

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

(21) PI 1001475-6 A2

(22) Data de Depósito: 22/04/2010

(43) Data da Publicação: 27/01/2015
(RPI 2299)



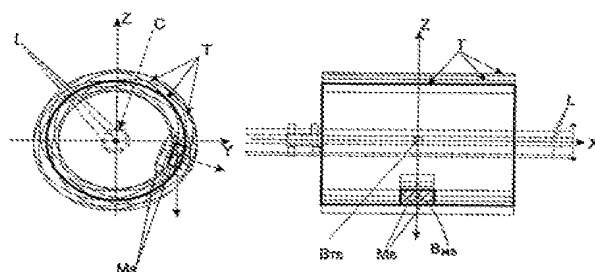
(54) Título: MÁQUINA DE LAVANDERIA COM UM DISPOSITIVO ELETRÔNICO PARA DETECTAR O MOVIMENTO DO CONJUNTO DE LAVAR DEVIDO AO DESEQUILÍBRIO DINÂMICO DO CONJUNTO DE TAMBOR DE LAVANDERIA E MÉTODO DE OPERAÇÃO RELATIVO

(51) Int.Cl.: D06F33/02; D06F25/00; D06F23/00; D06F23/02; D06F58/20; D06F21/02

(73) Titular(es): Electrolux Home Products Corporation N.V.

(72) Inventor(es): Fabio Altinier, Marco Giovagnoni, Terenzio Giroto

(57) Resumo: MÁQUINA DE LAVANDERIA COM UM DISPOSITIVO ELETRÔNICO PARA DETECTAR O MOVIMENTO DO CONJUNTO DE LAVAR DEVIDO AO DESEQUILÍBRIO DINÂMICO DO CONJUNTO E TAMBOR DE LAVANDERIA E MÉTODO DE OPERAÇÃO RELATIVO. A presente invenção refere-se a um método para detectar o movimento do conjunto de lavar (3) de uma máquina de lavanderia (1) devido ao desequilíbrio dinâmico do conjunto de tambor de lavanderia (6), o qual compreende as etapas de: aumentar a velocidade de rotação (w) de um tambor de lavanderia (6) até uma primeira velocidade de rotação (W_{DIST}), determinar um primeiro parâmetro (TFRICÇÃO, AHFREF) relacionado ao padrão de tempo dos valores de uma função de desequilíbrio $A = T - Jdw/dt$, aumentar a velocidade de rotação (w) do tambor de lavanderia (6) de um valor predeterminado (Δw) determinando, em cada aumento (Δw) na velocidade de rotação (w), um segundo parâmetro (ALF, AHF) relacionado ao padrão de tempo dos valores da função de desequilíbrio $A = T - Jdw/dt$ filtrados à frequência de filtragem predeterminada (LF, HF), e calcular a diferença ($TdYnLF$, $TdYnHF$) entre o segundo parâmetro (ALF, AHF) e o primeiro parâmetro (TFRICÇÃO, AHFREF).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÁQUINA DE LAVANDERIA COM UM DISPOSITIVO ELETRÔNICO PARA DETECTAR O MOVIMENTO DO CONJUNTO DE LAVAR DEVIDO AO DESEQUILÍBRIO DINÂMICO DO CONJUNTO DE TAMBOR DE LAVANDERIA, E MÉTODO DE OPERAÇÃO RELATIVO"**.

A presente invenção refere-se a uma máquina de lavanderia com um dispositivo eletrônico para detectar o movimento do conjunto de lavar devido ao desequilíbrio dinâmico do conjunto de tambor de lavanderia, além de ao método de operação relativo.

Mais especificamente, a presente invenção refere-se a uma máquina de lavanderia caseira ou a uma combinação de máquina de lavanderia-secadora equipada com um dispositivo para avaliar um parâmetro de desequilíbrio dinâmico relacionado ao torque e velocidade que agem no conjunto de lavar da máquina como resultado de efeitos do desequilíbrio dinâmico e para, conseqüentemente, ativar ou não o estágio de rotação, à qual a descrição que se segue refere-se puramente a título de exemplo.

Máquinas de lavanderia caseiras são conhecidas por compreender uma carcaça, um conjunto de lavanderia que compreende um recipiente cilíndrico conectado de forma flutuante à carcaça por dispositivos de suspensão, e um tambor de lavanderia montado dentro do recipiente para girar livremente em torno de um eixo geométrico longitudinal de rotação dentro do recipiente.

É importante ressaltar que o termo "conjunto de tambor de lavanderia" visa significar o conjunto que compreende o tambor de lavanderia, a lavanderia disposta dentro do tambor para lavanderia, além de todas as peças rotativas do sistema de transmissão usado para imprimir o movimento de rotação ao tambor de lavanderia, quer dizer, polias, eixos de transmissão, e o rotor do motor elétrico.

Além disso, máquinas de lavanderias caseiras compreendem dispositivos eletrônicos de controle para medir um parâmetro físico relacionado ao desequilíbrio do conjunto de tambor de lavanderia causado pela distribuição aleatória da lavanderia dentro do tambor de lavanderia do com-

junto de lavar, e, conseqüentemente, determinar o desequilíbrio total potencialmente crítico do conjunto de tambor de lavanderia.

O principal objetivo de tais dispositivos é obter uma velocidade de rotação predeterminada do tambor de lavanderia dentro do conjunto de lavar sem produzir desequilíbrio do conjunto de tambor de lavanderia além de um limite máximo permitido, o que coloca vários problemas na máquina, tais como: colisão do conjunto de lavar com a carcaça da máquina, e/ou uma grave vibração que resulta em alto nível de ruído, e/ou deformação parcial do tambor de lavanderia, e/ou estresse mecânico dos componentes de suporte do tambor, isto é, mancais, amortecedores, molas, dentro do conjunto de lavar.

O desequilíbrio do conjunto de tambor de lavanderia de uma máquina de lavanderia causada pela distribuição aleatória da lavanderia dentro do tambor de lavanderia pode ser caracteristicamente dividido em dois componentes de desequilíbrio, cada um deles associado a um respectivo padrão de distribuição de lavanderia dentro do tambor de lavanderia, e a uma rotação determinada do tambor de lavanderia causada pelo padrão de distribuição.

De forma mais específica, representa-se um primeiro componente de desequilíbrio teórico - conhecido como desequilíbrio estático, mostrado no exemplo da Figura 1 - por um primeiro padrão de distribuição de massa estática M_S , no qual essa massa estática M_S se concentra em um ponto na parede interna de um tambor de lavanderia T.

Mais especificamente, no primeiro padrão de distribuição, a massa M_S se localiza dentro do tambor de lavanderia T com o seu baricentro B_{MS} alinhado verticalmente ao baricentro B_{TS} do conjunto de lavanderia, sendo que, quando o tambor de lavanderia gira, o primeiro padrão de distribuição teórico de massa estática M_S produz uma rotação caracteristicamente cilíndrica C (mostrada pela linha de traço) do eixo geométrico longitudinal L do tambor de lavanderia T em relação à sua posição de descanso. Em outras palavras, o componente cilíndrico de rotação do eixo geométrico longitudinal L do tambor de lavanderia T se associa principalmente ao componente "desequilíbrio estático" da lavanderia.

O segundo componente de desequilíbrio - conhecido como "desequilíbrio dinâmico" (mostrado esquematicamente na Figura 2) - se associa ao segundo padrão de distribuição de lavanderia representado por duas massas M_{AD} e M_{PD} , que são iguais em peso, e se localizam opostas uma à outra em relação a um eixo geométrico vertical através do baricentro B_{TD} do conjunto de lavar, sendo que, quando o tambor de lavanderia gira, o padrão de distribuição das duas massas M_{AD} e M_{PD} produz uma rotação caracteristicamente cônica do eixo geométrico longitudinal L em relação à sua posição de descanso. Neste caso, a projeção da rotação do eixo geométrico longitudinal L em um plano perpendicular ao eixo geométrico longitudinal L em condições de não-rotação define-se por uma elipse E (mostrada por uma linha de traço na Figura 2).

