



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

(21) PI 1103818-7 A2

(22) Data do Depósito: 10/08/2011

(43) Data da Publicação: 24/11/2015

(RPI 2342)



(54) Título: SISTEMA DE CONTROLE DE MOTOR DE LAVADORA DE ROUPAS E MÉTODO DE CONTROLE DE MOTOR DE LAVADORA DE ROUPAS

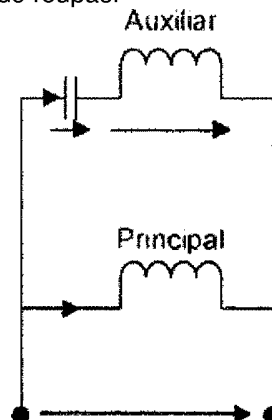
(51) Int. Cl.: D06F 33/02

(73) Titular(es): WHIRLPOOL S. A,

(72) Inventor(es): LUIZ HENRIQUE REIS DE CASTILHO STIVAL, FÁBIO EDUARDO ROSA

(74) Procurador(es): EDUARDO DA SILVA RODRIGUES

(57) Resumo: SISTEMA DE CONTROLE DE MOTOR DE LAVADORA DE ROUPAS E MÉTODO DE CONTROLE DE MOTOR DE LAVADORA DE ROUPAS. A presente invenção refere-se a um sistema de controle de motor de lavadora de roupas, o qual possibilita a manipulação dos parâmetros da tensão de alimentação do motor. O sistema em questão compreende pelo menos um módulo microcontrolado (1); pelo menos um módulo de chaveamento (2); pelo menos um módulo de sensores de corrente elétrica (3); pelo menos um módulo de mensuração de velocidade (4); pelo menos um software embarcado responsável pela execução de cálculos relacionados aos parâmetros do motor (5); e meios de controlar a tensão de alimentação do motor (5) através da mensuração da corrente elétrica e da velocidade do motor (5). A presente invenção refere-se ainda aos métodos de controle do motor da lavadora de roupas.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção para “SISTEMA DE CONTROLE DE MOTOR DE LAVADORA DE ROUPAS E MÉTODO DE CONTROLE DE MOTOR DE LAVADORA DE ROUPAS”.

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um sistema de controle de motor de lavadora de roupas, em especial, um motor de indução monofásico (de corrente alternada). O sistema em questão compreende um módulo de controle de velocidade de rotação de um motor de indução monofásico através da manipulação dos parâmetros de sua tensão de alimentação.

A presente invenção refere-se também ao método de controle do motor de uma lavadora de roupas, o qual é responsável pela determinação dos parâmetros da tensão de alimentação aplicada ao citado motor de indução monofásico (de corrente alternada).

Fundamentos da Invenção

Em linhas gerais, motores elétricos compreendem máquinas capazes de transformar energia elétrica aplicada em outro tipo de energia, como por exemplo, em energia mecânica. Os motores elétricos podem ser subdivididos em diversos grupos e famílias, as quais podem também apresentar diferentes critérios de classificação.

Dentre todos os tipos de motores elétricos, é de especial interesse para a presente invenção os motores de indução monofásicos, os quais são amplamente utilizados em aplicações comerciais e domésticas, como, por exemplo, eletrodomésticos em geral.

20 É de conhecimento dos especialistas versados no assunto que motores de indução monofásicos têm seu princípio de funcionamento baseado em fundamentos primários do eletromagnetismo, isto é, a rotação do rotor em relação ao estator ocorre de acordo com a defasagem e/ou assimetria entre os campos magnéticos gerados no rotor e no estator do motor. Como um motor monofásico prevê a incorporação de apenas um enrolamento principal (capaz de gerar um campo magnético simétrico), faz-se necessária a introdução de um enrolamento secundário, o qual simula uma “fase fictícia” defasada em relação à fase do enrolamento principal (capaz de gerar, portanto, um campo magnético assimétrico). Nesta construtividade, o ângulo de defasagem entre as fases (e campos magnéticos) é estipulado pelos componentes elétricos ou eletrônicos normalmente associados ao enrolamento secundário. Todos estes conceitos são convencionais e encontram-se amplamente descritos em literaturas especializadas.

Sendo assim, os motores de indução monofásicos são ainda diferenciados entre si de acordo os componentes elétricos ou eletrônicos associados ao enrolamento secundário. Neste contexto, é também de especial interesse para a presente invenção os motores de indução monofásicos com capacitor permanente (PSC – permanent split capacitor). É também de conhecimento dos especialistas versados no assunto que o tipo de acionamento de um motor de indução monofásico tem grande relevância em seu desempenho. Portanto,

o atual estado da técnica é composto diferentes tipos de acionamentos de motores PSC.

Neste sentido, os diferentes tipos de acionamentos de motores PSC também encontram-se amplamente descritos em literaturas especializadas.

Um exemplo já conhecido acionamento de motores PSC é ilustrado na figura 1, sendo que este acionamento trata-se do acionamento “tradicional”. Neste caso, o capacitor, o qual provoca uma defasagem angular entre as tensões aplicadas aos enrolamentos, opera em regime permanente. Isto permite que o motor PSC possa ser alimentado com tensão monofásica senoidal. Este tipo de acionamento prevê ainda duas possibilidades de controle da velocidade do motor PSC.

A primeira possibilidade de controle é ilustrada na figura 2. Esta possibilidade prevê a implementação de um inversor de tensão com saída monofásica, o qual permite a variação da amplitude e frequência da tensão de saída.

A segunda possibilidade de controle é ilustrada na figura 3. Nesta possibilidade, o capacitor permanente fica permanentemente conectado a um terminal de cada um dos dois enrolamentos do motor PSC. Os outros dois terminais dos enrolamentos são conectados entre si e à fonte de alimentação. São previstos também dois TRIACs (tiristores capazes de controlar o início de “acionamento” das fases) sendo somente um deles acionado por vez, promovendo a inversão de sentido de giro do motor. A variação de seus tempos de disparo promove a variação da potência elétrica entregue ao motor e como consequência, sua velocidade.

