



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

(21) **PI0709973-8 A2**

(22) Data de Depósito: 05/04/2007  
(43) Data da Publicação: 02/08/2011  
(RPI 2117)



\* B R P I 0 7 0 9 9 7 3 A 2 \*

(51) *Int.Cl.:*  
F16D 3/74 2006.01

(54) Título: **ACOPLAMENTO DE EIXOS ELÁSTICO COM CORPOS DE BORRACHA NÃO-UNIFORMES**

(30) Prioridade Unionista: 08/04/2006 DE 10 2006 016 651.5

(73) Titular(es): Hackforth GmbH & Co. KG.

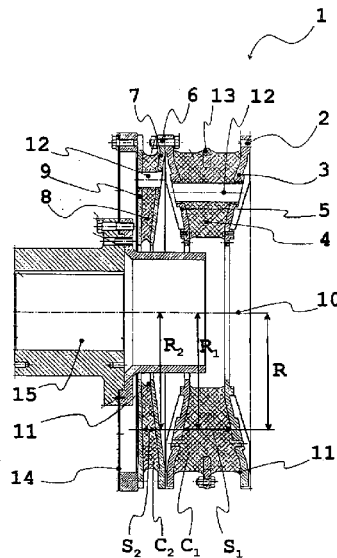
(72) Inventor(es): John Baikie

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007003081 de 05/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/115783 de 18/10/2007

(57) **Resumo:** ACOPLAMENTO DE EIXOS ELÁSTICO COM CORPOS DE BORRACHA NÃO-UNIFORMES invenção refere-se a um acoplamento de eixos (1) elástico, com uma superfície de contato mecânica no lado do acionamento (2) e no lado da saída (15), sendo que as duas superfícies de contato (2, 15) estão destinadas, em cada caso, para ligação do acoplamento de eixos (1) a um elemento de máquina adjacente, sendo que o acoplamento de eixos (1) apresenta pelo menos dois corpos de borracha elásticos (4,9), que estão ligados um depois do outro, entre a superfície de contato do lado do acionamento (2) e no lado da saída (15), cuja espessura de material axial ( $S_1$ ,  $S_2$ ) aumenta, em cada caso, com distância radial ( $R_1$ ,  $R_2$ ) crescente em relação ao eixo central (10) do acoplamento de eixos (1). A presente invenção tem por base a tarefa de reduzir a quantidade de borracha do acoplamento de eixos, sob conservação de suas propriedades elásticas. Isso é obtido pelo fato de que os respectivos corpos de borracha (4, 8) estão realizados de modo não-uniforme no que se refere à sua rigidez de torção ( $C_1$ ,  $C_2$ ), mais precisamente, de tal modo não-uniforme que a rigidez de torção de um dos dois corpos de borracha (8) sempre é pelo menos uma vez e meia maior do que a rigidez de torção ( $C_1$ ) do outro corpo de borracha (4).





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**ACOPLAMENTO DE EIXOS ELÁSTICO COM CORPOS DE BORRACHA NÃO-UNIFORMES**".

A presente invenção refere-se a um acoplamento de eixos elástico com uma superfície de contato mecânica no lado do acionamento e uma  
5 no lado da saída, sendo que as duas superfícies de contato estão destinadas para ligar o acoplamento de eixos a um elemento de máquina adjacente, sendo que o acoplamento de eixos apresenta pelo menos dois corpos de borracha elásticos, que estão ligados um depois do outro, entre superfície de  
10 contato no lado do acionamento e no lado da saída, cuja espessura de material axial aumenta, em cada caso, com distância radial crescente em relação ao eixo central do acoplamento de eixos.

Um acoplamento de eixos desse tipo é conhecido do documento de patente alemão DE 197 14 420 A1 do mesmo depositante.

