República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1015060-9 B1

(22) Data do Depósito: 23/06/2010

(45) Data de Concessão: 11/08/2020

(54) Título: "DISPOSITIVO E MÉTODO DE COMANDO DO POSICIONAMENTO DE UM EQUIPAMENTO COM GEOMETRIA VARIÁVEL DE UMA TURBOMÁQUINA, TURBOMÁQUINA E COMPUTADOR DE UMA TURBOMÁQUINA"

(51) Int.Cl.: F04D 27/02; F04D 29/32; F04D 29/56; F01D 17/16; F01D 17/24; (...).

(30) Prioridade Unionista: 26/06/2009 FR 0954376.

(73) Titular(es): SNECMA.

(72) Inventor(es): BRUNO ROBERT GAULLY; JEAN-ALBERT PAUL MARC ROBERT.

(86) Pedido PCT: PCT EP2010058953 de 23/06/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/149724 de 29/12/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 26/12/2011

(57) Resumo: DISPOSITIVO E MÉTODO DE COMANDO DO POSICIONAMENTO DE UM EQUIPAMENTO COM GEOMETRIA VARIÁVEL DE UMA TURBOMÁQUINA, TURBOMÁQUINA E COMPUTADOR DE UMA TURBOMÁQUINA. Dispositivo de comando do posicionamento de um equipamento de geometria variável (1) de uma turbomáquina, comportando um computador (2), um atuador (5) da referida geometria variável pilotado pelo computador (2) e uma cinemática (7), o referido atuador (5) comportando um conjunto móvel (6) munido de um sensor (8) de medição de seu alongamento, a referida cinemática (7) sendo ligada em uma das suas extremidades a um ponto de conexão (12) do referido conjunto móvel (6) e em outra extremidade a um ponto de fixação (13) do equipamento (1), o ponto de fixação (13) deslocando-se sob a ação do atuador (5) ao longo de um trajeto limitado por um batente (11) e a cinemática (7) sendo deformável elasticamente sob a ação do atuador (5) quando o ponto de fixação (13) está contra o batente (11), caracterizado pelo fato de que a instrução de alongamento fornecida pelo computador (2) ao referido conjunto móvel (6) é definida como uma diferença em relação ao valor do alongamento do conjunto móvel (6) que corresponde ao contato do ponto de fixação do ponto de fixação (13) com o batente (11).

“DISPOSITIVO E MÉTODO DE COMANDO DO POSICIONAMENTO DE UM EQUIPAMENTO COM GEOMETRIA VARIÁVEL DE UMA TURBOMÁQUINA, TURBOMÁQUINA E COMPUTADOR DE UMA TURBOMÁQUINA”

[0001] O domínio da presente invenção é o dos equipamentos de geometria variável e de comando de seu posicionamento, e mais particularmente o dos equipamentos de geometria variável montados sobre turbomáquinas.

[0002] Vários equipamentos sobre uma turbomáquina podem ser montados de modo a poderem ser móveis, em rotação ou em translação, quer seja, por exemplo, pás de estator com sincronização variável que são orientadas mais ou menos no sentido da veia de ar de um compressor de alta pressão, as válvulas de descarga que estão abertas ou fechadas de modo a aumentar, se necessário, a margem de bombeamento de um compressor ou ainda as pás móveis de um compressor ou de uma hélice com passo variável.

[0003] Estes equipamentos de geometria variável são deslocados por cinemáticas acionadas por macacos ou qualquer outro atuador, como indicado no pedido de patente EP 1 724 472 da requerente, e a sua posição é definida por uma lei que estabelece uma relação entre o trajeto do macaco e a posição desejada para o equipamento em questão. Conhece-se, além disso, um dispositivo de controle da posição do equipamento com geometria variável, como descrito no pedido EP 1 988 258, na qual a posição do equipamento é detectada por um sensor em fim de trajeto.

