



INPI
INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0909392-3

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0909392-3

(22) Data do Depósito: 27/03/2009

(43) Data da Publicação do Pedido: 08/10/2009

(51) Classificação Internacional: D06F 37/20.

(30) Prioridade Unionista: EP 08153788.8 de 31/03/2008.

(54) Título: MÉTODO PARA ESTIMAR O MOMENTO DE INÉRCIA DE UMA UNIDADE ROTATIVA DE UMA MÁQUINA DE LAVAR OU DE LAVAR E SECAR, E, MÁQUINA DE LAVAR OU DE LAVAR E SECAR

(73) Titular: ELECTROLUX HOME PRODUCTS CORPORATION N.V.. Endereço: Belgicastraat 17, B-1930 Zaventem, BÉLGICA(BE)

(72) Inventor: FABIO ALTINIER; TERENCEIRO GIROTTI; MARCO GIOVAGNONI.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 27/03/2009, observadas as condições legais

Expedida em: 15/01/2019

Assinado digitalmente por:

Alexandre Gomes Ciano

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

“MÉTODO PARA ESTIMAR O MOMENTO DE INÉRCIA DE UMA UNIDADE ROTATIVA DE UMA MÁQUINA DE LAVAR OU DE LAVAR E SECAR, E, MÁQUINA DE LAVAR OU DE LAVAR E SECAR”

[0001] A presente invenção diz respeito a um método para estimar o momento de inércia de uma unidade rotativa de uma máquina de lavar, e a uma máquina de lavar que implementa o dito método.

[0002] Em particular, a presente invenção diz respeito a um método que é capaz de estimar o momento de inércia em uma máquina de lavar, ou em uma máquina de lavar e secar do tipo compreendendo: uma armação tipo caixa, e uma unidade de lavagem montada dentro da armação e compreendendo um tubo fixo dentro da armação por meio de um equipamento de suspensão e uma unidade rotativa, que, por sua vez, é provida com um tambor de roupa a lavar alojado de uma maneira axialmente rotativa no tubo, e um meio de acionamento capaz de colocar o tambor de roupa a lavar em rotação em torno de seu eixo longitudinal dentro da própria cuba.

[0003] São conhecidos métodos que podem determinar o desequilíbrio da unidade de lavagem de uma máquina de lavar a fim de controlar a velocidade de rotação do tambor de roupa a lavar de maneira a impedir possíveis condições de colisão da unidade de lavagem com a armação e, ao mesmo tempo, reduzir vibrações e/ou fenômenos de batidas violentas da máquina de lavar causados pelo dito desequilíbrio.

[0004] Alguns dos métodos supracitados determinam o desequilíbrio da unidade de lavagem por meio de cálculo do momento de inércia da “carga rotacional total” associada com a massa da unidade rotativa mais a massa da roupa a lavar alojada no tambor de roupa a lavar.

[0005] Em particular, os métodos supracitados calculam o momento de inércia via uma função de equilíbrio de energia, que necessariamente exige tanto uma medição do torque quanto uma medição da velocidade de rotação do tambor de roupa a lavar em uma condição de “estabilidade” da unidade

rotativa, que é atingida somente quando, graças à força centrífuga, a roupa a lavar é substancialmente aderida na parede interna do tambor de roupa a lavar em um estado de imobilidade.

[0006] Se a função de equilíbrio de energia usada nos métodos supracitados por um lado permite o cálculo preciso do momento de inércia da unidade rotativa mais a roupa a lavar contida no tambor, por outro lado ela é limitada a uma condição de obtenção da “estabilidade” da unidade rotativa, que ocorre quando a velocidade de rotação do tambor de lavar atinge a assim denominada “velocidade de aderência”, que, como é conhecido, é a velocidade de rotação mínima do tambor na qual a roupa a lavar permanece completamente aderida na parede do tambor.

[0007] A velocidade de aderência suprarreferida pode atingir valores relativamente altos e, conseqüentemente, no caso de distribuição não uniforme da roupa a lavar dentro do tambor, pode determinar um desequilíbrio descontrolado da unidade rotativa, causando assim colisão da unidade de lavagem com a armação.

[0008] Conseqüentemente, existe, por um lado, a necessidade de eliminar o risco de colisão da unidade de lavagem com a armação em qualquer condição operacional da máquina de lavar e, por outro lado, a necessidade de ter disponível uma estimativa do momento de inércia da unidade rotativa mais a roupa a lavar presente no tambor de roupa a lavar, mesmo quando a velocidade de rotação for mantida em torno de valores pequenos, isto é, menores que a velocidade de aderência.

[0009] EP 1 447 469 descreve um método para determinar a carga do tambor de uma máquina de tratamento de roupa, estabelecendo o momento de inércia do tambor, que contém roupa, a partir do consumo de energia elétrica do motor de acionamento do tambor que gira em diferentes velocidades de rotação acima da velocidade de rotação de repouso.

