



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

(11) PI 0920144-0 B1



(22) Data do Depósito: 14/10/2009

(45) Data de Concessão: 02/04/2019

(54) Título: CAIXA DE ENGRENAGEM COM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGA

(51) Int.Cl.: F16H 1/22; F16H 3/095.

(30) Prioridade Unionista: 20/10/2008 GB 0819233.8; 22/04/2009 GB 0906907.1.

(73) Titular(es): SMART MANUFACTURING TECHNOLOGY LTD..

(72) Inventor(es): CHANGXIU ZHOU.

(86) Pedido PCT: PCT GB2009002446 de 14/10/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/046621 de 29/04/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/04/2011

(57) Resumo: CAIXA DE ENGRENAGEM COM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGA Uma caixa de engrenagens compreendendo: um eixo de entrada (9) tendo primeira e segunda engrenagens helicoidais (1, 2) opostas, fixadas axialmente em relação uma à outra e móveis axialmente em linha; -um eixo de saída (10); primeiro e segundo eixos intermediários (7, 8) deslocados do eixo geométrico do eixo de entrada (9, 10) e configurados para encaixar com os eixos de entrada e de saída (9, 10) para transmissão de movimento rotacional do eixo de entrada (9) para o eixo de saída (10), cada eixo intermediário (7' 8) compreendendo uma engrenagem de entrada (3, 4) , de modo que o primeiro eixo intermediário (7) encaixa com a primeira engrenagem de entrada (1) , mas não com a segunda engrenagem de entrada (2) e o segundo eixo intermediário (8) encaixa com a segunda engrenagem de entrada (2) , mas não com a primeira engrenagem de entrada (1); e duas ou mais engrenagens de saída (26) montadas giratoriamente no eixo de saída (10) e encaixáveis, seletivamente, com o mesmo, as engrenagens de saída estando em entrelaçamento contínuo com as engrenagens de saída correspondentes (5 f 6) nos primeiro e segundo eixos intermediários (7, 8); em que a caixa de engrenagens é configurada de modo que um desequilíbrio no compartilhamento da carga entre o eixo de entrada (9) e os primeiro e segundo eixos intermediários (7, 8), quando (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para: **"CAIXA DE
ENGRENAGEM COM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGA"**.

A invenção refere-se a caixas de engrenagens para converter o torque e a velocidade de uma fonte de energia
5 rotacional, tal como um motor ou outro mecanismo.

As caixas de engrenagens são usadas, comumente em veículos motorizados para permitir que o motor funcione dentro de seus limites operacionais, enquanto permite variações em velocidade na estrada. Pares de engrenagens em
10 caixas de engrenagens são projetados, tipicamente, com folga para permitir tolerâncias mecânicas entre as engrenagens e a expansão térmica dos dentes de engrenagem. Se uma pequena quantidade de folga não for projetada, a caixa de engrenagens está em risco de gripagem sob certas condições.

15 A disposição de um tipo particular de caixa de engrenagens conhecida, por exemplo, conforme descrita na patente norte-americana No. 4,754,665, é ilustrada, esquematicamente, na figura 1. Esse tipo de caixa de engrenagens toma energia rotacional de entrada de um eixo de
20 entrada 9 e transmite essa para um par de eixos intermediários 7 e 8 (também conhecidos como contra-eixos) via um conjunto de engrenagem principal 15. Os eixos intermediários 7, 8 transmitem energia para uma série de engrenagens 18, 19 no eixo principal 10 via o conjunto de

engrenagens 16 ou 17. As engrenagens 18, 19 no eixo principal 10 giram livremente e são agarradas para engate seletivo com o eixo principal por meio de embreagens 23 ou 24. Quando uma engrenagem é agarrada, potência é transmitida para o eixo principal para a relação de engrenagens particular representada pelos pares relevantes de engrenagens.

A disposição ilustrada na figura 1 tem um problema inerente, que é o de assegurar que torque seja distribuído uniformemente através de cada eixo intermediário e não exatamente através de um que engrene primeiro. Soluções anteriores para esse problema, como, por exemplo, divulgado na patente norte-americana No. 4,754,665, envolvem a permissão para que as engrenagens agarradas flutuem e uma extremidade do eixo principal se mova. A translação radial das engrenagens agarradas 18, 19, isto é, em uma direção perpendicular (ortogonal) ao eixo de sua rotação representado pelo eixo geométrico do eixo principal 10, permite um entrelaçamento mais uniforme entre a engrenagem agarrada selecionada 18, 19 e as engrenagens correspondentes nos eixos intermediários 16, 17 em contato com a engrenagem agarrada.

