

» Consultar por: [Base Patentes](#) | [Finalizar Sessão](#)

Patente

(11) Nº do Pedido: MU7903031-9 Y1



[Leia-me antes](#)

(22) Data do Depósito: 24/12/1999

(51) Classificação: G01L 3/00

(54) Título: AMPLIFICADOR DE FORÇAS.

(57) Resumo: **AMPLIFICADOR DE FORÇAS É descrito um amplificador de forças acoplável a um equipamento de ensaios mecânicos (dinamômetro). Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um equipamento para magnificar a força num sistema de pistões através da aplicação do princípio de Pascal de modo que a força aplicada no pistão primário (menor diâmetro) é multiplicada no pistão secundário (maior diâmetro) através da pressão transmitida por um fluido hidráulico.**

(73) Nome do Titular: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (BR/RS) / Braskem S.A. (BR/BA)

(72) Nome do Inventor: [Shinichi Tokumoto](#)  / Dimitrios Samios / Antonio Luiz Duarte Bragança

AMPLIFICADOR DE FORÇAS

O presente modelo de utilidade refere-se a um amplificador de forças acoplável a um equipamento de ensaios mecânicos (dinamômetro). Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um equipamento para magnificar a força num sistema de pistões através da aplicação do princípio de Pascal de modo que a força aplicada no pistão primário (menor diâmetro) é multiplicada no pistão secundário (maior diâmetro) através da pressão transmitida por um fluido hidráulico.

De um modo geral, os sistemas para medições de forças são empregados em um grande número de aplicações práticas. Dentre estas aplicações, certos tipos de equipamentos de ensaios mecânicos exigem a capacidade de medição de forças de grande magnitude conjuntamente com uma tolerância bastante reduzida quanto às imprecisões da medida a ser realizada. Podemos citar como exemplos deste caso específico, as medições de esforços inerentes a determinação das propriedades reológicas de materiais.

Por exemplo, no caso de um equipamento de ensaios mecânicos com capacidade para medir esforços até 10.000 N tem-se um determinado grau de incerteza nas medidas de deslocamento, na velocidade de deslocamento e na determinação da força. Se a leitura da força realizada por meio de uma célula de carga apresenta uma incerteza de 0,25%, tem-se, neste caso, uma imprecisão máxima de 25 N. No caso de ensaios que necessitem utilizar um equipamento de ensaios mecânicos com capacidade para medir esforços até 200.000 N, o mesmo grau de incerteza de 0,25% representaria uma imprecisão de 500 N.

Para determinadas pesquisas científicas, imprecisões nesta ordem, em termos absolutos, são inaceitáveis e as análises desempenhadas não permitem resultados conclusivos. Além disso, é sabido que equipamentos que possuam maior capacidade de medição, apresentam uma maior imprecisão percentual dos parâmetros de controle,

seja por limitações construtivas ou pela baixa exigência da maioria das aplicações nestes casos.

Alternativamente, o emprego de um amplificador de forças que magnifique em 20 vezes a carga, mantém a precisão relativa da medida no pistão primário (1), que é acoplado ao dinamômetro, muito semelhante ou idêntica a do pistão secundário (4), que é acoplado ao corpo de prova, quando aplicadas as devidas correções.

O amplificador de forças objeto do presente modelo de utilidade, é adaptável a qualquer tipo de equipamento de ensaios mecânicos com diferentes capacidades de carga, de modo que a faixa de utilização do dinamômetro pode ser ampliada tantas vezes quanto for a capacidade de magnificação do amplificador. Como o volume do fluido hidráulico é considerado constante já que o mesmo é praticamente incompressível, o deslocamento do pistão primário do amplificador é maior que o secundário, na mesma proporção correspondente à razão de magnificação da força. Quaisquer relações entre os diâmetros dos pistões primário e secundário e, conseqüentemente, de magnificação da força, podem ser utilizadas pela presente invenção. Preferencialmente são adotadas relações de magnificação entre 1:2 e 1:40.

Assim quando, na modelo preferencial desta invenção, um amplificador de forças com razão de magnificação da força de 1:22 é acoplado a um dinamômetro com capacidade de medição para 10.000 N, o instrumento passa a permitir ensaios em corpos de prova envolvendo esforços de até 220.000 N, enquanto mantém a mesma precisão do equipamento original.