[00010] O objetivo da presente invenção é, conseqüentemente, prover

um método que possa estimar o momento de inércia, mesmo a velocidades menores que a dita velocidade de aderência, de uma maneira tal a poder manter o controle do desequilíbrio a qualquer velocidade, consequentemente eliminando qualquer condição de colisão entre a unidade de lavagem e a armação da máquina de lavar.

[00011] De acordo com a presente invenção, é consequentemente proposto um método para estimar o momento de inércia de uma unidade rotativa de uma máquina de lavar ou de lavar e secar compreendendo as etapas de:

a) estabelecer um ou mais parâmetros lineares, cada um dos quais associado com uma velocidade de rotação pré-estabelecida do tambor, que tem um valor menor que o limiar de velocidade de adesão;

b) rotacionar o tambor contendo a roupa a lavar de uma maneira tal a atingir pelo menos uma das velocidades de rotação pré-estabelecidas;

c) para cada uma das velocidades de rotação pré-estabelecidas, detectar o valor do torque total provido para a unidade rotativa mais a roupa a lavar contida no tambor;

d) estimar o momento de inércia total da unidade rotativa mais a roupa a lavar contida no tambor correspondente por meio de uma combinação linear dos torques, detectados em cada velocidade de rotação pré-estabelecida, e usando os parâmetros lineares associados com a sua própria velocidade de rotação pré-estabelecida;

e, preferivelmente, mas não necessariamente, qualquer uma das seguintes restrições:

1) o dito parâmetro linear corresponde a um valor numérico correlacionado com o momento de inércia e o torque da unidade rotativa em uma condição na qual o tambor gira na dita velocidade de rotação pré-estabelecida;

2) o dito parâmetro linear corresponde a um valor numérico correlacionado com a razão entre o momento de inércia e o torque da unidade rotativa em uma condição na qual o tambor gira na velocidade de rotação pré-estabelecida;

3) a dita combinação linear para o cálculo dos momentos de inércia não compreende a velocidade de rotação do tambor;

4) a dita combinação linear compreende a relação:

$$J_E = \sum_{i=1}^N K_i(\omega_i) \cdot T_i(\omega_i)$$

em que K_i e T_i são, respectivamente, os parâmetros lineares e o torque detectados nas velocidades de rotação pré-estabelecidas;

5) a dita etapa b) compreende a etapa de rotacionar o tambor de acordo com um perfil de velocidade substancialmente em escada, no qual cada degrau da escada corresponde a uma respectiva velocidade de rotação pré-estabelecida;

6) a dita etapa b) compreende a etapa de rotacionar o tambor de acordo com um perfil de elevação de velocidade substancialmente contínuo; ou

7) compreender a etapa de estimar o peso da roupa a lavar contida no tambor em função do momento de inércia.

[00012] De acordo com a presente invenção, é além disso provido um dispositivo para estimar o momento de inércia de uma unidade rotativa de uma máquina de lavar.

[00013] De acordo com a presente invenção, além disso é provido um produto de software.

[00014] De acordo com a presente invenção, além disso, é provida uma máquina de lavar ou de lavar e secar compreendendo o dito dispositivo para estimar o momento de inércia da unidade rotativa, o dito dispositivo compreendendo:

a) meio de memória contendo um ou mais parâmetros lineares, cada um dos quais associado com uma velocidade de rotação pré-estabelecida correspondente do tambor que tem um valor menor que um limiar de velocidade de aderência;

b) meio de controle projetado para rotacionar o tambor contendo a roupa a lavar de uma maneira tal a atingir pelo menos uma das velocidades de rotação pré-estabelecidas;

c) meio de detecção projetado para detectar, para cada velocidade de rotação pré-estabelecida, o valor do torque total provido à unidade rotativa mais a roupa a lavar contida no tambor;

d) meio de cálculo projetado para implementar uma combinação linear dos torques usando os ditos parâmetros lineares para estimar o momento de inércia total da unidade rotativa mais a roupa a lavar contida no tambor correspondente;

e, preferivelmente, mas não necessariamente, qualquer uma das seguintes restrições:

1) o dito parâmetro linear corresponde a um valor numérico correlacionado com o momento de inércia e o torque da unidade rotativa em uma condição na qual o tambor gira na velocidade de rotação pré-estabelecida;

2) o dito parâmetro linear corresponde a um valor numérico correlacionado com a razão entre o momento de inércia e o torque da unidade rotativa em uma condição na qual o tambor gira na velocidade de rotação pré-estabelecida;

3) a dita combinação linear para o cálculo dos momentos de inércia não compreende a velocidade de rotação do tambor;

4) a dita combinação linear compreende a seguinte relação:

$$J_E = \sum_{i=1}^N K_i(\omega_i) \cdot T_i(\omega_i)$$

onde K_i e T_i são, respectivamente, os parâmetros lineares e os torques detectados nas velocidades de rotação pré-estabelecidas;

5) o dito meio de controle é projetado para controlar a rotação do tambor de acordo com um perfil de velocidade substancialmente em escada, no qual cada degrau da escada corresponde a uma respectiva velocidade de rotação pré-estabelecida;

6) o dito meio de controle é projetado para controlar a rotação do tambor de acordo com um perfil de elevação de velocidade substancialmente contínuo; ou

7) o dito dispositivo compreende meio projetado para estimar o peso da roupa a lavar contida no tambor em função do momento de inércia.