A substituição das embreagens 23, 24 com sincronizadores tornará a mudança de engrenagens um

procedimento mais simples, visto que as velocidades rotacionais das engrenagens não precisam ser correspondidas mais intimamente antes do engate. Contudo, a natureza da relação flutuante entre as engrenagens 18, 19 no eixo principal tornará essa modificação difícil, devido às tolerâncias estreitas requeridas para os sincronizadores encaixarem corretamente. O uso de sincronizadores, portanto, fará correr o risco de que a caixa de engrenagens sofra gripagem, devido ao problema antes mencionado referente às tolerâncias mecânicas entre as engrenagens.

Em consequência, é um objetivo da invenção direcionar o problema mencionado acima.

De acordo com a invenção, é fornecida uma caixa de engrenagens compreendendo:

- 15 - um eixo de entrada tendo primeira e segunda engrenagens de entrada helicoidais opostas, fixadas axialmente em relação uma à outra e móveis axialmente em linha;
- um eixo de saída;
- 20 - primeiro e segundo eixos intermediários deslocados do eixo geométrico do eixo de entrada e configurados para encaixar com os eixos de entrada e de saída para transmissão de movimento rotacional do eixo de entrada para o eixo de saída, cada eixo intermediário compreendendo uma

engrenagem de entrada, de modo que o primeiro eixo intermediário encaixa com a primeira engrenagem de entrada, mas não com a segunda engrenagem de entrada e o segundo eixo intermediário encaixa com a segunda engrenagem de entrada, mas não com a primeira engrenagem de entrada; e

- duas ou mais engrenagens de saída montadas giratoriamente no eixo de saída e encaixáveis, seletivamente, com o mesmo, as engrenagens de saída estando em entrelaçamento contínuo com as engrenagens de saída correspondentes nos primeiro e segundo eixos intermediários;

em que a caixa de engrenagens é configurada de modo que um desequilíbrio no compartilhamento da carga entre o eixo de entrada e os primeiro e segundo eixos intermediários, quando o eixo de saída está encaixado com os primeiro e segundo eixos intermediários resulta em movimento axial das primeira e segunda engrenagens de entrada, tendendo a reduzir o desequilíbrio.

Uma vantagem da caixa de engrenagens acima é que o compartilhamento de carga entre os eixos intermediários é obtido, automaticamente, quando energia está sendo transmitida através da caixa de engrenagens e sem a necessidade de usar embreagens no eixo de saída. As engrenagens nos eixos intermediários e no eixo de saída podem ser engrenadas continuamente e qualquer pequeno

desalinhamento devido às tolerâncias de usinagem pode ser acomodado através do movimento das primeira e segunda engrenagens de entrada.

As primeira e segunda engrenagens helicoidais podem ser
5 formadas como uma unidade única ou de engrenagens separadas.

A segunda engrenagem pode compreender, opcionalmente, duas engrenagens dispostas ao longo do eixo de entrada em lados opostos da primeira engrenagem.

A caixa de engrenagens, de preferência, é configurada
10 para compartilhar carga igualmente entre os primeiro e segundo eixos intermediários, por exemplo, por meio das primeira e segunda engrenagens de entrada helicoidais tendo ângulos de engrenagem de hélice substancialmente iguais e opostos. Outras relações de compartilhamento de carga,
15 porém, são também possíveis, por exemplo, através da seleção de ângulos de engrenagem de hélice desiguais.

O eixo de saída da caixa de engrenagens é, de preferência, montado co-axialmente com relação ao eixo de entrada.

20 A caixa de engrenagens, opcionalmente, compreende um sincronizador montado no eixo de saída e configurado para encaixar seletivamente uma engrenagem de saída com engrenagens correspondentes nos eixos intermediários para transmissão de energia pelo eixo de saída selecionado.

As primeira e segunda engrenagens de entrada são montadas, de preferência, para movimento axial com relação ao eixo de entrada, de modo que as primeira e segunda engrenagens podem se mover ao longo do eixo de entrada, em resposta a um desequilíbrio no compartilhamento de carga entre os eixos intermediários.

A caixa de engrenagens pode ainda compreender terceira e quarta engrenagens de entrada helicoidais opostas montadas no eixo de entrada, as terceira e quarta engrenagens helicoidais fixadas axialmente em relação uma à outra e móveis axialmente em linha, em que as engrenagens de entrada nos eixos intermediários são primeiras engrenagens de entrada de eixos intermediários e cada eixo intermediário compreende uma segunda engrenagem de entrada de eixo intermediário de modo que o primeiro eixo intermediário é encaixável seletivamente com a terceira engrenagem de entrada, mas não com a quarta engrenagem de entrada e o segundo eixo intermediário é encaixável, seletivamente, com a quarta engrenagem de entrada, mas não com a terceira engrenagem de entrada.