Baseando-se no mesmo modelo preferencial, no qual a razão de magnificação da força é de 1:22, no caso de uma amostra ensaiada com o deslocamento do pistão secundário de 1 cm, o deslocamento do pistão primário seria de 22 cm. Desta forma, a resposta de uma deformação de 1

cm na amostra torna-se altamente perceptível ao longo dos 22 cm de curso no pistão primário, permitindo observar fenômenos muitas vezes imperceptíveis em ensaios mecânicos tradicionais.

Nos dinamômetros convencionais, velocidades de ensaio muito baixas não são fáceis de se aplicar, embora os equipamentos permitam o trabalho nestas condições. Isto ocorre devido ao fato de que a diminuição da velocidade dos cilindros durante o ensaio, compromete a linearidade do deslocamento, aumentando os efeitos das variações ondulatórias provenientes das engrenagens de redução. Além disso, os ensaios a baixa velocidade, em determinados dinamômetros, estão limitados a um certo tempo de ensaio para evitar a avaria do motor por superaquecimento.

O uso do amplificador de forças do presente modelo de utilidades também contribui para solucionar este tipo de problema. O grau de magnificação da força que for utilizado, também corresponde à razão de diminuição da velocidade do pistão secundário em relação ao primário. Assim, o dinamômetro poderá trabalhar a uma velocidade adequada, e no pistão secundário do amplificador onde efetivamente a amostra é ensaiada, a velocidade será reduzida em uma proporção inversa à magnificação adotada sobre a força aplicada pelo dinamômetro.

O amplificador de forças descrito aqui trata-se de um modelo projetado e construído conforme as Figuras 1a, 1b e 1c que apresentam respectivamente a vista superior, o corte longitudinal e o corte transversal do modelo em escala 1:2. O projeto foi adaptado para o dinamômetro comercial INSTRON modelo 4466, com capacidade para 10.000 N conforme o catálogo da INSTRON Corporation, Series 4400, Materials Testing Systems, 1993.

O amplificador é constituído de um pistão primário (1) de menor diâmetro. Na modalidade preferida desta invenção este pistão possui 34 mm de diâmetro e 550 mm de comprimento. O pistão é maciço e

altamente polido para garantir resistência mecânica elevada e alta vedação. O cilindro (2) que o comporta tem baixo coeficiente de atrito e também possui alta resistência mecânica para suportar a pressão do fluido hidráulico. O mesmo é fixado em uma placa (3) espessa de aço, a qual
5 também suporta o pistão secundário (4) e seu respectivo cilindro (5).

A vedação no pistão primário é realizada com três anéis de borracha do tipo o'rings (6). Na parte superior do cilindro primário existe uma abertura (7) para sangria do fluido hidráulico. O orifício está localizado em uma posição de modo a coincidir com a extremidade inferior
10 do elemento de vedação para evitar qualquer aprisionamento de bolhas. A ponteira (8) do pistão primário (1) é conectada à célula de carga do dinamômetro através de um adaptador articulado apresentado na Figura 1d em escala 1:2. O adaptador é um sistema de cotovelo, constituído de uma meia esfera convexa superior e uma meia esfera côncava inferior,
15 para proteger a célula de carga de qualquer esforço não axial, proveniente de um eventual desalinhamento do amplificador de forças em relação ao dinamômetro.

O fluido hidráulico do cilindro primário é impulsionado pelo pistão primário para o cilindro secundário, através de um duto interligado a
20 ambos cilindros através de conexões rosqueadas (9a e 9b). O duto deve ser dimensionado, de modo que a perda de carga durante a movimentação do fluido não seja significativa e o limite de pressão tolerado por suas paredes seja bastante elevado em relação a pressão de trabalho, para garantir a segurança do sistema.