15 Acoplamentos de eixos elásticos do tipo citado inicialmente servem para amortecer trepidações de rotação em ramais de acionamento. Além disso, eles compensam o deslocamento radial e axial de seções individuais do ramal de acionamento uns em relação aos outros. Desse modo, por exemplo, a engrenagem de um navio, em geral, está disposta fixamente,  
20 enquanto o motor a diesel do navio está disposto elasticamente. O deslocamento do motor causado por vibrações e deformações do caso é compensado por um acoplamento de eixos elástico, que está disposto entre o motor e a engrenagem. Além disso, o acoplamento de eixos elástico amortece trepidações de rotação, que se formam no sistema.

25 Os elementos elásticos desses acoplamentos têm a forma de um corpo rotativo, cuja superfície de rotação é aproximadamente em forma de V. Devido a essa geometria, a espessura de material axial da borracha aumenta com crescente distância radial em relação ao eixo central do acoplamento de eixos, para garantir uma distribuição de tensão uniforme dentro  
30 do corpo de borracha sobre todo seu diâmetro.

Na escolha do acoplamento para o ramal de acionamento especificado, as constantes elásticas de torção individuais de momentos de inér-

cia de massa dos corpos de borracha e seus discos flanqueadores são valores de parâmetro essenciais. Para variar construtivamente os mesmos, no passado, o aumento das espessuras de material dos corpos de borracha foi modificado de modo igual ao das constantes elásticas específicas do material. Nesse caso, no entanto, as espessuras de material axiais dos corpos de borracha eram variadas sempre em uma medida idêntica, o que levou ao fato de que os corpos de borracha pareciam especularmente simétricos em um plano especular, vertical ao eixo central do acoplamento de eixos. Como também sempre foi previsto o mesmo material para os dois corpos de borracha, isso, finalmente, levou ao fato de que as constantes elásticas de torção dos corpos de borracha individuais eram aproximadamente idênticas. A quantidade de borracha daí resultante foi aceita tal como dada.

Mas a quantidade de borracha representa um fator de custos considerável de um acoplamento de eixos. Para baixar a quantidade da mesma, a presente invenção tem por base a tarefa de diminuir a quantidade de borracha de um acoplamento de eixos do tipo citado inicialmente, sob conservação de suas propriedades elásticas.

Isso é obtido, surpreendentemente, pelo fato de que os respectivos corpos de borracha são realizados de modo não-uniforme no que se refere à sua rigidez de torção, portanto ao seu quociente de momento de torção e ângulo de torção, e, mais precisamente, de tal modo não-uniforme que a rigidez de torção de um dos dois corpos de borracha sempre é pelo menos uma vez e meia maior do que a rigidez de torção do outro corpo de borracha.

O abandono da uniformidade das resistências à torção dos corpos de borracha individuais abre um novo grau de libertação no dimensionamento do acoplamento. O mesmo permite que a quantidade de borracha total necessária seja reduzida. A respectiva relação das resistências elásticas é dependente do sistema geral "ramal de acionamento", de modo que não pode ser indicada uma regra de dimensionamento absoluta. No entanto, mostrou-se que as possibilidades de economia de material são particularmente grandes quando as resistências elásticas divergem pelo fator três

umas das outras.

A rigidez de torção individual de um corpo de borracha depende, por um lado, da constante elástica específica de material do material e, por outro lado, da espessura axial do corpo de borracha. Para a transformação construtiva das constantes elásticas não-uniformes recomenda-se, inicialmente, variar as espessuras axiais dos corpos de borracha e, mais precisamente, de tal modo, que a espessura de material axial do corpo de borracha mais macio dos dois corpos de borracha, a uma distância radial, é sempre pelo menos uma vez e meia maior do que a espessura de material do corpo de borracha mais duro, à mesma distância radial em relação ao eixo central do acoplamento de eixos. Um acoplamento de eixos realizado desse modo, conseqüentemente, não apresenta um plano especular com relação aos corpos de borracha ligados um depois do outro. Por essa medida, o uso de borracha pode ser reduzido consideravelmente.