Cada eixo intermediário compreende, opcionalmente, um sincronizador montado sobre o mesmo e configurado para encaixar seletivamente, de modo síncrono os eixos

intermediários com as primeira e segunda engrenagens ou com as terceira e quarta engrenagens.

A invenção assegura entrelaçamento contínuo de todas as engrenagens engatadas de maneira diferente das caixas de engrenagens previamente divulgadas, não menos importante, através da eliminação da necessidade de um movimento fora de eixo do eixo principal ou para as engrenagens agarradas flutuarem.

A invenção, portanto, permite o uso direto de sincronizadores no eixo principal. Além disso, a invenção assegura que os eixos intermediários têm a divisão ótima de carga entre eles, que, tipicamente, será uma relação de 50:50, embora outras relações possam ser desejadas e planejadas. O compartilhamento de carga assegurado, assim, permite que todas as engrenagens nos eixos intermediários sejam reduzidas em especificação e, portanto, o tamanho, o peso da caixa de engrenagens sejam reduzidos. De modo alternativo, uma caixa de engrenagens do mesmo tamanho de acordo com a invenção podem ser classificada em uma potência maior.

A invenção será agora descrita à guisa de exemplo e com referência aos desenhos anexos, em que:

A figura 1 é um diagrama seccional transversal esquemático de uma disposição conhecida de caixa de engrenagens;

5 A figura 2 é um diagrama seccional transversal esquemático de uma caixa de engrenagens de acordo com a invenção;

A figura 3 é um diagrama seccional transversal esquemático de uma disposição alternativa para as engrenagens de entrada de uma caixa de engrenagens de acordo
10 com a invenção; e

A figura 4 é um diagrama seccional transversal esquemático de uma modalidade alternativa.

A caixa de engrenagens ilustrada na figura 1 já foi discutida acima em relação com os antecedentes da invenção.

15 Ilustrada na figura 2 está uma caixa de engrenagens compreendendo duas engrenagens helicoidais 1, 2 opostas, as engrenagens sendo montadas em um eixo de entrada 9 para rotação por uma fonte de energia de entrada. Essas engrenagens de entrada 1, 2 são livres para se moverem
20 axialmente, mas são impedidas de se moverem em linha, tanto axialmente quanto rotacionalmente. As engrenagens podem ser restringidas, por exemplo, através da fabricação do par de engrenagens como uma unidade única, ou por meio de conexão das duas engrenagens juntas através de parafusos, roscas,

soldas ou outros meios de conexão. Uma distância estabelecida entre as duas engrenagens de entrada 1, 2 pode ser zero ou mais. Onde essa distância é não zero, a folga entre as engrenagens pode ser mantida por um material rígido ou comprimível inserido entre as engrenagens, montado, por exemplo, no eixo de entrada 9.

O entrelaçamento de engrenagens helicoidais tende a causar uma força axial oposta, que será, a grosso modo, proporcional ao torque transmitido. O oposto das engrenagens helicoidais de entrada, portanto, resultará em movimento axial das engrenagens 1, 2, quando as forças axiais opostas não estão equilibradas. O movimento axial das engrenagens tenderá a produzir uma pequena rotação no par de engrenagens com que se entrelaçam. Essa rotação tenderá a trazer o trem de engrenagens sub-carregado para contato mais próximo e reduzirá o contato no trem de engrenagens sobrecarregado, assim, equilibrando a carga entre os eixos intermediários 7, 8 até que as forças axiais opostas resultantes estejam em equilíbrio. Para uma carga igual nos eixos intermediários 7, 8 um ângulo de hélice igual nas engrenagens de entrada 1, 2 será selecionado. Para um desenho de caixas de engrenagens requerendo uma carga desigual nos eixos intermediários, as engrenagens helicoidais de entrada 1, 2 terão ângulos de

hélice diferentes, de modo a produzir a distribuição de carga planejada.

