



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

**(11) BR 112014017873-9 B1**



**(22) Data do Depósito: 24/01/2013**

**(45) Data de Concessão: 18/10/2022**

**(54) Título:** MECANISMO DE PISTÃO ALTERNATIVO

**(51) Int.Cl.:** F02B 41/04; F02B 75/04.

**(30) Prioridade Unionista:** 24/01/2012 EP 12152309.6.

**(73) Titular(es):** GOMECSYS B.V..

**(72) Inventor(es):** LAMBERTUS HENDRIK DE GOOIJER.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2013051333 de 24/01/2013

**(87) Publicação PCT:** WO 2013/110700 de 01/08/2013

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 21/07/2014

**(57) Resumo:** MECANISMO DE PISTÃO ALTERNATIVO. A presente invenção refere-se a um mecanismo de pistão alternativo (1) compreendendo: cárter (15); eixo de manivela (2), possuindo pelo menos um pino de manivela (4), suportado pelo cárter (15), girável em torno do eixo geométrico do eixo mecânico de manivela (5); pelo menos uma haste de conexão (9) incluindo: extremidade grande (8); extremidade pequena (10); pistão (11), conectado rotacionalmente à extremidade pequena (10); elemento de manivela (6) montado rotacionalmente no pino de manivela (4), compreendendo: porção de mancal (7) com parede externa circular apoiando a extremidade grande (8) da haste de conexão (9) de modo que ela seja montada rotacionalmente via a extremidade grande (8); e dotado de uma engrenagem de elemento de manivela (12). A engrenagem de elemento de manivela (12) é uma engrenagem externa, que engrena com pelo menos uma engrenagem intermediária (13). A engrenagem intermediária (13) é externa e também se engata com engrenagem auxiliar (14) fixada a eixo auxiliar (16) estendendo-se concentricamente através do eixo de manivela (2). O eixo de manivela (2) e o eixo auxiliar (16) podem girar um em relação ao outro.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para  
**"MECANISMO DE PISTÃO ALTERNATIVO".**

[001] A presente invenção refere-se a um mecanismo de pistão alternativo.

[002] Um mecanismo de pistão alternativo é descrito em um pedido anterior PCT/EP 2009/059040 do requerente.

[003] A presente invenção objetiva proporcionar um mecanismo de pistão alternativo aperfeiçoado.

[004] Com essa finalidade, o mecanismo de pistão alternativo compreende as características conforme definido na reivindicação 1.

[005] A vantagem desse mecanismo é que o número de engrenagens é minimizado. O requerente descobriu que um motor compreendendo o mecanismo de pistão alternativo de acordo com a invenção tem menos perdas por atrito do que um motor convencional, sem o eixo de manivela e as transmissões de engrenagens.

[006] Em uma modalidade prática, a porção de mancal é disposta excentricamente com relação ao pino de manivela. Isso proporciona a oportunidade de influenciar o centro morto inferior e superior do pistão. Particularmente, em caso de o mecanismo ser aplicado em um motor de combustão interna, é vantajoso ser capaz de ajustar a relação de compressão em termos de eficiência.

[007] As relações de engrenagens entre a engrenagem do elemento de manivela e a engrenagem auxiliar podem ser duas. Neste caso, o eixo de manivela gira na mesma direção que o eixo de manivela e na metade de sua velocidade, se a engrenagem auxiliar tiver uma posição angular fixa com relação ao cárter. Quando a porção de mancal é disposta excentricamente com relação ao pino de manivela, isso proporciona a oportunidade para mudar a relação de compressão mediante ajuste da posição angular da engrenagem auxiliar.

[0008] O mecanismo pode ser dotado de um meio de acionamento para girar a engrenagem auxiliar com relação cárter em torno do eixo geométrico de eixo de manivela.

[0009] O meio de acionamento pode compreender um bloco de batente, que é adaptado para fixar a engrenagem auxiliar em diferentes posições angulares com relação ao cárter.

[0010] Mais especificamente, o bloco de batente pode compreender um anel de controle, que é fixado à engrenagem auxiliar e é dotado de uma pluralidade de reentrâncias e um atuador, incluindo um pino deslocável, controlado, que se encaixa em cada uma das respectivas reentrâncias. De preferência, o meio de acionamento é dotado de uma mola que é fixada ao eixo auxiliar e ao cárter. Se o mecanismo for aplicado em um motor de combustão interna, as forças de combustão reais, causadas pelo curso de combustão, podem forçar o eixo mecânico auxiliar a girar em direção angular contra a força da mola, quando o pino é retraído da reentrância correspondente. Em uma posição angular desejada do eixo mecânico auxiliar, o pino pode ser movido de volta para o anel de controle de modo que o pino se encaixa em outra reentrância. O anel de controle pode ser girado em direção oposta através da seleção de uma carga de motor em que a força da mola é maior do que a força rotacional real do eixo mecânico auxiliar na mola.

[0011] Também é possível que o meio de acionamento seja dotado de uma mola que é fixada no eixo mecânico auxiliar e no cárter, sem um elemento de bloqueio para fixar a posição angular do eixo mecânico auxiliar. Nesse caso, a posição angular do eixo mecânico auxiliar é equilibrada automaticamente com base na força real do eixo mecânico auxiliar na mola e a força de mola real no eixo mecânico auxiliar.

[0012] O bloco de batente pode compreender um anel de controle

que é fixado ao eixo mecânico auxiliar em sua direção rotacional e um eletroímã pode estar presente para fixação do anel de controle ao cárter, em que o mecanismo é dotado, de preferência, de uma mola que é fixada ao eixo mecânico auxiliar e ao cárter. A vantagem dessa modalidade é que o eixo mecânico auxiliar pode ser bloqueado com relação ao cárter em várias posições angulares continuamente. Em caso de aplicação do mecanismo incluindo a mola em um motor de combustão interna isso pode funcionar da seguinte maneira. Se uma relação de compressão diferente for desejada, o eletroímã é desligado de modo que o eixo mecânico auxiliar é girável com relação ao cárter. Se o motor for operado em uma carga de motor superior, em que uma relação de compressão inferior é desejada, a força rotacional relativamente alta do eixo mecânico auxiliar na mola excede sua força de mola, fazendo com que o eixo mecânico auxiliar, incluindo o anel de controle, gire na direção da força resultante. Quando se liga o eletroímã, o anel de controle, incluindo o eixo mecânico auxiliar, é bloqueado para o cárter. Se o motor for operado em uma carga de motor menor, em que uma relação de compressão é desejada, o eletroímã é desligado e o anel de controle será girado na direção oposta, uma vez que a força rotacional real do eixo mecânico auxiliar na mola, na carga de motor relativamente baixa correspondente é menor do que a força de mola. O anel de controle pode, então, ser bloqueado em sua nova posição ligando-se o eletroímã.

[0013] Alternativamente, o meio de acionamento pode compreender um elemento sem fim acionável que encaixa com uma engrenagem sem fim, que é fixada ao eixo mecânico auxiliar. Isso proporciona a oportunidade para variar a posição angular da engrenagem auxiliar de maneira contínua. Além disso, essa modalidade do mecanismo pode ser dotada de um sensor de pressão no elemento sem fim, que é uma indicação da pressão de combustão.

É notado que o elemento sem fim em combinação com um sensor de pressão não está, necessariamente, relacionado com um mecanismo, conforme descrito aqui antes; ele também pode ser aplicado em outros mecanismos de pistão alternativo em que, por exemplo, a posição angular de uma engrenagem central é acionada por um elemento sem fim para se adaptar à relação de compressão, por exemplo, no mecanismo, conforme descrito em PCT/ EP2009/059040.

[0014] A invenção também está relacionada com um mecanismo de pistão alternativo de acordo com a reivindicação 11. O mecanismo proporciona a oportunidade para variar o centro morto superior do pistão por meio de ajuste da posição angular do eixo mecânico auxiliar com relação ao cárter. Na prática, o elemento de manivela e a roda auxiliar são acoplados um ao outro acionavelmente por meio de uma transmissão, formada por engrenagens, correntes, correias ou semelhantes. Deve ser notado que a velocidade de rotação do elemento de manivela e do eixo de manivela é definida com relação ao cárter.

