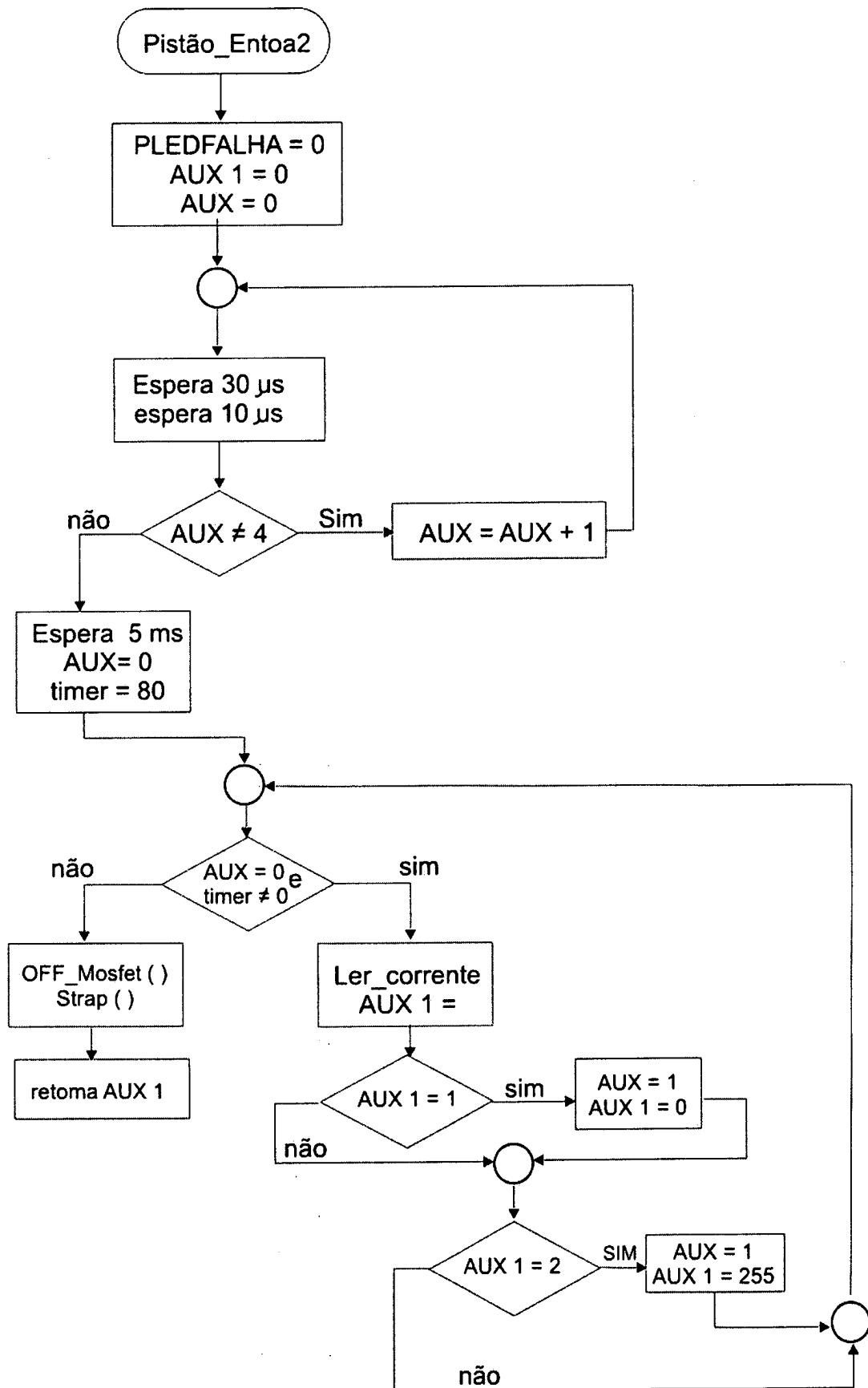


FIGURA 3C

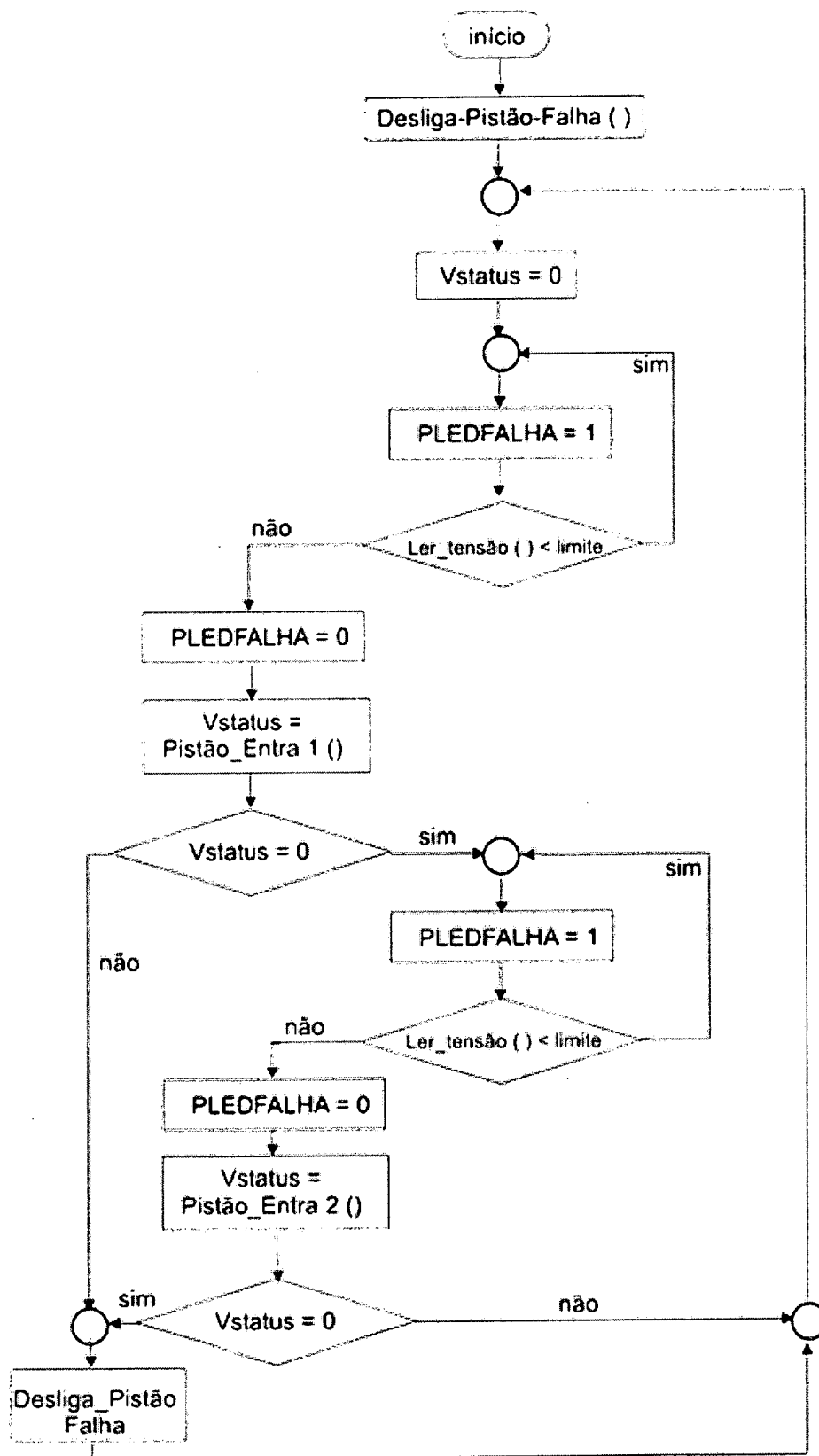


FIGURA 3D

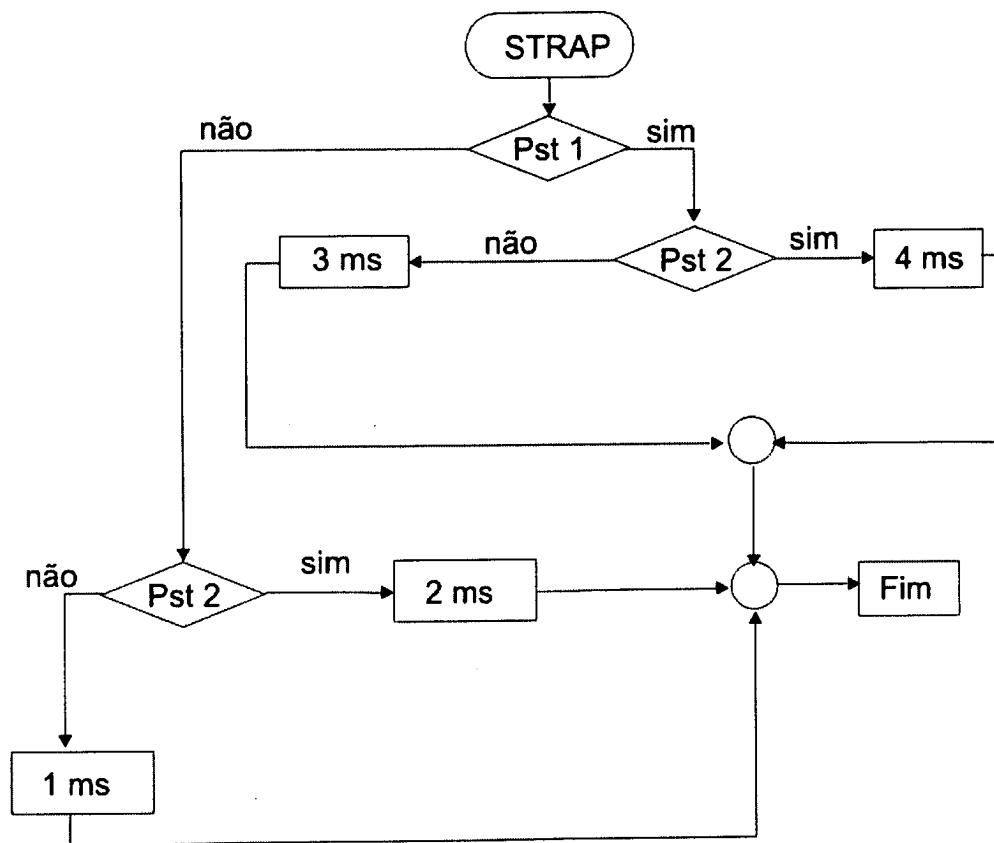
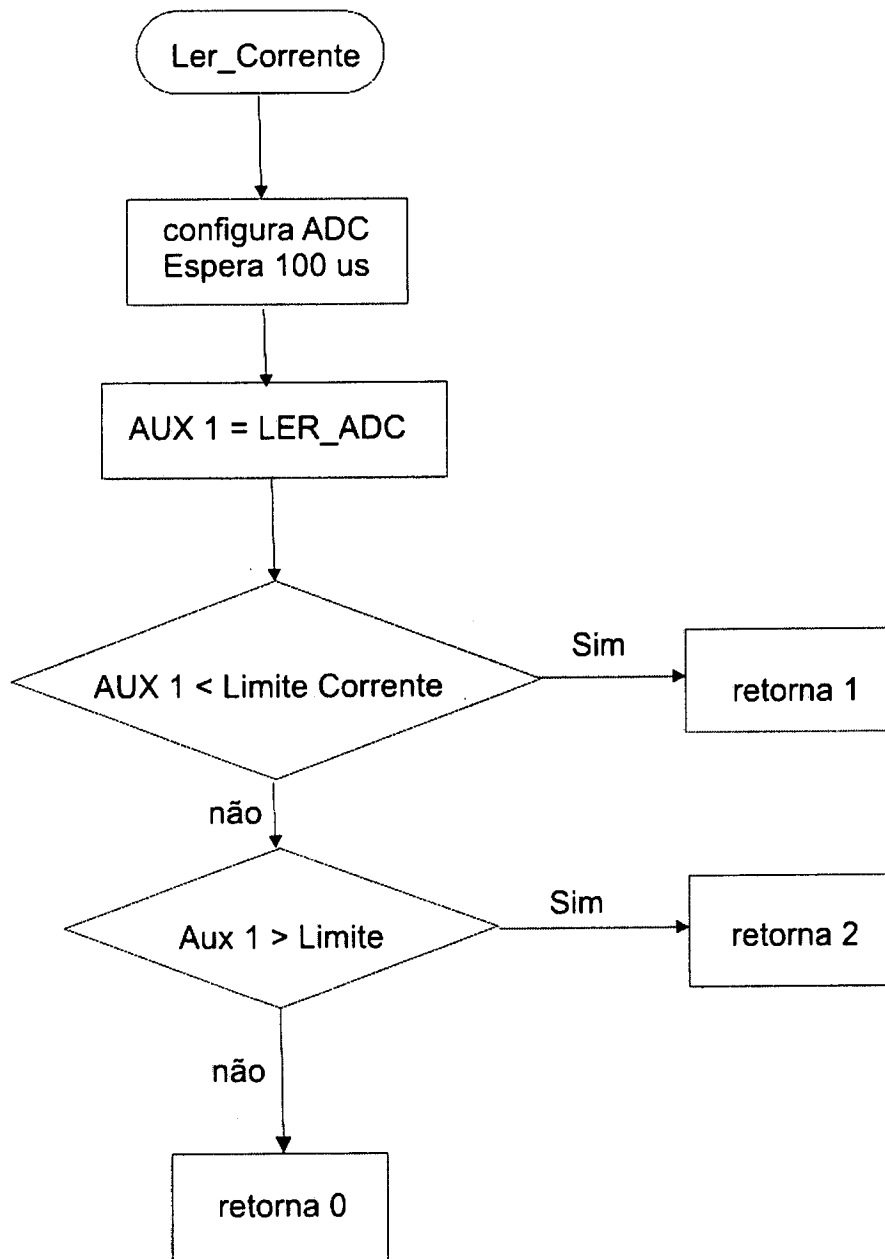


FIGURA 3E

**FIGURA 3F**

Resumo

Sistema de alimentação para uma carga indutiva a partir de uma fonte de energia com potência variável.

5 A presente invenção se refere a um sistema para
alimentação de uma carga indutiva (P5), com energia elétrica de corrente contínua,
gerada a partir de uma fonte de energia (2) e, mais em particular, a um sistema de
alimentação para uma bomba vibratória (P5) a partir de energia solar ou eólica (2), o qual
processa a energia elétrica de corrente contínua fornecida pelo banco de células solares
ou gerador eólico (2), de forma compatível, utilizando um circuito de eletrônico de
10 comando por microcontrolador digital (20), para o controle e acionamento de bomba
vibratória (P5), independente das variações da energia elétrica fornecida pelas fontes
como células solares, devido às alterações no nível de radiação solar; ou em gerador
eólico, devido às variações da velocidade do vento.