[00015] A presente invenção será agora descrita com referência aos desenhos anexos, que ilustram um exemplo não limitante de uma modalidade da mesma, e na qual:

A figura 1 ilustra uma vista em perspectiva, com partes em seção transversal e partes removidas por questão de clareza, de uma máquina de lavar provida de acordo com os preceitos da presente invenção;

A figura 2 é uma vista esquemática de um fluxograma indicando as operações implementadas pelo método para estimar o momento de inércia da máquina de lavar ilustrada na figura 1;

A figura 3 é uma ilustração esquemática do dispositivo para estimar o momento de inércia de uma unidade rotativa mais a roupa a lavar presente no tambor de roupa a lavar na máquina de lavar mostrada na figura 1; e

A figura 4 ilustra um exemplo de detecção do torque provido na unidade rotativa em um perfil de velocidade pré-estabelecido da rotação imposta no tambor da máquina de lavar.

[00016] Com referência à figura 1, o número 1 designa, como um todo, uma máquina de lavar ou uma máquina de lavar e secar para uso doméstico,

que compreende basicamente: uma armação tipo caixa externa 2; e uma unidade de lavagem 3 conectada na armação 2 por meio de dispositivos de suspensão 3a e dispositivos de amortecimento 3b, e por sua vez compreendendo um tambor de roupa a lavar 4, que é projetado para alojar a roupa a lavar B a ser lavada e é montado dentro da armação tipo caixa 2 de forma que fique livre para girar em torno de um eixo de rotação A próprio, e é montada diretamente voltada para uma abertura para carregamento e descarregamento da roupa a lavar feita na armação 2.

[00017] O aparelho doméstico elétrico 1 compreende adicionalmente uma unidade de motor, tal como, por exemplo, um motor elétrico 5, que é conectado no tambor de roupa a lavar 4 por meio de um elemento de acionamento 6 para transmitir o movimento para colocar o tambor de roupa a lavar 4 em rotação em torno de seu eixo de rotação A.

[00018] O tambor de roupa a lavar 4, o elemento de acionamento 6 e o rotor do motor elétrico 5 juntos definem uma unidade rotativa 7 da máquina de lavar 1.

[00019] A máquina de lavar 1 compreende adicionalmente uma unidade de controle 8, projetada para governar o motor elétrico 5, e um meio de cálculo 9, que é projetado para estimar o momento de inércia total J_e da unidade rotativa 7 mais a roupa a lavar contida no tambor 4.

[00020] No caso em questão, no exemplo mostrado na figura 3, o meio de cálculo 9 compreende um módulo de memória 10, no qual está armazenada uma série de parâmetros lineares $k_i(\omega_i)$ (descritos com detalhes a seguir), e um módulo estimador 11, que recebe na entrada os valores de torque $T_i(\omega_i)$ providos à unidade rotativa 7 pelo motor 5, e supre na saída o momento de inércia J_e determinado em função dos valores de torque $T_i(\omega_i)$ propriamente ditos.

[00021] Com detalhes, o módulo estimador 11 calcula o momento de inércia J_e por meio de uma combinação linear $FL(K_i(\omega_i), T_i(\omega_i))$

compreendendo um ou mais valores de torque $T_i(\omega_i)$ multiplicados pelos respectivos parâmetros lineares pré-estabelecidos $k_i(\omega_i)$, e nos quais cada valor de torque $T_i(\omega_i)$ é medido a uma velocidade pré-estabelecida ω_i menor que a velocidade de aderência ω_a .

[00022] Em particular, no exemplo ilustrado na figura 3, o momento de inércia J_e é calculado por meio de uma combinação linear FL ($k_i(\omega_i)$, $T_i(\omega_i)$) = $\sum k_i(\omega_i) * T_i(\omega_i)$ compreendendo preferivelmente, mas não necessariamente, sete parâmetros lineares, e seis valores de torque T_i determinados em seis respectivas diferentes velocidades ω_i , preferivelmente, mas não necessariamente, alternadas em direções opostas:

$$J_e = FL(k_i(\omega_i), T_i(\omega_i)); \text{ isto é}$$

$$J_e = K_0 + K_1(\omega_1)*T_1(\omega_1) + K_2(\omega_2)*T_2(\omega_2) + K_3(\omega_3)*T_3(\omega_3) + K_4(\omega_4)*T_4(\omega_4) + K_5(\omega_5)*T_5(\omega_5) + K_6(\omega_6)*T_6(\omega_6)$$

[00023] Os parâmetros lineares $k_i(\omega_i)$ podem ser estimados experimentalmente por meio de testes de laboratório nos quais são medidos os valores de inércia e torque reais T_i providos à unidade rotativa 7 em condições pré-estabelecidas de velocidade ω_i . A calibração dos parâmetros é feita coletando dados com diferentes cargas de roupa a lavar (a começar do mínimo até a carga máxima) e realizando diversos ciclos de teste com o perfil de velocidade específico selecionado para a máquina em análise.