Esse efeito de economia é favorecido por uma não-uniformidade a maior possível das espessuras de material. Desse modo, são dadas possibilidades de economia particularmente boas em acoplamentos de eixos, que apresentam um corpo de borracha que radialmente em direção ao exterior é sempre três vezes mais espesso do que o outro corpo de borracha. A relação concreta das espessuras de material, porém, depende dos componentes restantes do ramal de acionamento e de seus comportamentos dinâmicos, de modo que não podem ser indicadas relações de espessura de material absoluta. No entanto, os efeitos de economia descritos só são perceptíveis em uma relação de 1,5.

Além disso, recomenda-se configurar os corpos de borracha de modo diferente, não só no que se refere à sua geometria, mas também no que se refere às suas constantes elásticas específicas de material. Com ajuda de aditivos, a elasticidade da borracha pode ser variada dentro de uma determinada largura de âmbito. Recomenda-se levar em consideração essa variável na execução do acoplamento e prever constantes elásticas específicas de material diferentes.

Aliás, as propriedades elásticas de um corpo de borracha podem

ser variadas por uma segmentação do mesmo em direção circunferencial. Desse modo, é formado um corpo de borracha, que é constituído de uma pluralidade de segmentos, que se estendem sobre um determinado setor anular. Também é possível perfurar o corpo de borracha axialmente, para  
5 otimizar a ventilação dos corpos de borracha.

A presente invenção é explicada, agora, mais detalhadamente por meio de um exemplo de uma modalidade. Para a mesma mostra:

Figura 1: acoplamento de eixos com dois corpos de borracha não-uniformes.

10 O acoplamento de eixos elástico 1 transmite o torque de um motor não representado pelo lado direito do acoplamento de eixos 1 a uma engrenagem não representada no lado esquerdo do acoplamento de eixos 1. Para esse fim, o acoplamento de eixos 1 apresenta no lado direito uma superfície de contato 2 mecânica no lado do acionamento, na forma de um  
15 flange 2, no qual o eixo do motor, não representado, é ligado por flange. O flange 2 é componente de um primeiro disco 3, sobre o qual um primeiro corpo de borracha 4 está vulcanizado. Com seu flanco esquerdo, o corpo de borracha 4 está vulcanizado sobre um segundo disco 5. A espessura de material axial  $S_1$  do primeiro corpo de borracha 4 é a medida entre os dois dis-  
20 cos 3, 5, que flanqueiam o primeiro corpo de borracha 4.

O segundo disco 5 está aparafusado por meio de uma união por parafusos 6 com um terceiro disco 7, sobre o qual um segundo corpo de bor-  
racha 8 está vulcanizado. Esse segundo corpo de borracha 8 é limitado em seu outro flanco por um quarto disco 9.

25 Os dois corpos de borracha 4, 8 distinguem-se consideravelmente no que se refere à sua configuração e à sua rigidez de torção. Desse modo, a espessura de material axial  $S_1$  do primeiro corpo de borracha 4 é sempre três vezes maior do que a espessura de material axial  $S_2$  do segundo corpo de borracha 8 na mesma distância radial  $R = R_1 = R_2$ . A espessura de  
30 material axial  $S_1$  e  $S_2$  dos corpos de borracha 4, 8 é entendida como a medida entre os discos 3, 5 ou 7, 9 flanqueadores, que aumenta, em cada caso, com a distância radial  $R$  em relação ao eixo central 10 do acoplamento de

eixos 1. No sentido da presente patente registrada, na espessura de material não estão incluídas as regiões de borda 11 pontiagudas dos corpos de borracha 4, 8, bem como perfurações axiais 12, que servem para a ventilação dos corpos de borracha 4, 8. Para o dimensionamento da espessura de material axial  $S_1$  do primeiro corpo de borracha 4 na região de borda externa está, despercebido, um anel de apoio 13, vulcanizado dentro do primeiro corpo de borracha 4.