[0015] Em uma modalidade preferida, a engrenagem do elemento de manivela engata com pelo menos uma outra engrenagem intermediária, que também engata com a engrenagem auxiliar, uma vez que isso distribui forças dentro do mecanismo.

[0016] O diâmetro interno do elemento de manivela pode ser ampliado em uma porção de sua extremidade. Isso significa que o diâmetro interno na porção de extremidade é maior do que em sua porção cilíndrica central, onde contata uma porção cilíndrica do pino de manivela durante rotação do eixo mecânico de manivela. Isso proporciona a oportunidade de ampliar o diâmetro do eixo mecânico de manivela adjacente a uma porção cilíndrica do pino de manivela. Nesse caso, a engrenagem de elemento de manivela pode se projetar parcialmente além da porção cilíndrica do pino de manivela em sua

direção longitudinal. Isso é vantajoso em termos de rigidez do eixo mecânico de manivela e construção de maneira compacta, como visto ao longo do eixo geométrico do eixo mecânico.

[0017] A porção extrema projetante do elemento de manivela também é vantajosa, se o pino de manivela for montado em um braço de manivela adjacente por meio de um encaixe sob pressão, porque proporciona a oportunidade de criar uma conexão de encaixe sob pressão relativamente longo entre o pino de manivela e o braço de manivela, como visto em direção axial do pino de manivela. O comprimento do encaixe sob pressão em direção axial do pino de manivela pode ser maior do que 30% do diâmetro do pino de manivela e é, de preferência, maior do que 40%.

[0018] O elemento de manivela pode compreender uma segunda engrenagem de elemento de manivela para acionar pelo menos um outro elemento de manivela incluindo uma outra engrenagem de elemento de manivela, elemento de manivela que é girável montado em um outro pino de manivela, em que a engrenagem de elemento de manivela e a segunda engrenagem de elemento de manivela, em que a segunda engrenagem de elemento de manivela engata com uma outra engrenagem auxiliar, que é fixada a um eixo que se estende através de um braço de manivela adjacente e em no qual outra engrenagem auxiliar é fixada, que engata com a outra engrenagem de elemento de manivela, em que o diâmetro do pino de manivela na engrenagem de elemento de manivela é menor do que o diâmetro do outro pino de manivela na outra engrenagem de elemento de manivela. Isso proporciona a oportunidade de aplicar uma engrenagem de elemento de manivela que tem um diâmetro relativamente pequeno. Em uma modalidade prática, o diâmetro do pino de manivela é menor do que o diâmetro do outro pino de manivela. Como uma consequência, a extremidade grande da haste

de conexão cooperante também pode ser menor do que a da haste de conexão que coopera com o outro pino de manivela.

[0019] Alternativa, ou adicionalmente, o diâmetro da engrenagem de elemento de manivela pode ser menor do que o diâmetro da segunda engrenagem de elemento de manivela e/ou a largura da engrenagem de elemento de manivela pode ser menor do que a largura da segunda engrenagem de elemento de manivela.

[0020] A invenção daqui em diante será elucidada com referência aos desenhos esquemáticos mostrando modalidades da invenção à guisa de exemplo.

[0021] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um mecanismo de pistão alternativo de acordo com a invenção.

[0022] As Figuras 2 e 3 são vistas em perspectiva de uma parte da modalidade da Figura 1 em uma escala maior vista de lados diferentes.

[0023] As Figuras 4 e 5 são similares às Figuras 2 e 3, mas ilustrando a parte que inclui o elemento de manivela.

[0024] A Figura 6 é uma vista em perspectiva de uma parte de uma modalidade da parte, conforme mostrado nas Figuras 2 e 3.

[0025] A Figura 7 é uma vista em perspectiva de uma parte de um motor de combustão interna, que é dotado de uma modalidade do mecanismo de acordo com a invenção.

[0026] A Figura 8 é uma vista comparável a da Figura 7, mas mostrando uma modalidade alternativa, como visto de um lado diferente.

[0027] A Figura 9 é uma vista lateral da modalidade, conforme mostrado nas Figuras 4 e 5.

[0028] A Figura 10 é uma vista lateral da modalidade, conforme mostrado na Figura 7.

[0029] A Figura 11 é uma vista similar a da Figura 1, mas

mostrando uma modalidade alternativa.

[0030] A Figura 12 é uma vista em perspectiva de uma parte da modalidade da Figura 11 em uma escala maior.

[0031] A Figura 13 é uma vista em perspectiva de um motor de combustão interna de multicilindros, que é dotado de uma modalidade de um mecanismo de pistão alternativo de acordo com a invenção.

[0032] A Figura 14 é uma vista similar a da Figura 13, mas sem mostrar o elemento de manivela.

[0033] A Figura 15 é uma vista lateral da modalidade, conforme mostrado na Figura 14.

[0034] A Figura 16 é uma vista em perspectiva de uma parte da modalidade, conforme mostrado na Figura 13.

[0035] As Figuras 17 a 20 são vistas similares a da Figura 4, em que um suporte é eliminado para ilustrar posições de diferentes partes sob condições operacionais.

[0036] A Figura 21 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa de um atuador.

[0037] A Figura 22 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa de um atuador.

[0038] A Figura 23 é uma vista em perspectiva de um motor de combustão interna de três cilindros, que é dotado de uma modalidade alternativa de um mecanismo de pistão alternativo de acordo com a invenção.

[0039] A Figura 24 é uma vista ampliada de uma parte da modalidade, conforme mostrado na Figura 23 em uma escala maior.

[0040] A Figura 25 é uma vista lateral e uma vista seccional parcial de uma parte de uma modalidade alternativa, conforme mostrado na Figura 15 em uma escala maior.

[0041] A Figura 26 é uma vista similar a da Figura 25, mas ilustrando a conexão de encaixe sob pressão entre o pino de manivela



e o braço de manivela cooperante.

[0042] A Figura 1 mostra uma parte de uma modalidade de um mecanismo de pistão alternativo 1 de acordo com a invenção, que é adequada para um motor de combustão interna. O mecanismo de pistão alternativo 1 compreende um cárter 15, que suporta um elemento de manivela 2 através de mancais de elemento de manivela 3, veja as Figuras 4 e 5. O elemento de manivela 2 inclui um pino de manivela 4 e é girável com relação ao cárter 15 em torno de um eixo geométrico de eixo mecânico de manivela 5.

[0043] O mecanismo de pistão alternativo 1 compreende um elemento de manivela 6, que é montado rotacionalmente no pino de manivela 4. O elemento de manivela 6 é dotado de uma porção de mancal 7, que é disposta excentricamente com relação ao pino de manivela 4, veja a Figura 2. A porção de mancal 7 tem uma parede circunferencial externa, que suporta uma extremidade grande 8 de uma haste de conexão 9. Desse modo, a haste de conexão 9 é montada rotacionalmente no elemento de manivela 6 via sua extremidade grande 8. A haste de conexão 9 também inclui uma extremidade pequena 10 à qual um pistão 11 é conectado rotacionalmente.

[0044] As Figuras 2 e 3 mostram uma parte da modalidade da Figura 1, como visto de lados diferentes. O elemento de manivela 2 e a haste de conexão 9 não são mostrados por razões de clareza. As Figuras 4 e 5 mostram a mesma parte, mas incluindo o elemento de manivela 2.