[00024] No caso em questão, é possível determinar os parâmetros lineares $k_i(\omega_i)$ por meio de um método de estimativa, preferivelmente, mas não necessariamente, o método dos mínimos quadrados. O método dos mínimos quadrados é uma técnica de otimização conhecida, que permite que uma combinação linear de funções específicas seja encontrada que, por meio de parâmetros lineares, aproxima ao máximo possível uma interpolação de um conjunto de dados, que, neste caso, é constituído pelos valores de torque $T_i(\omega_i)$ medidos nas várias velocidades ω_i .

[00025] Com referência às figuras 2 e 4, o método para estimar o

momento de inércia total J_e da unidade rotativa 7 mais a roupa a lavar B contida no tambor de roupa a lavar 4 será descrito a seguir.

[00026] Deve-se salientar que a presente invenção está relacionada a um procedimento de medição de baixa velocidade para avaliar um valor aproximado da inércia sem atingir a velocidade de aderência. Um perfil de velocidade usado para a estimativa da inércia está mostrado na figura 4. O perfil é composto de algumas etapas a diferentes velocidades que são preferivelmente, mas não necessariamente, realizada em uma direção diferente (na figura, existem seis etapas a velocidade constante, três CW e três (CW). Em cada etapa a uma baixa velocidade, o torque do motor total é realizado. O torque do motor total é basicamente a contribuição de dois termos: o torque de atrito T_a (aproximadamente constante) e o torque de elevação T_s (a parte exigida para levantar a parte móvel livre da carga de roupa a lavar). O torque de elevação T_s está relacionado com a quantidade de roupa a lavar: quanto mais a carga da roupa a lavar tanto maior o toque de elevação T_x a uma velocidade específica. Portanto, uma combinação apropriada dos valores de torque provenientes de cada etapa provê uma boa aproximação da inércia da unidade rotativa mais a roupa a lavar presente no tambor de roupa a lavar. O número de etapas e as velocidades envolvidas no procedimento poderiam ser preferivelmente, mas não necessariamente, diferentes para máquinas com diferentes unidades de lavagem. No geral, mais etapas significam maior precisão na estimativa da inércia. No geral, os valores de torque são medidos com roupas completamente molhadas, mas o procedimento pode ser usado também para medir a inércia quando as roupas estão ainda secas.

[00027] Com referência às figuras 2 e 4 na etapa inicial, a velocidade do tambor 4 atinge um valor pré-estabelecido $\omega = \omega_1$, e um contador i e o momento de inércia J_e são inicializados, estabelecendo-se $i = 1$ e $J_e = 0$, respectivamente (bloco 100).

[00028] Nesta etapa, o meio de cálculo 9 mede o torque total $T1(\omega1)$ (bloco 110) e então (bloco 120) o valor temporário do momento de inércia Je é atualizado pela adição do valor $K1(\omega1)*T1(\omega1)$, implementando assim a seguinte relação:

$$Je = Je + K1 (\omega1) * T1 (\omega1)$$

[00029] Neste ponto, é feita uma verificação para observar se o contador i atingiu seu valor máximo $Nmax$ ($i = Nmax$) (bloco 130), correspondente ao número máximo de termos previstos pela combinação linear FL ($Ki, Ti(\omega i)$) e, se não tiver atingido o dito valor (saída NÃO no bloco 130), o contador é incrementado ($i = i+1$) e ao mesmo tempo a velocidade é variada, isto é, $\omega = \omega1$ (bloco 140).

[00030] Uma vez que a velocidade $\omega = \omega1$ é atingida, o método prevê a medir o torque total $Ti(\omega i)$ (bloco 110) e então (bloco 120) atualizar novamente o valor temporário Je pela adição do valor $ki(\omega i) * Ti(\omega i)$ por meio da relação:

$$Je = Je + ki(\omega i) * Ti(\omega i)$$

[00031] Se, em vez disso, o contador tenha atingido seu valor máximo $i = Nmax$ (saída SIM no bloco 130), o método prevê o valor final do momento de inércia Je adicionando a constante pré-estabelecida $K0$ correlacionada com o torque de atrito da unidade rotativa 7.