O eixo de entrada 9 tem duas engrenagens de entrada helicoidais 1, 2 opostas montadas sobre ele, as quais são
5 impedidas de girarem com o eixo 9, mas podem se mover ao longo de parte do comprimento do eixo de entrada 9. Isso poderia ser obtido pelo uso de uma canelura a fim de assegurar o fácil movimento das engrenagens ao longo do comprimento de seu deslocamento. As engrenagens 3, 4, 5, 6
10 nos eixos intermediários 7, 8 são montados normalmente nos eixos intermediários 7, 8. O movimento axial das engrenagens de eixos intermediários 3, 4, 5, 6 é impedido e as engrenagens são impedidas de girar com o eixo em que são montadas, de modo a transmitir energia da engrenagem de
15 entrada 3 para a engrenagem de saída 5 no primeiro eixo intermediário 7 e da engrenagem de entrada 4 para a engrenagem de saída 6 no segundo eixo intermediário 8. A engrenagem de saída 26 é montada em mancais no eixo principal 10 e pode ser sincronizada por meio de um
20 sincronizador 19 para transmitir energia para o eixo principal 10. Na modalidade ilustrada na figura 2, o eixo principal 10 é restringido axialmente em cada extremidade, com seu movimento restringido por meio de um mancal 18 montado em uma extremidade do eixo 10. Durante a

sincronização, se a engrenagem de eixo intermediário 6 entrar em contato de dentes de engrenagem com a engrenagem de saída 26 primeiro, toda a energia, inicialmente, será transmitida através do eixo intermediário esquerdo 8. Se o eixo de entrada 9 estiver girando na direção indicada pela seta 27, os eixos intermediários 7, 8 serão levados a girar nas direções indicadas pelas setas 28, 29 e o eixo principal na direção indicada pela seta 30. Como toda a energia é transmitida momentaneamente através do eixo intermediário esquerdo 8, há uma força reacionária sobre a engrenagem 2, empurrando as engrenagens de entrada 1, 2 para cima ao longo do eixo de entrada 9 na direção indicada pela seta 20. Esse movimento para cima faz com que as engrenagens de eixos intermediários 3, 4 girem ligeiramente em relação a sua posição original. Essa leve rotação, indicada pelas setas 21, 22 é transmitida para os respectivos eixos intermediários 7, 8. A direção de rotação 21 levará os dentes da engrenagem de eixo intermediário 5 para mais perto dos dentes da engrenagem de saída 26 e a rotação 22 levará os dentes da engrenagem de eixo intermediário 6 para fora de contato imediato com os dentes da engrenagem de saída 26. Como um resultado, através do movimento axial das engrenagens de entrada 1, 2 e rotações subsequentes dos eixos intermediários 7, 8, o contato entre as engrenagens 5,

6 e 26 tenderá a ser equalizada, fazendo com que a distribuição de carga através dos trens de engrenagem varie.

Uma caixa de engrenagens de acordo com a modalidade mostrada na figura 2, tipicamente, terá dois ou mais
5 conjuntos de engrenagens de saída e engrenagens de eixos intermediários correspondentes, para permitir a seleção de uma faixa de relações de engrenagens entre os eixos de entrada e de saída 9, 10. Um ou mais sincronizadores 19 podem ser fornecidos de modo a permitir a seleção de uma das
10 relações de engrenagens. Um sincronizador pode ser fornecido para cada conjunto de engrenagens de saída. De modo alternativo, um ou mais sincronizadores bidirecionais podem ser fornecidos que são configurados para selecionar entre dois conjuntos de engrenagens de saída adjacentes.

15 A figura 3 mostra uma modalidade alternativa da invenção em que uma das engrenagens de entrada é dividida em duas, resultando em engrenagens de entrada 11, 12 opostas à engrenagem de entrada 2. A engrenagem de entrada, de preferência, tem o dobro da largura das engrenagens 11, 12.
20 Essa disposição de engrenagens de entrada tenderá a equilibrar qualquer momento de curvatura desigual nos eixos intermediários 7, 8 que, de outro modo, estaria presente na modalidade mostrada na figura 2.

A figura 4 ilustra uma outra modalidade, em que as terceira e quarta engrenagens de entrada 1b, 2b são fornecidas no eixo de entrada 9, além das primeira e segunda engrenagens de entrada 1a, 2a descritas acima.

5 Essa configuração permite uma seleção de faixa adicional, seleção pela qual o conjunto de engrenagens de entrada é encaixado com os eixos intermediários 7, 8. A seleção é obtida, de preferência, por meio de um ou mais sincronizadores 31 fornecidos em cada eixo intermediário 7,
10 8. Os sincronizadores 31, que são configurados para operar simultaneamente podem ser sincronizadores 'bidirecionais', pelo fato de que uma seleção pode ser feita entre as primeiras engrenagens de entrada 3a, 4a nos eixos intermediários 7, 8 e as segundas engrenagens de entrada 3b,
15 4b nos eixos intermediários 7, 8. Os princípios de operação da modalidade da figura 4 são, de outro modo, os mesmos que para outras modalidades descritas acima. Em particular, as terceira e quarta engrenagens de entrada 1b, 2b também são opostas e são montadas no eixo de entrada para permitir
20 movimento axial em linha. As terceira e quarta engrenagens de entrada 1b, 2b são móveis independente das primeira e segunda engrenagens de entrada 1a, 2a, de modo que o compartilhamento de carga entre os eixos intermediários é permitido na seleção de par de engrenagens.