Embora cada tipo de acionamento de motores PSC seja especialmente adequado a aplicações funcionais distintas, já é possível notar certas aplicações onde nenhum destes acionamentos é totalmente adequado, em especial, pelas próprias limitações inerentes a estes tipos de acionamento. É o caso de certos eletrodomésticos, como por exemplo, lavadoras de roupa.

Desta forma, observa-se que a utilização de inversores de tensão com saída monofásica (possibilidade ilustrada na figura 2) em motores PSC de lavadora de roupas apresenta graves limitações energéticas e funcionais, dentre as quais: consumo exacerbado de energia elétrica, desempenho deficitário nas operações de lavagem e enxágüe, alto consumo de água e outros aspectos igualmente pejorativos.

Por outro lado, a utilização de TRIACs (possibilidade ilustrada na figura 3) em motores PSC de lavadora de roupas não é energeticamente viável, além de gerar anomalias elétricas e/ou eletromagnéticas prejudiciais aos outros equipamentos instalados na mesma rede elétrica.

Com base em todo o contexto acima explanado, resta evidente observar a necessidade de desenvolvimento de uma forma adequada de realizar o acionamento e controle de motores de indução monofásicos para que estes possam ser aplicados em

eletrodomésticos em geral.

Objetivos da Invenção

5 Desta forma, é um dos objetivos da presente invenção apresentar um sistema de controle de motor de lavadora de roupas de maior desempenho dinâmico, capaz de alimentar o motor elétrico com diferentes frequências e tensões elétricas, proporcionando maiores faixas de velocidades de operação à lavadora de roupas em si.

 É também um dos objetivos da presente invenção apresentar um sistema de controle de motor de lavadora de roupas capaz de proporcionar maior torque em baixas rotações, o que proporciona otimização em diversos tipos de lavagem.

10 É outro objetivo da presente invenção revelar um sistema de controle de motor de lavadora de roupas capaz de diminuir o nível de ruído sonoro (em baixa rotação) gerado pelo motor, além de diminuir a temperatura deste último.

 É ainda outro objetivo da presente invenção apresentar um método de controle de motor de uma lavadora de roupas baseado apenas nas mensurações de corrente elétrica do motor elétrico e nas mensurações de velocidade de rotação do motor.

Sumário da Invenção

15 Estes e outros objetivos da presente invenção são completamente alcançados através do sistema de controle de motor de lavadora de roupas ora tratado.

 O mencionado sistema de controle de motor de lavadora de roupas compreende pelo menos um módulo microcontrolado, pelo menos um módulo de chaveamento, pelo menos um módulo de sensores de corrente elétrica e pelo menos um módulo de mensuração de velocidade. De acordo com a presente invenção, o sistema de controle de motor de lavadora de roupas compreende ainda pelo menos um software embarcado responsável pela execução de cálculos relacionados aos parâmetros do motor e meios de controlar a tensão de alimentação do motor através da mensuração da corrente elétrica e da velocidade do motor.

25 Preferencialmente, o software embarcado, o qual encontra-se ativo no módulo microcontrolado, é hábil de executar comparações entre a “velocidade alvo” e a velocidade mensurada pelo módulo de mensuração de velocidade, e hábil de executar comparações entre a “corrente elétrica alvo” e a corrente elétrica mensurada pelo módulo de sensores de corrente elétrica.

30 Também preferencialmente, o módulo de mensuração de velocidade compreende um módulo eletrônico capaz de estimar a velocidade do motor através da mensuração da corrente elétrica do citado motor, sendo que a mensuração de velocidade tem sua lógica funcional baseada no software embarcado responsável pela execução de cálculos relacionados aos parâmetros do motor. Ainda preferencialmente, o módulo de mensuração de velocidade encontra-se integrado ao módulo microcontrolado.

Opcionalmente, o módulo de mensuração de velocidade pode compreender um sensor de velocidade funcionalmente associado ao motor, em especial, um tacô-gerador.

De acordo com os conceitos da presente invenção, o módulo de chaveamento compreende, no mínimo, seis transistores IGBT associados em pares seriais, sendo os
5 pares seriais associados em paralelo, e prevê também pelo menos um sensor para medição de sua temperatura.

Também de acordo com a presente invenção, o módulo de sensores de corrente elétrica compreende pelo menos um sensor shunt.

Opcionalmente, o sistema de controle de motor de lavadora de roupas ora tratado
10 compreende ainda um módulo de retificação responsável pela alimentação elétrica do módulo microcontrolado e do módulo de chaveamento. Ainda opcionalmente, o mencionado sistema de controle de motor de lavadora de roupas compreende ainda pelo menos uma interface de comando.

Segundo a presente invenção, o módulo microcontrolado executa o gerenciamento
15 em tempo real do módulo de chaveamento com base nos dados obtidos a partir do módulo de sensores de corrente elétrica e do módulo de mensuração de velocidade. Desta forma, observa-se ainda que o motor compreende um motor de indução monofásico.

A presente invenção é ainda integrada pelo método de controle de motor de lavadora de roupas, o qual é baseado no sistema de controle de motor de lavadora de
20 roupas acima definido.

Preferencialmente, o método ora mencionado compreende as seguintes etapas: obtenção da “velocidade alvo”; mensuração dos parâmetros da corrente elétrica do motor; mensuração da “velocidade estimada” do motor com base nos parâmetros da corrente elétrica do motor; comparação entre a “velocidade alvo” e a “velocidade estimada”; obtenção
25 da “corrente alvo” com base na diferença entre a “velocidade alvo” e a “velocidade estimada”; comparação entre a “corrente alvo” e a corrente elétrica do motor; obtenção dos parâmetros da “tensão alvo”; e aplicação da “tensão alvo” na alimentação do motor elétrico.

Opcionalmente, o método em questão pode também compreender as seguintes etapas: obtenção da “velocidade alvo”; mensuração da “velocidade real” do motor;
30 comparação entre a “velocidade alvo” e a “velocidade real”; obtenção da “corrente alvo” com base na diferença entre a “velocidade alvo” e a “velocidade real”; mensuração dos parâmetros da corrente elétrica do motor; comparação entre a “corrente alvo” e a corrente elétrica do motor; obtenção dos parâmetros da “tensão alvo”; e aplicação da “tensão alvo” na alimentação do motor elétrico.