[00032] O método supradescrito estima, portanto, o momento de inércia Je medindo os valores de torque Ti providos pelo motor em algumas etapas realizadas a velocidades substancialmente constante para um certo intervalo de tempo.

[00033] Em geral, o método para estimar o momento de inércia Je mede e elabora os valores de torque Ti providos à unidade rotativa e aciona o motor 5 de uma maneira tal a gerar um padrão escalonado de velocidades pré-determinadas, ou, senão, um aumento gradual de velocidade.

[00034] Além disso, deve-se salientar que as medições do torque

podem ser feitas rotacionando o tambor alternadamente em direções oposta a velocidades pré-estabelecidas ω_i , como mostrado no exemplo da figura 4.

[00035] Além disso, deve-se salientar que, no caso em que a velocidade de aderência ω_a tem um valor maior que aproximadamente 75 rpm, as velocidades de medição pré-estabelecidas ω_i do método supracitado podem ser convenientemente compreendidas em uma faixa de aproximadamente 45-70 rpm.

[00036] O meio de cálculo 9 compreende adicionalmente um módulo de estimativa 12, que recebe na entrada o momento de inércia J_e e supre na saída uma estimativa do peso da roupa a lavar B contida no tambor. No caso em questão, o módulo de estimativa 12 pode implementar uma função $P = G(J_e)$, determinada, por exemplo, em um estágio experimental, que permite a determinação exclusiva, para cada valor do momento de inércia J_e , de um peso correspondente P da roupa a lavar contida no tambor 4. A dita função pode corresponder, por exemplo, a uma curva (não indicada) obtida experimentalmente por meio de testes de laboratório indicando a evolução do momento de inércia J_e à medida que o peso P da roupa a lavar B varia.

[00037] A estimativa do momento de inércia J_e é feita com base na medição de uma série de torques T_i , cujo componente principal é o torque de elevação T_s .

[00038] Como anteriormente revelado, a estimativa supracitada do momento de inércia J_e é substancialmente baseada no fato de que, em condições de baixa velocidade, isto é, menores que a velocidade de aderência ω_a , o torque medido T_i basicamente compreende dois componentes, isto é, o torque de elevação T_s que deriva da ação da elevação da roupa a lavar, que, uma vez que ela não tenha sido aderida na parede, tende ser deslocada pela gravidade em direção à parte do fundo do tambor 4, e um torque de atrito T_a correlacionado com o atrito encontrado pela unidade rotativa 7.

[00039] Testes de laboratório, de fato, mostraram que, a baixas

velocidades, isto é, em condições de não aderência da roupa a lavar, o torque de elevação T_s tem um efeito relevante em comparação com o torque de atrito.

[00040] No caso em questão, testes de laboratório mostraram que, se uma massa presente dentro do tambor for completamente aderida no perfil de velocidade pré-estabelecido (por exemplo, quando a velocidade do tambor for maior que a velocidade de aderência, ou quando algumas massas fixas forem usadas para simular um aumento na inércia do tambor), o método supracitado estima o momento de inércia J_e substancialmente constante, mesmo se a carga variar.

[00041] Neste caso, de fato, a contribuição do torque de elevação no torque T_i medido é substancialmente zero, desde que a roupa a lavar; esteja completamente aderida na parede interna do tambor 4. Consequentemente, o torque aplicado corresponde ao necessário para superar o torque de atrito da unidade rotativa e o procedimento de estimativa da inércia não funciona adequadamente.

[00042] O dispositivo supradescrito apresenta a vantagem de ser extremamente simples de produzir e, consequentemente, de ser particularmente barato.

[00043] Além do mais, o método pode estimar o momento de inércia da unidade rotativa e o peso da roupa a lavar B mesmo a baixas velocidades, consequentemente, permitindo uma avaliação a tempo do desequilíbrio antes de a velocidade de aderência ser atingida. Desta maneira, qualquer condição de desequilíbrio da unidade de lavagem que possa causar colisão da unidade de lavagem com a armação é em decorrência disto convenientemente eliminada.

[00044] Finalmente, fica claro que modificações e variações podem ser feitas no meio de cálculo, no método e na máquina de lavar supradescritos, sem fugir assim do escopo da presente invenção, definido pelas

reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para estimar o momento de inércia (J_e) da unidade rotativa (7) de uma máquina de lavar ou de lavar e secar (1); a dita máquina (1) compreendendo uma armação (2) e uma unidade de lavagem (3) conectada na armação (2) e compreendendo a dita unidade rotativa (7), que é, por sua vez, provida com um tambor (4), que pode alojar a roupa a lavar (B) e é montada dentro da armação (2) de forma que fique livre para rotacionar em torno de seu próprio eixo de rotação (A), e com meio de acionamento (5, 6) projetado para colocar o dito tambor (4) em rotação em torno do dito eixo (A), caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