Uma modalidade alternativa àquela mostrada na figura 4 pode compreender um sincronizador montado no eixo de entrada 9 e configurado para encaixar simultanea e seletivamente o eixo de entrada 9 com os eixos intermediários 7, 8 através das primeira e segunda engrenagens de entrada 1a, 2a ou 20 via a terceira e a quarta engrenagens 1b, 2b.

A figura 4 também ilustra uma estágio de saída exemplificativo da caixa de engrenagens, em que duas engrenagens de saída 26a, 26b são mostradas, as engrenagens de saída sendo selecionáveis por meio de um outro sincronizador 19 configurado para encaixar, seletivamente, a primeira ou a segunda engrenagem 26a, 26b com engrenagens de saída correspondentes 5a, 5b, 6a, 6b nos eixos intermediários 7, 8. Essa disposição também será adequada para a modalidade mostrada na figura 2. Outras engrenagens de saída também podem ser usadas, dependendo do número de relações de engrenagens selecionáveis requeridas. Uma caixa de engrenagens de acordo com as modalidades descritas acima permitirá que quatro relações de engrenagens sejam selecionadas, dependendo da seleção das engrenagens de entrada e das engrenagens de saída.

Outras modalidades intencionalmente estão dentro do escopo da invenção, conforme definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Caixa de engrenagens compreendendo:

um eixo de entrada (9) tendo primeira (11, 12; 1a, 1b)
e segunda engrenagens de entrada helicoidais opostas
5 (2;2a,2b), fixadas axialmente em relação uma à outra e móveis
axialmente em linha;

um eixo de saída (10);

primeiro e segundo eixos intermediários (7,8)
deslocados do eixo geométrico do eixo de entrada (9) e
10 configurados para encaixar com os eixos de entrada e de saída
(9,10) para transmissão de movimento rotacional do eixo de
entrada (9) para o eixo de saída (10), cada eixo
intermediário (7,8) compreendendo uma engrenagem de entrada
de eixo intermediário (3a,4a), de modo que o primeiro eixo
15 intermediário (7) encaixa com a primeira engrenagem de entrada
helicoidal (11,12;1a,1b), mas não com a segunda engrenagem de
entrada helicoidal (2;2a,2b) e o segundo eixo intermediário
(8) encaixa com a segunda engrenagem de entrada helicoidal
(2;2a,2b), mas não com a primeira engrenagem de entrada
20 helicoidal (11,12;1a,1b); e

duas ou mais engrenagens de saída (26a,26b) montadas
giratoriamente no eixo de saída (10), as engrenagens de saída
(26a,26b) estando em entrelaçamento contínuo com as
engrenagens de saída de eixo intermediário correspondentes
25 (5a,6a,5b,6b) nos primeiro e segundo eixos intermediários
(7,8),

em que a caixa de engrenagens é configurada de modo que
um desequilíbrio no compartilhamento da carga entre o eixo de
entrada (9) e os primeiro e segundo eixos intermediários

(7,8), quando o eixo de saída (10) está encaixado com os primeiro e segundo eixos intermediários (7,8) resulta em movimento axial das primeira (11,12;1a,1b) e segunda engrenagens de entrada (2;2a,2b), tendendo a reduzir o
5 desequilíbrio,

caracterizada pelo fato de que:

 o movimento axial da entrada das engrenagens de eixo intermediário de entrada e de saída (3a,4a,5a,6a,5b,6b) é impedido; e

10 as duas ou mais engrenagens de saída (26a,26b) são engatáveis seletivamente com o eixo de saída e engrenagens de eixo intermediário de saída (5a,6a;5b,6b) em correspondentes eixos intermediários (7,8) para permitir a seleção de uma faixa de relações de engrenagens entre os eixos de entrada e
15 de saída (9,10).

 2. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que a primeira e segunda engrenagens de entrada helicoidais (1a,2a) são formadas como uma unidade única.

20 3. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de a primeira (11,12;1a,1b) e segunda engrenagens de entrada helicoidais (2;2a,2b) são formadas de engrenagens separadas.

 4. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação
25 1, **caracterizada pelo** fato de que a primeira engrenagem helicoidal compreende duas engrenagens (11,12) dispostas ao longo do eixo de entrada (9) em lados opostos da segunda engrenagem de entrada helicoidal (2).

5. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que a caixa de engrenagens é configurada para compartilhar carga igualmente entre o primeiro e segundo eixos intermediários (7,8).

5 6. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada pelo** fato de que a primeira e segunda engrenagens de entrada helicoidais (1a,2a) tem ângulos de hélice de engrenagem iguais e opostos.

7. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação 10 1, **caracterizada pelo** fato de que o eixo de saída (10) é montado co-axialmente com relação ao eixo de entrada (9).

8. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que compreende um sincronizador (219;419) montado no eixo de saída (10) e configurado para 15 engatar seletivamente uma das duas ou mais engrenagens de saída (26a,26b) com engrenagens de saída correspondentes nos eixos intermediários (5a,6a;5b,6b) para transmissão de energia através de uma das duas ou mais engrenagens de saída selecionadas (26a,26b).

20 9. Caixa de engrenagens, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizada pelo** fato de que a primeira e segunda engrenagens de entrada helicoidais (1a,2a) são montadas para movimento axial com relação ao eixo de entrada (9).

25 10. Caixa de engrenagens, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizada pelo** fato de compreender terceira e quarta engrenagens de entrada helicoidais opostas (1b2b) montadas no eixo de entrada (9), a terceira e quarta

engrenagens helicoidais (1b,2b) fixas axialmente em relação uma à outra e móveis axialmente em linha,

em que as engrenagens de entrada nos eixos intermediários (7,8) são primeiras engrenagens de entrada de eixos intermediários (3a,4a) e cada eixo intermediário compreende uma segunda engrenagem de entrada de eixo intermediário (3b,4b) de modo que o primeiro eixo intermediário (7) é encaixável seletivamente com a terceira engrenagem de entrada (1b), mas não com a quarta engrenagem de entrada, e o segundo eixo intermediário (8) é encaixável seletivamente com a quarta engrenagem de entrada (4b), mas não com a terceira engrenagem de entrada (3b).

11. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada pelo** fato de que cada eixo intermediário (7,8) compreende um sincronizador (31) montado sobre ele e configurado para simultaneamente e seletivamente engatar os eixos intermediários (7,8) com a primeira e segunda engrenagens de entrada helicoidais (1a,2a) ou com a terceira e quarta engrenagens de entrada helicoidais (1b,2b).

12. Caixa de engrenagens, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada pelo** fato de que o eixo de entrada (9) compreende um sincronizador montado sobre ele e configurado para simultaneamente e seletivamente engatar o eixo de entrada (9) com a primeira e segunda engrenagens de entrada helicoidais (1a,2a) ou com a terceira e quarta engrenagens de entrada helicoidais (1b,2b).