[0004] A posição é muito frequentemente comandada por uma sujeição formando circuito sobre a posição desejada. A posição da haste do macaco é conhecida graças a um sensor do tipo LVDT (para *Linear Variable Displacement Transducer* ou sensor com deslocamento linear variável) que segue os movimentos da haste do macaco e retransmite os mesmos ao dispositivo de comando da posição da cinemática. Estes sensores são em geral sensores do tipo posicionamento em absoluto, ou seja, que indicam a posição da haste do macaco em relação a uma referência fixa, ligada ao corpo do macaco ou ao próprio equipamento.

[0005] Esta sujeição de circuito termina geralmente sobre a posição da haste do macaco e não sobre a do equipamento em questão. O trajeto do macaco pode ser

perfeitamente controlado, mas corresponde a uma posição errada do equipamento se aparecem jogos, por exemplo, por desgaste durante a vida útil da máquina, ou então se uma degradação maior como uma ruptura se produzir na cinemática colocada a jusante do macaco.

[0006] A título de exemplo, é frequente encontrar um desgaste nas luvas de manutenção das pás de estator com sincronização variável (ou VSV, para *Variable Stator Vane*) e, portanto, ver aparecer uma tomada de jogo grande em seu posicionamento e uma imprecisão no comando deste equipamento.

[0007] A imprecisão em posicionamento dos sistemas atuais leva os projetistas de turbomáquinas a prever margens no dimensionamento da lei de comando dos equipamentos de geometria variável. Eles devem, com efeito, levar em conta o desvio susceptível de aparecer durante a vida útil do equipamento entre a sua posição real e a que o sistema de comando deseja ver o mesmo tomar. No caso particular de um equipamento de um compressor, para o qual convém se proteger em utilização contra o fenômeno de bombeamento, as margens correspondentes traduzem-se em uma adaptação do compressor que não é ótima, o ponto de funcionamento sendo escolhido mais afastado da linha de bombeamento que deveria a fim de levar em conta os desgastes futuros e as derivações associadas à imprecisão sobre a sincronização das pás que resulta daí.

[0008] Além disso, quando da montagem, o operador deve procurar um posicionamento preciso do equipamento para evitar aumentar ainda a imprecisão sobre o posicionamento em operação. Tal operação é consumidora de tempos e pode gerar possíveis erros de manipulação.

[0009] A presente invenção tem por objetivo remediar estes inconvenientes propondo um dispositivo de posicionamento de um equipamento com geometria variável, e o seu sistema de comando associado, que não reproduza alguns dos defeitos dos dispositivos existentes e, em particular, que não seja sensível a um posicionamento impreciso destes equipamentos. Ela propõe igualmente um método para o posicionamento do dispositivo associado.

[0010] Para esse efeito, a invenção tem por objeto um dispositivo de comando

do posicionamento de um equipamento com geometria variável de uma turbomáquina, comportando um computador, um atuador da referida geometria variável pilotado pelo computador e uma cinemática, o referido atuador comportando um conjunto móvel munido de um sensor de medição de seu alongamento, a referida cinemática sendo ligada em uma das suas extremidades a um ponto conexão do referido conjunto móvel e na outra extremidade a um ponto de fixação do equipamento, o ponto de fixação se deslocando sob a ação do atuador ao longo de um trajeto limitado por um batente e pela cinemática sendo deformável elasticamente sob a ação do atuador quando o ponto de fixação está sobre o batente, caracterizado pelo fato de a instrução de alongamento fornecida pelo computador ao referido conjunto móvel é definida como uma diferença em relação ao valor do alongamento do conjunto móvel que corresponde ao contato do ponto de fixação com o batente.

[0011] Utilizando como referência o valor do alongamento correspondendo ao batente, pode-se livrar dos jogos podendo existir na cinemática e sabe-se detectar uma eventual ruptura na cinemática. Pode-se assim reduzir as margens susceptíveis de garantir um bom funcionamento da turbomáquina.

[0012] De maneira preferencial, o computador detecta o valor do alongamento do conjunto móvel que corresponde ao contato do ponto de fixação com o batente realizando o envio ao atuador de pelo menos uma instrução de deslocamento do seu conjunto móvel além da posição correspondendo à colocação contra batente do ponto de fixação.