a) estabelecer um ou mais parâmetros lineares ($K_i(\omega_i)$), cada um dos quais é associado com uma velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida do dito tambor (4), que tem um valor menor que o limiar de velocidade de adesão (ω_a) correspondente a uma velocidade mínima na qual a roupa a lavar permanece completamente aderida na parede interna do dito tambor (4) de maneira a formar com o próprio tambor (4) um único corpo;

b) rotacionar o dito tambor (4) contendo a roupa a lavar (B) de uma maneira tal a atingir pelo menos uma das ditas velocidades de rotação (ω_i) pré-estabelecidas;

c) para cada uma das ditas velocidades de rotação (ω_i) pré-estabelecidas, detectar o valor do torque total (T_i) provido para a unidade rotativa (7) mais a roupa a lavar (B) contida no tambor (4);

d) estimar o momento de inércia total (J_e) da unidade rotativa (7) mais a roupa a lavar contida no tambor correspondente (4) por meio de uma combinação linear dos ditos torques (T_i), detectados em cada dita velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida, e usando os ditos parâmetros lineares (K_i) associados com a sua própria velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de que o dito parâmetro linear (K_i) corresponde a um valor numérico correlacionado com o momento de inércia (J_e) e o torque (T_i) da unidade rotativa (7) em uma condição na qual o tambor (4) gira na dita velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o dito parâmetro linear (K_i) corresponde a um valor numérico correlacionado com a razão entre o momento de inércia (J_e) e o torque (T_i) da unidade rotativa (7) em uma condição na qual o dito tambor (4) gira na dita velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a dita combinação linear para o cálculo dos ditos momentos de inércia (J_e) não compreende a velocidade de rotação (ω_i) do dito tambor (4).

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a dita combinação linear compreende a seguinte relação:

$$J_E = \sum_{i=1}^N K_i(\omega_i) \cdot T_i(\omega_i)$$

em que $K_i(\omega_i)$ e $T_i(\omega_i)$ são, respectivamente, os parâmetros lineares e o torque detectados nas velocidades de rotação (ω_i) pré-estabelecidas.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a dita etapa b) compreende a etapa de rotacionar o dito tambor (4) de acordo com um perfil de velocidade substancialmente em escada, no qual cada degrau da escada corresponde a uma respectiva velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a dita etapa b) compreende a etapa de rotacionar o dito tambor (4) de acordo com um perfil de elevação de

velocidade substancialmente contínuo.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que compreende a etapa de estimar o peso da roupa a lavar (B) contida no dito tambor (4) em função do dito momento de inércia (J_e).

9. Máquina de lavar ou de lavar e secar compreendendo uma armação (2) e uma unidade de lavagem (3) conectada na armação (2) e compreendendo a dita unidade rotativa (7), que, por sua vez, é provida com um tambor (4), que é projetado para alojar a roupa a lavar e é montado dentro da armação (2) de forma que ela fique livre para girar em torno de seu próprio eixo de rotação (A), e meio de acionamento (5, 6) projetado para colocar o dito tambor (4) em rotação em torno do dito eixo (A), caracterizada pelo fato de que a dita máquina compreende um dispositivo (9) para estimar o momento de inércia (J_e) da dita unidade rotativa (7), o dito dispositivo compreendendo:

- meio de memória (10) contendo um ou mais parâmetros lineares ($K_i(\omega_i)$), cada um dos quais é associado com uma velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida correspondente do dito tambor (4) que tem um valor menor que um limiar de velocidade de aderência (ω_a) correspondente a uma velocidade mínima na qual a roupa a lavar permanece completamente aderida na parede interna do dito tambor (4) de maneira a formar com o próprio tambor (4) um único corpo;

- meio de controle projetado para rotacionar o dito tambor (4) contendo a roupa a lavar de uma maneira tal a atingir pelo menos uma das ditas velocidades de rotação (ω_i) pré-estabelecidas;

- meio de detecção projetado para detectar, para cada dita velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida, o valor do torque total (T_i) provido à unidade rotativa (7) mais a roupa a lavar contida no tambor (4);

- meio de cálculo (11) projetado para implementar uma

combinação linear dos ditos torques (T_i) usando os ditos parâmetros lineares (K_i) para estimar o momento de inércia (J_e) total da unidade rotativa (7) mais a roupa a lavar contida no tambor correspondente (4).

10. Máquina, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que o dito parâmetro linear (K_i) corresponde a um valor numérico correlacionado com o momento de inércia (J_e) e o torque (T_i) da unidade rotativa (7) em uma condição na qual o dito tambor (4) gira na dita velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida.

11. Máquina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 ou 10, caracterizada pelo fato de que o dito parâmetro linear (K_i) corresponde a um valor numérico correlacionado com a razão entre o momento de inércia (J_e) e o torque (T_i) da unidade rotativa (7) em uma condição na qual o dito tambor (4) gira na dita velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida.