Em outras palavras, o componente cônico de rotação do eixo geométrico longitudinal L do tambor de lavanderia T em relação à sua posição de descanso se associa principalmente ao componente "desequilíbrio dinâmico" da lavanderia.

Embora eficientes, os dispositivos de controle conhecidos têm a imensa desvantagem de determinar o desequilíbrio do conjunto de tambor de lavanderia somente com base no "desequilíbrio estático" conforme acima descrito, isto é, somente associado ao "componente cilíndrico" de rotação do eixo geométrico longitudinal do conjunto de tambor de lavanderia (Figura 1), além de falhar ao determinar o "desequilíbrio dinâmico", isto é, o componente de desequilíbrio "cônico" (Figura 2).

Os dispositivos de controle conhecidos, na realidade, determinam o desequilíbrio do conjunto de tambor de lavanderia processando a flutuação na velocidade ou torque que age no conjunto de lavar e que se transmite por seu motor de acionamento elétrico a fim de regular a velocidade de rotação. A flutuação na velocidade ou torque, no entanto, relaciona-se principalmente ao desequilíbrio estático, e não proporciona informação utilizável concernente ao desequilíbrio dinâmico, que, sendo gerado por um padrão de distribuição definido por duas massas opostas de igual peso, cria uma fraca flutuação na velocidade ou torque transmitido ao conjunto de tambor de lavanderia pelo motor elétrico e, em consequência, não pode ser de-

terminado ao se empregar dispositivos de controle do tipo acima descrito conhecidos.

Constitui um objetivo da presente invenção, então, proporcionar uma máquina de lavanderia equipada com um dispositivo para detectar o movimento do conjunto de lavar devido ao desequilíbrio "dinâmico" de um conjunto de tambor de lavanderia, de modo a evitar que a velocidade de rotação seja alcançada quando um desequilíbrio "dinâmico" excede a um determinado limite que coloca em risco a máquina de lavanderia.

De acordo com a presente invenção, proporciona-se um método de operação de uma máquina de lavanderia, de acordo com a reivindicação 1, sendo de preferência, embora não necessariamente, de acordo com qualquer uma das reivindicações que dependem direta ou indiretamente da reivindicação 1.

De acordo com a presente invenção, também se proporciona uma máquina de lavanderia de acordo com a reivindicação 8, sendo de preferência, mas não necessariamente, de acordo com qualquer uma das reivindicações que dependem direta ou indiretamente da reivindicação 8.

De acordo com a presente invenção, proporciona-se também um dispositivo de controle eletrônico para detectar o movimento do conjunto de lavar devido ao desequilíbrio dinâmico de uma montagem de tambor de lavanderia de uma máquina de lavanderia, de acordo com a reivindicação 9.

De acordo com a presente invenção, proporciona-se também um produto de software carregável em uma memória de meio de processamento, de acordo com a reivindicação 10.

Será descrita uma modalidade não limitativa da presente invenção a título de exemplo, tomando como referência os desenhos anexados, nos quais:

a Figura 1 mostra, de forma esquemática, um desequilíbrio estático dentro de um conjunto de tambor de lavanderia de uma máquina de lavanderia, assim como o movimento cônico do eixo geométrico longitudinal do tambor de lavanderia criado quando o tambor para lavanderia gira,

a Figura 2 mostra, de forma esquemática, um desequilíbrio di-

nâmico dentro do conjunto de tambor de lavanderia de uma máquina de lavanderia, e o movimento cônico do eixo geométrico longitudinal de um tambor de lavanderia criado quando o tambor de lavanderia gira,

5 a Figura 3 mostra um esquema, com peças em corte e peças removidas para clareza, de uma máquina de lavanderia de acordo com os ensinamentos da presente invenção,

a Figura 4 mostra um fluxograma de operação do método de operar a máquina de lavanderia da Figura 3,

10 a Figura 5 mostra um gráfico de tempo da função de desequilíbrio de baixa frequência e alta frequência filtradas A,

a Figura 6 mostra um fluxograma de operação de uma variação do método de operação da máquina de lavanderia da Figura 3.

Com referência à Figura 3, o número 1 em geral indica uma máquina de lavanderia que compreende de preferência, embora não necessariamente, uma carcaça em formato de paralelepípedo 2, além de um conjunto de lavanderia 3, que por sua vez compreende de preferência, embora não necessariamente, um recipiente cilíndrico 4 conectado de forma flutuante à carcaça 2 por intermédio de dispositivos de suspensão 5, além de um tambor de lavanderia 6 montado dentro do tudo 4 para girar livremente em torno do eixo geométrico longitudinal de rotação L.

20 O tambor de lavanderia 6 tem uma abertura frontal 7 fechada seletivamente por uma porta (não mostrada) articulada à carcaça 2, sendo que o conjunto de lavar 3 compreende um motor elétrico 8 que se conecta mecanicamente ao tambor de lavanderia 6 através de um sistema de transmissão para girar o tambor de lavanderia 6, mediante comando, em torno do eixo geométrico longitudinal de rotação L dentro do recipiente 4.

25 É importante ressaltar que o termo "conjunto de tambor para lavanderia" 15 visa significar o conjunto que compreende o tambor de lavanderia 6, a lavanderia 16 localizada dentro do tambor de lavanderia 6, e todas as peças rotativas de um sistema de transmissão empregado para imprimir o movimento de rotação ao tambor de lavanderia 6, os quais compreendem eixos de transmissão 18 e o rotor 19 do motor elétrico 8 (Figura 3).

A máquina de lavanderia 1 também compreende um dispositivo de controle 9 para detectar o movimento do conjunto de lavar 3 devido ao desequilíbrio dinâmico do conjunto de tambor de lavanderia 15 e que compreende um bloco regulador 10 para regular a velocidade de rotação, ω transmitida ao tambor de lavanderia pelo motor elétrico 8, um bloco medidor 11 para medir o torque T transmitido ao conjunto de tambor de lavanderia 15 por um motor elétrico 8, além de um bloco medidor 12 para medir o momento total de inércia J do conjunto de tambor de lavanderia 15.

O bloco regulador de velocidade de rotação 10, o bloco medidor de torque T , e o bloco medidor de inércia J são conhecidos e, portanto, não descritos em detalhe, exceto para explicar que o bloco medidor 12 mede a inércia J como uma função de torque T e da velocidade de rotação ω transmitida ao tambor de lavanderia 9 pelo motor elétrico 8.

O dispositivo de controle 9 também compreende um bloco de processamento e controle 14, que proporciona a execução do método de detectar o movimento do conjunto de lavar 3 devido ao desequilíbrio dinâmico do conjunto de tambor de lavanderia 15 conforme descrito em detalhe a seguir.

Em primeiro lugar, deve ser ressaltado que o desequilíbrio dinâmico do conjunto de tambor de lavanderia 15 (mostrado na Figura 2) cria um incremento em torque que pode ser descrito matematicamente pelas fórmulas matemáticas que se seguem, assumindo que o movimento é cônico com uma seção transversal elíptica:

$$1) \quad \begin{aligned} \theta_y &= \theta_{y0} \cos(\omega t + \pi/2 + \phi) \\ \theta_z &= \theta_{z0} \cos(\omega t + \phi) \end{aligned}$$

$$2) \quad \begin{aligned} T_y &= \omega^2 \cdot d \cdot \cos(\omega t + \delta) \\ T_z &= \omega^2 \cdot d \cdot \cos(\omega t - \pi/2 + \delta) \end{aligned}$$

$$3) \quad T_{dyn} = \frac{(\theta_{y0} + \theta_{z0})}{2} \cdot \omega^2 \cdot d \cdot \cos(\phi - \delta) + \frac{(\theta_{z0} - \theta_{y0})}{2} \cdot \omega^2 \cdot d \cdot \cos(2\omega t + \phi + \delta)$$

$$4) \quad T_{dyn} = T_{dynLF} + T_{dynHF}$$

em que d é o desequilíbrio dinâmico total da carga de lavanderia ($d = mRB$, m é a massa dinâmica M_{AD} ou M_{PD} , R é o raio do tambor de lavanderia, e b é o braço entre as duas massas dinâmicas M_{AD} e M_{PD}).