[0013] O envio do atuador além do batente traduz-se por uma evolução de pelo menos uma das características de funcionamento do macaco na passagem sobre este batente, o que permite detectar a chegada real contra o batente do ponto de fixação da geometria variável. A partir do conhecimento do valor real do alongamento correspondendo ao contato contra o batente e a que figurava na lógica de comando, é possível restabelecer a lógica de comando e, portanto, reduzir a tomada de margens quando do projeto desta lógica de comando.

[0014] Com vantagem, o dispositivo comporta, além disso, um meio de medição

do esforço liberado pelo atuador e o referido computador é adaptado para coletar a evolução em função do tempo do binário {alongamento do conjunto móvel - esforço liberado pelo atuador} quando de um deslocamento do conjunto móvel em resposta a uma instrução de envio do referido conjunto móvel além da posição correspondendo à colocação contra o batente do ponto de fixação.

[0015] Em um modo particular de realização o referido computador é adaptado para detectar um ponto de inflexão sobre a curva dando a evolução do esforço liberado pelo atuador em função do tempo.

[0016] De modo ainda mais preferencial o referido computador é adaptado para restabelecer na sua lógica de comando do posicionamento da cinemática, o alongamento do conjunto móvel correspondente ao contato do ponto de fixação com o batente com aquele correspondendo ao esforço liberado pelo atuador ao referido ponto de inflexão.

[0017] Pode-se assim restabelecer, de modo regular, por exemplo, quando de cada utilização, a lógica de comando do equipamento e reagir a partir do aparecimento de uma derivação devido a um desgaste ou uma degradação da cinemática.

[0018] A invenção refere-se igualmente a um método de comando do posicionamento por intermédio de uma cinemática de um equipamento com geometria variável de uma turbomáquina pelo alongamento a dar a um conjunto móvel de um atuador, o referido atuador sendo munido de um sensor de medição do referido alongamento e de uma medição do esforço liberado pelo atuador, a referida cinemática sendo ligada em uma das suas extremidades a um ponto de conexão do referido conjunto móvel e em outra extremidade a um ponto de fixação do referido equipamento, o ponto de fixação se deslocando sob a ação do atuador ao longo de um trajeto limitado por um batente e a cinemática sendo deformável elasticamente sob a ação do atuador quando o ponto de ligação é contra o batente, comportando as etapas seguintes:

a) enviar ao atuador uma instrução de deslocamento de seu conjunto móvel além da posição correspondendo à colocação contra o batente do ponto de

fixação,

b) medir o valor de pelo menos um binário {alongamento do conjunto móvel - esforço liberado pelo atuador} durante um deslocamento do referido conjunto móvel,

c) calcular o valor do alongamento do conjunto móvel que corresponde ao contato do ponto de fixação com o batente a partir da medição do esforço liberado pelo atuador e de pelo menos o binário medido.

d) definir o alongamento a dar em utilização ao conjunto móvel por seu desvio em relação ao valor calculado acima.

[0019] De maneira preferencial, a etapa b) consiste em coletar a evolução em função do tempo do binário {alongamento do conjunto móvel - esforço liberado pelo atuador} quando do deslocamento do conjunto móvel consecutivo a uma instrução de envio do referido conjunto móvel além da posição correspondendo à colocação contra batente do ponto de fixação e etapa c) consiste em detectar um ponto de inflexão sobre a curva dando a evolução do esforço liberado pelo atuador em função do tempo.

[0020] A invenção refere-se por último a uma turbomáquina equipada de um equipamento com geometria variável cujo posicionamento é comandado por um dispositivo como descrito acima e sobre um computador de uma turbomáquina na qual é implantado um módulo de cálculo implementando um dos métodos expostos acima.

[0021] A invenção será melhor compreendida, e outros objetivos, detalhes, características e vantagens da mesma aparecerão mais claramente durante a descrição explicativa detalhada que vai seguir de um modo de realização da invenção dado a título de exemplo meramente ilustrativo e não limitativo, em referência aos desenhos esquemáticos anexos.