[0045] O elemento de manivela 6 é dotado de uma engrenagem de elemento de manivela 12, que engata com duas engrenagens intermediárias 13. O elemento de manivela 6 e a engrenagem de elemento de manivela 12 podem ser feitos de uma peça, mas a engrenagem de elemento de manivela 12 pode ser pressionada sobre

uma parte de base cilíndrica do elemento de manivela 6, igualmente. As engrenagens intermediárias 13 são montadas rotacionalmente no eixo de manivela 2 e seus eixos de rotação se estendem paralelo ao eixo geométrico do eixo mecânico de manivela 5. Cada uma das engrenagens intermediárias 13 também engatam com uma engrenagem auxiliar 14. A engrenagem auxiliar 14 é fixada a um eixo auxiliar 16. O eixo auxiliar 16 se estende concentricamente através do eixo de manivela 2 e é girável com relação ao eixo de manivela 2 em torno do eixo geométrico do eixo mecânico de manivela 5. Desse modo, o eixo auxiliar 16 é girável em torno de um eixo geométrico de um eixo mecânico auxiliar, que coincide substancialmente com o eixo geométrico de eixo mecânico de manivela 5. Como uma consequência, a linha central da engrenagem auxiliar 14 coincide com o eixo geométrico do eixo mecânico de manivela 5.

[0046] As Figuras 1, 4 e 5 mostram que a engrenagem auxiliar 14, as engrenagens intermediárias 13 e a engrenagem de elemento de manivela 12 são montadas no mesmo lado de um braço de manivela 17 do eixo de manivela 2. Isso também pode ser visto na vista lateral da Figura 9. O braço de manivela 17 e o mancal de eixo de manivela adjacente 3 são integrados de modo que o eixo auxiliar 16 se estende através de ambos. Assim, o eixo auxiliar 16 se estende dentro de uma circunferência externa do mancal de eixo de manivela 3. Pode ser visto na Figura 1 que as engrenagens intermediárias 13 são dispostas em um lado do elemento de manivela 2, onde um contrapeso está localizado, o qual cria uma estrutura compacta.

[0047] Na modalidade conforme mostrado nas Figuras de 1 a 5, a engrenagem de elemento de manivela 12, as engrenagens intermediárias 13 e as engrenagens auxiliares 14 podem ser engrenagens externas. Devido a essa configuração, o mecanismo de pistão alternativo 1 pode ser construído de maneira compacta e é mais

simples do que aqueles conhecidos na técnica.

[0048] As dimensões das engrenagens podem ser seleccionadas de modo que, sob condições operacionais, o elemento de manivela 6 gira na mesma direção que o elemento de manivela 2 e em metade de sua velocidade . A direção de rotação é definida com relação ao cárter. As direções e as velocidades de rotação são alcançadas quando a relação de engrenagens entre a engrenagem de elemento de manivela 12 e a engrenagem auxiliar 14 é dois e o eixo auxiliar 16 é mantido em uma posição angular constante com relação ao cárter 15. A fim de obter a relação de engrenagens desejada, é relevante que as engrenagens intermediárias 13 e a engrenagem auxiliar 14 estejam localizadas no mesmo lado do braço de manivela 17, uma vez que, na prática, o diâmetro da engrenagem auxiliar 14 é relativamente pequeno, o que levaria a um diâmetro pequeno do elemento de manivela 2 na localização da engrenagem auxiliar 14, se esta for montada rotacionalmente no elemento de manivela 2 no lado oposto do braço de manivela 17.

[0049] Deve ser notado que uma função das engrenagens intermediárias 13 é girar a engrenagem auxiliar 14 na direção correta de rotação em caso de aplicação de uma transmissão de engrenagens entre o elemento de manivela 6 e o eixo auxiliar 16. O número de dentes das engrenagens intermediárias 13 não é relevante para a relação de transmissão entre a engrenagem de elemento de manivela 12 e a engrenagem auxiliar 14.

[0050] A fim de ilustrar o funcionamento do mecanismo sob condições de operação, as Figuras 17 a 20 mostram quatro posições diferentes do eixo de manivela 2 com relação ao cárter 15. Por razões ilustrativas, o elemento de manivela 6 e a engrenagem auxiliar 14 são dotados de marcas A, B, veja a Figura 17. A direção de rotação do eixo de manivela 2 e do elemento de manivela 6 com relação ao

cárter 15 é mostrada por respectivas setas. A Figura 17 mostra a posição do centro morto superior. Na posição, conforme mostrado na Figura 18, o eixo de manivela 2 girou no sentido anti-horário por  $180^\circ$  com relação ao cárter. Pode ser visto que a engrenagem auxiliar 14 manteve sua posição angular, enquanto a engrenagem de elemento de manivela 12 também girou no sentido anti-horário com relação ao cárter 15, mas por um ângulo de  $90^\circ$ . As Figuras 19 e 20 mostram outras etapas de rotação do eixo de manivela 2 através de etapas de  $180^\circ$ . As Figuras 17 a 20 mostram que duas rotações completas do eixo de manivela 2 correspondem a uma rotação completa do elemento de manivela 6, conforme definido com relação ao eixo de manivela 2.

[0051] O mecanismo de pistão alternativo 1, conforme mostrado nas Figuras 1 a 5 proporciona a oportunidade de ajustar o centro morto superior do pistão 11, e portanto sua relação de compressão por meio da mudança da posição angular do eixo auxiliar 16 com relação ao cárter 15. Nas Figuras 1 a 5 e, mais especificamente, na Figura 3, pode ser visto que o mecanismo 1 é dotado de uma mola de torção 18, que é fixada no eixo auxiliar 16, por um lado, e no cárter 15, por outro lado. Um anel de controle 19 é preso ao eixo auxiliar 16, por exemplo, por meio de prensagem e dotado de reentrâncias 20 que estão localizadas em distâncias angulares mútuas em torno do eixo geométrico do eixo mecânico de manivela 5. O mecanismo 1 também compreende um atuador 21, que controla um pino (não mostrado, que se encaixa em cada uma das reentrâncias 20. Sob condições estáveis de funcionamento, o pino sustenta o anel de controle 19 em uma posição fixa com relação ao cárter 15 e o mecanismo 1 funciona em uma relação de compressão fixa.

[0052] É concebível eliminar o atuador 21, incluindo o pino, o que significa que o eixo auxiliar 16 não é bloqueável com o cárter 15.

Naquele caso, sob condições de operação, o eixo auxiliar 16 pode vibrar em direção rotacional devido à presença da mola de torção 18 no eixo auxiliar 16. Em carga superior devido às forças de combustão aumentadas, a força de ação e reação entre o eixo auxiliar 16 e a mola de torção 18, isto é, o equilíbrio natural, fica em um nível mais alto. Isso significa que a mola de torção 18 será comprimida e o eixo auxiliar 16 é girado por um certo ângulo com relação ao cárter 15. Em uma carga inferior, o efeito oposto é obtido. Como uma consequência, um ajuste automático da posição angular do eixo auxiliar 16 é alcançado;

[0053] Em caso de aplicação do mecanismo 1 em um motor de combustão interna, a modalidade, conforme mostrado na Figura 3, funciona como segue. Se uma relação de compressão diferente for desejada, o pino é retraído para fora da reentrância correspondente 20 do atuador 21, com uma carga de motor predeterminada. Por exemplo, se uma relação de compressão inferior for desejada, isto é, comutando para uma carga de motor superior, a força rotacional real relativamente alta do eixo auxiliar 16 na mola de torção 18 excede a força de mola da mola de torção 18, fazendo com que o eixo auxiliar 16, incluindo o anel de controle 19, gire na direção da força resultante. Se o pino for deslocado de volta em direção ao anel de controle 19, o pino encaixa em outra reentrância 20. Se o anel de controle 19 for girado na direção oposta, a fim de se obter uma relação de compressão maior, isto é, comutando para uma carga de motor menor, a força rotacional real do eixo auxiliar 16 na mola 18 na carga de motor correspondente, relativamente baixa, é menor do que a força de mola da mola de torção 18, portanto, girando o anel de controle 19 para a direção oposta. O anel de controle 19 pode, então, ser fixado com relação ao cárter 15 por meio de inserção do pino na reentrância 20 correspondente.

[0054] Deve ser notado que o atuador 21 pode ser controlado

elétrica e hidráulicamente ou de forma semelhante. Além disso, a substancialmente circunferencial do anel de controle 19 pode ser parte de um mancal a fim de suportar o anel de controle 19 pelo cárter 15. O cárter 15 pode portar o anel de controle 19 por meio de um rolamento de esferas 19a, veja a Figura 10, mas mancais alternativos são concebíveis.