O primeiro conjunto de fórmulas 1) define as rotações θ_y e θ_z do conjunto de lavar, medidas nos principais eixos geométricos da seção transversal elíptica do cone de movimento (Figura 2).

O segundo conjunto de fórmulas 2) define os componentes T_y e T_z do torque centrífugo criado pelo desequilíbrio dinâmico, medidos nos mesmos eixos geométricos principais da elipse.

O ângulo de fase ϕ representa a mudança de fase de rotações em relação ao torque centrífugo: o ângulo de fase ϕ define a relação de fase da saída (rotações do conjunto de lavar) em relação à entrada (o torque de rotação devido ao desequilíbrio dinâmico da carga).

O ângulo δ define a posição angular do vetor do torque centrífugo em relação ao quadro de rotação de referência com o tambor.

A terceira fórmula 3) define o torque adicional que age no tambor de lavanderia 6 devido ao desequilíbrio dinâmico. Na presente descrição, o torque adicional é chamado de "torque dinâmico" T_{dyn} . A terceira fórmula 3) consiste em dois termos conforme indicados na fórmula 4): um termo quase-estático T_{dynLF} e um termo segundo-harmônico T_{dynHF} , ambos dependendo do valor do desequilíbrio dinâmico e do quadrado da velocidade de rotação.

O termo quase-estático T_{dynLF} depende de $1/2 \cdot (\theta_{y0} + \theta_{z0})$ que é o valor médio dos ângulos de trompa do cone de movimento. O termo quase-estático T_{dynLF} é, em consequência, relacionado com o movimento cônico do conjunto de lavar 3.

O valor absoluto da parte quase-estática do torque dinâmico T_{dynLF} cresce até um valor máximo ao passar através de ressonâncias do conjunto de lavar que mostra movimentos cônicos do conjunto de tambor de lavanderia. Este valor máximo relaciona-se tanto com o desequilíbrio dinâmico quanto com a amplitude de movimento: grandes valores máximos correspondem a grandes desequilíbrios dinâmicos e a grandes cones de movimento (e vice-versa). Ao passar através de ressonâncias, a parte quase-

estática da saída de torque pelo motor elétrico necessariamente crescerá para contrabalançar o termo quase-estático do torque dinâmico, que é um torque de freio negativo: isto fisicamente significa que uma energia maior será dissipada nos amortecedores devido à maior amplitude no movimento cônico do conjunto de lavar 3.

O termo de segundo-harmônico da fórmula 3) depende de $1/2.(\theta_{z0} - \theta_{y0})$ que se relaciona ao formato do movimento cônico: se este valor for zero, a seção transversal do cone é um círculo.

A fórmula 3) esclarece que não é possível ter uma medida do 10
desequilíbrio dinâmico em unidades de $\text{Kg} \cdot \text{m}^2$, porque ambos os termos T_{dynLF} e T_{dynHF} dependem do produto do desequilíbrio dinâmico por uma função de amplitude de rotação ($1/2.(\theta_{y0} + \theta_{z0})$ e $1/2.(\theta_{z0} - \theta_{y0})$) e não apenas de uma delas. Contudo, aumentando-se a velocidade da lavadora, apenas se o valor absoluto do termo T_{dynLF} (ou termo T_{dynHF}) for menor do que um determinado limite pode-se evitar um desequilíbrio dinâmico excessivo na fase de 15
rotação.

A presente invenção baseia-se no fato de que é possível detectar os efeitos do desequilíbrio dinâmico em termos de movimento do conjunto de lavar 3 lendo-se as saídas de sinais de velocidade e torque pelo motor. 20
Se o movimento do conjunto de lavar é sentido a partir dos sinais de velocidade e torque de motor, o desequilíbrio dinâmico pode ser mantido sob controle. Na realidade, se o conjunto de lavar é fixado como para transporte, este procedimento não pode funcionar porque todos os movimentos do conjunto são inibidos.

25 A pesquisa mostra que um aumento gradual na velocidade de rotação ω do tambor de lavanderia 6 dentro de uma faixa de velocidade de ressonância D_{FR} do conjunto de lavar 3 cria um aumento na amplitude de um componente A_{LF} , a uma baixa frequência LF, de uma função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$.

30 Mais especificamente, a pesquisa mostra a amplitude do componente de baixa frequência A_{LF} , depurada de um valor associado ao torque de fricção $T_{\text{FRICÇÃO}}$ ao qual o conjunto de tambor de lavanderia 15 se subme-

te quando gira o tambor de lavanderia, a ser relacionado ao componente quase-estático T_{dynLF} do torque de desequilíbrio dinâmico T_{dyn} acima descrito.

No caso em questão, o aumento na amplitude do componente A_{LF} na baixa frequência LF da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ dentro da
 5 faixa de frequência de ressonância D_{FR} , depurada do torque de fricção T_{FRIC-}
 çÃO do conjunto de tambor de lavanderia 15, é relacionado ao componente
 quase-estático T_{dynLF} de torque T_{dyn} ao qual o conjunto de tambor de lavande-
 ria 15 se submete como resultado de efeitos do desequilíbrio dinâmico.

Deve ser ressaltado que "baixa frequência" visa significar uma
 10 frequência muito mais baixa em relação à frequência de rotação do conjunto
 de tambor de lavanderia 15. Por exemplo, uma velocidade de 120 rpm (120
 rotações por minuto) do conjunto de tambor de lavanderia 15 corresponde à
 frequência de 2 Hz sendo que a baixa frequência LF situa-se entre 0 Hz até
 alguns décimos de Hz.

Com referência ao fluxograma da Figura 4, o método executado
 pelo bloco processador 14 proporciona em primeiro lugar o aumento da velo-
 cidade de rotação ω do tambor de lavanderia 6 gradualmente até uma veloci-
 dade de rotação ω_{DIST} que corresponde à velocidade de rotação mínima do
 tambor de lavanderia 6 na qual a lavanderia adere completamente à parede
 20 interna do tambor de lavanderia 6 em um padrão de distribuição aleatório fixa-
 do. Deve ser ressaltado que a velocidade de rotação ω_{DIST} representa a velo-
 cidade de rotação mínima na qual a lavanderia mantém um padrão de distri-
 buição fixado dentro do tambor de lavanderia 6 (bloco 100). No caso em ques-
 tão, a velocidade de rotação ω_{DIST} deve ser aproximadamente de 110 rpm.

Uma vez obtido o padrão de distribuição de lavanderia fixado
 25 dentro do tambor de lavanderia 6, mantém-se constante a velocidade de ro-
 tação ω_{DIST} por um determinado intervalo de tempo $dt1$, durante o qual o mé-
 todo processa a função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ (bloco 110).

Neste estágio, o método filtra o componente da função de dese-
 30 quilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ que tem uma baixa frequência LF, para determinar a
 amplitude do componente de baixa frequência A_{LF} (bloco 120).

Deve ser ressaltado que, uma vez alcançada a velocidade de

rotação ω_{DIST} , a aceleração angular do tambor de lavanderia é praticamente zero, assim o torque T transmitido ao conjunto de tambor de lavanderia 15 pelo motor elétrico 8 praticamente iguala o torque T exigido para superar a fricção à qual se submete o conjunto de tambor de lavanderia 15 quando
 5 gira o tambor de lavanderia 6, sendo aplicada a seguinte equação: $T_{FRICÇÃO} = A_{LF}$. O torque de fricção $T_{FRICÇÃO}$, na realidade, iguala a amplitude do componente A_{LF} na baixa frequência LF da função de desequilíbrio A (bloco 130) (Figura 5).