[0022] Sobre estes desenhos:

- a figura 1 é uma vista esquemática da cadeia de comando de um equipamento com geometria variável de acordo com um modo de realização da invenção;

- a figura 2 é uma vista esquemática comparativa do trajeto de um equipamento com geometria variável e do conjunto móvel do macaco que o aciona;

- a figura 3 é uma vista dando, por um lado, o comando de deslocamento de acordo com a invenção, dirigido a um equipamento com geometria variável e, por outro lado, o deslocamento efetivamente realizado pelo equipamento em resposta a este comando;

- a figura 4 é uma vista dos esforços aplicados pelo macaco de comando de um equipamento com geometria variável de acordo com a invenção, durante um deslocamento como o comandado na figura 3.

[0023] Com referência à figura 1, nota-se uma cadeia de comando de um equipamento com geometria variável 1 compreendendo um computador 2 que recebe, sobre uma linha de instrução 3, uma instrução para a posição desejada do equipamento 1 e que atua sobre a potência fornecida por uma linha de potência 4 a um atuador de tipo macaco 5. Em saída do computador 2, a linha de potência 4 aciona o macaco 5 e seu conjunto móvel 6, do tipo de haste de macaco, para modificar, por intermédio de uma cinemática 7, a posição do equipamento com geometria variável 1. A haste de macaco 6 é ligada à cinemática a nível de um ponto de conexão 12 e a cinemática desloca o equipamento 1 por intermédio de um ponto de fixação 13. Um sensor 8 mede permanentemente a posição da haste de macaco 6 e transmite a mesma ao computador 2 com a ajuda de uma linha de re-circuito (loop-back line) 9. O computador calcula permanentemente o desvio entre a posição vista pelo sensor 8 e a que corresponde, para um funcionamento nominal da cinemática 7, à posição desejada e ele atua, como uma consequência, sobre a linha de potência 4 para reduzir este desvio e conduzi-lo progressivamente para zero.

[0024] Convém notar que a cadeia de comando é descrita aqui com uma circuitagem de sujeição sobre a posição da haste do macaco, mas que a invenção pode perfeitamente ser realizada com um circuito direto, que não comporta retorno de sujeição.

[0025] Devido aos desgastes que aparecem com o passar do tempo ou de uma eventual ruptura, produz-se um jogo 10 na cinemática 7 que gera um desvio, em um

sentido ou no outro, entre a posição real do equipamento 1 e a que é solicitada pela haste de macaco 6.

[0026] Na figura 1 é representado igualmente um batente 11 correspondendo a uma das posições de fim de trajeto do equipamento com geometria variável 1. Os batentes deste tipo podem ser, por exemplo, os batentes sobre o cárter de alta pressão para os anéis de cinemática dos VSV, os batentes sobre o cárter intermediário para as aberturas das válvulas de descarga dos compressores ou ainda os batentes máximos e mínimos para o passo de uma pá ou de uma hélice. A presença de pelo menos um batente sobre o trajeto do ponto de fixação do equipamento é um elemento essencial para a realização da invenção.

[0027] A figura 2 representa, de modo comparativo, o deslocamento do ponto de conexão 12 da haste do macaco 6 sobre a cinemática 7 e o deslocamento real do ponto de fixação 13 da cinemática sobre o equipamento 1, quando de um acionamento do equipamento 1 para fazê-lo passar de uma posição sobre um de seus batentes a uma posição sobre o outro batente. Enquanto que a haste do macaco 6 desloca-se sobre um trajeto Z_V, o ponto de fixação 13 não se desloca logo a princípio, e isto sobre o equivalente de um trajeto J correspondendo à captura do jogo 10. Uma vez o jogo 10 da cinemática capturado, o equipamento percorre o seu trajeto efetivo Z_{GV}, ou seja, o que vai de um batente ao outro. Na figura 2 é representado um trajeto do macaco Z_V superior ao seu trajeto efetivo, ou seja, o que corresponderia, em condições nominais da cinemática, ao deslocamento Z_G do equipamento 1 entre os seus batentes. O trajeto solicitado à haste de macaco 6 sendo superior ao seu trajeto efetivo do lado do batente de fim de trajeto, o macaco 5 se apoia em fim de trajeto sobre a cinemática 7 que não pode mais avançar devido ao batente 11, e gera então uma deformação mecânica desta cinemática. Fazendo-se isto, o ponto de conexão 12 do macaco continua a progredir de um comprimento D que corresponde à elasticidade das peças constituindo a cinemática 7.