[0055] A posição angular do eixo auxiliar 16 é monitorada por um sensor 22, que pode ser um potenciômetro simples. O sensor é montado no cárter 15. O sinal do sensor 22 é uma indicação da relação de compressão real.

[0056] A Figura 22 mostra uma modalidade alternativa de um atuador 38 para bloquear o anel de controle 19 em uma posição fixa com relação ao cárter 15, de modo que o mecanismo 1 funciona em uma relação de compressão fixa. Nesta modalidade, o anel de controle 19 é fixado ao eixo auxiliar 16 em sua direção rotacional. A mola de torção 18 é fixada ao eixo auxiliar 16 na localização P, como indicado na Figura 22 e no cárter 15, perto do sensor 22. O atuador 38 compreende um eletroímã 39, que é preso ao cárter 15 e coberto por uma cobertura de ímã 40. Com a ligação da corrente elétrica através do eletroímã 39, o anel de controle 19 é puxado contra a cobertura de ímã 40, de modo que o anel de controle 19, incluindo o eixo auxiliar 16, é mantido em uma posição fixa com relação ao cárter 15. As superfícies de contato cooperantes da cobertura de ímã 40 e o anel de controle 19 podem ser dotados de matéria de atrito. A distância axial entre as superfícies de contato cooperantes, em caso de o eletroímã não ser ativado, é muito pequena, por exemplo, menor do que 0,2 mm de modo que o deslocamento axial do anel de controle 19 com relação ao eixo auxiliar 16 ou ao anel de controle 19, incluindo o eixo auxiliar 16, com relação ao cárter 15 é muito pequeno. Deve ser notado que a comutação entre alta e baixa carga e altas e baixas

relações de compressão por meio da mola de torção 18 pode ser realizada de maneira similar, conforme explicado aqui antes em relação à modalidade de acordo com as Figuras de 1 a 5.

[0057] Na modalidade conforme mostrado nas Figuras de 1 a 5, a engrenagem de elemento de manivela 12 e a engrenagem auxiliar 14 estão localizadas perto uma da outra dentro do mesmo plano. A maior parte dos mecanismos de pistão tem cursos de pistão, que podem não permitir a configuração, conforme mostrado nas Figuras de 1 a 5. Nesse caso, as engrenagens intermediárias 13 podem ser prolongadas, de modo que se estendam além da engrenagem de elemento de manivela em pelo menos uma direção da mesma, enquanto a engrenagem auxiliar engata com as engrenagens intermediárias 13 nas suas porções estendidas, de modo que a engrenagem auxiliar 14 sobrepõe, parcialmente, a engrenagem de elemento de manivela 12. Isso é mostrado na Figura 6, onde a engrenagem auxiliar 14 está localizada em frente da engrenagem de elemento de manivela 12. Nesta modalidade, a soma dos diâmetros externos da engrenagem de elemento de manivela 12 e a engrenagem auxiliar 14 é maior do que um curso de pistão, enquanto as engrenagens 12 a 14 estão localizadas no mesmo lado do braço de manivela 17.

[0058] Além disso, a Figura 6 mostra que o elemento de manivela 6 compreende uma segunda engrenagem de elemento de manivela 12' para acionamento de outros elementos de manivela, em caso de um mecanismo de pistão alternativo de multicilindros. A engrenagem de elemento de manivela 12 e a segunda engrenagem de elemento de manivela 12' estão localizadas em porções extremas opostas do elemento de manivela 6. A extremidade grande 8 da haste de conexão 9 é disposta entre a engrenagem de elemento de manivela 12 e a segunda engrenagem de elemento de manivela 12'. As Figuras 13 a

16 mostram uma modalidade de um motor de combustão interna de multicilindros, em que a segunda engrenagem de elemento de manivela 12' aciona engrenagens de elementos de manivela que são proporcionadas em outros pinos de manivela. A segunda engrenagem de elemento de manivela 12' engata com uma outra engrenagem auxiliar 34, que é fixada a um eixo 35 que se estende através de um braço de manivela adjacente 17' e/ou braços de manivela e/ou mancais principais e em que o eixo 35 outra engrenagem auxiliar 36 é fixado, que aciona uma outra engrenagem de elemento de manivela 37 de um pino de manivela adjacente. As Figuras 6 e 13 a 16 mostram que a largura da engrenagem de elemento de manivela 12 é menor do que a da segunda engrenagem de elemento de manivela 12'. Isso é possível uma vez que a engrenagem de elemento de manivela 12 engata com duas engrenagens intermediárias 13, enquanto a segunda engrenagem de elemento de manivela 12' engata com apenas uma outra engrenagem auxiliar 34.

[0059] O diâmetro da engrenagem de elemento de manivela 12 que engata com as engrenagens intermediárias 13 pode ser diferente do diâmetro da segunda engrenagem de elemento de manivela 12' e as outras engrenagens de elementos de manivela 37. Isso pode ser desejado por razões de acondicionamento no braço de manivela 17. Nesse caso, uma engrenagem de elemento de manivela 12 relativamente pequena pode ser prensada na parte de base cilíndrica do elemento de manivela 6. Com relação à segunda engrenagem de elemento de manivela 12' e às engrenagens de elementos de manivela 37 adicionais e às outras engrenagens auxiliares 36 é relevante que relações de transmissão idênticas sejam aplicadas.

[0060] As Figuras 7 e 8 mostram um meio de acionamento da engrenagem auxiliar 14 para ajustar a relação de compressão do mecanismo 1 de maneira contínua em lugar de por meio de etapas



distintas, conforme descrito em relação à modalidade que é mostrada nas Figuras 3 e 5. O meio de acionamento alternativo compreende um atuador 23 na forma de um motor elétrico, que é capaz de acionar a engrenagem auxiliar 14 via um elemento sem fim 24 e uma engrenagem sem fim 25, que é fixada ao eixo auxiliar 16, mas outros meios de acionamento alternativos são concebíveis. Com a rotação do elemento sem fim 24, o centro morto superior e o inferior do pistão 11 podem ser influenciados. Na modalidade conforme mostrado nas Figuras 7 e 8, a mola de torção 18 poderia ser omitida. Contudo, a mola de torção 18 pode ser apropriada a fim de equilibrar a força real da engrenagem sem fim 25 no elemento sem fim 24, portanto, requerendo energia relativamente limitada para acionar o elemento sem fim 24. A força real da engrenagem sem fim 25 no elemento sem fim 24 pode ser causada por forças de combustão em caso de um motor de combustão interna.

[0061] Uma vantagem da aplicação de um meio de acionamento incluindo o elemento sem fim 24 é que ele proporciona a oportunidade para determinar a força rotacional real do eixo auxiliar 16 no elemento sem fim 24. Em caso de um motor de combustão interna essa força está relacionada diretamente com a pressão de combustão no pistão 11. A força pode ser medida por um sensor de força ou de pressão no elemento sem fim 24, por exemplo, um elemento piezoelétrico ou semelhante. O sensor pode ser incorporado nos mancais do elemento sem fim 24. O sinal pode ser usado para detecção de falha na ignição, por exemplo.

[0062] Deve ser notado que o eixo auxiliar 16 proporciona a oportunidade para medir as forças de combustão em maneiras alternativas, por exemplo, por meio de medição de torque do eixo auxiliar 16.

[0063] As Figuras 7 e 8 também mostram elementos de

transferência para acionamento de partes auxiliar em caso de um motor de combustão interna. Ambas as modalidades nas Figuras 7 e 8 têm uma engrenagem de tomada de energia 26, que é presa ao eixo de manivela 2. A engrenagem de tomada de energia 26 engata com uma primeira engrenagem de acionamento 27, por exemplo, para acionamento de uma bomba de óleo e uma segunda engrenagem de acionamento 28, por exemplo, para acionamento de um eixo de came; A modalidade da Figura 7 mostra que a segunda engrenagem de acionamento 28 é montada em um eixo comum com uma roda dentada 29 para acionamento de uma corrente. A modalidade da Figura 8 mostra que a segunda engrenagem de acionamento 28 é montada em um eixo comum com uma polia 30 para acionamento de uma correia. Em uma modalidade alternativa, a polia 30 ou a roda dentada 29 pode ser substituída por uma roda para acionamento de uma correia dentada. Uma vez que a polia 30 e a roda dentada 29 estão localizadas em um eixo mecânico que se estende paralelo ao eixo de manivela 2, o mecanismo 1 pode ser construído compacto na direção longitudinal do eixo de manivela 2, apesar da presença de partes do meio de acionamento para girar a engrenagem auxiliar 14 na extremidade do eixo de manivela 2.