Neste ponto, o bloco regulador 10 aumenta repetidamente a velocidade de rotação ω de um valor predeterminado $\Delta\omega$ (bloco 140) para gradualmente cobrir uma faixa de velocidade de rotação predeterminada D_{FR} de tambor de lavanderia 6, dentro da qual ocorre a ressonância de conjunto de lavar 3. A faixa de velocidade de rotação de ressonância D_{FR} pode variar entre uma velocidade de rotação mínima ω_{Rmin} de aproximadamente 120 rpm e uma
 15 velocidade de rotação máxima ω_{RMAX} de aproximadamente 250 rpm.

A cada aumento $\Delta\omega$, o método determina (bloco 150) se a velocidade de rotação corrente ω está abaixo de uma velocidade de rotação máxima ω_{DYN} , que é um valor predeterminado mais alto ou igual a aproximadamente ω_{RMAX} .

Se a velocidade de rotação corrente ω está abaixo da velocidade de rotação máxima predeterminada ω_{DYN} (saída SIM do bloco 150), o método executa em sequência as seguintes etapas: calcula a função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ a intervalos de tempo predeterminados (bloco 160), filtra o componente A_{LF} em baixa frequência LF da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ (bloco 170), e determina um parâmetro de desequilíbrio dinâmico que corresponde ao componente quase-estático Y_{dynLF} do torque de desequilíbrio dinâmico T_{dyn} (bloco 180) de acordo com a equação:

$$T_{dynLF} = A_{LF} - T_{FRICÇÃO}$$

Neste ponto, o bloco processador 14 (bloco 190) determina se a amplitude do parâmetro de desequilíbrio dinâmico, isto é, o componente quase-estático T_{dynLF} está abaixo de um limite predeterminado $T_{dynLFMAX}$, o qual, no caso em questão, está associado a uma condição de desequilíbrio

dinâmico perigoso inaceitável do conjunto de tambor de lavanderia 15 e, em consequência, um movimento inaceitável do conjunto de lavar 3. Se o parâmetro de desequilíbrio dinâmico, isto é, o componente quase-estático T_{dynLF} , está abaixo do limite predeterminado $T_{dynLFMAX}$, (saída SIM do bloco 190), o bloco processador 14 determina uma condição de desequilíbrio dinâmico aceitável e um movimento aceitável do conjunto de lavar 3, aumenta novamente a velocidade de rotação ω de um valor predeterminado $\Delta\omega$ (bloco 140), e repete os controles executados nos blocos 150, 160, 170, 180 e 190 conforme acima descrito.

De forma inversa, se o parâmetro de desequilíbrio dinâmico, isto é, o componente quase-estático T_{dynLF} excede o limite predeterminado $T_{dynLFMAX}$, (saída NÃO do bloco 190), o bloco processador 14 determina uma condição de desequilíbrio dinâmico perigoso inaceitável e, em consequência, um movimento inaceitável do conjunto de lavar 3, comanda o bloco de regulação 10 para reduzir imediatamente a velocidade de rotação ω a fim de obter uma redistribuição aleatória da lavanderia dentro do tambor de lavanderia 6, e, uma vez redistribuída a lavanderia, novamente executa o método de controle descrito acima.

O controle de desequilíbrio dinâmico termina quando a velocidade de rotação ω do tambor de lavanderia 6 alcança uma velocidade de rotação máxima predeterminada ω_{DYN} (saída NÃO do bloco 150) que corresponde, por exemplo, a ω_{RMAX} .

Na situação em que nenhuma condição de desequilíbrio dinâmico inaceitável é detectada sobre toda a faixa de ressonância D_{FR} , o método autoriza o estágio de rotação, e aumenta a velocidade de rotação ω para a velocidade de rotação de ciclo de lavagem $\omega_{ROTAÇÃO}$.

A máquina de lavar 1 descrita acima tem a vantagem principal de determinar de forma específica a presença do componente dinâmico de desequilíbrio do conjunto de tambor de lavanderia quando o tambor de lavanderia gira, e, assim, reduzir significativamente o risco de o conjunto de lavar colidir com a carcaça da máquina no estágio de rotação.

Evidentemente, podem ser feitas modificações na máquina de

lavanderia e no método de operação conforme descritos e ilustrados neste documento sem, contudo, se apartarem do escopo da presente invenção, conforme definido nas reivindicações anexadas.

Mais especificamente, na variação da Figura 6, o método executado pelo bloco processador 14 detecta a presença do componente de desequilíbrio dinâmico como uma função do componente T_{dynHF} que corresponde ao segundo harmônico do torque de desequilíbrio dinâmico T_{dyn} , como oposto ao componente quase-estático T_{dynLF} acima descrito.

Mais especificamente, a pesquisa mostra que, em condições de ressonância do conjunto de lavar 3, a amplitude do componente A_{HF} em alta frequência HF da função de desequilíbrio A experimenta um aumento ΔA_{HF} em relação a um valor de referência A_{HFREF} da amplitude de componente A_{HF} medido em condições de não ressonância do conjunto de lavar 3 e a uma velocidade de rotação constante. Mais especificamente, o aumento ΔA_{HF} em amplitude é relacionado ao segundo harmônico T_{dynHF} do torque de desequilíbrio dinâmico T_{dyn} acima descrito.

No caso em questão, o aumento na amplitude do componente A_{HF} em alta frequência HF da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ na faixa de frequência de ressonância D_{FR} , depurada do seu valor de referência inicial A_{HFREF} , relaciona-se com o segundo harmônico T_{dynHF} do torque T_{dyn} ao qual o conjunto de tambor de lavanderia 15 se submete como resultado de efeitos do desequilíbrio dinâmico.

Deve ser ressaltado que "alta frequência" visa significar uma frequência igual a duas vezes a frequência de rotação do conjunto de tambor de lavanderia 15. Por exemplo, uma velocidade de rotação de 240 rpm corresponde a uma frequência de rotação de 4 Hz, assim, a alta frequência para calcular o segundo harmônico T_{dynHF} é aproximadamente 8 Hz.

Com referência ao fluxograma da Figura 6, o método executado pelo bloco processador 14 proporciona em primeiro lugar o aumento da velocidade de rotação ω do conjunto de tambor de lavanderia 15 gradualmente até uma velocidade de rotação ω_{DIST} que corresponde à mínima velocidade de rotação do conjunto de tambor de lavanderia 15 que produz uma distribu-

ição fixada da lavanderia dentro do tambor de lavanderia 6 (bloco 200).

Uma vez obtida a distribuição de lavanderia fixada na parede interna do tambor de lavanderia 6, mantém-se constante a velocidade de rotação ω para um determinado intervalo de tempo dt_1 , durante o qual o método
5 processa a função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ (bloco 210) (Figura 5).

Neste estágio, o método filtra o componente A_{HF} da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ que tem uma frequência igual à alta frequência predeterminada HF (bloco 220).

Neste ponto, o método atribui o componente filtrado A_{HF} ao valor
10 de referência A_{HFREF} (bloco 230). Com referência à Figura 5, deve ser ressaltado que o valor A_{HFREF} corresponde à máxima amplitude, isto é, a oscilação entre picos, do componente A_{HF} da função de desequilíbrio A que tem uma frequência igual à alta frequência predeterminada HF.

Neste ponto, o bloco regulador 10 aumenta repetidamente a ve-
15 locidade de rotação ω de um valor predeterminado $\Delta\omega$ (bloco 240) dentro da faixa de velocidade de rotação predeterminada D_{FR} do tambor de lavanderia 6 no qual ocorre a ressonância do conjunto de lavar 3.