[0028] Com referência às figuras 3 e 4, nota-se o deslocamento L (figura 3) do ponto de conexão 12 da haste do macaco 6 e o esforço F (figura 4) desenvolvido pelo macaco 5 durante um comando de deslocamento do equipamento 1 desde uma

posição dada de partida em direção a um primeiro batente 11 de fim de trajeto, de referência A, contra o qual o equipamento é empurrado pelo macaco 5; este primeiro deslocamento é seguido por um segundo deslocamento que vai deste primeiro batente A em direção a um segundo batente, de referência B, o macaco 5 atuando, desta vez, no sentido inverso ao precedente.

[0029] Na figura 3 são representadas duas curvas, uma (pontilhada) que mostra a posição solicitada pelo computador 2 e a outra (em traço cheio) mostrando a posição real do ponto de conexão 12 do macaco quando do deslocamento indicado acima. O comando está logo no início, em zero, ou seja, que nenhuma ação é solicitada ao macaco que deixa, portanto, o ponto de fixação 13 na posição onde ele se encontrava anteriormente. Na sequência de uma solicitação de evolução da posição do equipamento 1, recebida pelo computador sobre a linha de instrução 3, este último transmite ao macaco 5, no instante t_A, uma ordem de deslocamento do ponto de fixação 13 para o primeiro batente A, para permanecer aí durante um tempo dado t_B - t_A. No final do tempo t_B o computador 2 transmite uma ordem de deslocamento do ponto de fixação 13 do primeiro batente A em direção ao segundo batente B.

[0030] No instante t_A o ponto de conexão 12 desloca-se da sua posição inicial em direção ao batente 11, na velocidade correspondendo à do deslocamento da haste de macaco 6 no macaco 5. O ponto de fixação 13 desloca-se tanto mais, uma vez que o jogo 10 eventual foi novamente absorvido. Quando o ponto de fixação 13 chega sobre o primeiro batente A, o macaco 5 continua o seu trajeto até o tempo t_B e o ponto conexão 12 de sua haste continua a sua progressão sobre uma distância D_A, devido à deformação permitida pela elasticidade da cinemática 7.

[0031] No instante t_B a pressão é invertida no macaco 5 e o ponto de fixação 13 agora é comandado para vir sobre o segundo batente B. O ponto de fixação 13 permanecendo, em um primeiro tempo, sempre em contato com o batente A, o ponto de conexão 12 da haste retorna em uma posição de liberação da tensão de apoio sobre este batente, apagando a imersão D_A que resulta da elasticidade da cinemática 7. A haste 6 do macaco continua a sua retratação capturando a princípio

o jogo J que existe eventualmente neste sentido na cinemática depois desloca o ponto de fixação 13 para o segundo batente B. Assim como previamente quando o ponto de fixação 13 atinge o segundo batente B, a haste 6 do macaco 5 continua o seu trajeto sobre uma distância D_B permitida pela elasticidade da cinemática 7.

[0032] Paralelamente, a força exercida pelo macaco, como representado na figura 4, evolui a partir de t_A permanecendo em um primeiro tempo relativamente baixa e igual ao valor necessário para o deslocamento da cinemática 7 e do equipamento com geometria variável 1. Uma vez que o ponto de fixação 13 atingiu o primeiro batente A, a instrução enviada pelo computador 2 consiste em prosseguir a ação do macaco para atingir uma posição além do batente. A força exercida pelo macaco aumenta então brutalmente, em reação ao contra-esforço exercido pelo batente. A curva da figura 4 mostra assim uma inflexão pronunciada no instante t_A.

[0033] A partir do tempo t_B a força exercida pelo macaco diminui brutalmente depois se exerce no sentido oposto, em direção do segundo batente B.