A diferença extrema nas espessuras de material axiais  $S_1$  e  $S_2$  leva ao fato de que as resistências à torção  $C_1$  e  $C_2$  dos corpos de borracha 4, 8 são igualmente diferentes. Como a resistência diminui com a quantidade de borracha usada, a rigidez de torção  $C_2$  do segundo corpo de borracha 8, mais estreito, é aproximadamente três vezes maior do que a rigidez de torção  $C_1$  do primeiro corpo de borracha 4, mais largo. A relação de  $C_2$  para  $C_1$  e de  $S_1$  para  $S_2$  perfaz, em cada caso, três, uma vez que foi usado o mesmo material de borracha, com a mesma constante elástica específica de material. O uso de variedades de borracha aditivadas de modo diferente abre um parâmetro mais amplo para otimização do volume de borracha total.

No quarto disco 9 está aparafusada uma mola de membrana 14, que transmite o torque adicionalmente a um cubo 15, que serve como superfície de contato mecânica 15 no lado da saída. No cubo 15 é inserido o eixo de entrada de uma engrenagem.

No acoplamento de eixos 1 representado, os dois corpos de borracha 4, 8 servem pra o amortecimento das vibrações de rotação. Além disso, o primeiro corpo de borracha 4 compensa o deslocamento radial do motor suspenso elasticamente em relação à engrenagem disposta fixamente. Isso é obtido por uma espessura de material axial  $S_1$  comparativamente grande. O segundo corpo de borracha 8 apresenta uma espessura de material axial  $S_2$  menor pelo fator 3, motivo pelo qual ele é mais duro em direção radial do que o primeiro corpo de borracha 4 e, com isso, praticamente não compensa o deslocamento radial. A mola de membrana 14 é rígida em direção circunferencial e radial e compensa deslocamentos axiais entre a superfície de contato mecânica 2 no lado do acionamento (flange) e a superfície

de contato mecânica no lado da saída 15 (cubo).

Em comparação com um acoplamento de eixos com as mesmas propriedades dinâmicas e corpos de borracha simétricos, o presente acoplamento apresenta uma massa de borracha nitidamente menor.

## REIVINDICAÇÕES

1. Acoplamento de eixos (1) elástico, com uma superfície de contato mecânica no lado do acionamento (2) e no lado da saída (15), sendo que as duas superfícies de contato (2, 15) estão destinadas, em cada caso, para ligação do acoplamento de eixos (1) a um elemento de máquina adjacente, sendo que o acoplamento de eixos (1) apresenta pelo menos dois corpos de borracha elásticos (4,8), que estão ligados um depois do outro, entre a superfície de contato do lado do acionamento (2) e no lado da saída (15), cuja espessura de material axial ( $S_1$ ,  $S_2$ ) aumenta, em cada caso, com distância radial ( $R_1$ ,  $R_2$ ) crescente em relação ao eixo central (10) do acoplamento de eixos (1), caracterizado pelo fato de que a rigidez de torção ( $C_2$ ) de um dos dois corpos de borracha (8) é pelo menos uma vez e meia maior do que a rigidez de torção ( $C_1$ ) do outro corpo de borracha (4).

2. Acoplamento de eixos elástico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a rigidez de torção ( $C_2$ ) de um dos dois corpos de borracha (8) é pelo menos três vezes maior do que a rigidez de torção ( $C_1$ ) do outro corpo de borracha (4).

3. Acoplamento de eixos elástico de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a espessura de material axial ( $S_1$ ) de um dos dois corpos de borracha (4), a uma distância radial ( $R_1 = R$ ) é sempre pelo menos uma vez e meia maior do que a espessura de material axial ( $S_2$ ) do outro corpo de borracha (8) à mesma distância radial ( $R_2 = R$ ).

4. Acoplamento de eixos elástico de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a espessura de material axial ( $S_1$ ) de um dos dois corpos de borracha (4), a uma distância radial ( $R_1 = R$ ) é sempre pelo menos três vezes maior do que a espessura de material axial ( $S_2$ ) do outro corpo de borracha (8) à mesma distância radial ( $R_2 = R$ ).

5. Acoplamento de eixos elástico de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o material de um corpo de borracha (4) apresenta uma outra resistência elástica específica do que o material do outro corpo de borracha (8).

6. Acoplamento de eixos elástico de acordo com uma das reivin-

dicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos corpos de borracha (4, 8) está segmentado.