25 O cilindro secundário, sendo preenchido com fluido hidráulico proveniente do cilindro primário, movimenta o pistão secundário que possui maior diâmetro. No modelo apresentado, o pistão secundário possui 159,5 mm de diâmetro de modo que a relação entre os volumes dos pistões primário e secundário e a magnificação de força seja igual a

1:22. A vedação entre o cilindro e o pistão é garantida por duas gaxetas (10) de borracha, as quais se movimentam juntamente com o pistão e deslizam sobre o cilindro. Preferencialmente são utilizadas gaxetas de auto aderência cuja principal característica é que, a medida que a pressão do fluido aumenta, os seus anéis de borracha abrem-se e acomodam-se melhor às paredes do cilindro secundário, garantindo melhor vedação.

O pistão secundário, o qual se desloca para baixo, recebe na sua extremidade inferior adaptadores (11) alinhados por colunas guias (17) para possibilitar o acoplamento a qualquer tipo de ferramenta de ensaio mecânico. Por exemplo, no caso de equipamentos destinados a medição de propriedades reológicas de materiais termoplásticos, é adaptado um pistão mergulhador (12) utilizado em medições para deformação plástica. As amostras são colocadas em uma matriz de canal (18). A mesa (13) onde se encontra este molde, a qual corresponde ao suporte para a ferramenta oposta, é constituída de uma placa espessa. O espaço entre esta placa de base (13) e a placa superior (3), que suporta todo o sistema de cilindros e pistões secundário e primário, é determinado por quatro colunas maciças (14) e constitui a área de ensaio da amostra. O espaçamento entre as colunas pode ser alterado de acordo as necessidades, ou seja, de acordo com o tipo de ferramenta a ser adaptada para o ensaio mecânico. As colunas são devidamente projetadas para permitir esta versatilidade, por meio de modificação na altura dos parafusos que prendem as duas placas suportes (3) e (13).

É fundamental para que a exatidão da medida seja mantida que todo o conjunto, em especial as placas das bases de suporte, tenham alta resistência mecânica de modo a impedir deformações.

O pistão secundário é constituído de duas partes:

1) a primeira seção (4a) encontra-se inserida no cilindro secundário, onde chega o fluido hidráulico do cilindro primário;

2) a segunda seção (4b), com diâmetro reduzido de 159,5 mm para 100 mm, está localizada abaixo da primeira seção, e tem a função de providenciar o retorno do pistão a sua posição original por meio da ação de um fluido pressurizado introduzido através de uma conexão (19).

5 O amplificador de forças descrito e reivindicado pelo presente modelo de utilidade é aplicável apenas em ensaios mecânicos de compressão. As dimensões das peças estruturais do amplificador dependem basicamente da carga máxima e da exatidão exigida pelas análises. O modelo preferencial apresentado nas Figuras 1a, 1b e 1c foi
 10 projetado e construído visando a medição de propriedades reológicas de materiais termoplásticos. Este modelo foi dimensionado de tal forma a apresentar deformação elástica praticamente nula nos componentes construtivos que constituem o amplificador, de modo que esforços de até 220.000 N de intensidade fossem obtidos a partir da amplificação de
 15 esforços correspondentes a 10.000 N.

Por ser um acessório bastante robusto e, conseqüentemente, apresentar um peso considerável, o mesmo é suportado sobre eixos com rodas (15) montadas sobre trilhos (16) para facilitar a montagem e a
 20 desmontagem em conjunto com o equipamento de ensaios mecânicos.

Não há restrições quanto ao fluido hidráulico a ser utilizado no amplificador de forças. Podem ser utilizados fluidos quase incompressíveis como o mercúrio, hidrocarbonetos, como querosene puro ou misturado com glicerol, água, óleos lubrificantes, óleos minerais à base de polímeros
 25 sintéticos como o polidimetilsiloxano e outros fluidos. Contudo, para cada tipo de fluido, cuidados especiais devem ser tomados. No caso do mercúrio, além da conhecida toxicidade da substância devem ser tomados cuidados em relação a escolha do material das gaxetas. A água requer tratamento especial com aditivos para evitar corrosão dos pistões e cilindros.