35 Descrição Resumida das Figuras

A presente invenção é pormenorizadamente descrita com base nas figuras abaixo listadas, as quais:

A figura 1 ilustra o digrama elétrico do acionamento tradicional de um motor PSC (estado da técnica);

A figura 2 ilustra o digrama elétrico da primeira possibilidade de controle de um motor PSC (estado da técnica);

5 A figura 3 ilustra o digrama elétrico da segunda possibilidade de controle de um motor PSC (estado da técnica);

A figura 4 ilustra uma primeira configuração do digrama de blocos do sistema ora proposto;

10 A figura 5 ilustra uma segunda configuração do digrama de blocos do sistema ora proposto;

A figura 6 ilustra o método de operação da primeira configuração do digrama de blocos do sistema ora proposto;

A figura 7 ilustra o método de operação da segunda configuração do digrama de blocos do sistema ora proposto; e

15 A figura 8 ilustra o diagrama de da modulação por vetores de espaço, de acordo com a presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

De acordo com os objetivos e conceitos da presente invenção, é revelado um sistema de controle de motor de lavadora de roupas capaz de gerenciar, em tempo real, os
20 parâmetros de controle elétrico (amplitude e frequência da tensão de alimentação) de um motor de indução monofásico especialmente aplicado no agitador de uma lavadora de roupas.

Este gerenciamento permite que o motor em questão apresente sempre uma velocidade de rotação extremamente próxima à velocidade de rotação desejada,
25 independentemente de sua carga (de artigos de vestuário e afins) de trabalho. Portanto, é proposto um sistema de malha fechada que, com base nos parâmetros funcionais do motor, controla a “realimentação” elétrica do mesmo, sempre em tempo real. Em linhas gerais, o sistema de controle de motor de lavadora de roupas trata-se de um sistema baseado em acionamento microcontrolado de transistores responsáveis pela alimentação do motor
30 elétrico de uma lavadora de roupas.

Na configuração preferencial da presente invenção, conforme o ilustrado na figura 4, é previsto um sistema de controle isento de sensor físico de velocidade do motor. Neste caso, o parâmetro de velocidade do motor é estimado com base na corrente elétrica que o citado motor “consome”.

35 Portanto, e de acordo com ilustrado na figura 4, nota-se que a construção preferencial do sistema de controle de motor de lavadora de roupas compreende um módulo microprocessado 1, um módulo de chaveamento 2, um módulo de sensores de corrente

elétrica 3, um módulo de mensuração de velocidade 4 e um motor 5. Neste sentido, tanto o módulo microprocessado 1 quanto o módulo de chaveamento 2 são eletricamente alimentados por um módulo de retificação 6. Opcionalmente, o citado sistema pode também contar com uma interface de comando (não ilustrada), a qual pode ser disposta no painel de comando da própria lavadora de roupas (não ilustrada).

O módulo microprocessado 1, sendo este o módulo responsável pelo gerenciamento operacional do sistema de controle de motor, é integrado por pelo menos um módulo de entrada de sinais, por pelo menos um módulo de saída de sinais, por pelo menos um núcleo de processamento, por pelo menos um núcleo de memória, por pelo menos um conversor analógico/digital, e por pelo menos uma porta de comunicação dedicada. Isto é, o módulo microprocessado 1 compreende, basicamente, um microcontrolador convencionalmente disponível e pertencente ao atual estado da técnica.

Preferencialmente, os conversores analógico/digital convertem os sinais analógicos com 12 bits. O módulo de entrada de sinais é responsável pela captação dos sinais que trafegam pelo módulo microprocessado 1, e o módulo de saída de sinais é responsável pelo envio dos sinais que trafegam pelo módulo microprocessado 1.

O conversor analógico/digital, preferencialmente associado ao módulo de entrada de sinais, tem a função de converter as tensões analógicas em pulsos binários.

O núcleo de processamento, notadamente, é responsável pela interpretação dos sinais, pelo gerenciamento dos demais módulos que integram o módulo microprocessado 1 e pela execução do software embarcado armazenado no núcleo de memória. O citado software embarcado tem a função primordial de processar os dados dos sensores e similares e gerar comandos (comandos de velocidade alvo e taxa de aceleração desejada) de controle para o motor 5. Neste contexto, nota-se que o próprio software embarcado se encarrega da geração da curva de referência de velocidade a ser seguida, de acordo com as informações recebidas. Além disto, o software embarcado é responsável pela execução de cálculos relacionados ao acionamento do motor 5, incluindo aí a comparação entre os parâmetros de velocidade e corrente elétrica aplicados ao já mencionado motor 5.

O módulo de chaveamento 2 (ou módulo de inversão de frequência) é basicamente constituído por seis transistores IGBT (transistor bipolar de gatilho isolado), os quais são associados em pares seriais (três pares, portanto), sendo os pares seriais associados em paralelo. A “saída” (ou ponto médio) de cada par serial de transistores IGBT configura uma “saída” do módulo de chaveamento 2. O módulo de chaveamento 2 prevê também, de forma intrínseca e incorporada, um sensor para medição de sua temperatura. Resta salientar ainda que transistores IGBT têm seu “gatilho” de acionamento desvinculado de seus terminais de potência. Resta mencionar que transistores IGBT também são convencionalmente disponíveis e pertencentes ao atual estado da técnica.

O módulo de sensores de corrente elétrica 3 prevê pelo menos três sensores shunt, cada um associado em série com uma das saídas do módulo de chaveamento 2.

Nesta construção preferencial, o módulo de mensuração de velocidade 4 compreende um sub-módulo eletrônico preferencialmente existente no módulo microprocessado 1. Em linhas gerais, este módulo de mensuração de velocidade 4 é capaz de estimar a velocidade do motor 5 através da mensuração da corrente elétrica do mesmo.

Preferencialmente, a estimativa de velocidade do motor 5 através da mensuração da corrente elétrica é realizada com base em modelos matemáticos e equações diferenciais.