12. Máquina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, caracterizada pelo fato de que a dita combinação linear para o cálculo dos ditos momentos de inércia (J_e) não compreende a velocidade de rotação (ω_i) do dito tambor (4).

13. Máquina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 12, caracterizada pelo fato de que a dita combinação linear compreende a seguinte relação:

$$J_E = \sum_{i=1}^N K_i(\omega_i) \cdot T_i(\omega_i)$$

onde $K_i(\omega_i)$ e $T_i(\omega_i)$ são, respectivamente, os parâmetros lineares e os torques detectados nas velocidades de rotação (ω_i) pré-estabelecidas.

14. Máquina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 13, caracterizada pelo fato de que o dito meio de controle é projetado para controlar a rotação do dito tambor (4) de acordo com um perfil de velocidade

substancialmente em escada, no qual cada degrau da escada corresponde a uma respectiva velocidade de rotação (ω_i) pré-estabelecida.

15. Máquina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 14, caracterizada pelo fato de que o dito meio de controle é projetado para controlar a rotação do dito tambor (4) de acordo com um perfil de elevação de velocidade substancialmente contínuo.

16. Máquina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 15, caracterizada pelo fato de que o dito dispositivo (9) compreende meio (12) projetado para estimar o peso da roupa a lavar (B) contida no dito tambor em função do momento de inércia (J_e).