1/4

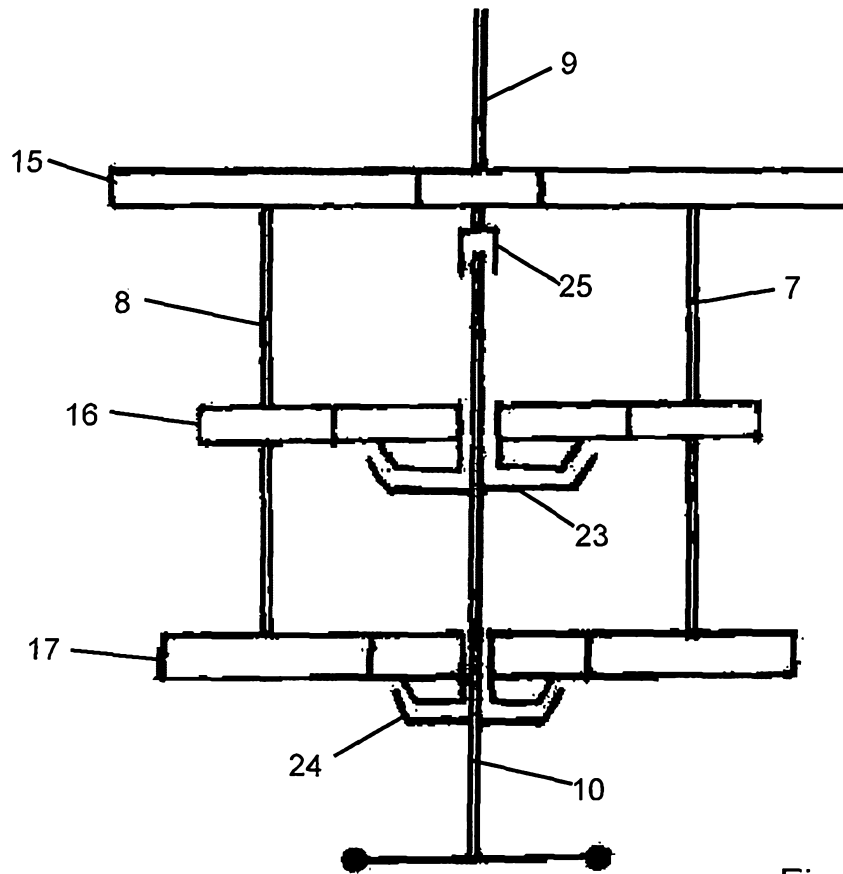


Fig. 1

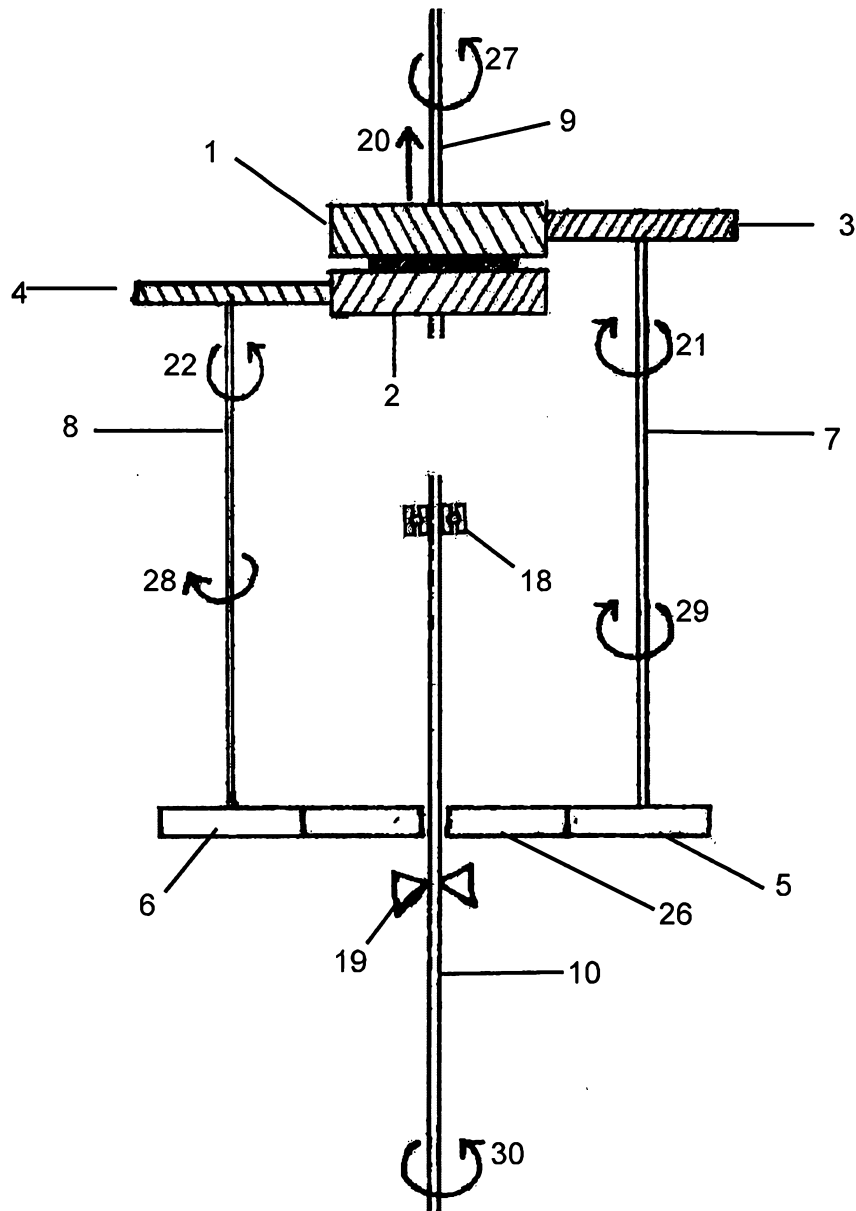


Fig. 2