De modo mais específico, o cálculo da velocidade estimada pode ser realizado através das informações dos fluxos do rotor, conforme a seguinte equação:

$$\hat{\omega}_r = \frac{\hat{\psi}_{r\beta} \cdot \psi_{\alpha_SF} - \hat{\psi}_{r\alpha} \cdot \psi_{\beta_SF}}{\hat{\psi}_{r\alpha}^2 + \hat{\psi}_{r\beta}^2}$$

A obtenção destes fluxos do rotor pode ser realizada através de um “observador de modos deslizantes”, onde os mencionados fluxos do rotor são calculados com base nas correntes de estator, conforme a seguinte equação:

$$\begin{bmatrix} \Psi_{\alpha_SF} \\ \Psi_{\beta_SF} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{T_r} \hat{\psi}_{\alpha r} + \omega_r \hat{\psi}_{\beta r} \\ -\omega_r \hat{\psi}_{\alpha r} + \frac{1}{T_r} \hat{\psi}_{\beta r} \end{bmatrix} = -G \begin{bmatrix} \text{sign}(\hat{i}_{\alpha s} - i_{\alpha s}) \\ \text{sign}(\hat{i}_{\beta s} - i_{\beta s}) \end{bmatrix}$$

Opcionalmente, e para maior robustez do “observador de modos deslizantes”, as correntes de estator podem ainda ser comparadas com as correntes estimadas (vide o método de controle do motor, abaixo explanado) através da seguinte equação:

$$s \begin{bmatrix} \hat{i}_{\alpha s} \\ \hat{i}_{\beta s} \end{bmatrix} = \frac{1}{L_\sigma} \begin{bmatrix} u_{\alpha s} \\ u_{\beta s} \end{bmatrix} - \frac{1}{L_\sigma} \left(R_s + \frac{L_m^2}{L_r T_r} \right) \begin{bmatrix} \hat{i}_{\alpha s} \\ \hat{i}_{\beta s} \end{bmatrix} + \frac{1}{L_\sigma} \frac{L_m}{L_r} \begin{bmatrix} \Psi_{\alpha_SF} \\ \Psi_{\beta_SF} \end{bmatrix}$$

Resta ainda evidenciar que, preferencialmente, os fluxos de rotor são calculados através da seguinte equação:

$$s \begin{bmatrix} \hat{\Psi}_{\alpha r} \\ \hat{\Psi}_{\beta r} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \Psi_{\alpha_SF} \\ \Psi_{\beta_SF} \end{bmatrix} + \frac{L_m}{T_r} \begin{bmatrix} i_{\alpha s} \\ i_{\beta s} \end{bmatrix}$$

O motor 5 trata-se, preferencialmente, de um motor de indução monofásico PSC modificado (o capacitor permanente é preferencialmente desconectado do enrolamento

auxiliar). Sendo assim, o motor 5, mesmo sendo monofásico, apresenta três terminais de alimentação. Em linhas gerais, o motor 5 compreende um motor convencionalmente disponível, pertencente ao atual estado da técnica, e normalmente utilizado em máquinas de lavar (evidentemente, com diferentes tipos de acionamento em relação ao “tipo” de acionamento ora proposto).

O módulo de retificação 6, o qual é responsável por transformar a tensão alternada da rede em tensão contínua, compreende basicamente uma ponte de diodos de potência e um capacitor. Opcionalmente, é previsto ainda um filtro indutivo responsável por anular eventuais anomalias magnéticas geradas pelos outros módulos que integram o sistema de acionamento e controle de motor de indução monofásico ora revelado.

A interface de comando compreende uma interface homem-máquina destinada à comunicação de um usuário com o microcontrolador. Esta interface pode também ser destinada a outro microcontrolador, ou placa eletrônica que controla o ciclo de lavagem em uma lavadora de roupas, por exemplo.

A associação entre os módulos e elementos que compõem o sistema de acionamento e controle de motor de indução monofásico se dá da seguinte maneira:

O módulo de retificação 6 é conectado ao módulo de chaveamento 2 e ao módulo microcontrolado 1.

O módulo microcontrolado 1 tem uma de suas saídas conecta ao módulo de chaveamento 2. De forma mais específica, seis terminais independentes (de um ou mais módulos de saída do módulo microcontrolado 1) são individualmente conectados à “porta” de acionamento de cada um dos transistores IGBT do módulo de chaveamento 2.

O módulo de chaveamento 2 tem suas saídas diretamente conectadas aos terminais do motor 5.

O módulo de sensores de corrente elétrica 3 tem suas entradas acopladas entre as saídas do módulo de chaveamento 2 e os terminais do motor 5, e suas saídas conectadas a um dos módulos de módulo microcontrolado 1.

O funcionamento da construção preferencial acima descrita ocorre da seguinte forma: O módulo microprocessado 1 recebe dados referentes à velocidade e corrente do motor 5 (módulo de mensuração de velocidade 4 e do módulo de sensores de corrente elétrica 3) e os compara com dados e instruções pré-existentes através do software embarcado. Neste sentido, vale salientar que módulo microprocessado 1 processa os sinais do módulo de mensuração de velocidade 4 em seu sub-módulo controlador de velocidade 11. Já os sinais do módulo de sensores de corrente elétrica 3 são processado no sub-módulo controlador de corrente e tensão 12. Com base nas comparações acima citadas, o módulo microprocessado 1 (através do software embarcado) aciona as “portas” de acionamento dos transistores IGBT do módulo de chaveamento 2, sendo que o acionamento

de cada uma destas “portas” de acionamento ocorre de forma independente e intercalada (com intervalos específicos relativos às instruções pré-existent). Estes acionamentos permitem que os transistores IGBT enviem tensões controladamente defasadas ao motor 5.

5 Preferencialmente, a conversão dos valores de tensão a serem aplicados ao motor, para os tempos de acionamento de cada IGBT, ocorre através da modulação por vetores de espaço. Esta modulação é representada por um hexágono irregular, conforme ilustrado na figura 8. A modulação em questão é totalmente diferenciada em relação à modulação utilizada em motores trifásicos.

10 Ainda em relação à modulação por vetores de espaço ilustrada na figura 8, resta mencionar que cada um dos vetores em questão é representado de acordo com a tabela a seguir, onde E representa a tensão de barramento do circuito.