[0034] Será agora descrito um dispositivo e um método permitindo remediar os problemas de desgaste no comando dos equipamentos com geometria variável de uma turbomáquina, bem como as derivações nas medições que resultam dai, e permitindo, por outro lado, detectar uma eventual ruptura na cadeia de comando destes equipamentos.

[0035] Convém notar que, em geral na arte anterior, o sensor 8 é um sensor com medição absoluta que avalia o alongamento da haste de macaco 6 a partir de uma referência fixa. Esta referência pode ser, por exemplo, o corpo do macaco, a medição do alongamento portador então sobre o comprimento da haste que faz projeção fora do referido corpo. Na invenção, ao contrário, a medição em utilização do alongamento da haste do macaco efetua-se em relação a uma posição não conhecida *a priori*, e que é definida quando de uma colocação contra batente do equipamento 1.

[0036] A invenção propõe, a princípio, colocar um, e preferivelmente dois, batentes mecânicos mais próximos das geometrias variáveis e em seguida sincronizar novamente, de modo regular em utilização ou periodicamente ao longo

da vida do motor, a posição da haste do macaco 6 enviando o equipamento 1 sobre um destes batentes.

[0037] O método consiste em determinar o alongamento da haste do macaco 6 que corresponde à posição de um batente 11 sobre o qual encosta o ponto de fixação 13 do equipamento com geometria variável 1, de tomar este valor como referência para os alongamentos que serão solicitados ao macaco 5 pelo computador 2 e de definir doravante a instrução de posição da haste do macaco 6 por uma diferença frente a este valor de referência.

[0038] Este valor de referência sendo determinado, a posição que toma a haste do macaco 6 se torna independente dos jogos podendo existir na cinemática. Encontra-se então uma pilotagem perfeitamente controlada da posição do equipamento 1. Assim, não é mais necessário considerar margens para compensar os desgastes, como era o caso na arte anterior. Por outro lado, é possível detectar se uma ruptura foi produzida na cadeia de acionamento porque, neste caso, o equipamento 1 jamais atingirá o seu batente e nenhum alongamento da haste do macaco corresponderá a uma posição do equipamento contra o batente 11.

[0039] Para conhecer a posição da haste do macaco 6 que corresponde ao contato do equipamento 1 com o batente 11, o operador envia, por intermédio da linha de instrução 3, uma instrução de desdobramento sobre uma posição L, situada voluntariamente além do batente 11 escolhido. O computador 2 conhece durante o deslocamento do macaco, ao mesmo tempo o esforço F1 transmitido pelo macaco 5, graças ao valor que ele dá à linha de potência 4, e a posição L da haste do macaco 6, por intermédio do sensor 8. Fazendo assim, ele é capaz de reproduzir a curva que aparece na figura 4.

[0040] O traçado desta curva permite determinar um ponto de inflexão F_A, que corresponde ao alongamento L_A do macaco para o qual o equipamento 1 está contra batente 11. É este valor que é tomado depois como referência para posicionamentos posteriores da haste do macaco.

[0041] Obtém-se assim um dispositivo e um método que permitem livrar-se dos desgastes aparecendo na cinemática 7 e detectar eventuais rupturas desta

cinemática.

[0042] Embora a invenção tenha sido descrita em relação com um modo de realização particular, é bem evidente que ela compreende todos os equivalentes técnicos dos meios descritos bem como as suas combinações se entrarem no âmbito da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de comando do posicionamento de um equipamento com geometria variável (1) de uma turbomáquina, compreendendo um computador (2), um atuador (5) da referida geometria variável pilotado pelo computador (2) e uma cinemática (7), o referido atuador (5) compreendendo um conjunto móvel (6) munido de um sensor (8) de medição de seu alongamento, a referida cinemática (7) sendo ligada em uma de suas extremidades a um ponto de conexão (12) do referido conjunto móvel (6) e na outra extremidade a um ponto de fixação (13) do equipamento (1), o ponto de fixação (13) deslocando-se sob a ação do atuador (5) ao longo de um trajeto limitado por um batente (11) e a cinemática (7) sendo deformável elasticamente sob a ação do atuador (5) quando o ponto de fixação (13) está contra o batente (11),

caracterizado pelo fato de que a instrução de alongamento fornecida pelo computador (2) ao referido conjunto móvel (6) é definida como uma diferença em relação ao valor do alongamento do conjunto móvel (6) que corresponde ao contato do ponto de fixação (13) com o batente (11).