[0064] Essa estrutura também é mostrada na modalidade do mecanismo 1 de um motor de combustão interna de três cilindros, conforme representado na Figura 23. Nesse caso, a engrenagem de tomada de energia 26 engata com a primeira engrenagem de acionamento 27 que é agora montada em um eixo de equilíbrio 41, junto com a polia 30. Deve ser notado que essa estrutura é aplicável a motores que têm um número diferente de cilindros.

[0065] Na modalidade, conforme mostrado na Figura 23, o diâmetro da engrenagem de elemento de manivela 12 é menor do que da segunda engrenagem de elemento de manivela 12' e das outras

engrenagens de elementos de manivela 37. Isso proporciona a oportunidade para dispor as engrenagens 12 a 14 dentro de um plano comum, que é mostrado na Figura 24. A largura da engrenagem de elemento de manivela 12, porém, é maior do que a da segunda engrenagem de elemento de manivela 12' e a das outras engrenagens de elementos de manivela 37. Além disso, o diâmetro de uma porção do pino de manivela 4 na engrenagem de elemento de manivela 12 é menor do que em uma porção do pino de manivela 4 na segunda engrenagem de elemento de manivela 12' e o diâmetro do pino de manivela 4 nas outras engrenagens de elementos de manivela 37. Também é concebível que o diâmetro do pino de manivela 4 em ambas, a engrenagem de elemento de manivela 12 e a segunda engrenagem de elemento de manivela 12' seja o mesmo, mas menor do que o do pino de manivela 4 nas outras engrenagens de elementos de manivela 37. Se o diâmetro da porção de mancal 7 do elemento de manivela 6 também for relativamente pequeno a extremidade grande de sua haste de conexão cooperante também pode ser menor do que a das outras hastes de conexão.

[0066] Devido ao diâmetro relativamente pequeno do pino de manivela 4 na engrenagem de elemento de manivela 12, a conexão entre o pino de manivela 4 e o braço de manivela 17 pode ser relativamente menos forte, o que poderia causar uma problema uma vez que a conexão é destinada a ser um encaixe sob pressão. Contudo, na prática, isso não é um problema pelas razões a seguir.

[0067] O eixo de manivela 2, conforme mostrado na Figura 23, é feito por meio de três encaixes sob pressão; dois deles podem ser vistos na Figura 23 e são indicados por X e Y, respectivamente, onde os respectivos pinos de manivela 4 são prensados em respectivos furos dos braços de manivela 17 correspondentes. A porção do eixo de manivela 2 entre os encaixes sob pressão X e Y pode ser feita de

uma peça. A Figura 23 mostra que o diâmetro do pino de manivela 4 no encaixe sob pressão X tem um diâmetro menor do que o pino de manivela 4 no encaixe sob pressão Y. Na prática, a força que é guiada através do eixo de manivela 2 no encaixe sob pressão X é menor do que no encaixe sob pressão Y uma vez que de carga, ou volante, do motor de combustão interna está localizada na extremidade do eixo de manivela 2 oposta à polia 30. O encaixe sob pressão X guia a força para o eixo de equilíbrio 41 e para a polia 30, incluindo, opcionalmente, dispositivos auxiliares. Portanto, é permissível que o pino de manivela 4 no elemento de manivela 6 tenha um diâmetro menor do que o dos outros pinos de manivela 4.

[0068] A Figura 9 mostra uma vista lateral da modalidade conforme mostrado nas Figuras 4 e 5. Pode ser visto que as engrenagens 12 a 14 estão localizadas, parcialmente, em uma reentrância do braço de manivela 17. Isso proporciona a oportunidade para minimizar o comprimento do mecanismo 1, como visto ao longo do eixo de manivela 2 .

[0069] A Figura 10 mostra uma vista lateral da modalidade, conforme mostrado na Figura 7. Pode ser visto que nesta modalidade as engrenagens 12 a 14 não estão localizadas dentro de um plano comum, conforme explicado em relação às modalidades das Figuras 6 e 24. A engrenagem auxiliar 14 sobrepõe parcialmente a engrenagem de elemento de manivela 12 como vista em uma direção ao longo de suas linhas centrais.

[0070] Fazendo referência à modalidade conforme mostrado na Figura 4, pode ser visto que as engrenagens intermediárias 13 são montadas rotacionalmente no braço de manivela 17 do eixo de manivela 2 . Nesse caso, as engrenagens intermediárias 13 são giráveis em respectivos eixos intermediários 13a via mancais deslizantes, mancais de agulha ou semelhantes (não mostrados),

eixos intermediários 13a que são prensados em um suporte 31. Os eixos intermediários 13a encaixam em respectivos furos no braço de manivela 17 e são fixados ao eixo de manivela 2. Com a montagem do mecanismo 1, os eixos intermediários 13a são prensados no eixo de manivela 2, então, as engrenagens intermediárias 13 são montadas nos eixos intermediários 13a, após o que o suporte 31 é prensado nos eixos intermediários 13a e fixado no braço de manivela 17 através de um parafuso 32. O suporte 31 também impede o deslocamento da engrenagem auxiliar 14 em uma direção para longe do braço de manivela 17. Na modalidade conforme mostrado na Figura 24 pode ser visto que o suporte 31 tem uma forma diferente. É fixado ao braço de manivela 17 através de dois parafusos 32.

[0071] As Figuras 11 e 12 mostram uma modalidade alternativa do mecanismo 1 de acordo com a invenção. Partes que são similares àquelas nas modalidades conforme descrito aqui antes são indicadas por sinais de referência correspondentes. Neste caso, a engrenagem de elemento de manivela 12 e a engrenagem auxiliar 14 são substituídas por respectivas rodas 12a e 14a para acionamento de uma correia dentada 33. Essa transmissão também pode ser uma correia alternativa ou uma combinação de rodas dentadas e uma corrente.

[0072] A Figura 21 mostra um elemento de manivela 6 alternativo, que é adequado para um mecanismo de pistão alternativo tendo uma disposição em V, por exemplo, um motor-V. O elemento de manivela 8 compreende duas engrenagens de elementos de manivela 12. Além disso, o elemento de manivela 6 é dotado de duas porções de mancal 7, que estão em ângulo com relação um ao outro em torno da linha central do elemento de manivela 6. Devido a essa configuração, os pistões correspondentes alcançam seus respectivos centros mortos superiores em diferentes ângulos do elemento de manivela.

[0073] A Figura 25 mostra uma parte do elemento de manivela de um motor de multicilindros, que é comparável com a modalidade conforme mostrado na Figura 15. Duas outras engrenagens auxiliares 136 engatam com respectivas engrenagens de elementos de manivela 137 do elemento de manivela 106 correspondente que é montado rotacionalmente no pino de manivela 104 correspondente, A fim de manter o eixo de manivela 2 tão forte quanto possível e construir de maneira compacta o diâmetro interno do elemento de manivela 106 é ampliado em uma porção extrema. Isso significa que outras engrenagens de elementos de manivela 137 se projetam parcialmente além da porção cilíndrica do pino de manivela 104 em sua direção longitudinal, que contata a extremidade grande da haste de conexão cooperante. De fato, o elemento de manivela 106 é dotado de cavidades centrais 140 em suas porções extremas para recebimento de porções de transição do eixo de manivela 2 que estão localizadas entre os respectivos braços de manivela 17 e a porção cilíndrica do pino de manivela 104, porções de transição que têm um diâmetro maior do que a porção cilíndrica do pino de manivela 104.