A cada aumento $\Delta\omega$, o método determina (bloco 250) se a velocidade de rotação corrente ω está abaixo da velocidade de rotação máxima
20 predeterminada ω_{DYN} .

Se a velocidade de rotação corrente ω está abaixo da velocidade de rotação máxima predeterminada ω_{DYN} (saída SIM do bloco 250), o método executa em sequência as seguintes etapas: calcula a função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ a intervalos de tempo predeterminados (bloco 260), e
25 filtra o componente A_{HF} da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ que tem uma frequência igual à alta frequência predeterminada HF (bloco 270). Deve ser ressaltado que o componente A_{HF} representa a amplitude entre picos das oscilações de A_{HF} durante a ressonância.

Neste ponto, o bloco processador 14 determina um parâmetro
30 de desequilíbrio dinâmico, isto é, o componente T_{dynHF} , de acordo com a equação:

$$T_{dynHF} = A_{HF} - A_{HFREF}$$

O bloco processador 14 determina (bloco 290) se o componente T_{dynHF} está abaixo de um limite de desequilíbrio máximo predeterminado $T_{dynHFMAX}$ que, no caso em questão, se associa a uma condição de desequilíbrio dinâmico perigoso inaceitável e, em consequência, um movimento inaceitável do conjunto de lavar 3.

Se o parâmetro de desequilíbrio máximo, isto é, o componente T_{dynHF} está abaixo do limite de desequilíbrio dinâmico máximo predeterminado $T_{dynHFMAX}$ (saída SIM do bloco 290), o bloco processador 14 determina uma condição de desequilíbrio dinâmico aceitável e, em consequência, um movimento aceitável do conjunto de lavar 3, novamente aumenta a velocidade de rotação ω de um valor predeterminado $\Delta\omega$ (bloco 240), e repete os controles executados nos blocos 250 - 260 - 270 - 280 - 290.

De modo inverso, se o componente T_{dynHF} excede o limite predeterminado $T_{dynHFMAX}$, (saída NÃO do bloco 290), o bloco processador 14 determina uma condição de desequilíbrio dinâmico perigosa inaceitável e, em consequência, um movimento inaceitável do conjunto de lavar 3, comanda o bloco regulador 10 para imediatamente reduzir a velocidade de rotação ω a fim de obter uma redistribuição aleatória da lavanderia dentro do tambor de lavanderia 6, e repete as etapas de controle dos blocos de 200 até 290 descritas acima.

O controle de desequilíbrio dinâmico termina quando a velocidade de rotação ω do tambor de lavanderia 6 alcança a velocidade de rotação máxima predeterminada ω_{DYN} (saída NÃO do bloco 250). No caso, o método, tendo detectado nenhuma condição de desequilíbrio dinâmico inaceitável quando aumenta a velocidade de rotação sobre a faixa de velocidade de rotação de ressonância D_{FR} , autoriza o estágio de rotação, e aumenta a velocidade de rotação ω para a velocidade de rotação ω_{DYN} .

O método no fluxograma da Figura 4 e/ou a variação da Figura 6 pode, obviamente, ser codificado por intermédio de um produto de software carregável em uma memória (não mostrada), de preferência no bloco processador 14, e projetado, em uso, para executar um ou ambos os métodos de operação.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de detectar o movimento de um conjunto de lavar devido ao desequilíbrio dinâmico do conjunto de tambor de lavanderia em uma máquina de lavanderia (1) que compreende uma carcaça (2) e o conjunto de lavar (3) o qual compreende um recipiente (4) conectado de forma flutuante à dita carcaça (2) e ao conjunto de tambor de lavanderia (15), o dito conjunto de tambor de lavanderia (15) compreendendo um tambor de lavanderia (6) montado para girar livremente em torno de um eixo geométrico longitudinal de rotação (L) dentro do dito recipiente (4) e meios (8,18) para girar o dito tambor de lavanderia (6) em torno do dito eixo geométrico de rotação(L),
- o dito método sendo caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:
- a) aumentar a velocidade de rotação (ω) do dito tambor de lavanderia (6) até uma primeira velocidade de rotação (ω_{DIST}) na qual a lavanderia adere completamente, em um padrão de distribuição fixado, à parede interna do dito tambor de lavanderia (6),
 - b) determinar, quando a dita primeira velocidade de rotação (ω_{DIST}) é alcançada, um primeiro parâmetro ($T_{FRICÇÃO}$, A_{HFREF}) relacionado ao padrão de tempo dos valores de uma função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ filtrados a uma frequência de filtragem predeterminada (LF, HF), sendo T e ω o torque e a velocidade de rotação, respectivamente, transmitida ao dito tambor de lavanderia (6), e J sendo o momento de inércia do dito conjunto de tambor de lavanderia (15),
 - c) na dita primeira velocidade de rotação (ω_{DIST}), aumentar repetidamente a velocidade de rotação (ω) do tambor de lavanderia (6) de um valor predeterminado ($\Delta\omega$) para cobrir uma faixa de velocidade de rotação de ressonância predeterminada (D_{FR}) do conjunto de lavar (3),
 - d) determinar, a cada aumento ($\Delta\omega$) na velocidade de rotação (ω) dentro da dita faixa de velocidade de ressonância predeterminada (D_{FR}), um segundo parâmetro (A_{LF} , A_{HF}) relacionado ao padrão de tempo dos valores da dita função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ filtrados na dita frequência de filtragem predeterminada (LF, HF),

e) calcular a diferença (T_{dynLF} , T_{dynHF}) entre o dito segundo parâmetro (A_{LF} , A_{HF}) e o dito primeiro parâmetro ($T_{FRICÇÃO}$, A_{HFREF}),

f) determinar um parâmetro de desequilíbrio dinâmico (T_{dynLF} , T_{dynHF}) relacionado ao torque de desequilíbrio dinâmico (T_{dyn}) do dito conjunto de tambor de lavanderia (15) como uma função da dita diferença (T_{dynLF} , T_{dynHF}).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende a etapa de:

g) reduzir a velocidade de rotação (ω) do dito tambor de lavanderia (6) até abaixo da dita primeira velocidade de rotação (ω_{DIST}) para redistribuir a lavanderia dentro do dito tambor de lavanderia (6), quando o dito parâmetro de desequilíbrio dinâmico (T_{dynLF} , T_{dynHF}) excede um limite de desequilíbrio dinâmico predeterminado ($T_{dynLFMAX}$, $T_{dynHFMAX}$).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a dita faixa de velocidade de rotação de ressonância (D_{FR}) varia entre uma velocidade de rotação mínima (ω_{Rmin}) e uma velocidade de rotação máxima (ω_{Rmax}),

o dito método compreendendo a etapa de:

- comandar um aumento na velocidade de rotação (ω) do dito tambor de lavanderia (6) até uma velocidade de rotação predeterminada ($\omega_{ROTAÇÃO}$), no caso em que a velocidade de rotação (ω) do dito tambor de lavanderia (6) exceder à dita velocidade de rotação máxima (ω_{RMAX}) sem o dito parâmetro de desequilíbrio dinâmico (T_{dynLF} , T_{dynHF}) exceder o dito limite de desequilíbrio dinâmico predeterminado ($T_{dynLFMAX}$, $T_{dynHFMAX}$).

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações antecedentes, em que a dita etapa b) compreende a etapa de:

b1) filtrar a dita função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ para determinar um componente relativo (A_{LF}) que tem uma frequência (LF) mais baixa para a frequência de rotação do dito tambor de lavanderia (6), sendo que o dito primeiro parâmetro ($T_{FRICÇÃO}$) corresponde à amplitude do dito componente (A_{LF}) da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ que tem a dita baixa frequência (LF).

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, em que a dita etapa d) compreende a etapa de:

d1) filtrar a dita função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ para determinar um componente relativo (A_{LF}) que tem a dita baixa frequência (LF), sendo que o dito segundo parâmetro (A_{LF}) corresponde à amplitude do dito componente (A_{LF}) da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ que tem a dita baixa frequência (LF).