Os melhores fluidos hidráulicos são aqueles que apresentam capacidade de lubrificação e uma viscosidade adequada. A lubrificação dos pistões é fundamental para que o movimento dos mesmos seja suave, sem a ocorrência de vibrações decorrentes do atrito com as vedações de borraça. Um fluido com viscosidade cinemática entre 2×10^{-5} e 5×10^{-4} m²/s é aconselhável, de modo a permitir a prevenção de vazamentos e a garantir que a perda de carga durante o movimento do fluido não seja significativa. Normalmente, estes fluidos correspondem aos óleos lubrificantes a base de hidrocarbonetos e óleos minerais, os quais apresentam um certo grau de compressibilidade. Fluidos demasiadamente viscosos de natureza polimérica não são aconselhados, pois, além de promover grande perda de carga durante seu movimento, podem apresentar efeitos de memória, decorrentes dos longos processos de relaxação do fluido.

A construção do corpo do presente modelo de utilidade pode ser realizada em qualquer material que suporte os esforços decorrentes de sua operação e a agressividade dos fluidos hidráulicos adotados. Preferencialmente são utilizados materiais metálicos, em especial aços carbono, aços inoxidáveis, bronze e latão. Algumas peças, como os cilindros e os pistões podem ser feitas também em materiais cerâmicos.

Em geral, o deslocamento dos pistões e a magnificação da força sofrem desvios que são causados, respectivamente, pela pequena compressibilidade possuída pelos fluidos hidráulicos e pela energia dissipada através do atrito do pistão com as borrachas de vedação.

O fator de correção de deslocamento é obtido, fazendo-se a compressão do pistão primário e mantendo-se o pistão secundário travado em uma posição fixa. Uma determinação prática deste fator pode ser visualizada na Figura 2 medida na velocidade de 1 mm/min.

As curvas da Figura 2 podem ser representadas por uma equação

polinomial do tipo $y = a + bx + cx^2$, correlacionando cada carga com o desvio de deslocamento no primeiro pistão. Este fator de correção, variável com a carga aplicada e expressado através de uma equação matemática, é o resultado não somente da pequena compressão do fluido hidráulico, mas também da eventual dilatação do duto de condução do fluido hidráulico e da acomodação das gaxetas de vedação com a pressão.

A segunda correção a ser considerada corresponde ao desvio da força aplicada. O atrito do pistão com os elementos de vedação fazem com que a magnificação da força não seja exatamente igual àquela indicada, embora este desvio seja, muitas vezes, desprezível. A Figura 3 apresenta as curvas obtidas para a correção do valor da força no pistão primário em função do deslocamento do amplificador de forças nas velocidades de 10, 50, 100 e 200 mm/min.

As medidas apresentadas na Figura 3 mostram que o valor de correção para carga tende a se estabilizar em um valor fixo. Salvo em situações em que se exige altíssima exatidão da força aplicada, o valor desta correção pode ser tomada constante para diferentes condições de ensaio.

Com a utilização dos fatores de correção para desvios no deslocamento e na força, o amplificador de forças apresenta uma precisão muito similar ao do dinamômetro, desempenhando simplesmente sua função de magnificação de forças, sem prejudicar a qualidade de qualquer medida em equipamentos de ensaios mecânicos.

REIVINDICAÇÕES

1. Amplificador de forças, **caracterizado** por se constituir de um pistão primário (1), interligado hidráulicamente com um segundo pistão de maior diâmetro (2), adaptável a máquina de ensaios mecânicos (dinamômetros) e suportados em bases resistentes de baixa deformação mecânica.
2. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por utilizar o princípio de Pascal para magnificação da força.
3. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por que a relação de magnificação de forças é igual a relação de diâmetros entre o pistão primário (1) e o secundário (2).
4. Amplificador de forças, de acordo com as reivindicações 1 e 3, **caracterizado** por que o fluido hidráulico utilizado compreende mercúrio, hidrocarbonetos, como querosene puro ou misturado com glicerol, água, óleos lubrificantes, óleos minerais à base de polímeros sintéticos como o polidimetilsiloxano.
5. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por ser o pistão secundário (4) o êmbolo motriz de ensaio de compressão e base de adaptação de qualquer ferramenta de análise.
6. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por apresentar os sistemas de pistão e cilindro, primário (1 e 2) e secundário (4 e 5) fixados na placa suporte superior (3).
7. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por que o adaptador do pistão primário (1) à célula de carga do dinamômetro é articulado.
8. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por ser constituído de peças confeccionadas em materiais metálicos e cerâmicos.
9. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado**

por ser instalado sobre eixos com rodas (15) apoiadas sobre trilhos (16).

10. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por apresentar, no pistão secundário (4), o sistema de reversão do movimento do pistão por meio da ação de um fluido pressurizado.
11. Amplificador de forças de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por possuir gaxetas de vedação (10) cuja aderência ao cilindro aumenta com a pressão do fluido hidráulico.

Figura 1a

Escala 1:2

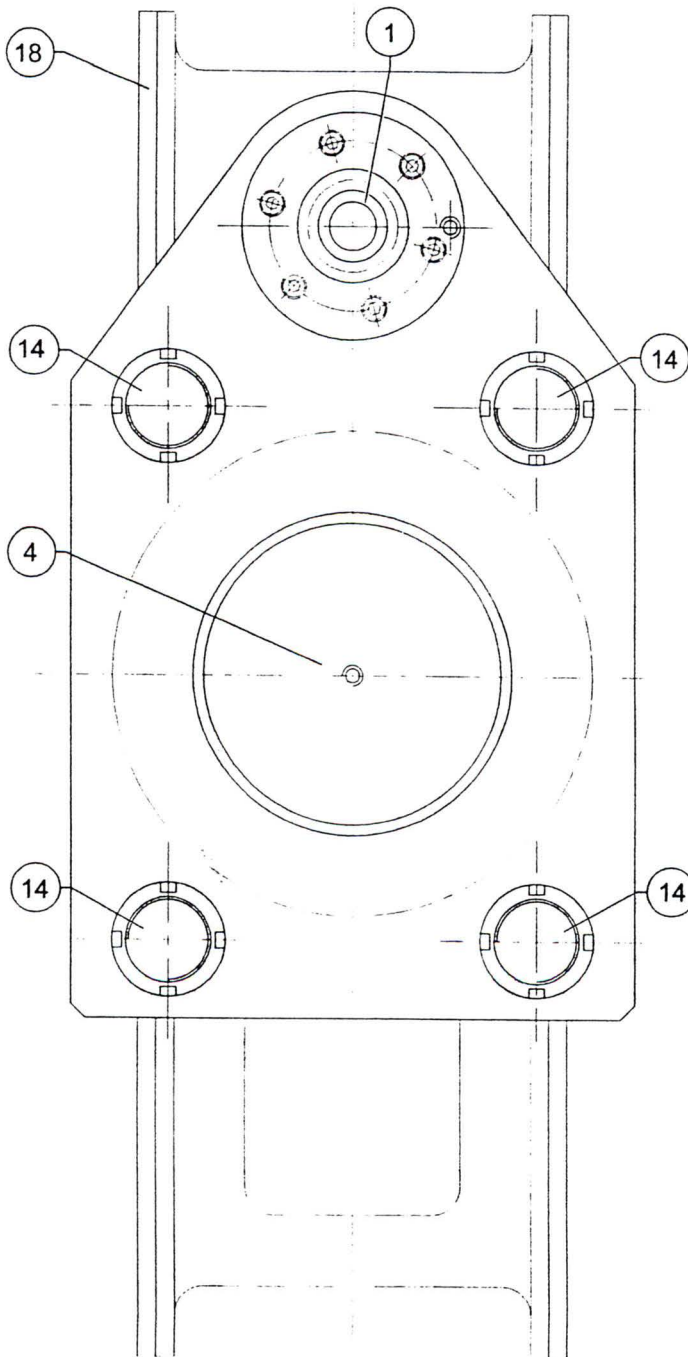
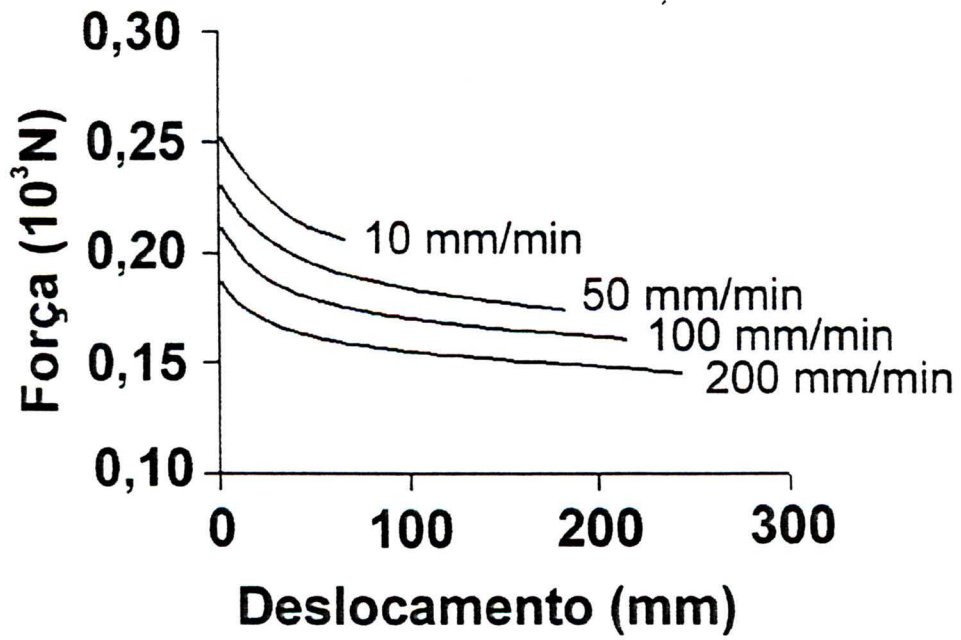


