

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

(21) **PI0805990-0 A2**



(22) Data de Depósito: 19/12/2008
(43) Data da Publicação: 06/04/2010
(RPI 2048)

(51) *Int.Cl.:*
D06F 37/00 (2010.01)

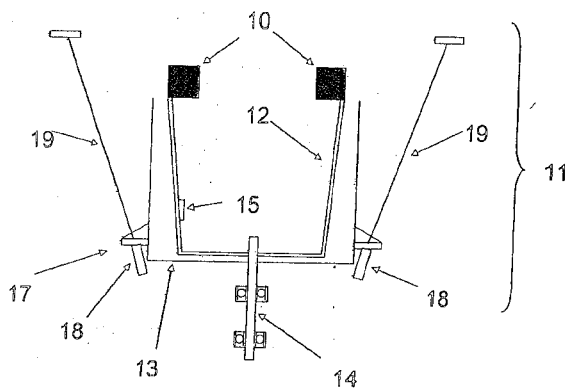
(54) Título: **ANEL DE COMPENSAÇÃO
HIDRODINÂMICO PARA MÁQUINAS CENTRÍFUGAS
ROTATIVAS**

(30) Prioridade Unionista: 19/12/2007 MX MX/2007/016516

(73) Titular(es): Mabe S.A. de C.V.

(72) Inventor(es): Breña Martin Ortega

(57) Resumo: ANEL DE COMPENSAÇÃO HIDRODINÂMICO PARA MÁQUINAS CENTRÍFUGAS ROTATIVAS. A presente invenção trata de um anel de compensação para dispositivos de máquina de lavar, que pode ser usado em máquinas de eixos vertical e horizontal, o qual se dispõe rematando a cesta de lavagem, para compensar as forças de desbalanceamento causadas pelo acúmulo de objetos que estão sendo lavados na dita cesta de lavagem. Portanto, a invenção ilustra um anel de compensação inovador, com uma disposição que alterna lâminas curvas positivas e negativas, assim como, lâminas curvas e retas, que em combinação com as diferentes alturas das lâminas reduz o tempo e a amplitude das vibrações do estado transitório, dessa forma, possibilitando o giro da cesta de lavagem em velocidades mais altas e reduzindo o ciclo centrífugo, ao mesmo tempo em que aumenta a força centrífuga aplicada aos objetos que estão sendo lavados, o que proporciona uma melhor secagem das roupas, resultando em economia de energia.





PI0805990-0

**"ANEL DE COMPENSAÇÃO HIDRODINÂMICO PARA MÁQUINAS
CENTRÍFUGAS ROTATIVAS".**

Antecedentes da Invenção

Todos os usuários de máquinas de lavar, em
5 determinadas ocasiões, já perceberam que tal dispositivo,
enquanto está em funcionamento nos ciclos de centrifugação
ou de secagem, passa por uma vibração extrema, que pode até
deslocar o referido dispositivo (a vibração faz com que ele
"caminhe"). Isso ocorre devido às diferentes formas e
10 densidades das roupas ou objetos que estão sendo lavados,
que, após o ciclo de lavagem e a drenagem da cesta de
lavagem, tendem a ficarem unidos e acumulados em algum
ponto da referida cesta de lavagem, causando um
desbalanceamento. Esse problema também se deve à introdução
15 de objetos grandes e pesados na cesta de lavagem, tal como,
de calçados. Após o ciclo de lavagem e a drenagem do
líquido de lavagem da cesta, os calçados ficam no fundo da
referida cesta e provocam um grande desbalanceamento, o
qual gera uma indesejada tensão nos componentes da máquina
20 de lavar, um barulho excessivo e "caminhadas" frequentes.
As cargas dinâmicas criadas pela vibração excessiva também
desgastam e danificam os componentes da máquina de lavar.
Portanto, devido aos motivos acima mencionados e a alguns
outros que alguém especializado na técnica possa
25 distinguir, as forças centrífugas geradas pelos objetos
para lavar dentro da mencionada cesta de lavagem devem ser
balanceadas. Diversas soluções foram desenvolvidas para
esse problema: a técnica anterior apresenta o uso dos anéis

de compensação, que são anéis vazados, colocados na parte superior da cesta de lavagem. Esses anéis atuam como um contrapeso à carga das roupas, porque, dentro do anel ou toróide, existe algum tipo de esfera líquida ou sólida que

5 adota uma posição antagonista às forças centrífugas criadas pela posição adotada pelos objetos para lavar, balanceando, assim, a cesta. Por exemplo, a patente U.S. No. 4.044.026, concedida a Hayashi e outros, descreve um anel de compensação colocado na parte superior da cesta de lavagem,

10 a qual é enchida com o líquido, que é separado em câmaras através de uma série de divisões, uma vez o ciclo de secagem tenha se iniciado para os objetos a serem lavados por rotação. Dispor de abas quadradas nas divisões que mantêm o líquido separado quando a cesta de lavagem gira,

15 apresenta a inconveniência de produzir uma vibração indesejada durante o ciclo transitório do sistema, não permitindo velocidades de centrifugação maiores, que são importantes para a secagem em menor período de tempo. Outro exemplo de um anel de compensação é descrito na patente

20 U.S. No. 5.782.110, concedida a Do Weon Kim, que descreve um anel de compensação colocado acima da cesta de lavagem. O anel de compensação tem, por dentro, três trilhos de diferentes proporções e com larguras de trilho diferentes, que alojam esferas de aço imersas em óleo. O diâmetro das

25 esferas de aço corresponde à largura de trilho onde elas são colocadas, desse modo, existem três diâmetros de esferas de aço diferentes, variando do menor ao mais largo, na direção da parte externa. Uma vez que o ciclo centrífugo

é estabelecido, as esferas de aço confrontam as cargas de desbalanceamento, balanceando, assim, a cesta de lavagem, enquanto a mesma está girando. Embora o inventor do documento acima mencionado reivindique que a sua invenção
5 permite que a cesta de lavagem gire em altas velocidades, a construção do referido anel de compensação é muito complicada e difícil de montar, requerendo muitas peças e um fluido especial, ficando, desse modo, muito dispendiosa.

Um dos objetivos da presente invenção é produzir
10 um anel de compensação que não empregue um fluido dispendioso, que seja fácil de fabricar, reduza a vibração gerada no ciclo de transição, funcione sob altas velocidades, e que possa ser adaptado, preferivelmente, a diferentes tipos de cestas de lavagem das máquinas de lavar
15 de eixo vertical, mas, sem excluir as aplicações de eixo horizontal.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é uma vista esquemática de uma máquina de lavagem secundária.

20 A Figura 2 é um diagrama do parabolóide gerado ao submeter um cilindro de água a uma força centrífuga.

A Figura 3 é um diagrama do parabolóide de um anel de compensação, com cesta desbalanceada.

A Figura 4 é um diagrama da trajetória de uma
25 partícula ou gota d'água, enquanto é submetida a uma força centrífuga.

A Figura 5 é um diagrama da trajetória de uma partícula ou gota d'água dentro de um anel de compensação que é submetido a uma força centrífuga.

5 A Figura 6 é um diagrama de corpo livre da partícula ou gota d'água, submetida a uma força centrífuga dentro de um anel de compensação.

A Figura 7 é uma vista esquemática de um anel de compensação com lâminas radiais, no qual o fluxo de água através das lâminas é visualizado.

10 A Figura 8 é uma vista isométrica explodida dos componentes do anel de compensação.

A Figura 9 é uma seção transversal do anel de compensação, conforme mostrado na técnica anterior.

15 A Figura 10 é uma vista secundária isométrica de uma seção do anel de compensação com lâmina curva.

A Figura 11 é uma seção transversal do anel de compensação, apresentando uma lâmina levantada.

20 A Figura 12 é uma seção transversal explodida do anel de compensação, apresentando uma lâmina abaixada com seu complemento de lâmina.

A Figura 13 é uma vista secundária de uma seção do anel de compensação, apresentando uma lâmina abaixada.

25 A Figura 14 é uma vista secundária de uma seção do anel de compensação, apresentando uma lâmina abaixada e um detector.

A Figura 15 é uma vista secundária explodida de uma seção do anel de compensação, apresentando uma lâmina abaixada e um detector.

A Figura 16 é uma vista secundária explodida isométrica de uma seção do anel de compensação.

A Figura 17 é uma vista secundária isométrica da seção do anel de compensação.

5 A Figura 18 é uma vista superior de um segmento da base de um anel de compensação, apresentando lâminas curvas positivas e negativas.

A Figura 19 é uma vista superior de um segmento da base de um anel de compensação, apresentando lâminas
10 curvas positivas e retas.

A Figura 20 é um diagrama completo do lado frontal da máquina de lavar.

A Figura 21 é um diagrama completo do lado lateral esquerdo da máquina de lavar.

15 Descrição Detalhada da Invenção

Base Teórica

O sistema proposto na figura 1 representa um diagrama de uma máquina de lavagem secundária (17), que compreende um tubo (13), o qual contém uma cesta de lavagem
20 (12). No fundo do tubo (13) existe uma abertura bem no seu centro, através da qual passa um eixo de rotação vertical. A referida abertura permite que passe um eixo de transmissão (14), que é acoplado ao fundo da cesta (12), a fim de transmitir o movimento rotacional à referida cesta
25 (12). O eixo de transmissão (14) é propelido por um motor, que é montado abaixo do tubo (13). Em uma modalidade preferida, o eixo do rotor do referido motor é paralelo ao eixo de transmissão (14). Esses componentes são acoplados

através de uma polia e uma esteira sem fim. Em outra modalidade, o eixo do rotor do motor pode ser coincidente e colinear com o eixo vertical do eixo de transmissão (14); o tubo (13) é suportado por uma suspensão (11), consistindo de um jogo de hastes (19) que, na sua parte inferior, consiste de um amortecedor de choque (18), sendo fixada no fundo do tubo (13), e na parte superior é suportado pelo alojamento da máquina de lavar (não mostrado). A cesta (12) é encimada pelo anel de compensação (10) que atua para contrabalançar o desbalanceamento causado pela carga (15) representada neste diagrama, isto é, os objetos que estão sendo lavados que, após o ciclo de lavagem, não se depositam de maneira uniforme no fundo da cesta (12), fazendo, desse modo, com que o sistema se desequilibre e produza barulho, vibração excessiva, deslocamento errático da máquina de lavar (a máquina "caminha"), e cause, até, a falha de um elemento do sistema. Assim sendo, para simular o desbalanceamento provocado pelas roupas, uma carga (15) é colocada na cesta (12) e, logo em seguida, a cesta é girada.

Após drenar o líquido de lavagem do tubo (13) no ciclo de secagem, o anel de compensação (10) deve ser capaz de opor-se à carga de desbalanceamento, consequência do depósito dos objetos que estão sendo lavados no fundo da cesta (12). A fim de secar eficientemente os objetos que estão sendo lavados, o movimento centrífugo em uma alta rpm ou em velocidades angulares maiores se faz necessário, desse modo, o motor da máquina de lavar será ativado por

menos tempo, o que irá produzir um ciclo centrífugo menor, e, assim, irá poupar energia devido basicamente a dois conceitos: primeiro, o motor da máquina de lavar é ativado por menos tempo; segundo, graças à força centrífuga maior aplicada aos objetos contidos na cesta de lavagem, mais água é retirada deles e os objetos ficam mais secos. Portanto, quando uma máquina de secagem é usada subsequente à secagem da unidade restante nas roupas, a referida máquina de secagem irá requerer menos consumo de eletricidade ou gás combustível. No entanto, à medida que a velocidade aumenta, as frequências de excitação podem criar uma amplitude maior da vibração (que pode provocar o choque entre o tubo (13) e o tubo (12), fazendo com que a máquina de lavar "caminhe" ou causar outros danos subsequentes), e espiral de ondulação ou logarítmica.