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 até 3, em que a dita etapa b) compreender a etapa de:

b2) filtrar a dita função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ para determinar um componente relativo (A_{HF}) que tem uma alta frequência (HF) que é ao menos duas vezes a frequência de rotação do dito tambor de lavanderia (6), sendo que o dito segundo parâmetro (A_{HF}) corresponde à amplitude do dito componente (A_{HF}) da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ que tem a dita alta frequência (HF).

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, em que a dita etapa d) compreende a etapa de:

d2) filtrar a dita função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ para determinar um componente relativo (A_{HF}) que tem a dita alta frequência (HF), o dito segundo parâmetro (A_{HF}) correspondendo à amplitude do dito componente (A_{HF}) da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ filtrada na dita alta frequência (HF).

8. Máquina de lavanderia (1) que compreende uma carcaça (2), um conjunto de lavar (3) que compreende um recipiente (4) conectado de forma flutuante à dita carcaça (2) e ao conjunto de tambor de lavanderia (15), o dito conjunto de tambor de lavanderia (15) compreendendo um tambor de lavanderia (6) montado para girar livremente em torno de um eixo geométrico longitudinal de rotação (L) dentro do dito recipiente (4) e meios (8,18) para girar o dito tambor de lavanderia (6) em torno do dito eixo geométrico de rotação (L), a dita máquina de lavanderia (1) compreendendo meios de controle (9) para detectar o movimento do dito conjunto de lavar (3) devido ao desequilíbrio dinâmico do dito conjunto de tambor de lavanderia

(6), e que executa um método como definido em qualquer uma das reivindicações anteriores.

5 9. Dispositivo de controle eletrônico (9) para detectar o movimento do conjunto de lavar (3) devido ao desequilíbrio dinâmico de um conjunto de tambor de lavanderia (6) de uma máquina de lavanderia (1), caracterizado pelo fato de executar um método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 até 7.

10 10. Produto de software carregável na memória do meio de controle (9), e projetado para executar, em uso, o método como definido em qualquer uma das reivindicações de 1 até 7.