7. Acoplamento de eixos elástico de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos
- 5 corpos de borracha (4,8) está axialmente perfurado.

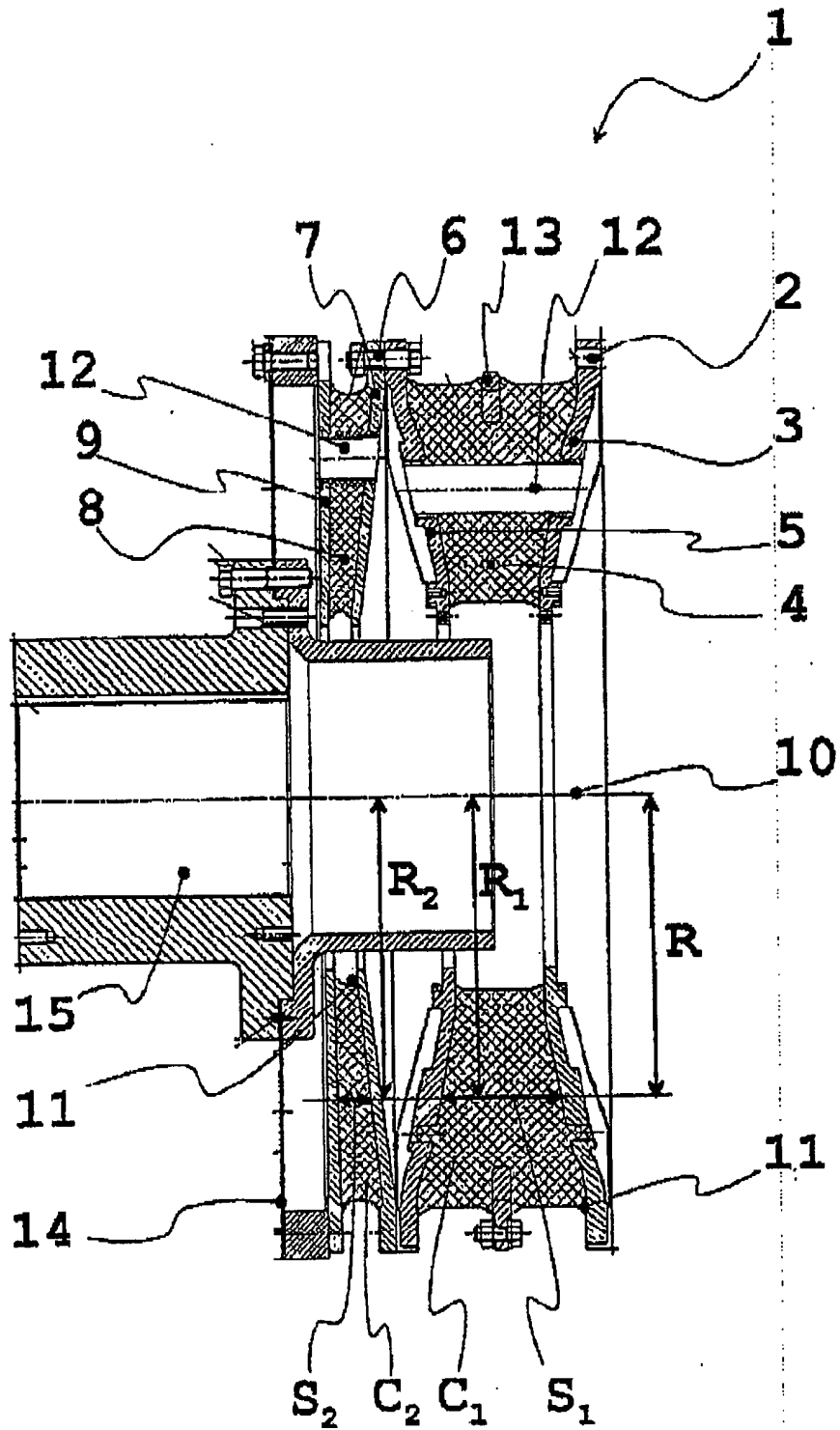


Fig. 1

**RESUMO**

Patente de Invenção: "**ACOPLAMENTO DE EIXOS ELÁSTICO COM CORPOS DE BORRACHA NÃO-UNIFORMES**".