A Figura 2 mostra a parabolóide (16), a qual é formada ao girar um líquido dentro de um recipiente cilíndrico, a parabolóide 16 sendo formada pela superfície livre do referido líquido, enquanto o resto das moléculas ocupam o volume entre a referida superfície livre delimitada pela parabolóide e as paredes do recipiente. Desta figura, descobrimos que, quando um líquido é girado, ele irá sempre tentar formar a referida parabolóide (16), mesmo que ele esteja encapsulado como uma espiral logarítmica ou de ondulação em uma toróide de seção transversal quadrada, tal como, um anel de compensação (10). Deve ser observado que em uma máquina de lavar, a velocidade angular rotacional ω combina com o eixo de simetria $X_1 - X_3$ do anel de

compensação (10), mas, assim como o planeta Terra, o anel de compensação (10), junto com a cesta (12), tem precessão ou órbita Ω sobre um eixo $X_1' - X_3'$ paralelo ao eixo de simetria que orbita ao redor do eixo ω , a uma distância

5 "e". A referida precessão tem uma determinada correlação com a carga de desbalanceamento (15), porque, quanto maior for o desbalanceamento da cesta (12), ocorre uma distância maior "E". Por outro lado, a figura 3 apresenta um diagrama do anel de compensação (10) com um comportamento ideal,

10 isto é, assumindo que a carga de desbalanceamento (15) é colocada dentro da cesta (12) em um eixo vertical que se equipara com o ponto tangencial "D". O referido ponto tangencial "D" representa o ponto onde a superfície livre do líquido e a base da câmara do anel de compensação (10)

15 coincidem; por outro lado, apenas a 180° deste ponto, existe o ponto "A", onde a superfície livre e a parede superior da câmara coincidem; como se pode observar, o volume maior do líquido fica concentrado nas cercanias do ponto "A". Além disso, a massa diminui à medida que se aproxima do ponto

20 "D", essa acomodação da massa cria um vetor de magnitude similar e direção oposta ao vetor criado pela carga de desbalanceamento na cesta (12), portanto, as forças tendem a se desviar, reduzindo, assim, as vibrações causadas pela carga de desbalanceamento (15) dentro da cesta (12). Para

25 estudar esse fenômeno é necessário ter um sistema de duas coordenadas. A primeira corresponde ao estado estacionário, onde a velocidade angular ω é zero e se equipara ao eixo de

simetria do anel de compensação (10), o referido eixo sendo conhecido como $X_1 - X_3$.

As Figuras 2 e 3 também mostram que, para o estudo do comportamento do líquido, uma hipótese é estabelecida de que não existe nenhum deslocamento axial sobre o eixo $X_1 - X_3$, porque a suspensão (11) que mantém a cesta (13) diminui o referido movimento combinado com a falta de peças móveis entre a montagem da cesta (12) e o tubo (13) que permitiria tal movimento. Portanto, o estudo é realizado no eixo $X_1 - X_2'$ ou, para ser mais específico, sobre o plano horizontal que contém o referido eixo $X_1 - X_2'$. Sobre este eixo localiza-se o centro de rotação geométrico ou ideal "O". Da mesma maneira, sobre o mesmo eixo encontramos a precessão "O'", sobre a qual se pode traçar o diâmetro interno " R_1 " do diâmetro da circunferência da superfície livre do líquido (16), quando o eixo horizontal que contém o eixo $X_1 - X_2'$ é cruzado. Também, isso ocorre com a distância "e" entre o eixo $X_1 - X_3$ e $X_1' - X_3'$.

Por outro lado, a figura 4 mostra uma outra peculiaridade que requer estudo e ocorre sempre que um líquido é girado dentro de um cilindro. A força centrífuga aplicada às moléculas do líquido segue uma trajetória estabelecida, a referida trajetória é ilustrada na figura acima mencionada, que descreve um diagrama da trajetória de uma gota de água inicialmente parada, e a cujo recipiente é aplicada uma aceleração angular. Assim, a gota irá deslizar no fundo de seu recipiente sobre o eixo horizontal,

descrevendo uma espiral de ondulação ou logarítmica denominada trajetória angular L_{θ} , tendo alcançado a parede interna com o maior diâmetro de seu recipiente. Essas informações levam a pensar que a trajetória ótima de uma
5 gota de líquido dentro de um anel de compensação (10) não é uma linha reta entre seu ponto estacionário e a parede interna do diâmetro maior de seu recipiente, que é conhecido como trajetória radial L_r , mas uma curva similar à trajetória curva de formato de espiral L_{θ} que descreve a
10 trajetória, da qual uma gota de água alcança mais rápido a parede interna do diâmetro maior de seu recipiente, partindo do centro ou do ponto estacionário. Esse tipo de trajetória precisa ser privilegiado dentro de um anel de compensação (10). As lâminas retas (21) não proporcionam às
15 moléculas de água uma direção apropriada em sua trajetória para a parede interna do maior diâmetro, dentro do anel de compensação (10) e, desnecessariamente, aumentam o tempo de transição entre o estado estacionário e o estado permanente sob velocidade constante. Desse modo, um projeto de lâminas
20 com algum grau de curvatura é considerado desejável para a construção de um anel de compensação (10), onde as referidas lâminas curvas (22) ajudariam as moléculas de água a deslocar-se mais rápido do ponto estacionário para a parede interna do maior diâmetro do anel de compensação,
25 reduzindo, portanto, o tempo do estado de transição e balanceando a carga (15) com uma maior velocidade e, desse modo, diminuindo a magnitude da vibração na cesta (12) que causa a carga de desbalanceamento (15).

A Figura 5 mostra a trajetória de uma molécula P, para o interior de um anel de compensação (10). Pode-se vislumbrar que a molécula P parte de seu ponto estacionário justamente no começo da curva L_0 , justamente onde ela cruza a circunferência do raio r_{ie} , que é formado quando a superfície livre de líquido (16) cruza com o plano formado pela parede inferior interna (33) do anel de compensação (10). A partícula inicia sua trajetória rumo à parede interna do diâmetro maior (31), seguindo uma curva L_0 , tendo em qualquer dado momento uma coordenada radial "r", e uma coordenada angular θ , que irão sempre definir sua posição em todos os instantes. Por outro lado, a figura 6 permite uma análise, através de um diagrama completo livre, da trajetória da partícula sobre a curva L_0 , onde "N" é definido como a força normal que precisa ser aplicada pela lâmina curva (22), que facilita a trajetória da referida molécula "P" ao longo da curva L_0 , até que ela atinja a parede interna do diâmetro maior (31). Desse modo, um dos maiores benefícios da lâmina curva (22) na espiral L_0 consiste em minimizar o tempo necessário para uma partícula líquida P, a partir de uma posição estacionária, passar para o estado transitório e alcançar um estado permanente. Além disso, conforme visto na figura 5, o perfil da velocidade circunferencial (38) do líquido operacional adquire uma frente de onda plana, garantindo que todas as partículas líquidas na mesma posição radial sejam deslocadas de maneira homogênea, em conjunto e simultaneamente, com perda mínima de energia, ao contrário

da frente não homogênea (39), adquirida pelo líquido operacional quando uma lâmina reta (21) com trajetória radial L_r é usada, e que implica em uma lacuna no movimento relativo entre as partículas P, produzindo um atrito
5 interno maior no fluido, esforços de interrupção, e perdas de energia que, eventualmente, retardam ainda mais o movimento da partícula P, e aumentam o tempo que ela precisa para atingir o estado permanente.

Outra questão a considerar no projeto de um anel
10 de compensação de lâmina (10) são as correntes (29) que devem se formar dentro do anel de compensação (10) para fazer o líquido fluir através da câmara do anel de compensação, tanto no estado transitório quanto no estado permanente. É característica dos líquidos terem trajetórias
15 onduladas, devido à densidade e à coesão entre as moléculas, por isso, quando largamos uma pedra no espelho d'água, ela forma ondas na superfície, ou quando o ar com determinada velocidade move por meio de atrito a superfície livre de um espelho d'água, ele também forma ondas, tal
20 como as ondas do oceano. As incontáveis manifestações naturais levam a pensar que os líquidos tendem a formar trajetórias onduladas, mas não trajetórias retilíneas. Para provar isso, uma experiência foi realizada com uma câmera de alta velocidade, a qual tira fotos de um anel de
25 compensação transparente. Esse estudo determinou o padrão do fluxo de um líquido dentro de um anel de compensação (10) com lâminas retas (21). Quando o estado transitório do líquido previamente parado é acelerado, ele apresenta um

padrão singular, similar às ondulações do mar. O fluido tende a subir e a descer na horizontal, isto é, para essa trajetória deve-se acrescentar um componente de ondulação vertical. Desse modo, um padrão tridimensional helicoidal
5 similar a uma trança é produzido. Esse padrão pode ser o resultado das vibrações mecânicas às quais o anel de compensação (10) está sujeito, bem como a própria natureza dos líquidos. Para obter um projeto bem sucedido para um anel de compensação (10), é aconselhável levar em
10 consideração esse padrão de comportamento de um líquido dentro de um anel de compensação (10), assim, as Figuras 7a e 7b apresentam a trajetória do fluido (29) similar a uma "trança". Se o comportamento do referido líquido não for estimulado, o líquido tende a colidir entre as lâminas,
15 produzindo uma força contrária à direção da rotação do anel de compensação (10), que provoca um golpeamento constante, produzindo um estado transitório deficiente e retardado e um consumo desnecessário de energia. Entre as lâminas (21) e a parede interna de diâmetro menor (30), deve haver uma
20 abertura (34) que permite o fluxo adequado do líquido, já que isso ajuda o componente ondulado vertical, sem ignorar o componente horizontal, a induzir um fluxo tridimensional helicoidal similar a uma trança, portanto, é necessário que as lâminas (21) tenham alturas diferentes, alternando as
25 lâminas levantadas (27) e as lâminas abaixadas (28). As lâminas levantadas têm uma abertura menor (35) e as lâminas abaixadas têm uma abertura maior (36). Esta configuração visa a reduzir a um mínimo o golpeamento do fluido contra

as lâminas, e se acrescentarmos uma curvatura especial às lâminas, o movimento e as trajetórias das partículas do fluido dentro de um anel de compensação (10) serão mais eficientes, assim, o tempo do estado transitório e a amplitude das vibrações produzidas durante esse tempo serão reduzidos.

Devido às declarações acima enunciativas, mas, não limitativas, as equações preferidas para a curvatura L_θ são propostas, embora qualquer curvatura similar a uma espiral de ondulação ou logarítmica irá descrever, com um bom grau de aproximação, a curvatura das lâminas L_θ .