[0074] Deve ser notado que, nas modalidades conforme aqui antes descrito, o diâmetro interno do pino de manivela 4 pode ser aumentado em uma porção extrema, de modo que uma porção circunferencial externa da engrenagem de elemento de manivela 12 se projeta pelo menos parcialmente além da porção cilíndrica do pino de manivela 4 em sua direção longitudinal.

[0075] Uma engrenagem de elemento de manivela que se projeta axialmente 12, 137 também é vantajosa para maximizar o comprimento da conexão de encaixe sob pressão entre o braço de manivela 17 adjacente e o pino de manivela 4, 104, que é ilustrado na Figura 26, no lado esquerdo do pino de manivela 104. Em geral, o comprimento do encaixe sob pressão na direção axial do pino de

manivela, a e é, de preferência, é maior do que 40% do diâmetro do pino de manivela cooperante.

[0076] Deve ser notado que características diferentes das modalidades, conforme aqui antes descrito, podem ser combinadas.

[0077] Do precedente, estará claro que a invenção proporciona um mecanismo de pistão alternativo relativamente simples, que proporciona a possibilidade de planejar uma modalidade compacta do mecanismo.

[0078] A invenção não está limitada às modalidades mostradas nos desenhos e aqui antes descritas quais podem ser variadas de diferentes maneiras, dentro do escopo das reivindicações e seus equivalentes técnicos. Por exemplo, o mecanismo de pistão alternativo pode ser estendido para mecanismos maiores tendo mais pistões do que as modalidades conforme aqui antes descrito. Em uma modalidade alternativa, o elemento de manivela pode ser cilíndrico, em lugar de excêntrico, o que parece resultar em perdas menores de atrito do que em um mecanismo convencional não tendo elemento de manivela e transmissão de engrenagens para acionamento do elemento de manivela.

## REIVINDICAÇÕES

1. Mecanismo de pistão alternativo (1) compreendendo:

- um cárter (15);
- um eixo de manivela (2) tendo pelo menos um pino de manivela (4), o referido eixo de manivela (2) sendo suportado pelo cárter (15) e girável com relação ao mesmo em torno de um eixo geométrico do eixo mecânico de manivela (5);
- pelo menos uma haste de conexão (9), incluindo uma extremidade grande (8) e uma extremidade pequena (10);
- um pistão (11) sendo conectado rotacionalmente à extremidade pequena (10);
- um elemento de manivela (6) sendo montado rotacionalmente no pino de manivela (4) e compreendendo pelo menos uma porção de mancal (7) tendo uma parede circunferencial externa, que suporta a extremidade grande (8) da haste de conexão (9), de modo que a haste de conexão (9) é montada rotacionalmente na porção de mancal (7) do elemento de manivela (6) via a extremidade grande (8);

**caracterizado pelo fato de que** o elemento de manivela (6) é acoplado acionavelmente a uma roda auxiliar (14, 14a), a qual é fixada a um eixo auxiliar (16) que se estende concentricamente através do eixo de manivela (2), em que o eixo de manivela (2) e o eixo auxiliar (16) são giráveis com relação um ao outro, em que a roda auxiliar (14, 14a) é disposta no mesmo lado de um braço de manivela (17) adjacente que o elemento de manivela (6), em que o mecanismo (1) é adaptado de modo que, sob condições operacionais, o elemento de manivela (6) gira na mesma direção que o eixo de manivela (2) e na metade de sua velocidade, de modo que duas rotações completas do eixo de manivela (2) correspondem a uma rotação completa do elemento de manivela (6),



conforme definido com relação ao eixo de manivela (2), enquanto o eixo auxiliar (16) tem uma posição angular substancialmente fixa com relação ao cárter (15).

2. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de manivela (6) compreende uma roda de elemento de manivela (12a), que é acoplada acionavelmente à roda auxiliar (14a) por meio de uma correia dentada (33).

3. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de manivela (6) compreende uma roda dentada de elemento de manivela e a roda auxiliar ser formada por uma roda dentada auxiliar, em que a roda dentada de elemento de manivela é acionável por meio de uma corrente.

4. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de manivela (6) é dotado de uma engrenagem de elemento de manivela (12) externa e a roda auxiliar ser formada por uma engrenagem auxiliar (14) sendo uma engrenagem externa, em que a engrenagem de elemento de manivela (12) e a engrenagem auxiliar (14) são acopladas acionavelmente uma à outra por pelo menos uma engrenagem intermediária (13), sendo uma engrenagem auxiliar (14), que engata com a engrenagem auxiliar (14) e a engrenagem de elemento de manivela (12).

5. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a relação de engrenagens entre a engrenagem de elemento de manivela (12) e a engrenagem auxiliar (14) é dois.

6. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 4 ou 5, **caracterizado pelo fato de que** a porção de

mancal (7) é disposta excentricamente com relação do pino de manivela (4).

7. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, **caracterizado pelo fato de que** a engrenagem de elemento de manivela (12) engata com pelo menos uma outra engrenagem intermediária (13), que também engata com a engrenagem auxiliar (14).

8. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 7, **caracterizado pelo fato de que** o mecanismo (1) é dotado de um meio de acionamento (18 a 21, 23 a 25) para girar a engrenagem auxiliar (14) com relação ao cárter (15) em torno do eixo de manivela (5).

9. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** o meio de acionamento compreende um bloco de batente, que é adaptado para fixar o eixo auxiliar (16) em posições angulares diferentes com relação ao cárter (15).

10. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** o bloco de batente compreende um anel de controle (19), que é fixado ao eixo auxiliar (16) e dotado de uma pluralidade de reentrâncias (20) e um atuador (21) incluindo um pino deslocável controlado que se encaixa em cada uma das respectivas reentrâncias (20), em que o mecanismo (1) é, de preferência, dotado de uma mola (18) que é fixada ao eixo auxiliar (16) e ao cárter (15).

11. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** o meio de acionamento compreende um elemento sem fim (24) acionável engatando com uma engrenagem sem fim (25), que é fixada ao eixo auxiliar (16).

12. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 11, **caracterizado pelo fato de que** a engrenagem intermediária (13) se estende além da engrenagem de elemento de manivela (12) em pelo menos uma direção longitudinal, em que a engrenagem auxiliar (14) engata com a engrenagem intermediária (13), de modo que a engrenagem auxiliar (14) sobrepõe parcialmente a engrenagem de elemento de manivela (12).

13. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** o meio de acionamento (18 a 21, 23 a 25) é dotado de uma mola (18) que é fixada no eixo auxiliar (16) e no cárter (15).

14. Mecanismo de pistão alternativo (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 11 ou 13, **caracterizado pelo fato de que** a engrenagem de elemento de manivela (12) e a engrenagem auxiliar (14) estão localizadas perto uma da outra dentro do mesmo plano.