S_1	S_2	S_3	V_{as}	V_{bs}
0	0	0	0	0
1	0	0	E	0
1	1	0	E	E
0	1	0	0	E
0	1	1	-E	0
0	0	1	-E	-E
1	0	1	0	-E
1	1	1	0	0

Tabela 1: Tensões geradas pelo módulo de chaveamento.

A tensão a ser aplicado no motor 5 (em especial, a tensão aplicada em cada enrolamento do motor 5) é baseada em uma determinada combinação de acionamento dos transistores IGBT, conforme revelado na tabela acima. A intensidade da tensão varia com o
15 tempo em que cada uma das combinações é aplicada.

Desta forma, a construção preferencial acima descrita possibilita um método de controle (vide figura 6) do motor 5 baseado em etapas lógicas, as quais compreendem:

Etapa A1 – Obtenção da “velocidade alvo”.

20 Neste caso, a “velocidade alvo” compreende a velocidade ideal de lavagem, a qual pode variar de acordo com os processos de lavagem.

Etapa A2 – Mensuração dos parâmetros da corrente elétrica do motor 5.

Esta mensuração é realizada pelo módulo de sensores de corrente elétrica 3.

Etapa A3 – Mensuração da “velocidade estimada” do motor 5 com base nos parâmetros da corrente elétrica mensurada pelo módulo de sensores de corrente elétrica 3.

25 Etapa A4 – Comparação entre a “velocidade alvo” e a “velocidade estimada”.

Esta comparação é fundamentalmente realizada no sub-módulo controlador de velocidade 11 através de processamento do software embarcado.

Etapa A5 – Obtenção da “corrente alvo” com base na diferença entre a “velocidade alvo” e a “velocidade estimada”.

Esta obtenção, também realizada no sub-módulo controlador de velocidade 11 através de processamento do software embarcado, consiste em estabelecer o valor de corrente coincidente e proporcional à diferença entre a “velocidade alvo” e a “velocidade estimada”.

Etapa A6 – Comparação entre a “corrente alvo” e a corrente elétrica do motor 5.

Esta comparação é fundamentalmente realizada no sub-módulo controlador corrente e tensão 12 através de processamento do software embarcado.

10 Etapa A7 – Obtenção dos parâmetros da “tensão alvo”.

Esta obtenção, também realizada no sub-módulo controlador corrente e tensão 12 através de processamento do software embarcado, consiste em estabelecer os parâmetros (amplitude e frequência) de tensão coincidentes e proporcionais à diferença entre a “corrente alvo” e a corrente elétrica do motor 5.

15 Etapa A8 – Aplicação da “tensão alvo” na alimentação do motor elétrico 5.

A aplicação da “tensão alvo” faz com que o motor 5 alcance a “velocidade alvo” inicialmente estabelecida.

A presente invenção prevê ainda uma construção opcional do sistema de controle de motor de lavadora de roupas ora tratado, a qual é esquematicamente ilustrada na figura 5.

Esta construção opcional é extremamente similar à construção preferencial, sendo que a única modificação construtiva entre estas duas opções reside no módulo de mensuração de velocidade 4.

25 Nesta construção opcional, o citado módulo de mensuração de velocidade 4 é compreendido por um sensor de velocidade funcionalmente associado ao rotor do motor 5.

Desta forma, ao invés de estimar a velocidade do citado motor 5 (como ocorre na construção preferencial da presente invenção), o sensor de velocidade é capaz de mensurar a rotação real do motor 5.

30 Preferencialmente, é utilizado um taco-gerador conectado a um circuito simples para condicionamento de sinal (sinal passível de ser enviado ao módulo microprocessado 1).

Opcionalmente, o sensor de velocidade pode ser composto por um ímã circular com cinco pares de pólos conectado ao rotor do motor 5, sendo que fixo ao estator do citado motor 5 é previsto um sensor de efeito Hall e um circuito para condicionamento de sinal.

35 Tendo em vista que a única diferença entre as opções construtivas da presente invenção consiste no “tipo” de módulo de mensuração de velocidade 4, resta notar que a construção opcional ora citada possibilita também um método de controle (vide figura 7) do

motor 5 baseado em etapas lógicas, as quais compreendem:

Etapa B1 – Obtenção da “velocidade alvo”.

Neste caso, a “velocidade alvo” compreende a velocidade ideal de lavagem, a qual pode variar de acordo com os processos de lavagem.

5 Etapa B2 – Mensuração da “velocidade real” do motor 5.

Esta mensuração é realizada pelo sensor de velocidade que integra o módulo de mensuração de velocidade 4.

Etapa B3 – Comparação entre a “velocidade alvo” e a “velocidade real”.

10 Esta comparação é fundamentalmente realizada no sub-módulo controlador de velocidade 11 através de processamento do software embarcado.

Etapa B4 – Obtenção da “corrente alvo” com base na diferença entre a “velocidade alvo” e a “velocidade real”.

15 Esta obtenção, também realizada no sub-módulo controlador de velocidade 11 através de processamento do software embarcado, consiste em estabelecer o valor de corrente coincidente e proporcional à diferença entre a “velocidade alvo” e a “velocidade real”.

Etapa B5 – Mensuração dos parâmetros da corrente elétrica do motor 5.

Esta mensuração é realizada pelo módulo de sensores de corrente elétrica 3.

Etapa B6 – Comparação entre a “corrente alvo” e a corrente elétrica do motor 5.

20 Esta comparação é fundamentalmente realizada no sub-módulo controlador corrente e tensão 12 através de processamento do software embarcado.

Etapa B7 – Obtenção dos parâmetros da “tensão alvo”.

25 Esta obtenção, também realizada no sub-módulo controlador corrente e tensão 12 através de processamento do software embarcado, consiste em estabelecer os parâmetros (amplitude e frequência) de tensão coincidentes e proporcionais à diferença entre a “corrente alvo” e a corrente elétrica do motor 5.

Etapa B8 – Aplicação da “tensão alvo” na alimentação do motor elétrico (5).

A aplicação da “tensão alvo” faz com que o motor 5 alcance a “velocidade alvo” inicialmente estabelecida.

30 Com base em todo o contexto acima descrito, resta evidente notar que o sistema de controle de motor de lavadora de roupas ora tratado alcança todos os seus objetivos.