A formulação teórica da equação diferencial do movimento da partícula P, baseada no diagrama completo livre das Figuras 5 e 6 é fornecida por:

15

$$m \left(\frac{d^2}{dt^2} r - \frac{d}{dt} \theta \right) = m r \omega^2 \quad (a)$$

A solução desta equação, sem levar em consideração as perdas friccionais, é fornecida por:

$$L_\theta = r_{ie} \cosh (\theta) \quad (b)$$

onde r_{ie} é o raio interno da câmara do anel de compensação com uma seção transversal completamente quadrada e volume equivalente,

$$\Theta = \omega t$$

Θ : coordenada polar angular em radianos

25 ω : velocidade angular em rad/s

t: tempo em segundos

Por outro lado, a velocidade radial e tangencial para qualquer instante da trajetória é fornecida por:

$$V_r = r\omega \sinh(\theta) \quad (c)$$

$$V_\theta = r\omega \cosh(\theta) \quad (d)$$

No entanto, as experiências indicam que uma equação melhor para a trajetória da partícula P nas equações cartesianas é fornecida por:

$$L_\theta(x) = a(\cos(\theta + \varphi) + \theta \sin(\theta + \varphi)) \quad (e)$$

$$L_\theta(x) = a(\sin(\theta + \varphi) + \theta \cos(\theta + \varphi)) \quad (f)$$

onde:

a: constante com um valor preferido de r_{ie} ;

10 φ : ângulo de fase em radianos que define a posição radial no início da curva.

As equações (e) e (f) são preferidas na presente invenção, mas não são limitantes a um outro tipo de curva ou espiral, tal como o seguinte exemplo de função polar:

$$15 \quad r = b * k^{(c \theta)} \quad (g)$$

onde:

b: constante com um valor preferido de r_{ie} e define o início do traço da espiral;

k: base exponencial que varia de 0 a 3 e com um valor preferido e ou 10, que define a curvatura da espiral;

e: número 2,718;

c: constante que varia de 0 a 3, com um valor preferido de 2,313, e define a taxa exponencial do aumento da ordenada.

25 Devido à convenção, as lâminas que seguem a direção de rotação de ω , que seguem uma trajetória L_θ , serão conhecidas como lâminas curvas positivas (21). De maneira oposta, as lâminas curvas negativas (22) seguem uma

trajetória negativa de L_0 , isto é, a equação usada para descrever a trajetória L_0 é multiplicada por um de seus lados menos um, assim, a concavidade da curva é revertida e produz uma função refletida de L_0 ; as lâminas retas (20) são somente lâminas radiais, sem uma curvatura positiva ou negativa de L_0 .

A Figura 8 é uma vista isométrica explodida do anel de compensação (10) que mostra seus elementos básicos. A base (37) aloja as lâminas (21), (22) ou (23), em todas as suas configurações ou combinações. A referida base, preferivelmente, é moldada por injeção com algum termoplástico. A seção transversal parece um "U", suas paredes formam a parede interna do diâmetro menor (30), a parede interna do diâmetro maior (31), bem como a parede inferior (33). Por outro lado, a parede superior interna (32) é formada pela carcaça (26), que parece um anel de espessura uniforme, preferivelmente, também fabricado por moldagem por injeção de um determinado termoplástico. A carcaça (26) é unida à base, preferivelmente, através de técnicas de ultra-som, de solda rotacional ou de chapa quente ou um meio similar ou com um adesivo ou substância aglutinante. A vedação deve ser feita com bastante cuidado, porque a cavidade interna do anel de compensação (10) será enchida com algum tipo de líquido operacional, preferivelmente cloreto de cálcio ou cloreto de sódio, que deve permanecer contido. O tampão (25) é inserido no furo fornecido para encher o fluido operacional do anel de

compensação (10) e, na verdade, para vedar o furo acima mencionado.

A Figura 9 apresenta a seção transversal de um típico anel de compensação (10) já existente no segmento da técnica anterior. Aqui, observamos a forma de uma lâmina (27) dentro da câmara do anel de compensação (10) da presente invenção, que permite observar os diferentes coeficientes a serem considerados para os cálculos do volume do líquido operacional, que variam, dependendo das cargas a serem balanceadas (15), da geometria da cesta (12), da capacidade da cesta (12), do tipo de suspensão (11), entre outros, sendo sempre uma atividade exclusiva do projetista. O raio interno " r_i ", que em muitos casos sobrepõe-se com o raio da parede interna do diâmetro menor (30), tem que ser considerado. Devido às exigências do projeto, é um tanto difícil construir uma câmara com uma seção transversal totalmente retangular dentro do anel de compensação (10), portanto, é necessário avaliar o raio imaginário interno, denominado " $r_{iequivalent}$ " ou r_{ie} . Na figura 9, o raio externo " r_o " não tem quaisquer complicações. Uma vez que o anel de compensação (10) tem que ser fixado por sua parede externa à parede interna superior da cesta (12), a parede interna do diâmetro maior (31) não permite que a referida parede externa do anel de compensação (10) tenha uma geometria complexa e, desse modo, limita o número de opções do projeto; portanto, recomenda-se que somente a parede interna do diâmetro maior (31) seja espessada para formar a parede externa do anel de compensação (10). Outro

elemento a considerar quanto ao cálculo do volume do líquido operacional é a altura interna livre da câmara dentro do anel de compensação (10), que, na Figura acima mencionada, é representada pela letra "H". Com esses dados, bem como a forma das lâminas que serão usadas, a avaliação e, se aplicável, o projeto das experiências a serem usadas para determinar o volume do líquido operacional a ser usado, que varia de 50 a 80% do volume total da câmara interna do anel de compensação (10), podem prosseguir.

10 A Figura 10 apresenta uma vista secundária isométrica da geometria interna de uma lâmina curva positiva (22). Essa denominação é tirada da direção de rotação ω da cesta (12), na forma enunciativa, para descrever a modalidade preferida da presente invenção, mas não limitativa à esta peculiaridade. As lâminas positivas (22) se originam na parede interna do diâmetro menor (30) e se estendem seguindo a curva L_0 para a parede interna do diâmetro maior (31), deixando um espaço vertical (39) entre a lâmina curva positiva (22) e a parede interna do diâmetro maior (31). Na modalidade preferida da presente invenção, todas as lâminas (21), (22) ou (23) têm a mesma altura que a base do anel de compensação (37), para facilitar sua fabricação; além disso, todas as lâminas (21), (22) ou (23), na sua parte inferior, coincidem com a parede interna inferior (33), delimitando, assim, o fluxo do líquido operacional, seja pelos lados das referidas lâminas (21), (22) ou (23) ou pela parte superior, no caso das lâminas abaixadas (28).

As Figuras 11 e 12 apresentam uma seção transversal do anel de compensação (10), onde a configuração de uma lâmina levantada (27) pode ser vista, e que obstrui o fluxo do líquido da parede interna inferior (33) para a parede superior interna (32), ela se originando a partir da parede interna do diâmetro menor (31) e seguindo a curva L_0 , deixando um espaço vertical (39) entre a lâmina levantada (27) e a parede interna do diâmetro maior (30). O referido espaço vertical (39) permite o fluxo vertical da corrente vertical ondulada do líquido operacional para o interior da câmara interna do anel de compensação (10). Na modalidade preferida da invenção, a lâmina levantada (27) é formada por uma lâmina abaixada (28) que pode ter a forma das lâminas (21), (22) ou (23), cuja altura é limitada pela facilidade de fabricação para a altura da base (37) do anel de compensação (10). Sua altura é complementada com uma protuberância formada pelo lado inferior da carcaça (26). A referida protuberância é conhecida como um complemento da lâmina (38), e sua seção transversal pode ter a forma das lâminas (21), (22) ou (23), portanto, o lado superior da lâmina (28) se conecta com o lado inferior do complemento da lâmina (38), formando uma barreira com o piso na parede interna inferior (33) e o teto na parede superior interna (32). Em uma modalidade alternativa, o complemento da lâmina (38) pode ser mais curto, para permitir a passagem do líquido operacional através da parte superior da lâmina (28), para permitir que o líquido operacional flua em seu componente horizontal. O

mesmo efeito ou um efeito muito similar pode ser obtido construindo as lâminas (28) de, pelo menos, dois tamanhos diferentes, ou construindo o complemento da lâmina (38) em, pelo menos, dois tamanhos diferentes; ou removendo-as
5 completamente do lado inferior da carcaça (26) para dar espaço para as lâminas estendidas (28), ou por uma combinação das opções acima mencionadas, que deverão ser aqui consideradas inteiramente incorporadas como referência, isto é, como a modalidade preferida da
10 invenção. As lâminas (27) bloqueiam completamente o componente horizontal do fluxo do líquido operacional, entendendo que, em uma modalidade alternativa, as lâminas levantadas (27) permitem que o fluxo do líquido operacional tenha um componente horizontal tendo uma abertura (35)
15 entre a lâmina levantada e a parede superior interna (32), ou entre o complemento da lâmina (38).

A Figura 13 mostra uma vista secundária da seção do anel de compensação (10), que permite avaliar a configuração de uma lâmina (28). É evidente que a referida
20 lâmina (28) tem a mesma altura que a base (37) do anel de compensação (10), esta Figura mostra uma lâmina que se origina da parede interna do diâmetro maior (31) e segue a forma de $\sim L_0$ para a parede interna do diâmetro menor (30), sem tocá-la. Entre o lado vertical da referida lâmina (28)
25 e a parede interna do diâmetro menor (31) existe um espaço (34); a lâmina (28), em virtude de ter a mesma altura que a base (37) do anel de compensação (10), cria uma abertura (36) entre o lado superior da lâmina (28) e o lado superior

interno (32), desse modo, as aberturas (34) e (32) permitem ao fluxo do líquido operacional ter componentes horizontal e vertical, respectivamente.

As Figuras 14, 15, 16 e 17 permitem entender a
5 montagem da base (37) com a carcaça (26). Para facilitar a montagem da base (37) com a carcaça (26), um detector (40) foi projetado em um modo descritivo, porém, não limitativo, o qual, a fim de descrever a maneira ótima de executar a invenção, consiste de um par de paredes gravadas em relevo
10 (40) na parede inferior interna (32), que podem ser vistas nas figuras 14 e 15. As referidas paredes gravadas ou detector (40) consiste de um recesso com um conduto que forma um "Y", que aparece invertido nas figuras acima mencionadas. Devido ao fato do recesso ser amplo, ele
15 permite a localização e orientação da parte superior da lâmina (28). Isso permite que a carcaça (26) sempre mantenha uma posição correta com a base (37) na hora da montagem, o que é apresentado nas figuras 16 e 17, evitando, desse modo, erros de localização que podem
20 provocar um funcionamento deficiente do anel de compensação (10).