A invenção refere-se a um acoplamento de eixos (1) elástico, com uma superfície de contato mecânica no lado do acionamento (2) e no lado da saída (15), sendo que as duas superfícies de contato (2, 15) estão destinadas, em cada caso, para ligação do acoplamento de eixos (1) a um elemento de máquina adjacente, sendo que o acoplamento de eixos (1) apresenta pelo menos dois corpos de borracha elásticos (4,9), que estão ligados um depois do outro, entre a superfície de contato do lado do acionamento (2) e no lado da saída (15), cuja espessura de material axial ( $S_1$ ,  $S_2$ ) aumenta, em cada caso, com distância radial ( $R_1$ ,  $R_2$ ) crescente em relação ao eixo central (10) do acoplamento de eixos (1). A presente invenção tem por base a tarefa de reduzir a quantidade de borracha do acoplamento de eixos, sob conservação de suas propriedades elásticas. Isso é obtido pelo fato de que os respectivos corpos de borracha (4, 8) estão realizados de modo não-uniforme no que se refere à sua rigidez de torção ( $C_1$ ,  $C_2$ ), mais precisamente, de tal modo não-uniforme que a rigidez de torção de um dos dois corpos de borracha (8) sempre é pelo menos uma vez e meia maior do que a rigidez de torção ( $C_1$ ) do outro corpo de borracha (4).

Novo quadro reivindicatório (total de 06 reivindicações), incorporando as emendas às reivindicações conforme relatório do Exame Preliminar.

## REIVINDICAÇÕES

1. Acoplamento de eixos (1) elástico, com uma superfície de contato mecânica no lado do acionamento (2) e no lado da saída (15), sendo que as duas superfícies de contato (2, 15) estão destinadas, em cada caso, para ligação do acoplamento de eixos (1) a um elemento de máquina adjacente, sendo que o acoplamento de eixos (1) apresenta pelo menos dois corpos de borracha elásticos (4,8), que estão ligados um depois do outro, entre a superfície de contato do lado do acionamento (2) e no lado da saída (15), cuja espessura de material axial ( $S_1$ ,  $S_2$ ) aumenta, em cada caso, com distância radial ( $R_1$ ,  $R_2$ ) crescente em relação ao eixo central (10) do acoplamento de eixos (1), caracterizado pelo fato de que a rigidez de torção ( $C_2$ ) de um dos dois corpos de borracha (8) é pelo menos uma vez e meia maior do que a rigidez de torção ( $C_1$ ) do outro corpo de borracha (4) e que a espessura de material axial ( $S_1$ ) de um dos dois corpos de borracha (4), a uma distância radial ( $R_1 = R$ ) é sempre pelo menos uma vez e meia maior do que a espessura de material axial ( $S_2$ ) do outro corpo de borracha (8), à mesma distância radial ( $R_2 = R$ ).

2. Acoplamento de eixos elástico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a rigidez de torção ( $C_2$ ) de um dos dois corpos de borracha (8) é pelo menos três vezes maior do que a rigidez de torção ( $C_1$ ) do outro corpo de borracha (4).

3. Acoplamento de eixos elástico de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a espessura de material axial ( $S_1$ ) de um dos dois corpos de borracha (4), a uma distância radial ( $R_1 = R$ ) é sempre pelo menos três vezes maior do que a espessura de material axial ( $S_2$ ) do outro corpo de borracha (8) à mesma distância radial ( $R_2 = R$ ).

4. Acoplamento de eixos elástico de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o material de um corpo de borracha (4) apresenta uma outra resistência elástica específica do que o material do outro corpo de borracha (8).

5. Acoplamento de eixos elástico de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos

corpos de borracha (4, 8) está segmentado.

6. Acoplamento de eixos elástico de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos corpos de borracha (4,8) está axialmente perfurado.