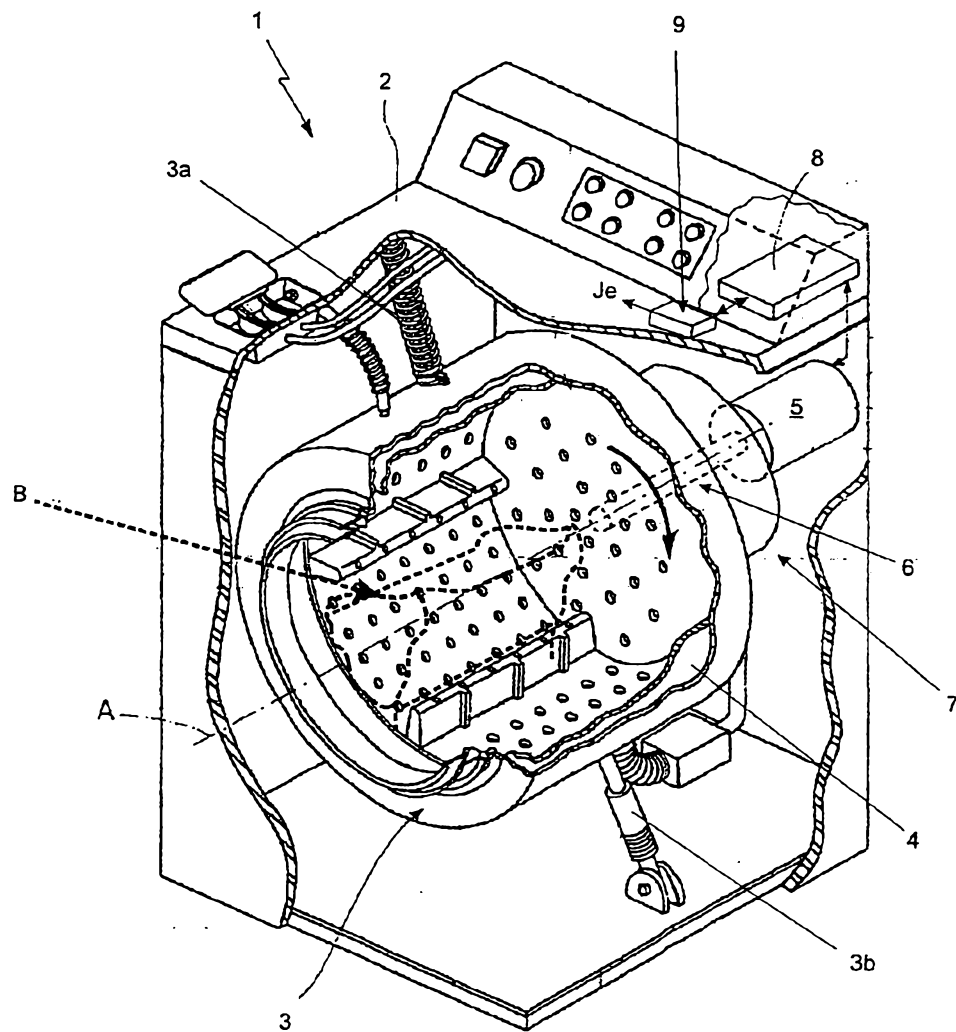


Fig. 1

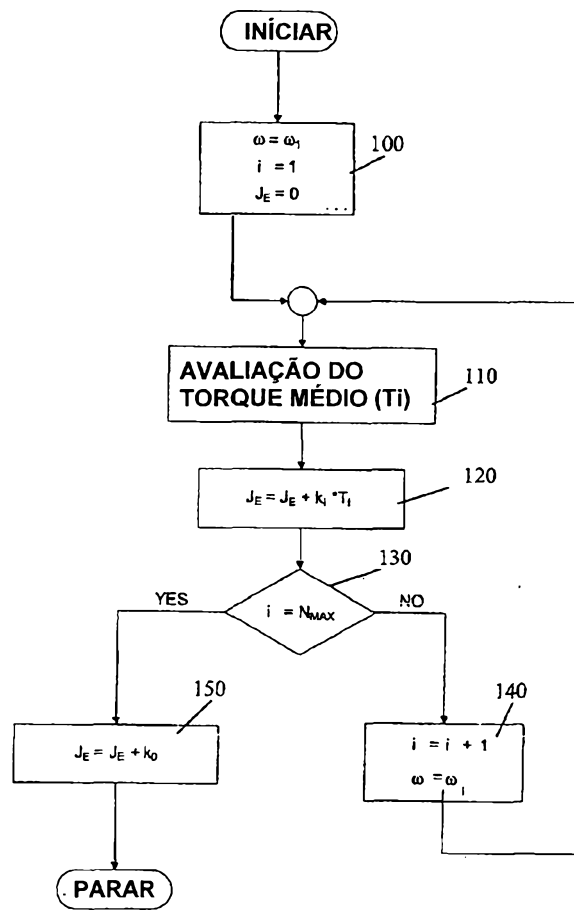


Fig. 2

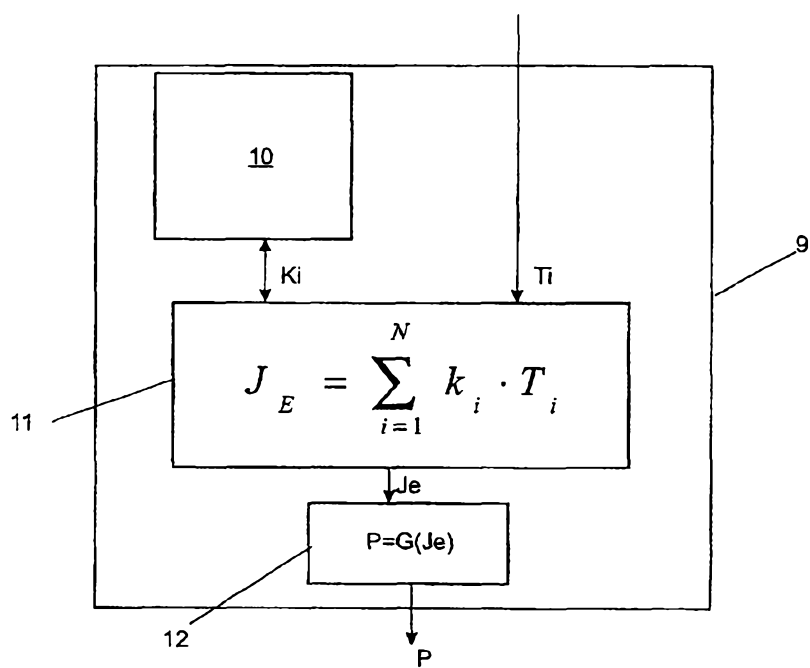


Fig. 3

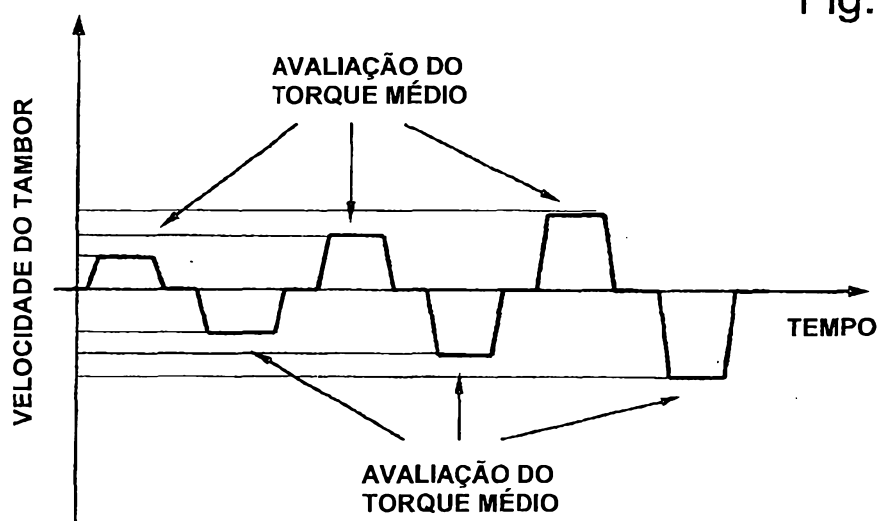


Fig. 4