As Figuras 18 e 19 são úteis para identificar os diferentes tipos de lâminas (21), (22), (23), uma vez que a base (26) pode alojar diferentes tipos de lâminas. A
25 técnica anterior descreve disposições das lâminas retas radiais. Conforme discutido no capítulo referente aos antecedentes da invenção, bem como na formulação teórica, essas disposições não são desejáveis. Assim, a figura 18

apresenta a modalidade preferida da invenção consistindo de uma disposição das lâminas curvas positivas (22) com as lâminas curvas negativas (23), com seus respectivos afastamentos (34) e (39). A Figura 19 apresenta uma
5 modalidade alternativa da invenção, com uma disposição das lâminas curvas positivas (22) com as lâminas retas (21), por causa da direção de rotação da cesta (12). É evidente para um especialista na técnica que se a cesta (12) girar na direção oposta, as lâminas curvas negativas (23) poderão
10 alcançar um resultado melhor do que as lâminas curvas positivas (22).

A Figura 20 mostra um diagrama completo que demarca a velocidade angular da cesta (12), medida em rotações por minuto (rpm), versus a vibração pico a pico, conforme medida no lado frontal da carcaça da máquina de
15 lavar. Para este gráfico, o limiar para detectar a "caminhada" é próximo de 1 mm, isto é, para uma determinada velocidade angular, se a vibração pico a pico for acima de 1 mm, a máquina de lavar irá tender a se mover
20 aleatoriamente em alguma direção. Esse gráfico também mostra as vibrações obtidas enquanto se usam diferentes disposições do anel de compensação (10), usando a mesma máquina de lavagem secundária (17), com a mesma carga de desbalanceamento (15). Diversos anéis de compensação (10)
25 com diferentes configurações internas foram usados. Para a curva "A0" representada pela linha pontilhada ·····, eles representam a linha de referência, isto é, um anel de compensação convencional (10) que emprega lâminas radiais

retas (21) foi usado. Observe que abaixo de 100 rpm existe um pico maior do que 2 mm, posteriormente, acima de 600 rpm, a vibração se separa das outras curvas, isso indicando que o projeto de um anel de compensação convencional não
5 suporta uma rpm alta. Como o gráfico mostra, acima de 800 rpm existe uma diferença de aproximadamente 1 mm do resto das curvas, além disso, ao chegar perto de 900 rpm, há um pico maior do que 3 mm, demonstrando, assim, a incapacidade desse tipo de anéis de compensação (10) em compensar as
10 cargas (15) nas velocidades acima de 600 rpm. Por outro lado, a curva "A2" representada pela linha tracejada -----, tem uma disposição de doze lâminas curvas positivas (22) alternadas com doze lâminas retas (21). Essa disposição diminui sensivelmente a vibração quando comparada à linha
15 de referência "A0". Isso demonstra que as moléculas "P", graças à curvatura das lâminas (22), movem-se mais rápido a partir de um estado estacionário para a parede interna do diâmetro maior (31), assim, é possível se deduzir que o estado transitório é mais curto (levando em conta a
20 aceleração constante), e as vibrações são de menor amplitude (perto de 1 mm), portanto, um comportamento aceitável é alcançado entre 600 e 850 rpm. Isso também aparece no gráfico da curva "A3" na figura 20, representado por uma linha contínua —, a qual descreve um
25 comportamento similar à curva "A2", e corresponde a uma segunda configuração preferida do anel de compensação com doze lâminas curvas positivas (22) e doze lâminas radiais retas (21).

A Figura 21 apresenta um outro diagrama completo para o lado lateral esquerdo da máquina de lavar. Para essa medição, o limiar da "caminhada" é perto de 1,4 mm da vibração pico a pico. Como o presente diagrama mostra, as
5 três curvas "A0", "A2" e "A3" têm um comportamento similar de 0 a 720 rpm. Acima dessa última velocidade angular, "A0" começa a ser maior do que "A2" e "A3", e aumenta para 800 rpm, com um pico maior do que 3,5 mm próximo de 900 rpm, isto é, quase 2 mm a mais que "A2" ou "A3". Além disso, de
10 uma análise do diagrama completo acima mencionado, pode-se inferir que os anéis de compensação convencionais (10) das lâminas radiais retas (21) não são adequados para a rpm alta, porque, à medida que a rpm aumentava, sua capacidade de balanceamento era seriamente degradada, o que não é o
15 caso com as configurações propostas no presente.

Deverá ser observado que as modalidades descritas na presente invenção não devem ser interpretadas de modo limitativo, uma vez que as mesmas simplesmente ilustram a melhor maneira de executar a referida invenção, e que
20 diversas modificações e variações poderão ser imaginadas por um especialista versado nesta técnica, as quais não deverão ser consideradas fora do escopo de proteção das reivindicações seguintes.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de máquina de lavar, **caracterizado** pelo fato de consistir de um tubo de rotação concêntrica, o qual aloja os objetos que estão sendo lavados, dito tubo sendo acoplado mecanicamente a um motor e sendo rematado por um anel de compensação; dito anel de compensação consistindo de:

- a) um fluido operacional;
- b) uma base;
- 10 c) uma carcaça;
- d) uma série de lâminas curvas;
- e) um afastamento vertical entre as lâminas e as paredes internas, o que permite ao fluxo do líquido operacional ter um componente vertical;
- 15 f) uma série de lâminas levantadas;
- g) uma série de lâminas abaixadas que se alternam com as lâminas levantadas.

2. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 1, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas curvas seguem a equação descrita por L_{θ} .

3. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 1, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas curvas são consideradas positivas em relação à direção de rotação ω .

4. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme

descrito na reivindicação 1, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas curvas são consideradas negativas em relação à direção de rotação, o que corresponde a uma inversão da
5 curva L_0 ou a uma multiplicação aritmética por -1.

5. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 1, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas levantadas apresentam um afastamento que permite ao
10 fluxo do líquido operacional ter um componente horizontal.

6. Dispositivo de máquina de lavar, **caracterizado** pelo fato de consistir de um tubo e de uma cesta de rotação concêntrica que aloja os objetos que estão sendo lavados; dita cesta sendo mecanicamente acoplada a um motor e sendo
15 rematada por um anel de compensação, dito anel de compensação consistindo de:

- a) um fluido operacional;
- b) uma base;
- c) uma carcaça;
- 20 d) uma série de lâminas curvas;
- e) uma série de lâminas retas que se alternam com as lâminas curvas;
- f) um afastamento vertical entre as lâminas e as paredes internas, o que permite ao fluxo do líquido operacional ter
25 um componente vertical;
- g) uma série de lâminas levantadas;

h) uma série de lâminas abaixadas que se alternam com as lâminas levantadas.

7. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 6, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas curvas seguem a equação descrita por L_{θ} .

8. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 6, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas curvas são consideradas positivas.

9. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 6, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas curvas são consideradas negativas.

10. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 6, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas levantadas apresentam um afastamento que permite ao fluxo do líquido operacional ter um componente horizontal.

11. Dispositivo de máquina de lavar, **caracterizado** pelo fato de consistir de um tubo e de uma cesta de rotação que aloja os objetos que estão sendo lavados; dita cesta sendo mecanicamente acoplada a um motor e sendo rematada por um anel de compensação, dito anel de compensação consistindo de:

- a) um fluido operacional;
- b) uma base;

- c) uma carcaça;
- d) uma série de lâminas curvas positivas;
- e) uma série de lâminas curvas negativas que se alternam com as lâminas curvas positivas;
- 5 f) um afastamento vertical entre as lâminas e as paredes internas, o que permite ao fluxo do líquido operacional ter um componente vertical;
- g) uma série de lâminas levantadas;
- h) uma série de lâminas abaixadas que se alternam com as
- 10 lâminas levantadas.

12. Dispositivo de lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 11, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas lâminas curvas seguem uma trajetória em espiral, similar à

15 involução de uma casa de caracol, na equação descrita por L_{θ} .

13. Dispositivo para lavagem de roupas, conforme descrito na reivindicação 11, em que o dito anel de compensação é **caracterizado** pelo fato de que as ditas

20 lâminas levantadas apresentam um afastamento que permite ao fluxo do líquido operacional ter um componente horizontal.