35 Neste contexto, observa-se que o desempenho dinâmico é alcançado através da possibilidade de alimentação do motor 5 com diferentes frequências e tensões elétricas. Maiores faixas de velocidade de operação proporcionam possibilidade de diferentes perfis de movimentação do agitador durante a agitação, e esta característica permite lavagens mais agressivas ou mais delicadas, as quais podem ser adaptadas aos programas de lavagem (que são principalmente baseados no tipo de roupa a ser lavada). Ainda neste

contexto, observa-se que Maiores velocidades de centrifugação aumentam a capacidade de extração de água das roupas, o que reduz o tempo de secagem (fora da lavadora de roupas) das mesmas.

5 O sistema de controle de motor de lavadora de roupas ora tratada é também capaz de proporcionar maior torque em baixas rotações, afinal, o motor 5 pode ser alimentado com frequências mais baixas e amplitudes de tensão mais altas, permitindo assim o desenvolvimento de torques mais elevados em baixa rotação. Nestes casos, o campo girante criado pela tensão senoidal aplicada sobre o estator do motor 5 pode ser alinhado a uma posição relativa ao campo do rotor do motor, de modo que o motor opere em um ponto
10 ótimo de “escorregamento”, sendo esta característica responsável pelo aumento da eficiência do mencionado motor 5.

Neste contexto resta definir “escorregamento” como a diferença de velocidade do campo do estator em relação ao rotor. O “escorregamento” é necessário para a operação do motor de indução, e níveis otimizados de “escorregamento” permitem maior torque e melhor
15 eficiência do motor.

O sistema de controle de motor de lavadora de roupas ora tratada é também capaz de diminuir o nível de ruído sonoro (em baixa rotação) gerado pelo motor, além de diminuir a temperatura deste último. Estas características são alcançadas em função das diferentes frequências e amplitudes de tensão de alimentação do motor 5, as quais permitem o
20 controle de seu escorregamento, e conseqüentemente, a redução dos níveis de corrente e ruído no motor

Tendo sido descritos exemplos de concretizações da presente invenção, deve ser entendido que o escopo da mesma abrange outras possíveis variações, as quais são limitadas tão somente pelo teor das reivindicações, aí incluídos os possíveis meios
25 equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de controle de motor de lavadora de roupas, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

- 5 pelo menos um módulo microcontrolado (1);
pelo menos um módulo de chaveamento (2);
pelo menos um módulo de sensores de corrente elétrica (3);
pelo menos um módulo de mensuração de velocidade (4);
pelo menos um software embarcado responsável pela execução de cálculos relacionados aos parâmetros do motor (5); e
- 10 meios de controlar a tensão de alimentação do motor (5) através da mensuração da corrente elétrica e da velocidade do motor (5).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o software embarcado encontra-se ativo no módulo microcontrolado (1).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de

15 que o software embarcado é hábil de executar comparações entre a "velocidade alvo" e a velocidade mensurada pelo módulo de mensuração de velocidade (4).

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o software embarcado é hábil de executar comparações entre a "corrente elétrica alvo" e a corrente elétrica mensurada pelo módulo de sensores de corrente elétrica (3).

20 5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de mensuração de velocidade (4) compreende um módulo eletrônico capaz de estimar a velocidade do motor (5) através da mensuração da corrente elétrica do citado motor (5).

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de

25 que o módulo de mensuração de velocidade (4) tem sua lógica funcional baseada no software embarcado responsável pela execução de cálculos relacionados aos parâmetros do motor (5).

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1 ou 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de mensuração de velocidade (4) encontra-se integrado ao módulo

30 microcontrolado (1).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de mensuração de velocidade (4) compreende um sensor de velocidade funcionalmente associado ao motor (5).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o

35 sensor de velocidade compreende taco-gerador.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de chaveamento (2) compreende, no mínimo, seis transistores IGBT associados

em pares seriais, sendo os pares seriais associados em paralelo; o módulo de chaveamento (2) prevê também pelo menos um sensor para medição de sua temperatura.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de sensores de corrente elétrica (3) compreende pelo menos um sensor shunt.

5 12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender ainda um módulo de retificação (6) responsável pela alimentação elétrica do módulo microcontrolado (1) e do módulo de chaveamento (2).

13. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender ainda pelo menos uma interface de comando.

10 14. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo microcontrolado (1) executa o gerenciamento em tempo real do módulo de chaveamento (2) com base nos dados obtidos a partir do módulo de sensores de corrente elétrica (3) e do módulo de mensuração de velocidade (4).

15 13. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o motor (5) compreende um motor de indução monofásico.

14. Método de controle de motor de lavadora de roupas, sendo baseado no sistema de controle de motor de lavadora de roupas definido nas reivindicações de 1 a 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender as seguintes etapas:

20 (A1) – Obtenção da “velocidade alvo”;

(A2) – Mensuração dos parâmetros da corrente elétrica do motor (5);

(A3) – Mensuração da “velocidade estimada” do motor (5) com base nos parâmetros da corrente elétrica do motor (5);

(A4) – Comparação entre a “velocidade alvo” e a “velocidade estimada”;

25 (A5) – Obtenção da “corrente alvo” com base na diferença entre a “velocidade alvo” e a “velocidade estimada”;

(A6) – Comparação entre a “corrente alvo” e a corrente elétrica do motor (5);

(A7) – Obtenção dos parâmetros da “tensão alvo”; e

(A8) – Aplicação da “tensão alvo” na alimentação do motor elétrico (5).

30 15. Método de controle de motor de lavadora de roupas, sendo baseado no sistema de controle de motor de lavadora de roupas definido nas reivindicações de 1 a 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender as seguintes etapas:

(B1) – Obtenção da “velocidade alvo”;

(B2) – Mensuração da “velocidade real” do motor (5);

35 (B3) – Comparação entre a “velocidade alvo” e a “velocidade real”;

(B4) – Obtenção da “corrente alvo” com base na diferença entre a “velocidade alvo” e a “velocidade real”;

- (B5) – Mensuração dos parâmetros da corrente elétrica do motor (5);
- (B6) – Comparação entre a “corrente alvo” e a corrente elétrica do motor (5);
- (B7) – Obtenção dos parâmetros da “tensão alvo”; e
- (B8) – Aplicação da “tensão alvo” na alimentação do motor elétrico (5).