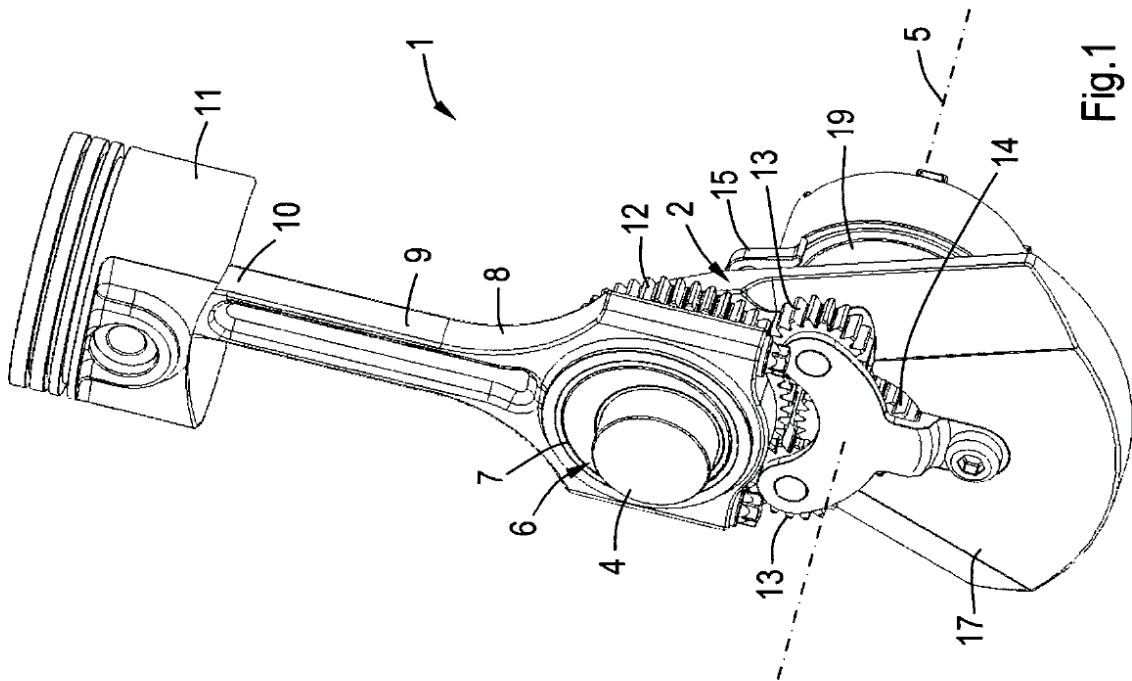


Fig.1

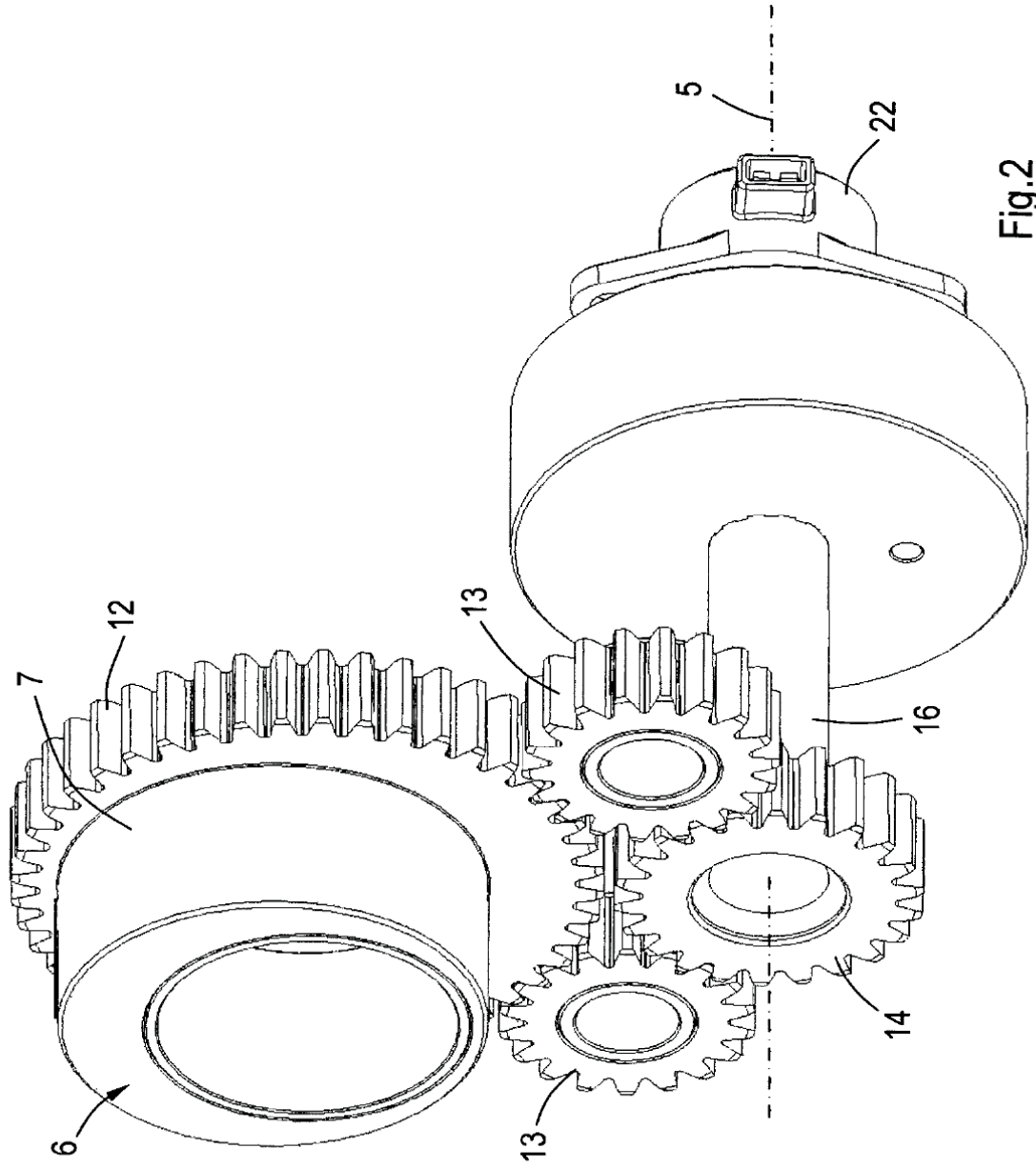


Fig. 2

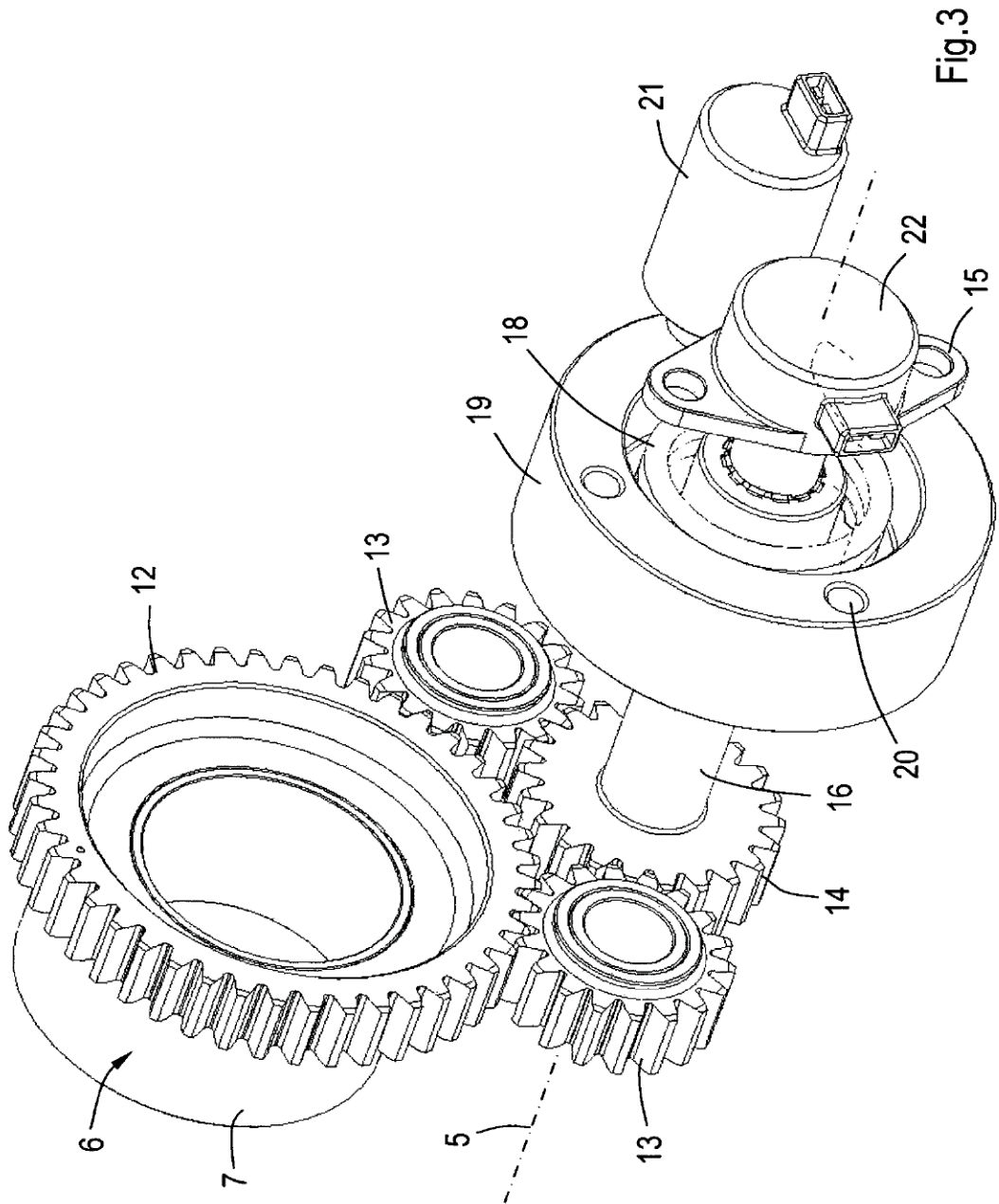