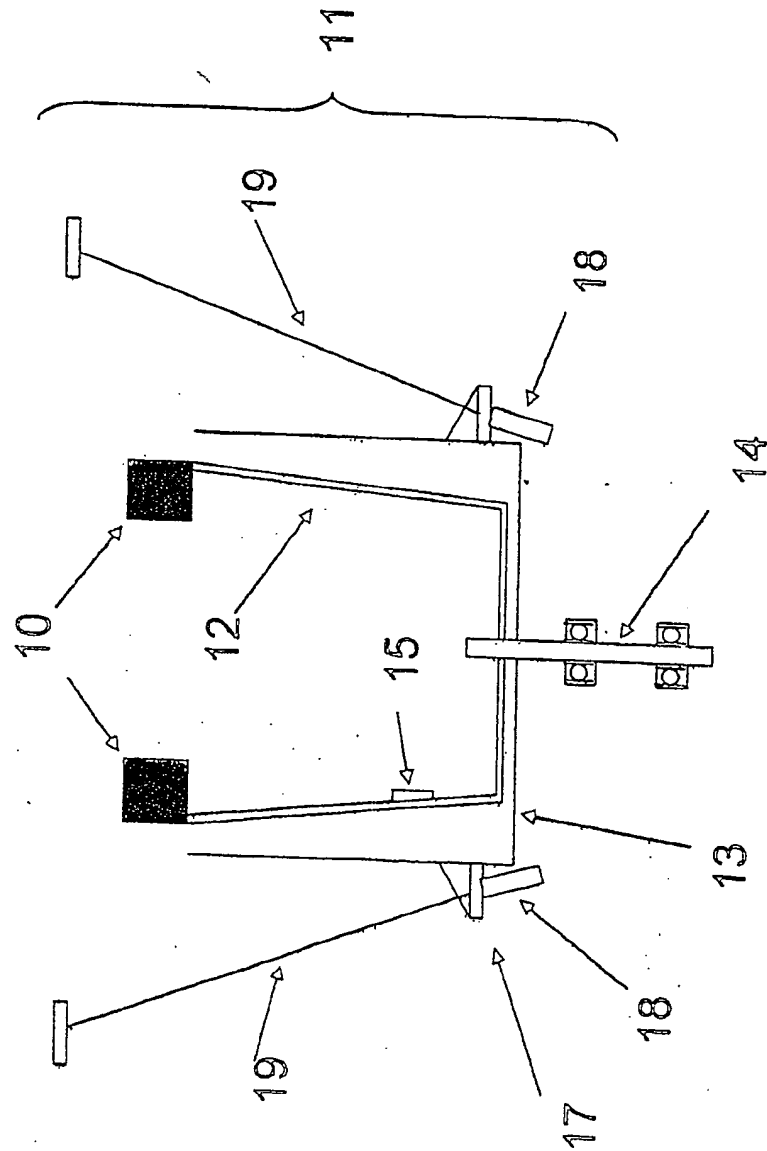


Figura No. 1

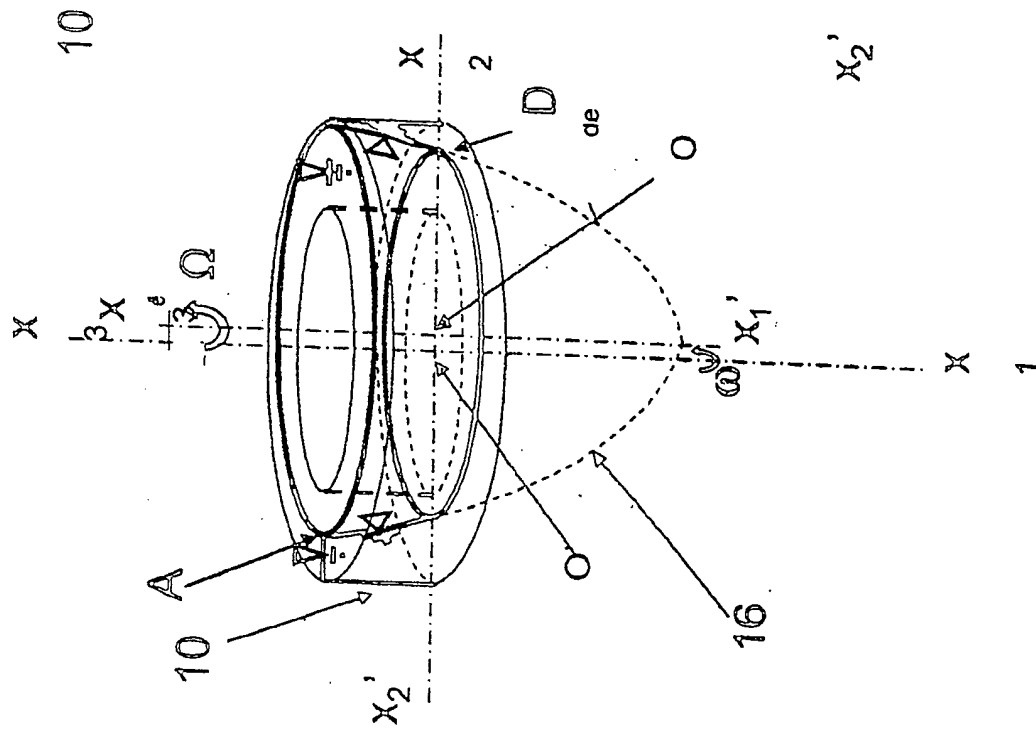


Figura No. 2

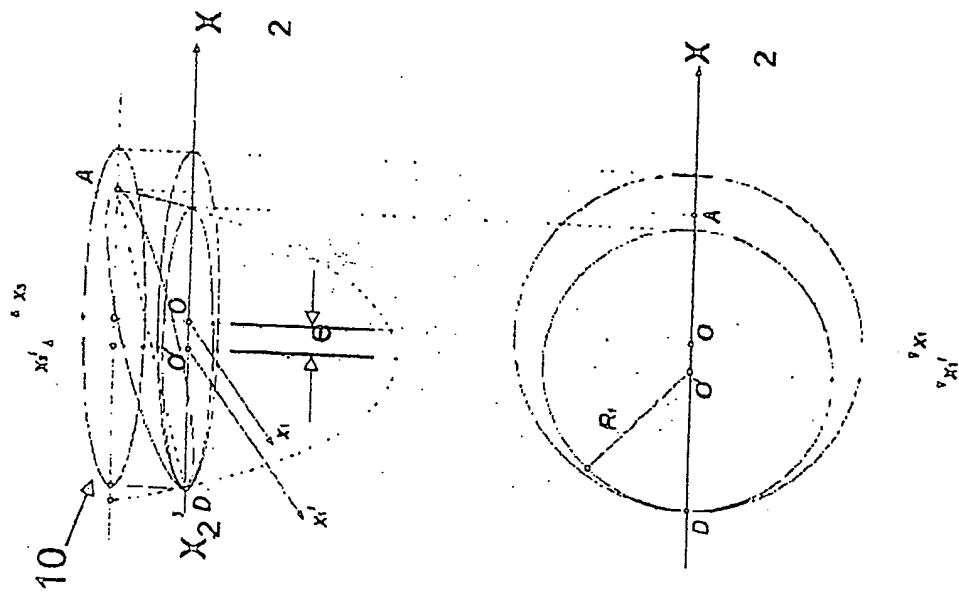


Figura No. 3

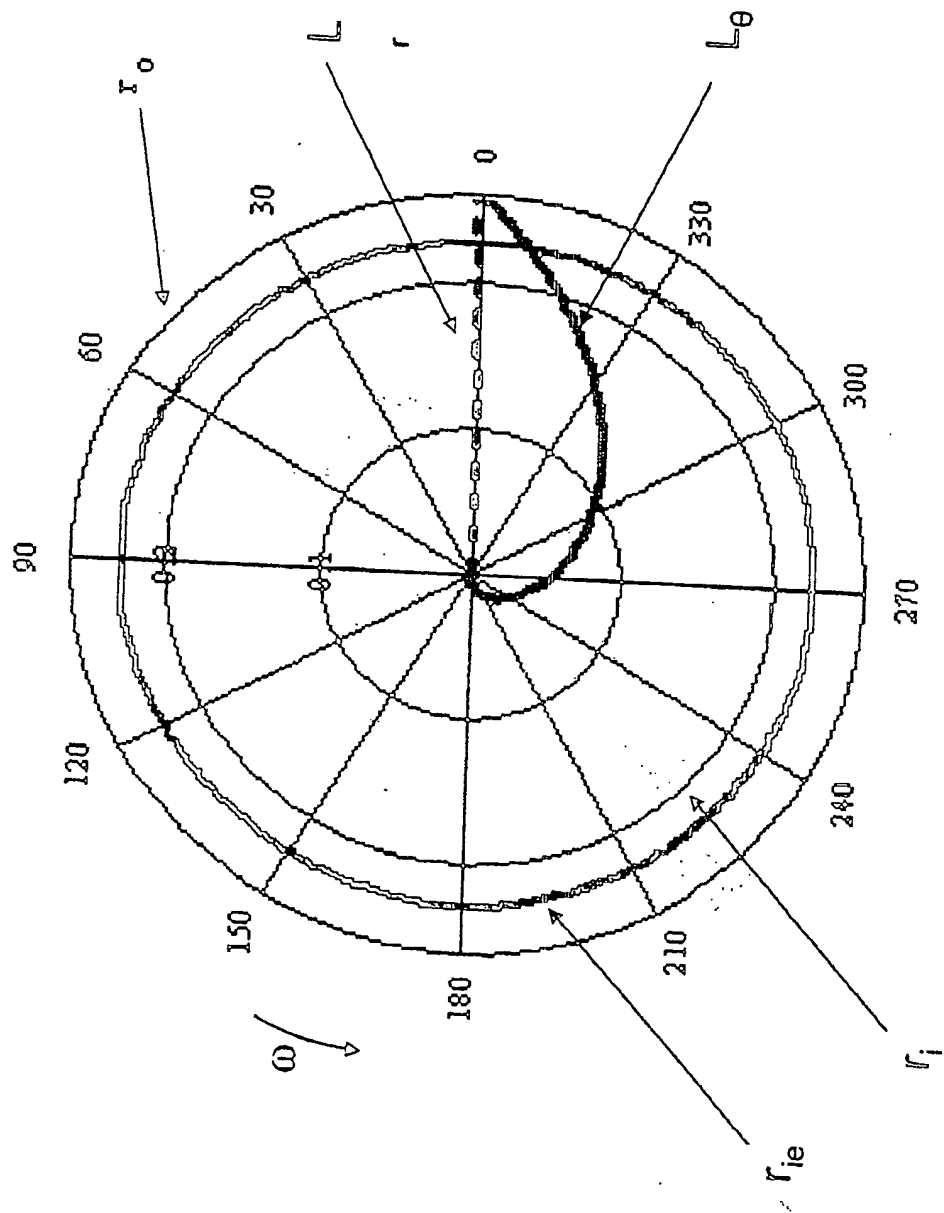


Figura No. 4

Figura No. 5

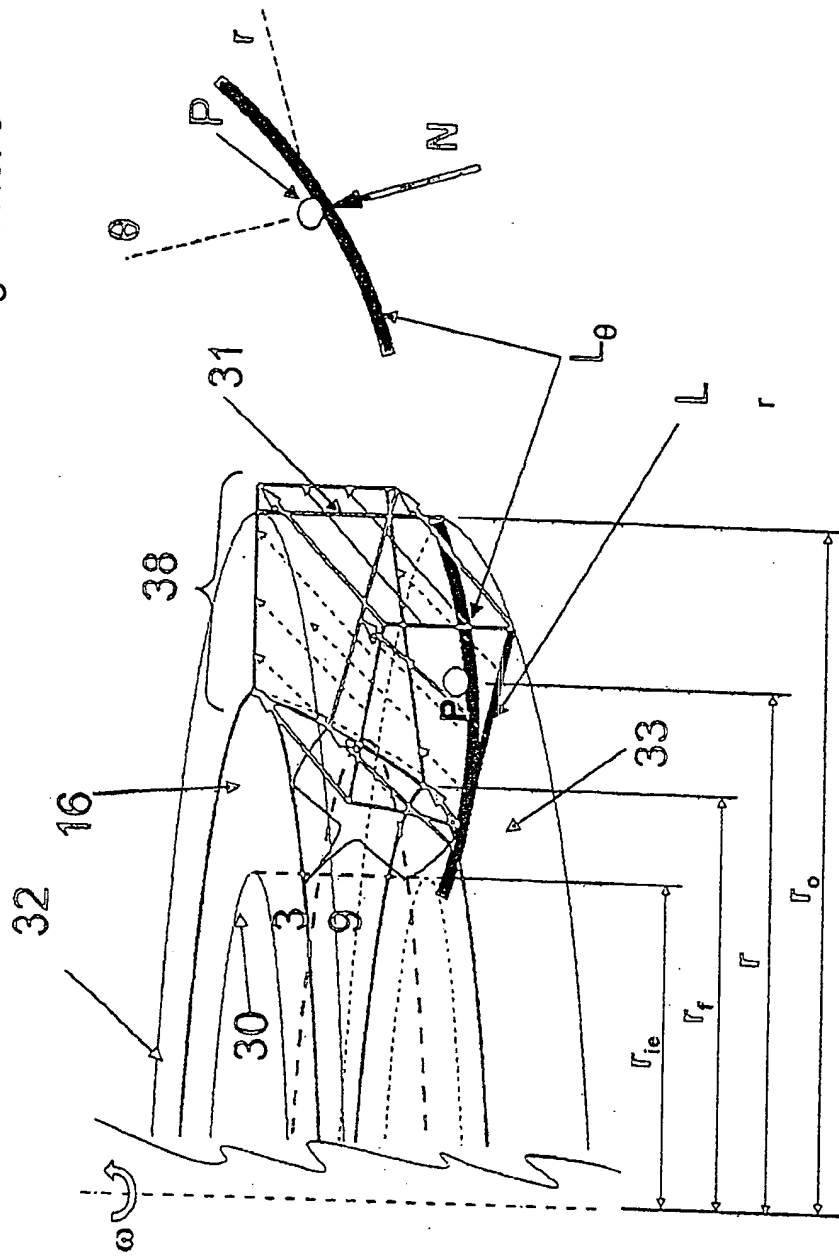
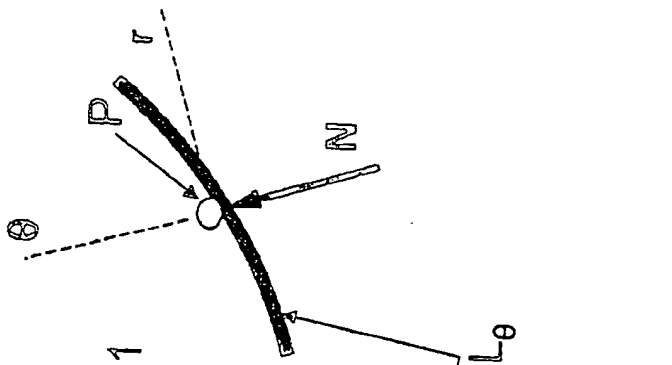