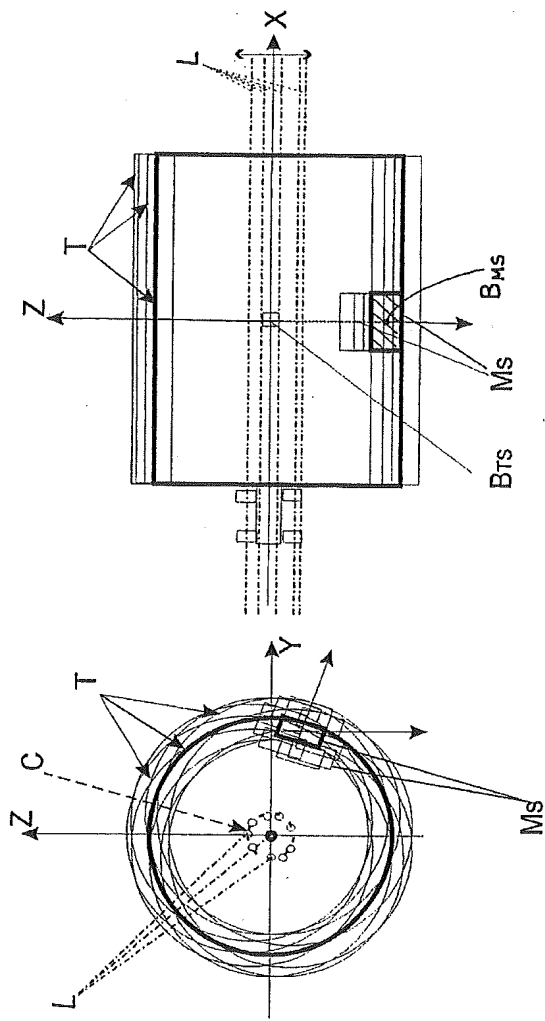


Fig.1

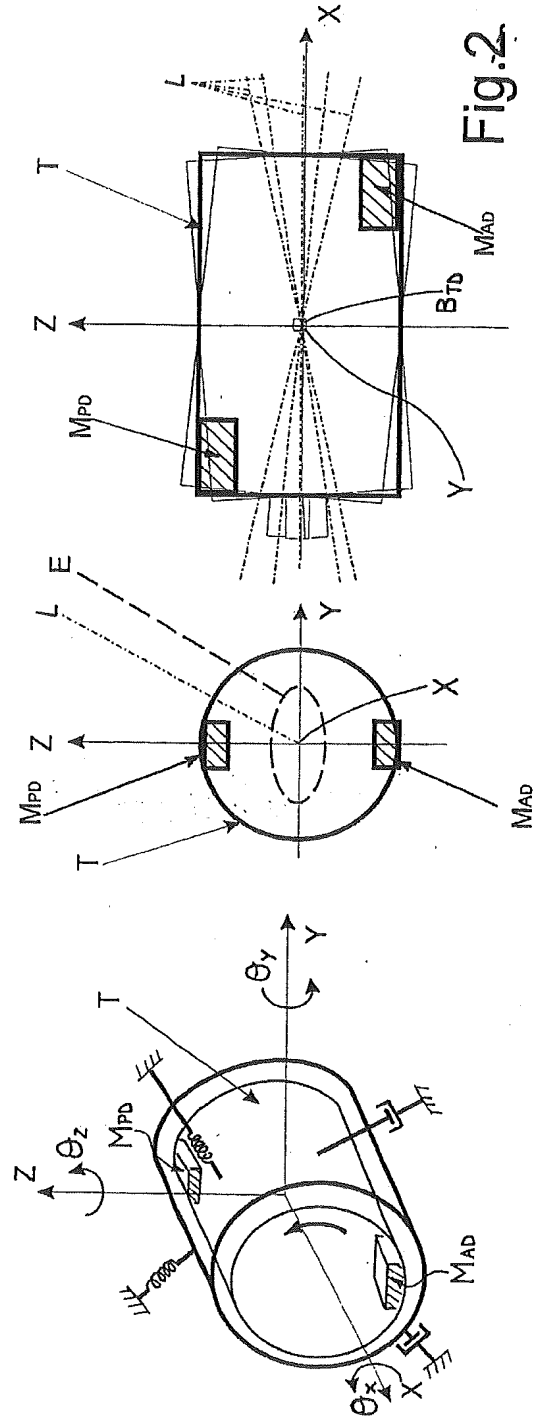


Fig.2

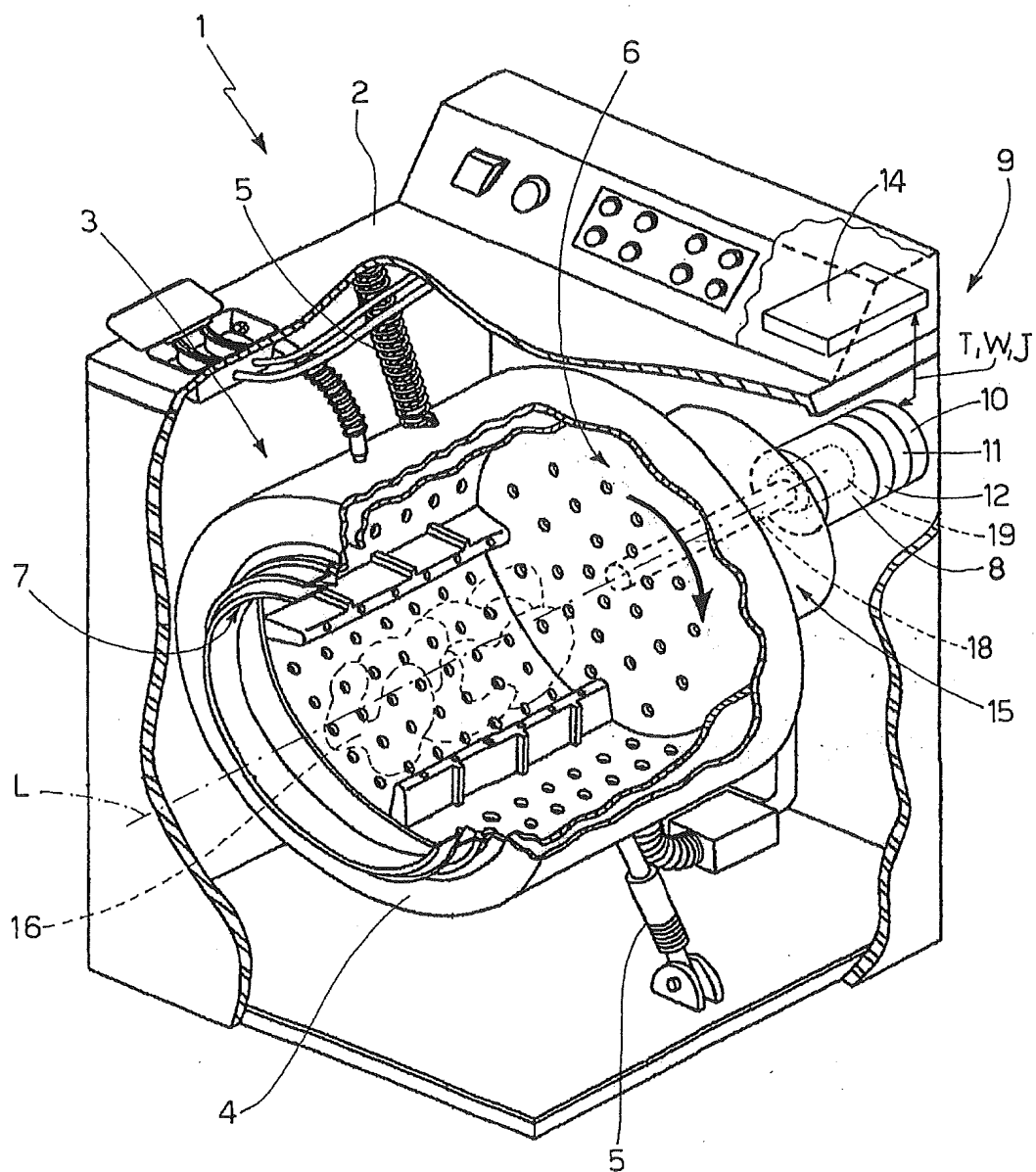


Fig.3

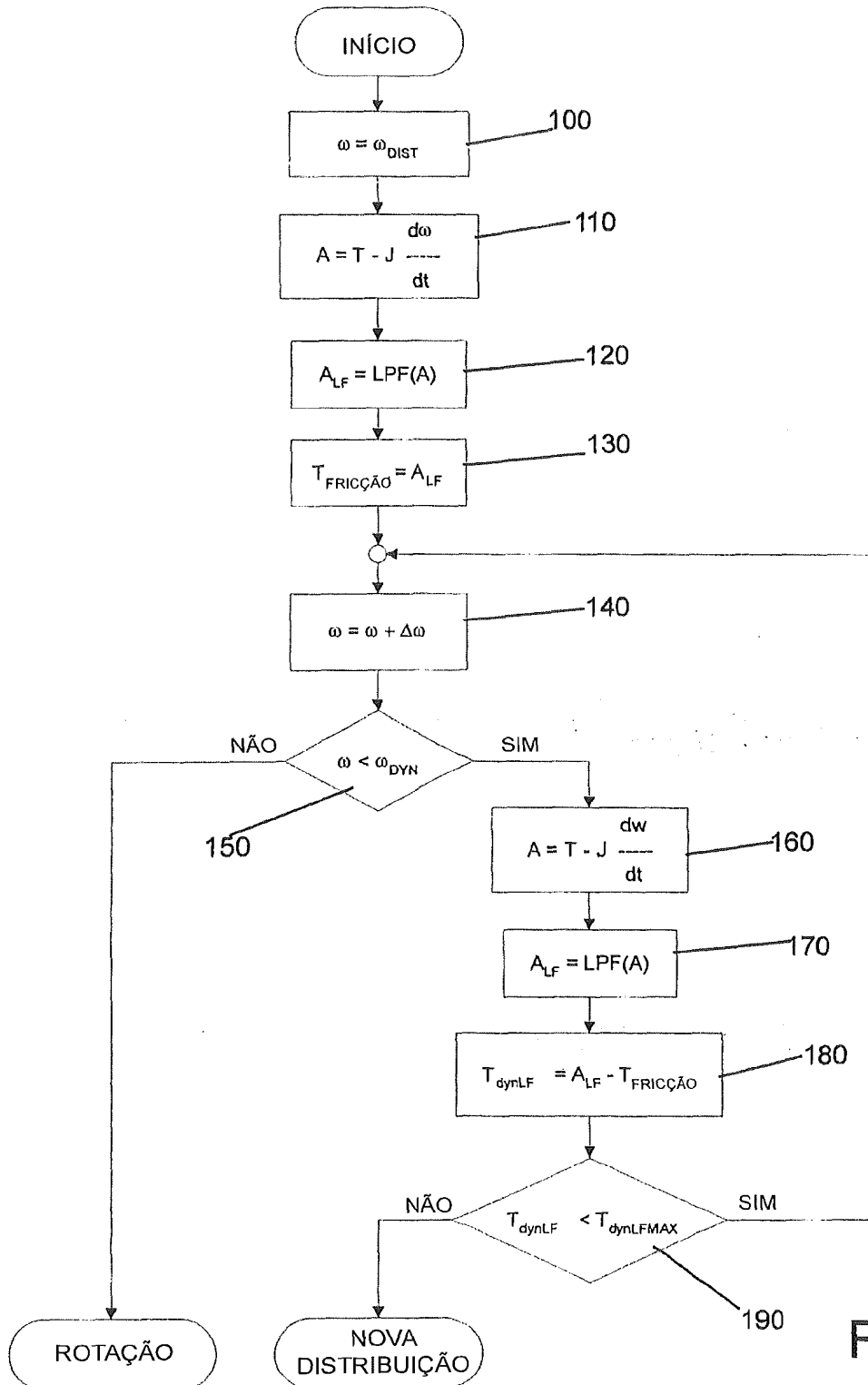


Fig. 4

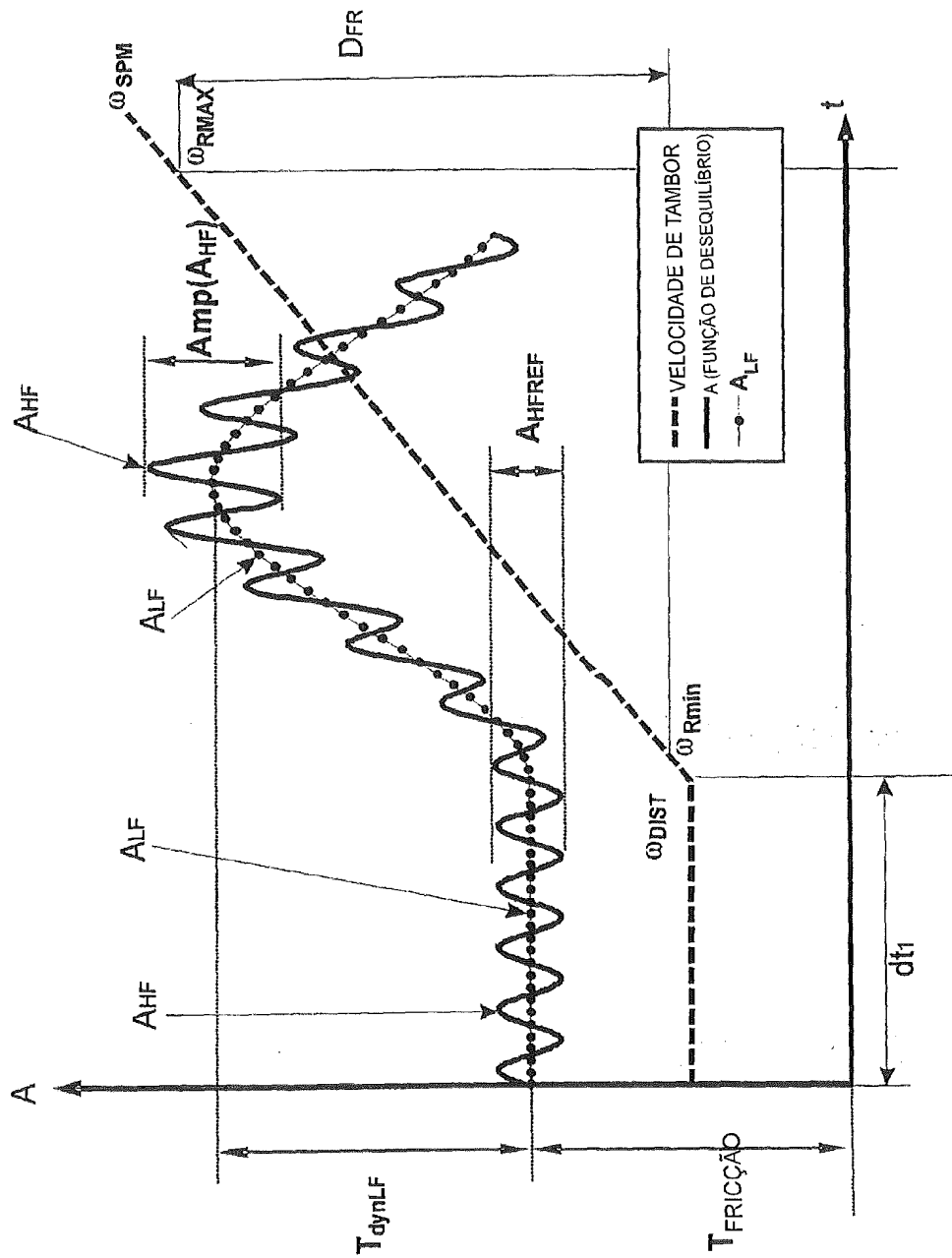


Fig.5

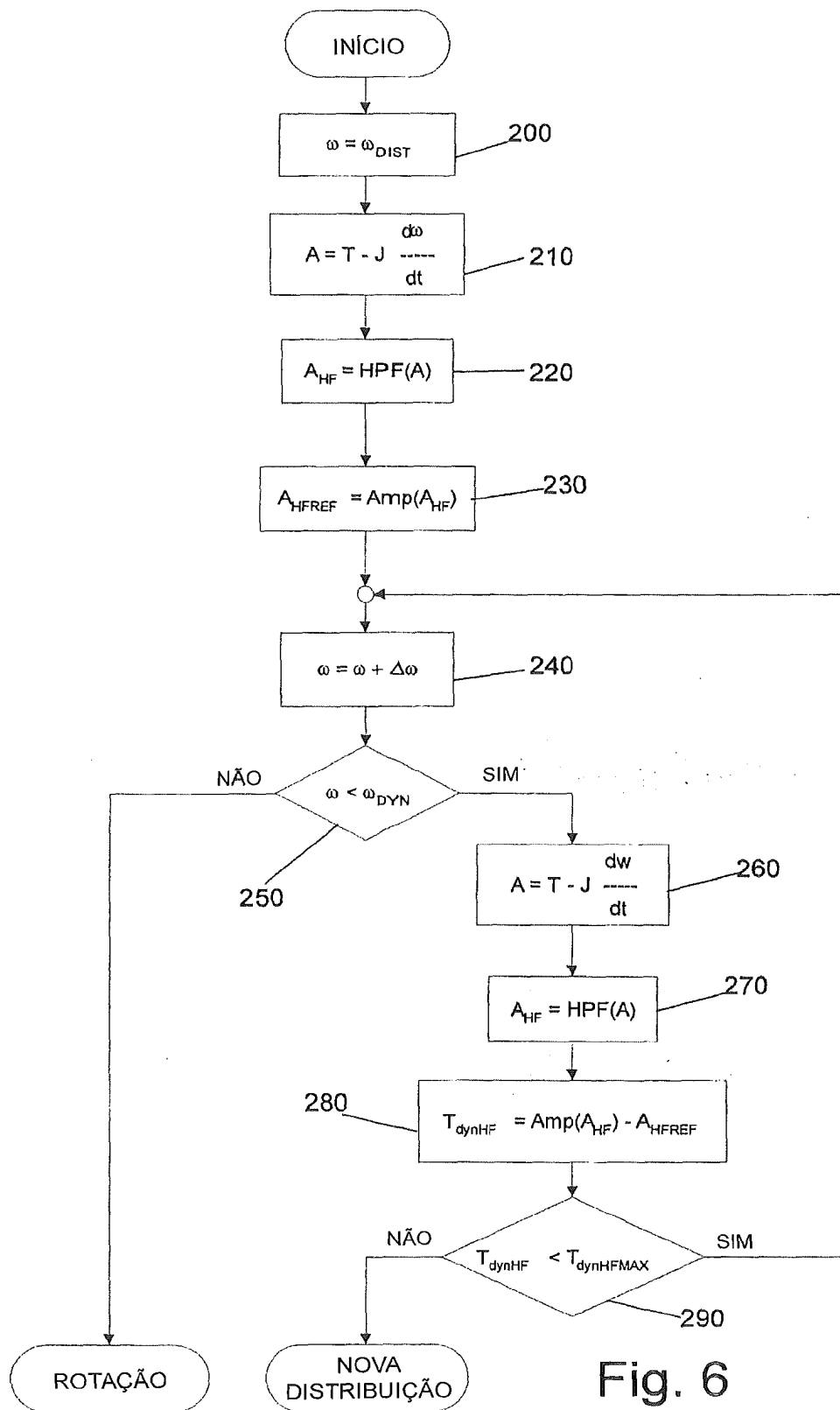


Fig. 6

RESUMO

Patente de Invenção: "MÁQUINA DE LAVANDERIA COM UM DISPOSITIVO ELETRÔNICO PARA DETECTAR O MOVIMENTO DO CONJUNTO DE LAVAR DEVIDO AO DESEQUILÍBRIO DINÂMICO DO CONJUNTO DE TAMBOR DE LAVANDERIA E MÉTODO DE OPERAÇÃO RELATIVO".

A presente invenção refere-se a um método para detectar o movimento do conjunto de lavar (3) de uma máquina de lavanderia (1) devido ao desequilíbrio dinâmico do conjunto de tambor de lavanderia (6), o qual compreende as etapas de: aumentar a velocidade de rotação (ω) de um tambor de lavanderia (6) até uma primeira velocidade de rotação (ω_{DIST}), determinar um primeiro parâmetro ($T_{FRICÇÃO}$, A_{HFREF}) relacionado ao padrão de tempo dos valores de uma função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$, aumentar a velocidade de rotação (ω) do tambor de lavanderia (6) de um valor predeterminado ($\Delta\omega$) determinando, em cada aumento ($\Delta\omega$) na velocidade de rotação (ω), um segundo parâmetro (A_{LF} , A_{HF}) relacionado ao padrão de tempo dos valores da função de desequilíbrio $A = T - Jd\omega/dt$ filtrados à frequência de filtragem predeterminada (LF, HF), e calcular a diferença (T_{dynLF} , T_{dynHF}) entre o segundo parâmetro (A_{LF} , A_{HF}) e o primeiro parâmetro ($T_{FRICÇÃO}$, A_{HFREF}).