3/4

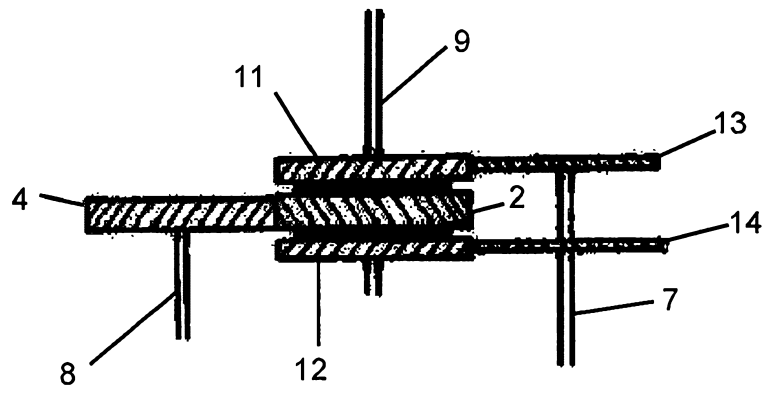


Fig. 3

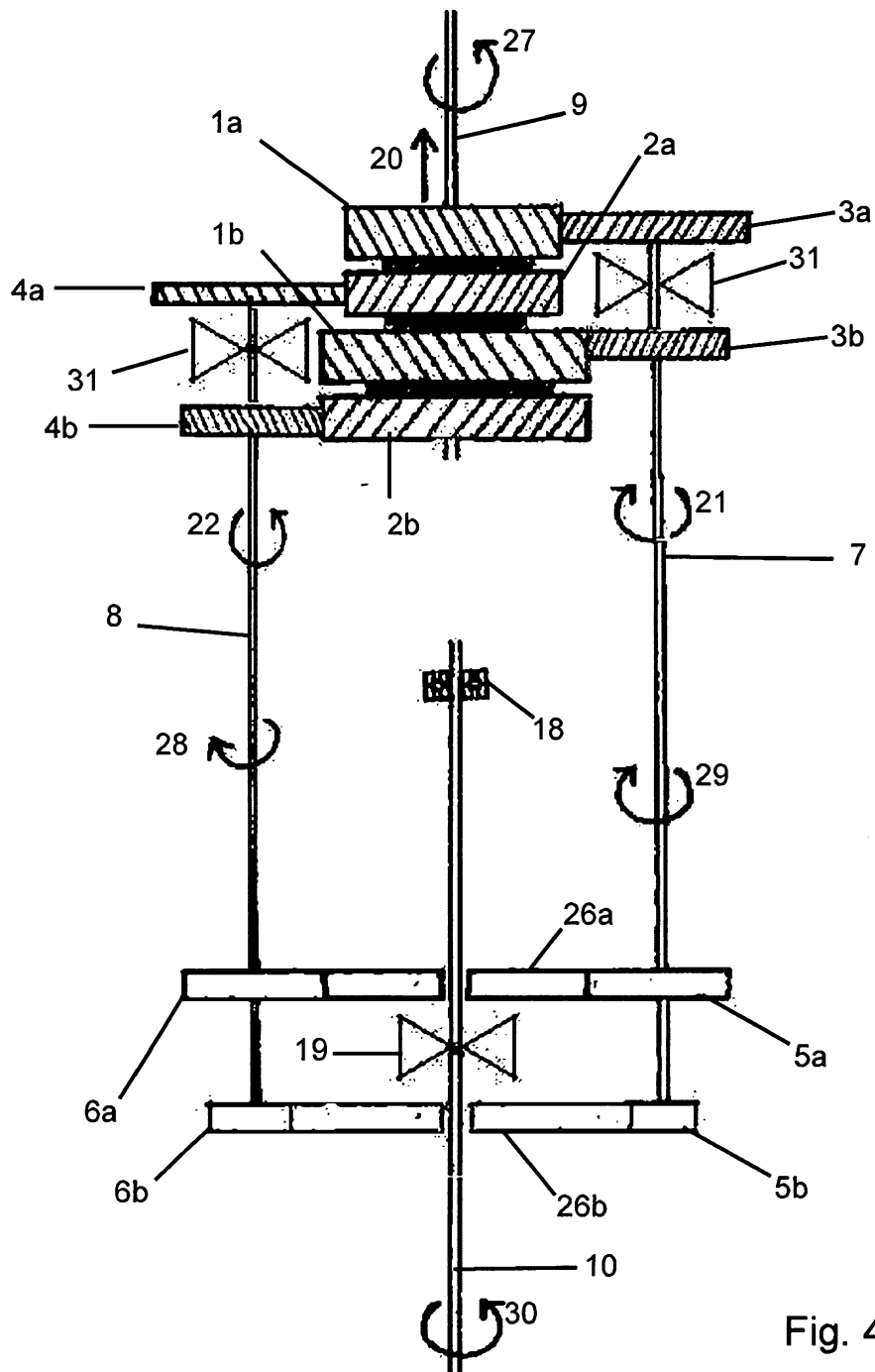


Fig. 4