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o computador (2) detecta o valor do alongamento do conjunto móvel (6) que corresponde ao contato do ponto de fixação (13) com o batente (11) realizando o envio ao atuador (5) de pelo menos uma instrução de deslocamento de seu conjunto móvel (6) além da posição correspondendo à colocação contra batente do ponto de fixação (13).

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um meio de medição do esforço liberado pelo atuador (5), no qual o referido computador é adaptado para coletar a evolução em função do tempo do binário constituído pelo alongamento do conjunto móvel (6) e o esforço liberado pelo atuador (5), quando de um deslocamento do conjunto móvel (6) em resposta a uma instrução de envio do referido conjunto móvel além da posição correspondendo à colocação contra o batente do ponto de fixação (13).

4. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato

de que o referido computador é adaptado para detectar um ponto de inflexão sobre a curva dando a evolução do esforço liberado pelo atuador (5) em função do tempo.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o referido computador é adaptado para restabelecer na sua lógica de comando do posicionamento da cinemática (7), o alongamento do conjunto móvel (6) correspondendo ao contato do ponto de fixação (13) com o batente (11) sobre aquele correspondendo ao esforço liberado pelo atuador (5) no referido ponto de inflexão.

6. Método de comando do posicionamento de um equipamento com geometria variável (1) de uma turbomáquina, por intermédio de uma cinemática (7), pelo alongamento a ser dado a um conjunto móvel (6) de um atuador (5), o referido atuador sendo munido de um sensor (8) de medição do referido alongamento e de um meio de medição do esforço liberado pelo atuador (5), a referida cinemática sendo ligada em uma de suas extremidades a um ponto de conexão (12) do referido conjunto móvel (6) e na outra extremidade a um ponto de fixação (13) do referido equipamento (1), o ponto de fixação (13) deslocando-se sob a ação do atuador (5) ao longo de um trajeto limitado por um batente (11) e a cinemática (7) sendo deformável elasticamente sob a ação do atuador (5) quando o ponto de fixação (13) está contra o batente (11), caracterizado pelo fato de compreender as etapas seguintes:

a) enviar ao atuador (5) uma instrução de deslocamento de seu conjunto móvel (6) além da posição correspondendo à colocação contra o batente (11) do ponto de fixação (13),

b) medir o valor de pelo menos um binário constituído pelo alongamento do conjunto móvel (6) e do esforço liberado pelo atuador (5), durante um deslocamento do referido conjunto móvel,

c) calcular o valor do alongamento do conjunto móvel (6) que corresponde ao contato do ponto de fixação (13) com o batente (11) a partir da medição do esforço liberado pelo atuador (5) e do pelo menos um binário medido,

d) definir o alongamento a ser dado em utilização ao conjunto móvel (6)

por seu desvio em relação ao valor calculado acima.

7. Método de comando, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a etapa b) consiste em coletar a evolução em função do tempo do binário constituído pelo alongamento do conjunto móvel (6) e o esforço liberado pelo atuador (5), quando do deslocamento do conjunto móvel (6) consecutivo a uma instrução de envio do referido conjunto móvel além da posição correspondendo à colocação contra batente do ponto de fixação (13) e em que a etapa c) consiste em detectar um ponto de inflexão sobre a curva dando a evolução do esforço liberado pelo atuador (5) em função do tempo.

8. Turbomáquina, caracterizada pelo fato de ser equipada de um equipamento com geometria variável (1) cujo posicionamento é comandado por um dispositivo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5.

9. Computador de uma turbomáquina, caracterizado pelo fato de que é implantado no mesmo um módulo de cálculo implementando um método como definido em qualquer uma das reivindicações 6 ou 7.