Figura 3



RESUMO

AMPLIFICADOR DE FORÇAS

É descrito um amplificador de forças acoplável a um equipamento de ensaios mecânicos (dinamômetro). Mais especificamente, a presente
5 invenção refere-se a um equipamento para magnificar a força num sistema de pistões através da aplicação do princípio de Pascal de modo que a força aplicada no pistão primário (menor diâmetro) é multiplicada no pistão secundário (maior diâmetro) através da pressão transmitida por um fluido hidráulico.

AUTORIZAÇÃO

Eu, Dimitrios Samios, brasileiro, casado, professor universitário, residente e domiciliado na Rua Landel de Moura nº 231, em Porto Alegre, RS, portador da carteira de identidade número 7056315241, e inscrito no CPF/MF sob o número 477156180-04, de conformidade com a Lei da Propriedade Industrial, **AUTORIZO** a UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, com sede à Av. Paulo Gama, 110, Porto Alegre, RS, inscrita no CGC/MF sob o número 92.969.856/0001-98, e a OPP PETROQUÍMICA, com sede em Triunfo-RS, situada no III Polo Petroquímico – Via Oeste, Lote 5 – Passo Raso, inscrita no CGC/MF nº 89.546.063/0003-13, a requererem em meu nome perante o Instituto Nacional da Propriedade Industrial, o pedido de registro da patente de modelo de utilidade "AMPLIFICADOR DE FORÇAS", cedendo-lhes, conseqüentemente, todos os direitos sobre o mesmo.

Porto Alegre, 22 de dezembro de 1999.

8º TABELIONATO

Dimitrios Samios
CPF Nº 477156180-04



Testemunhas:

8º TABELIONATO

1. Nome completo *Luiz*
 CPF: 263.158.310-87
 Luiz de Assis Brasil.

2. Nome completo
 CPF: 526.406.719-87

8º TABELIONATO

HORACIO RANZAN

8º TABELIONATO

VERA MARIA MOTTA TROIS

Escritório Autorizado

Av. Poesia, 1404-Porto Alegre-RS

SERVICO NOTARIAL

8º TABELIONATO - POA - RS
AV. JOÃO PESSOA, 1494 - FONE 223 1924

Reconheço verdadeiro a(s) firma(s) de Dimitrios

Samios, Luiz de Assis
Brasil e Horacio Ranzan

Em testemunho da verdade

P. Alegre. 22 DEZ 1999

Vera Maria Bastos Duarte de Albuquerque

TABELIA

Argemiro Tashiro Kohama
Lenio Duarte de Albuquerque
SUBSTITUTOS

EMOLUMENTOS

de 3-60