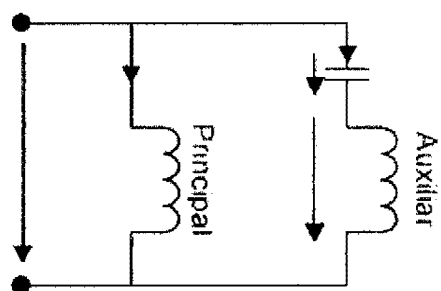


FIGURA 1
ESTADO DA TÉCNICA

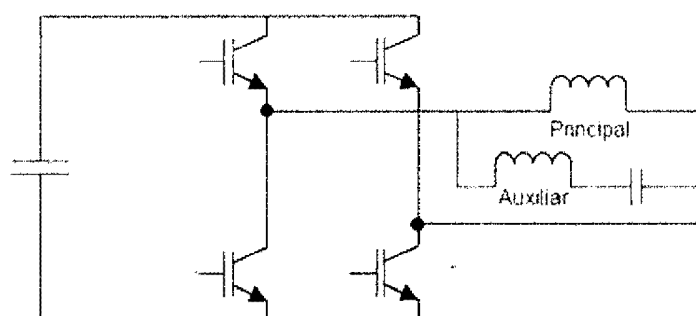


FIGURA 2
ESTADO DA TÉCNICA

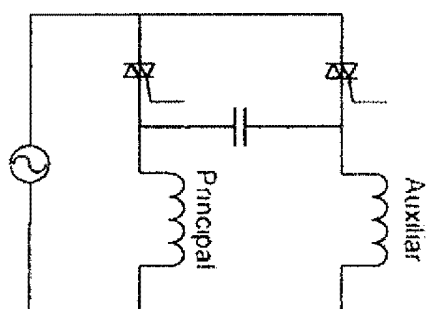


FIGURA 3
ESTADO DA TÉCNICA

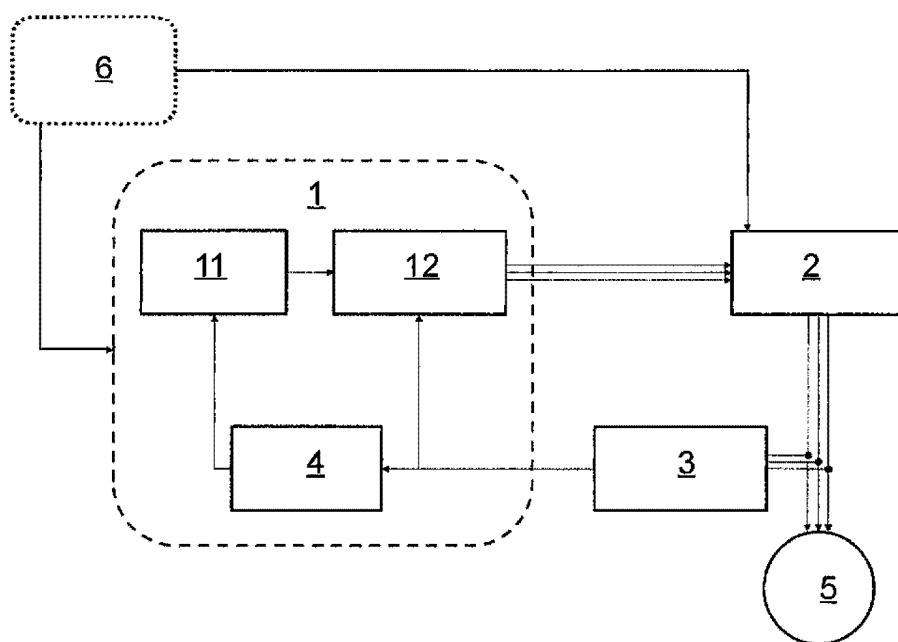


FIGURA 4

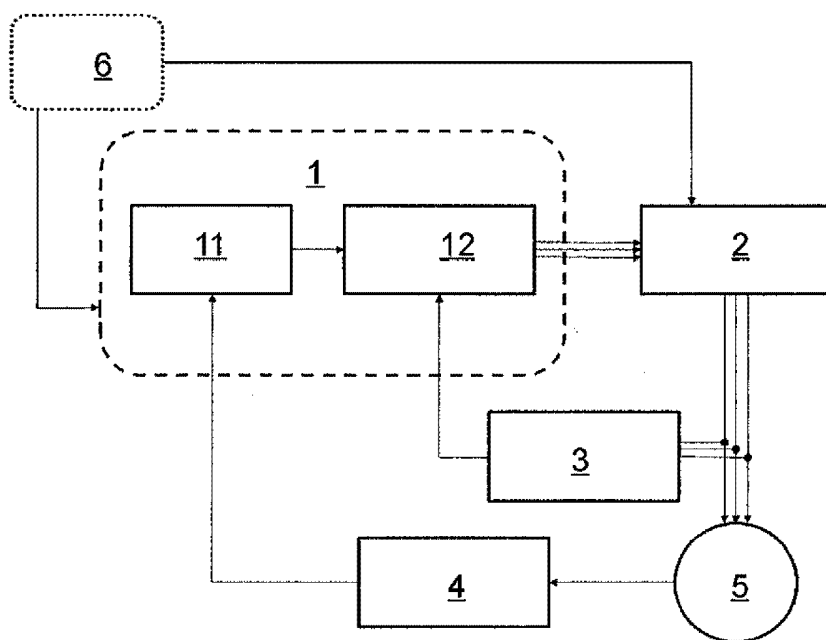
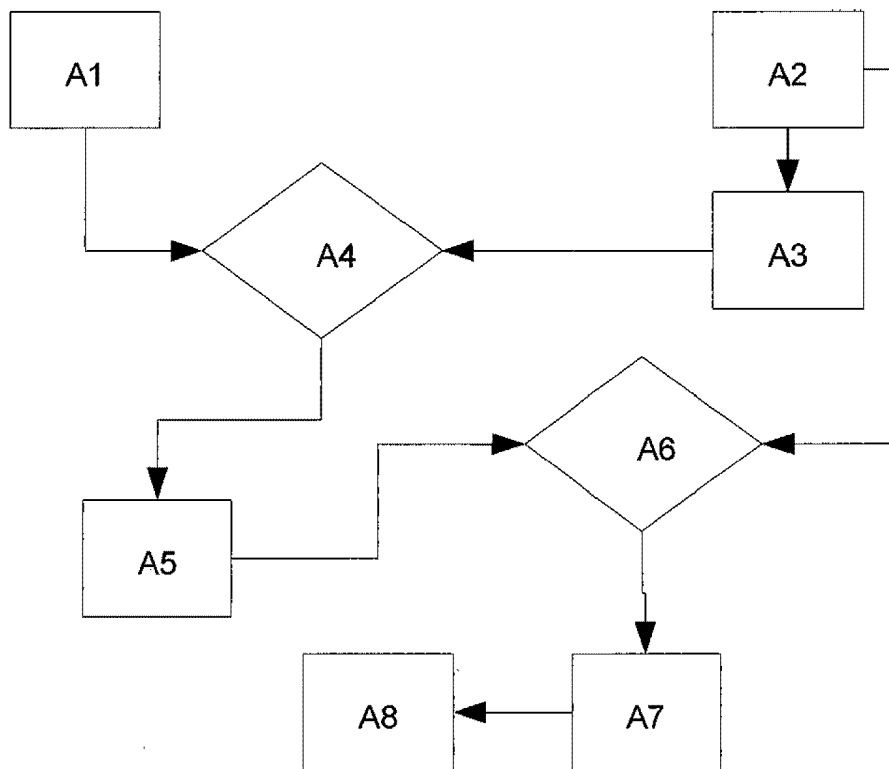
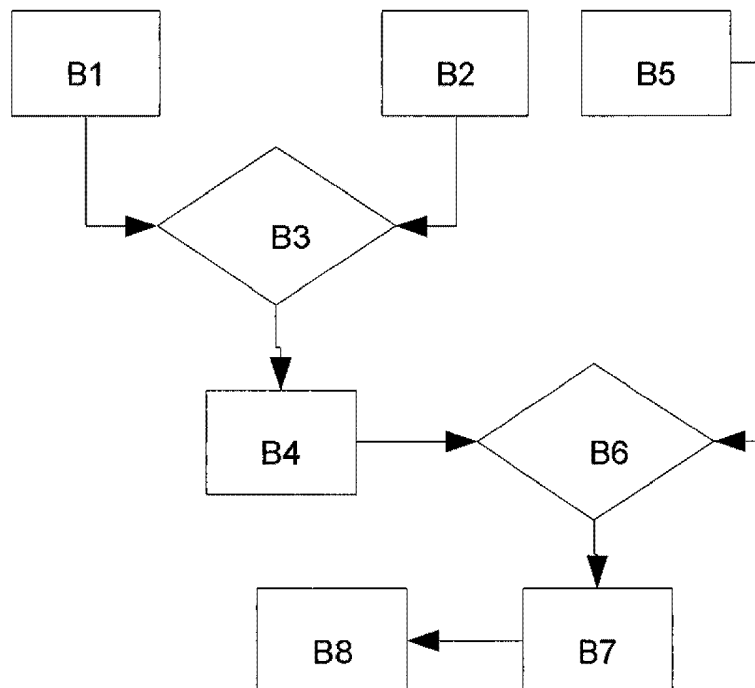


FIGURA 5

**FIGURA 6****FIGURA 7**

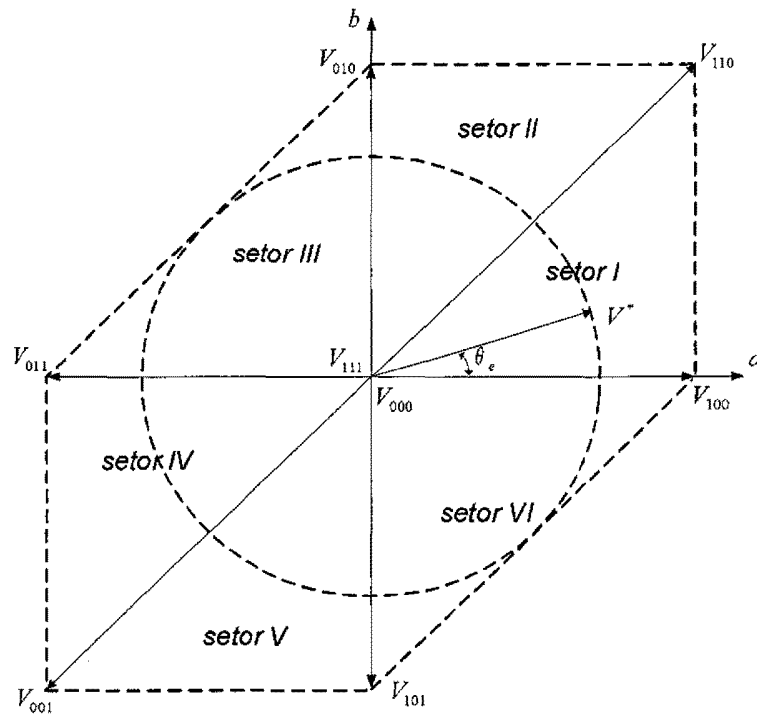


FIGURA 8

RESUMO

Patente de Invenção: "SISTEMA DE CONTROLE DE MOTOR DE LAVADORA DE ROUPAS E MÉTODO DE CONTROLE DE MOTOR DE LAVADORA DE ROUPAS".

5 A presente invenção refere-se a um sistema de controle de motor de lavadora de roupas, o qual possibilita a manipulação dos parâmetros da tensão de alimentação do motor. O sistema em questão compreende pelo menos um módulo microcontrolado (1); pelo menos um módulo de chaveamento (2); pelo menos um módulo de sensores de corrente elétrica (3); pelo menos um módulo de mensuração de velocidade (4); pelo menos um software embarcado responsável pela execução de cálculos relacionados aos parâmetros do motor
10 (5); e meios de controlar a tensão de alimentação do motor (5) através da mensuração da corrente elétrica e da velocidade do motor (5). A presente invenção refere-se ainda aos métodos de controle do motor da lavadora de roupas.