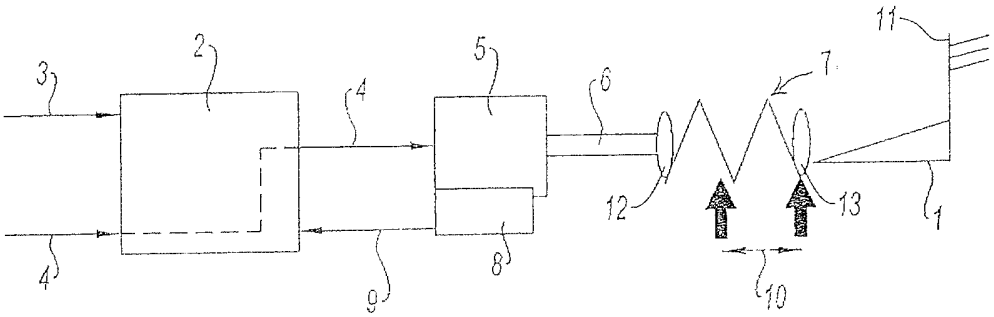


Fig. 1

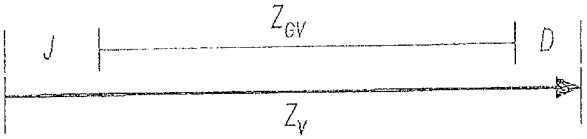


Fig. 2

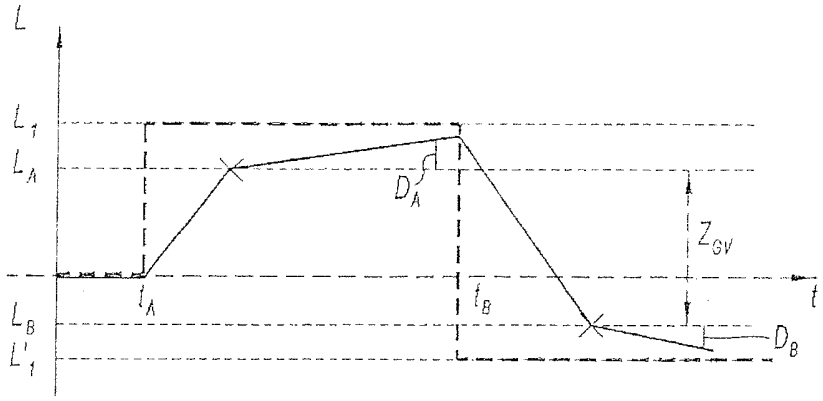


Fig. 3

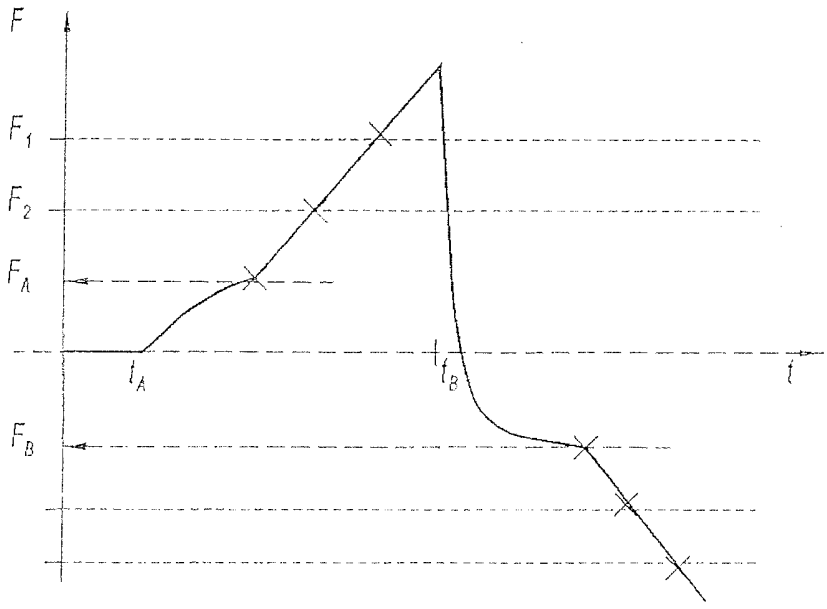


Fig. 4