Figura No. 6



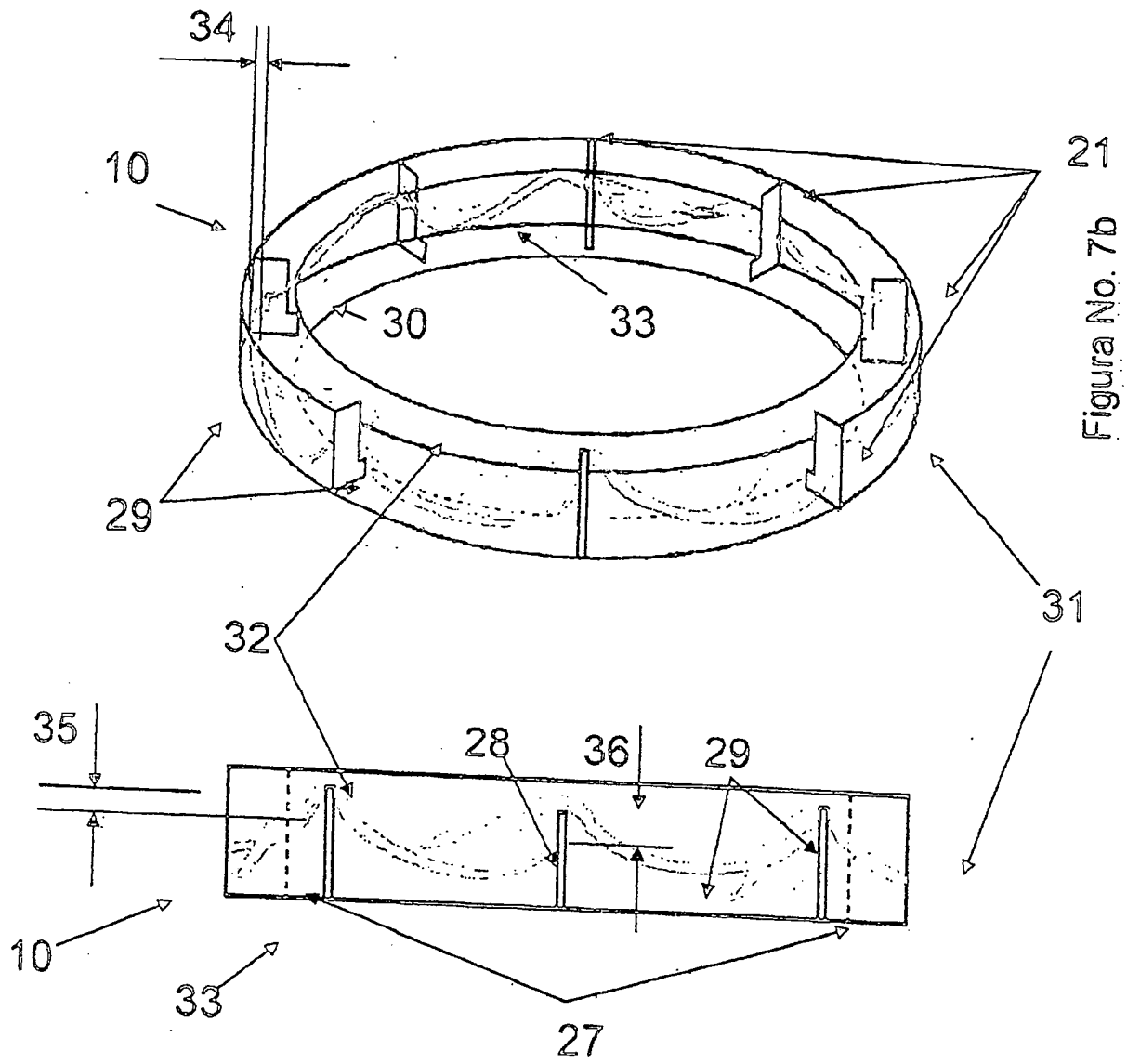


Figura No. 7a

Figura No. 7b

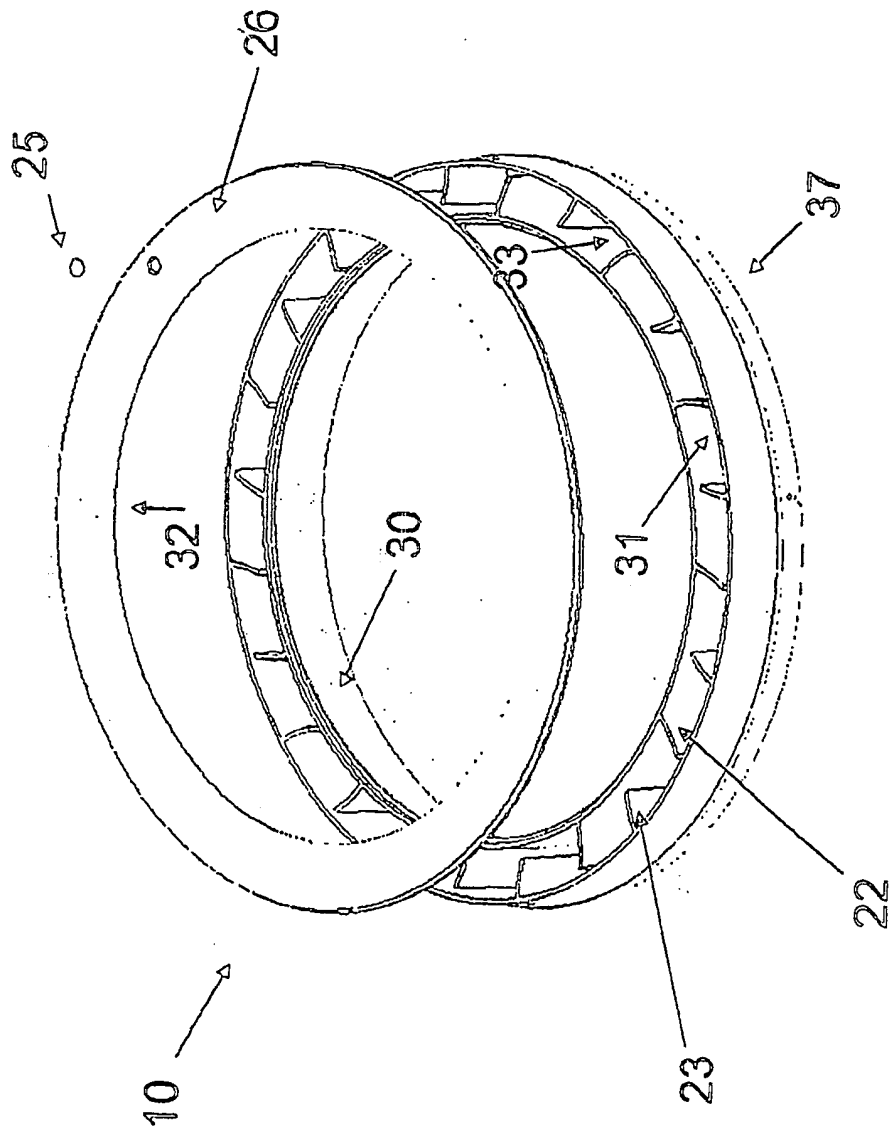


Figura No. 8

Figura No. 10

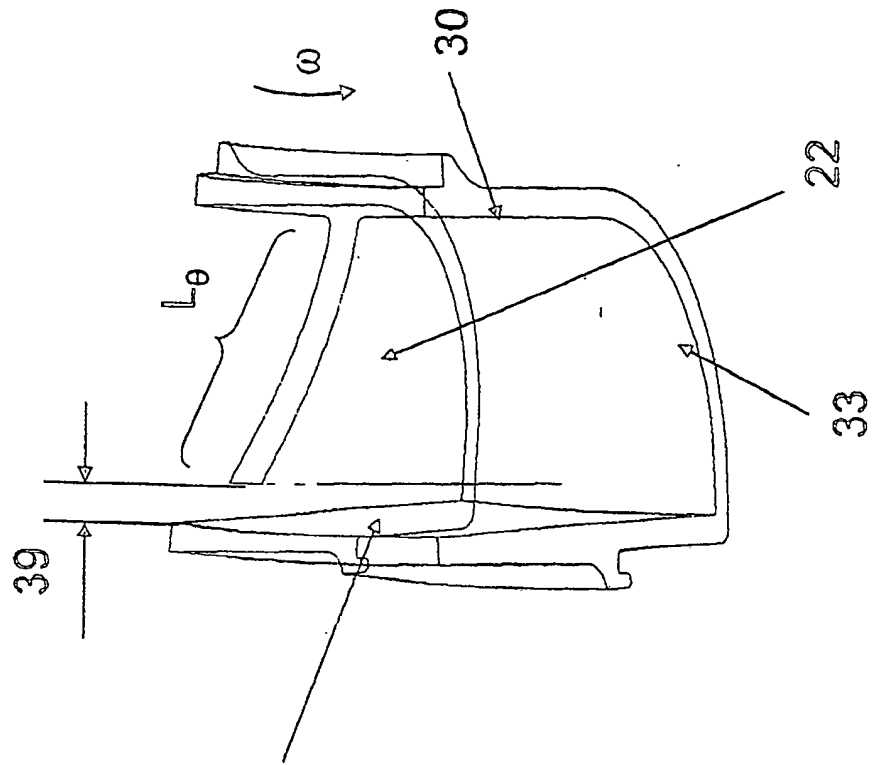
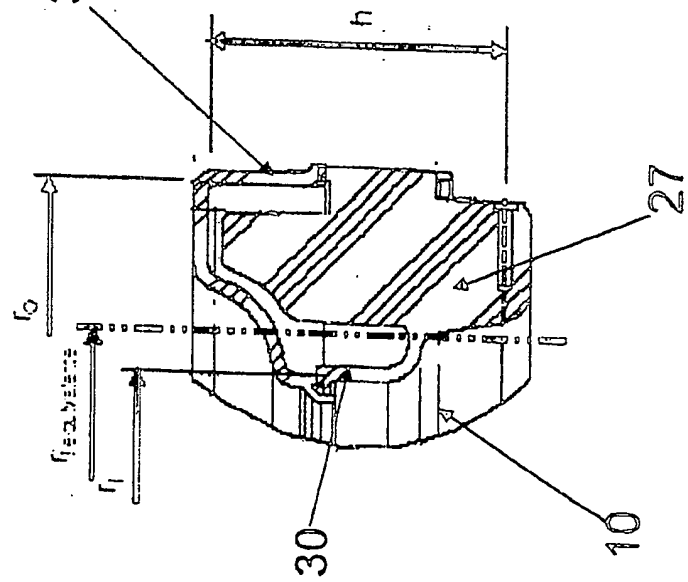


Figura No. 9

ARTE PREVIO



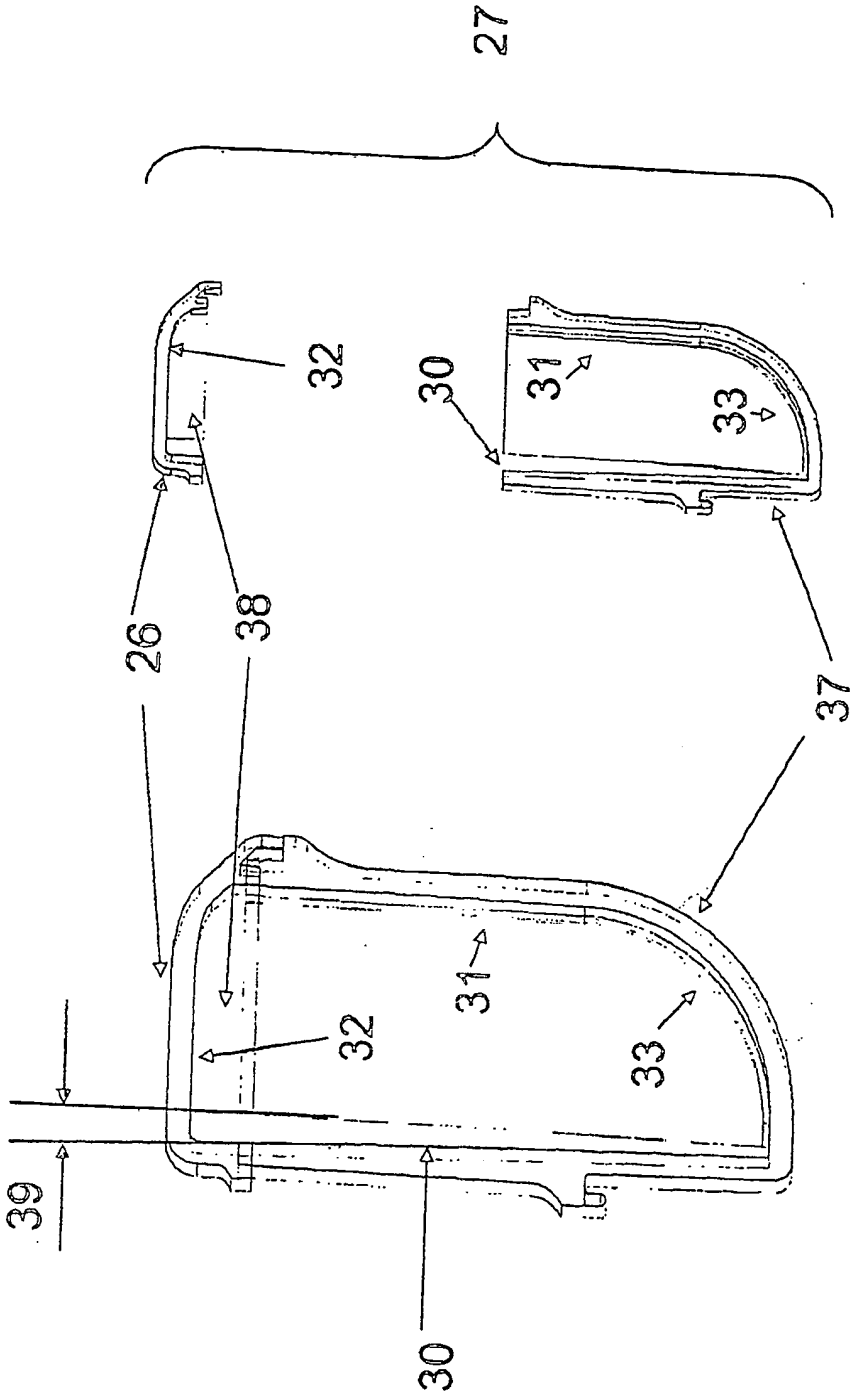


Figura No.11

Figura No.12

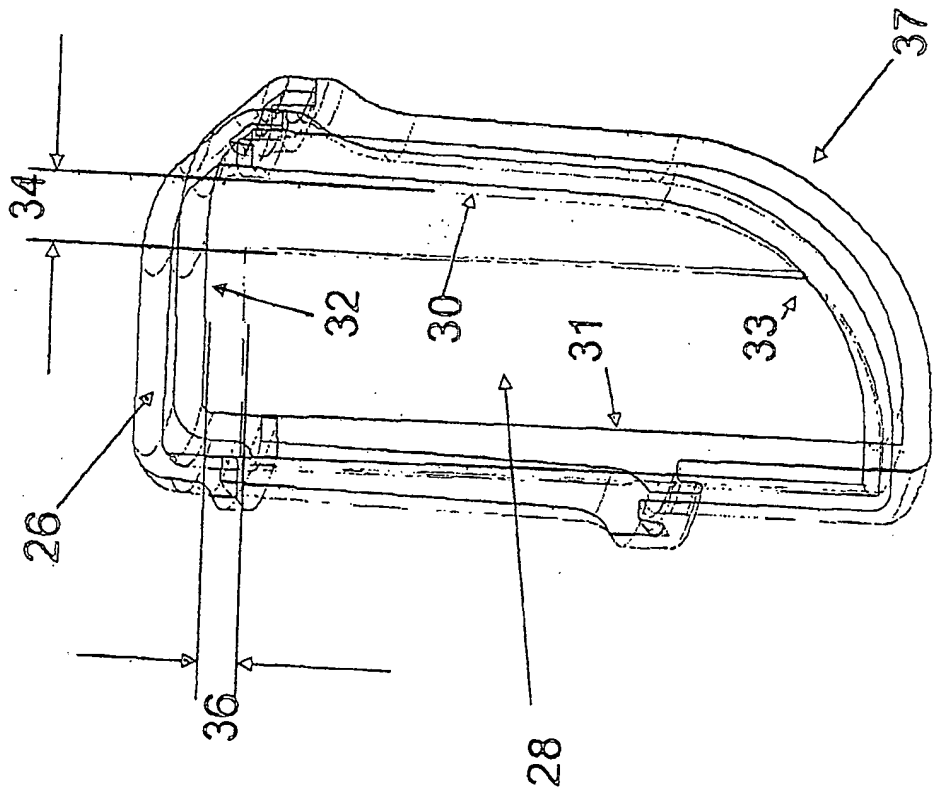


Figura No.13

Figura No.14

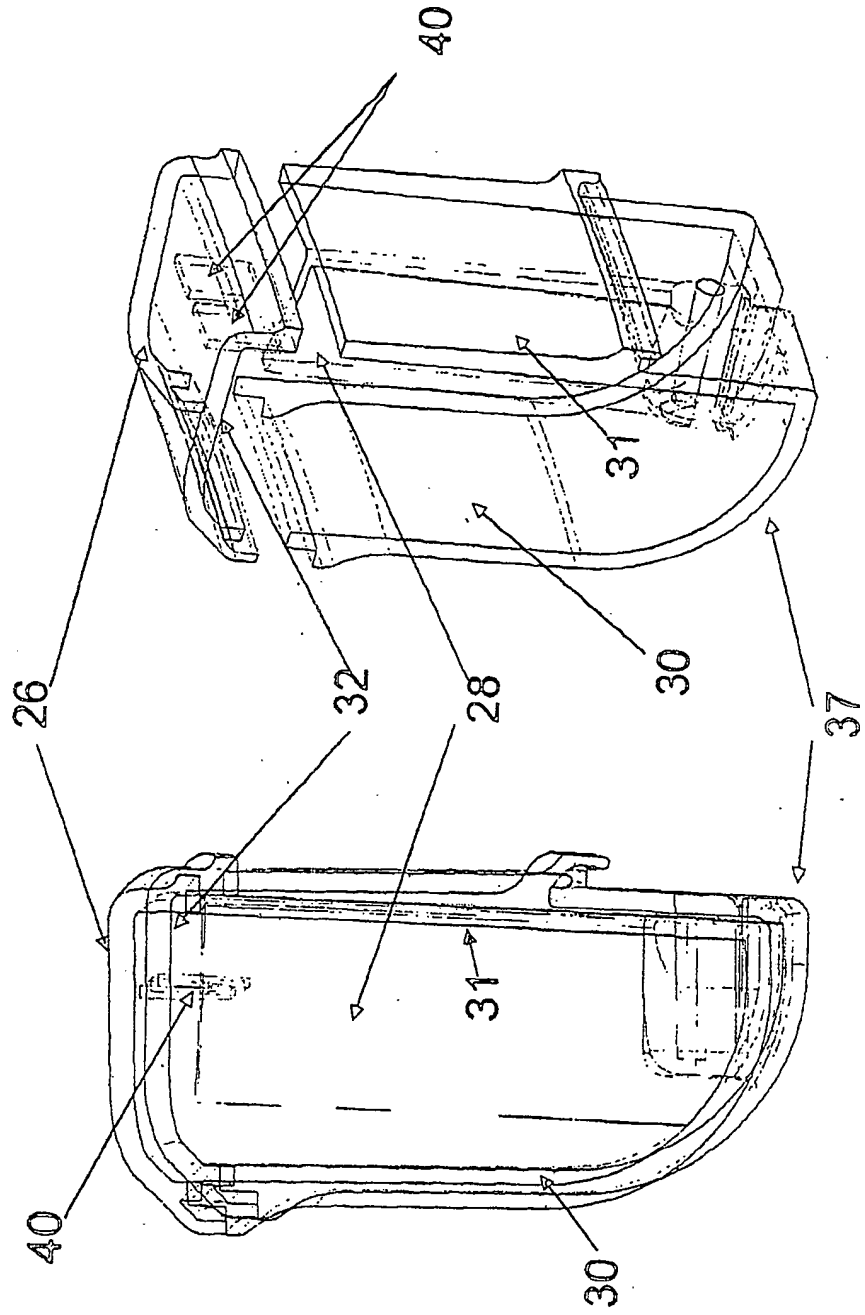


Figura No. 15

Figura No.17

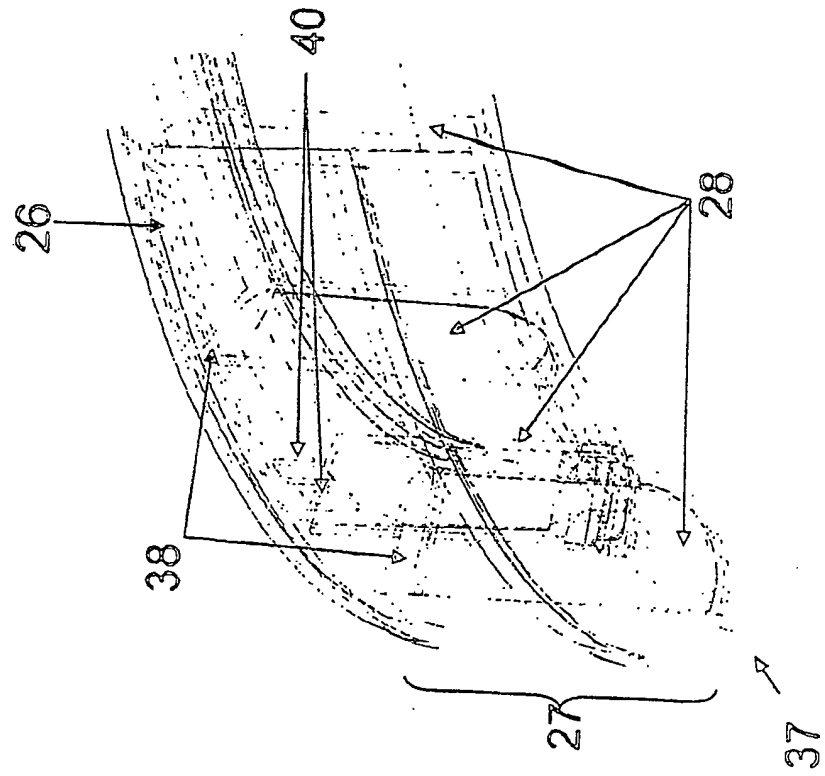
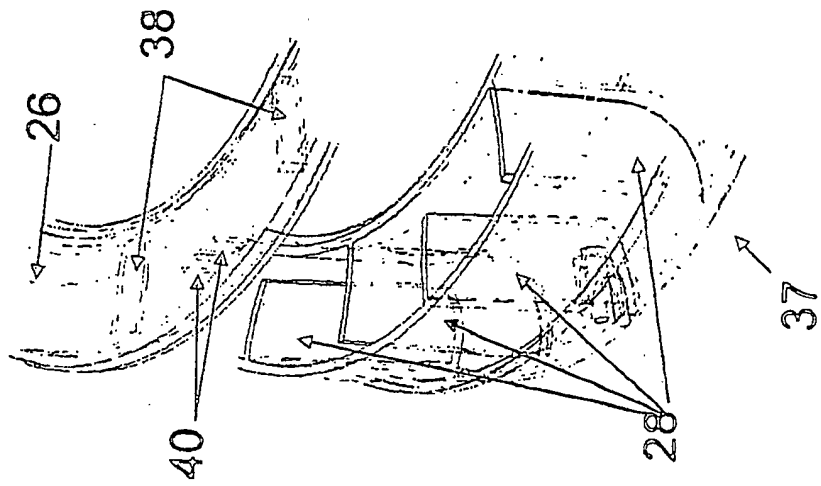
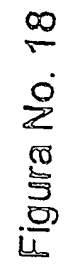


Figura No.16





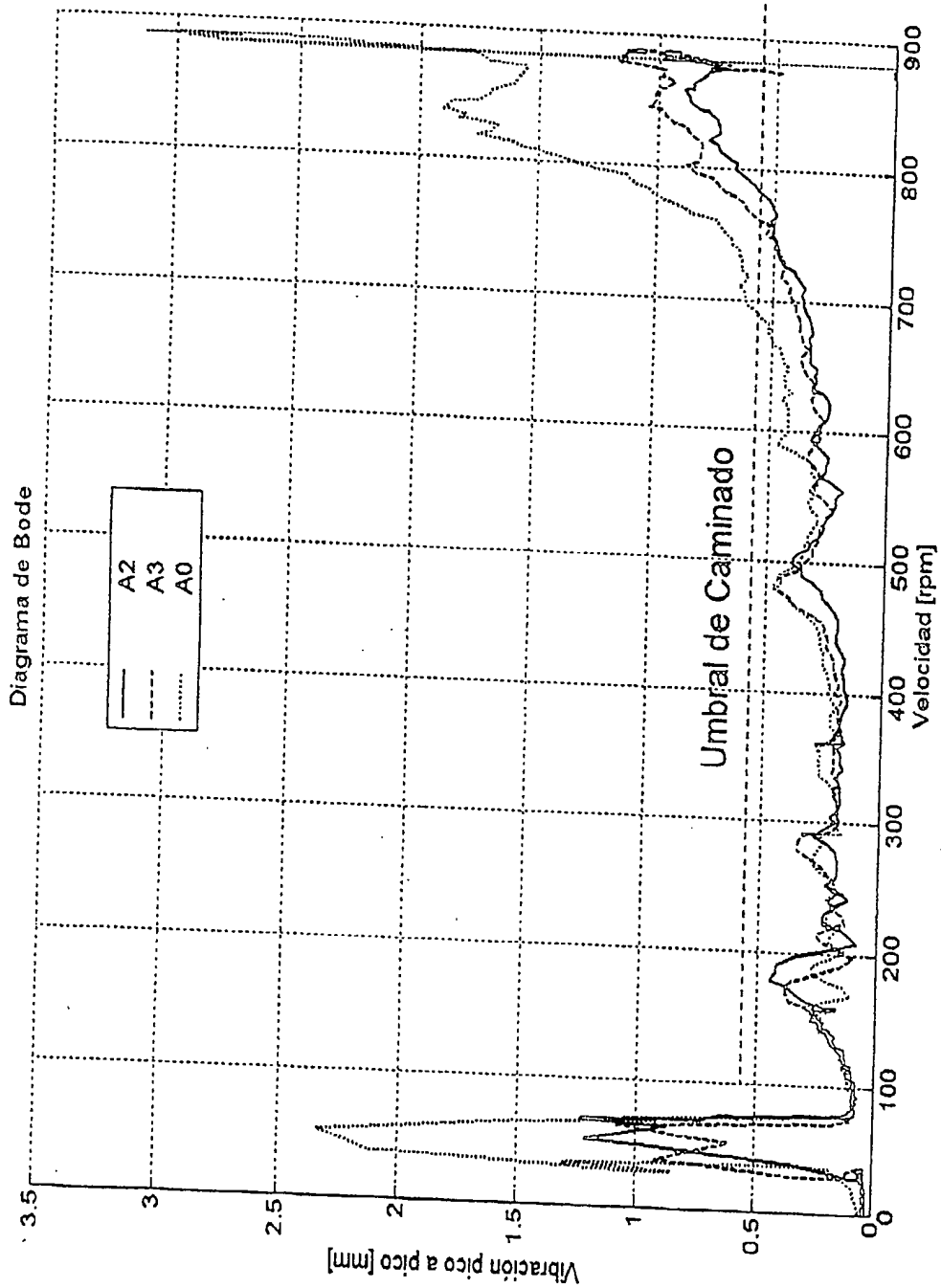


Figura No. 20

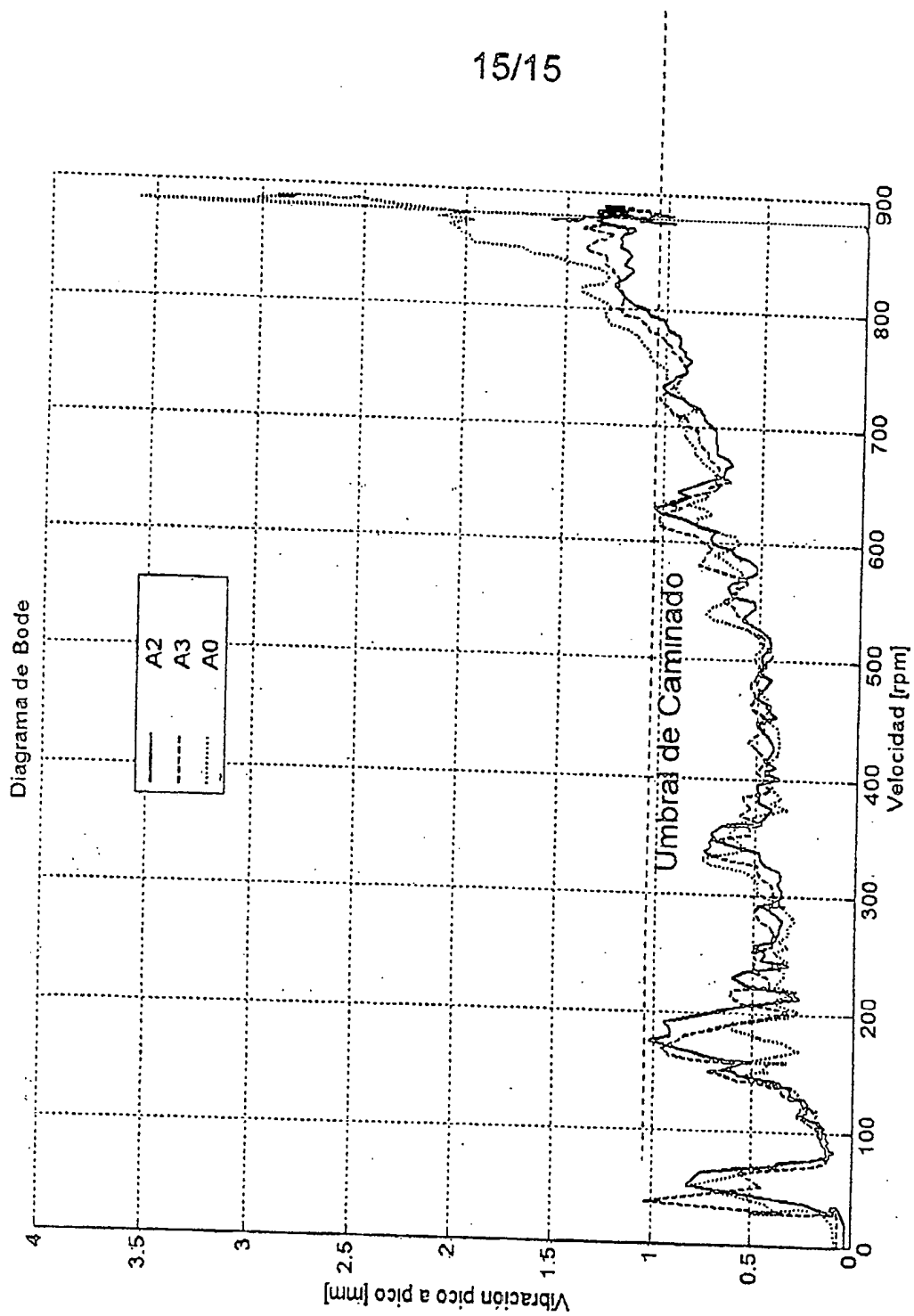


Figura No. 21

RESUMO**"ANEL DE COMPENSAÇÃO HIDRODINÂMICO PARA MÁQUINAS CENTRÍFUGAS ROTATIVAS".**

A presente invenção trata de um anel de
5 compensação para dispositivos de máquina de lavar, que pode
ser usado em máquinas de eixos vertical e horizontal, o
qual se dispõe rematando a cesta de lavagem, para compensar
as forças de desbalanceamento causadas pelo acúmulo de
objetos que estão sendo lavados na dita cesta de lavagem.
10 Portanto, a invenção ilustra um anel de compensação
inovador, com uma disposição que alterna lâminas curvas
positivas e negativas, assim como, lâminas curvas e retas,
que em combinação com as diferentes alturas das lâminas
reduz o tempo e a amplitude das vibrações do estado
15 transitório, dessa forma, possibilitando o giro da cesta de
lavagem em velocidades mais altas e reduzindo o ciclo
centrífugo, ao mesmo tempo em que aumenta a força
centrífuga aplicada aos objetos que estão sendo lavados, o
que proporciona uma melhor secagem das roupas, resultando
20 em economia de energia.