Fig. 3

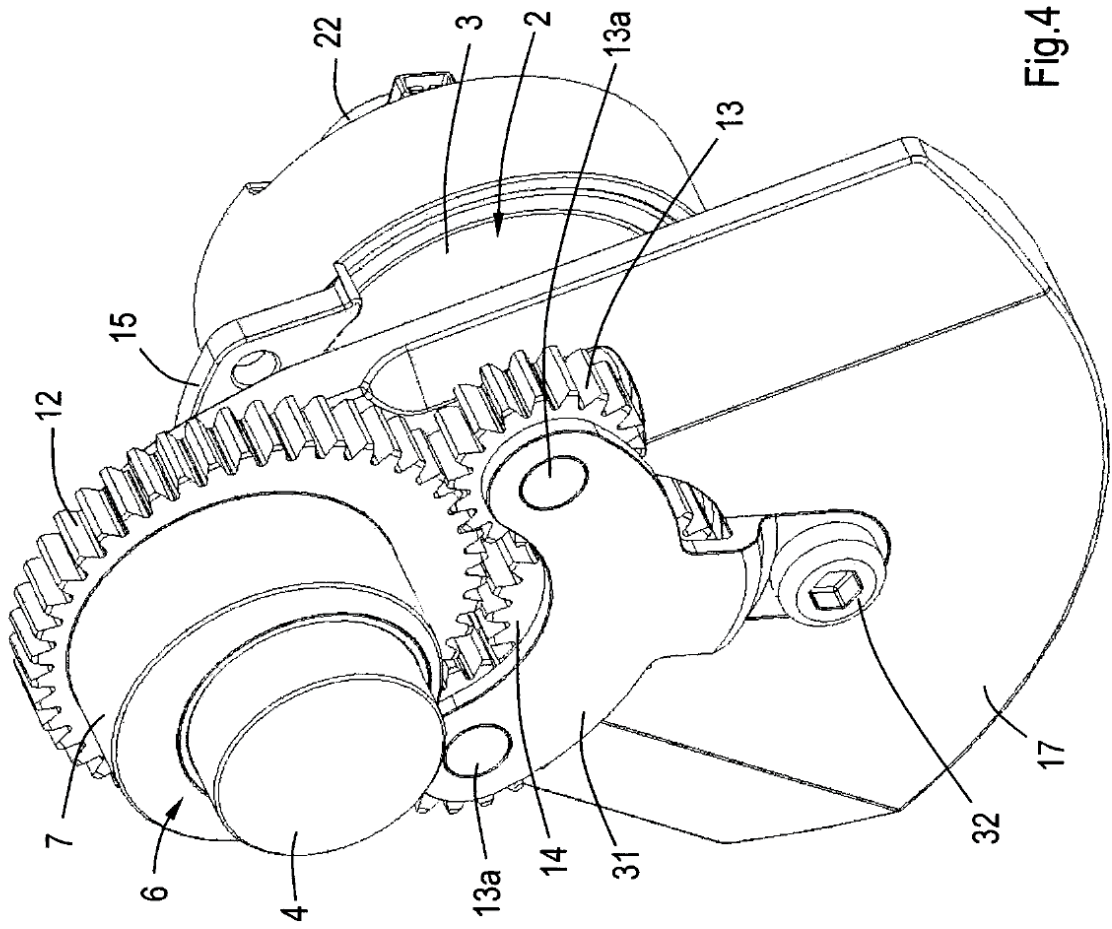


Fig. 4

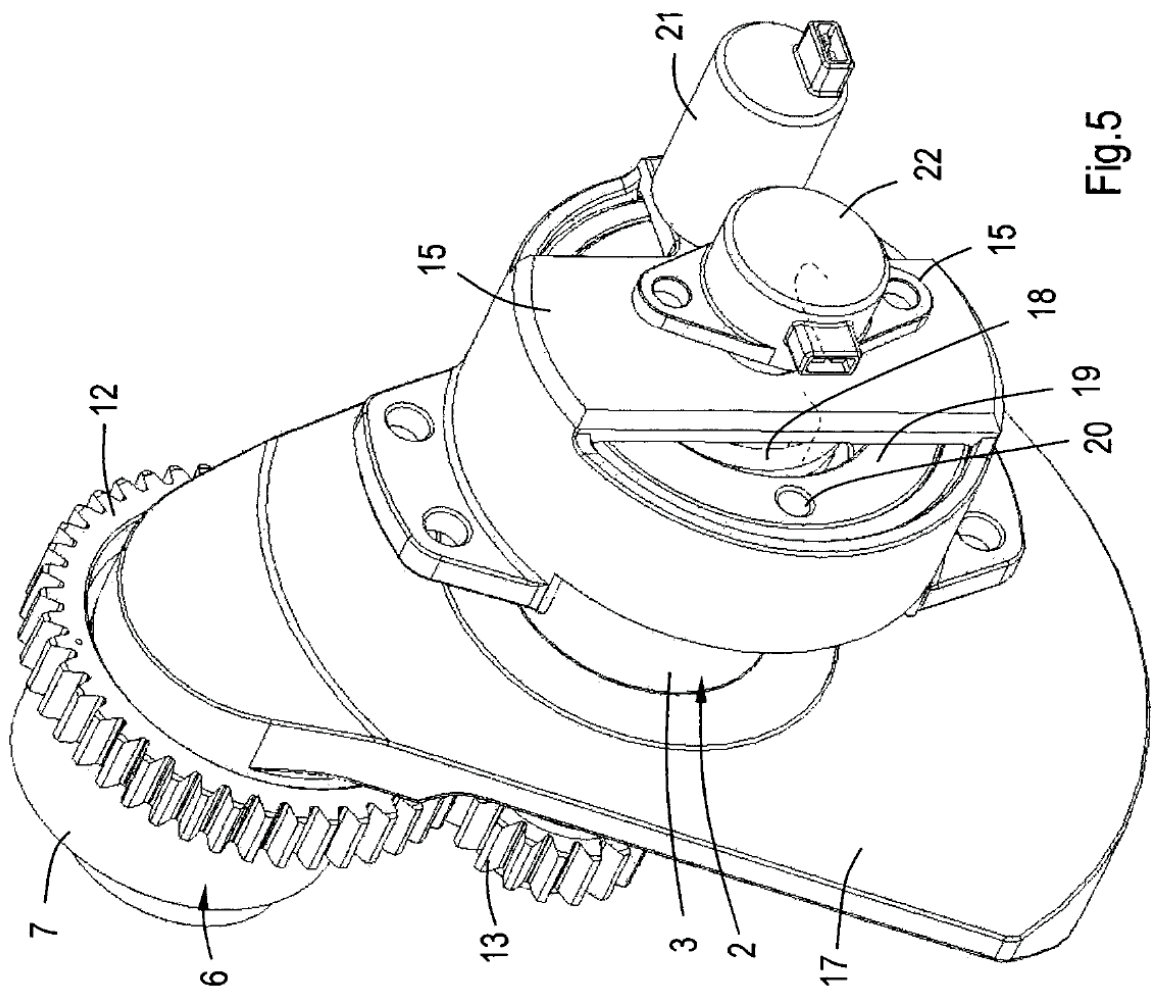


Fig.5



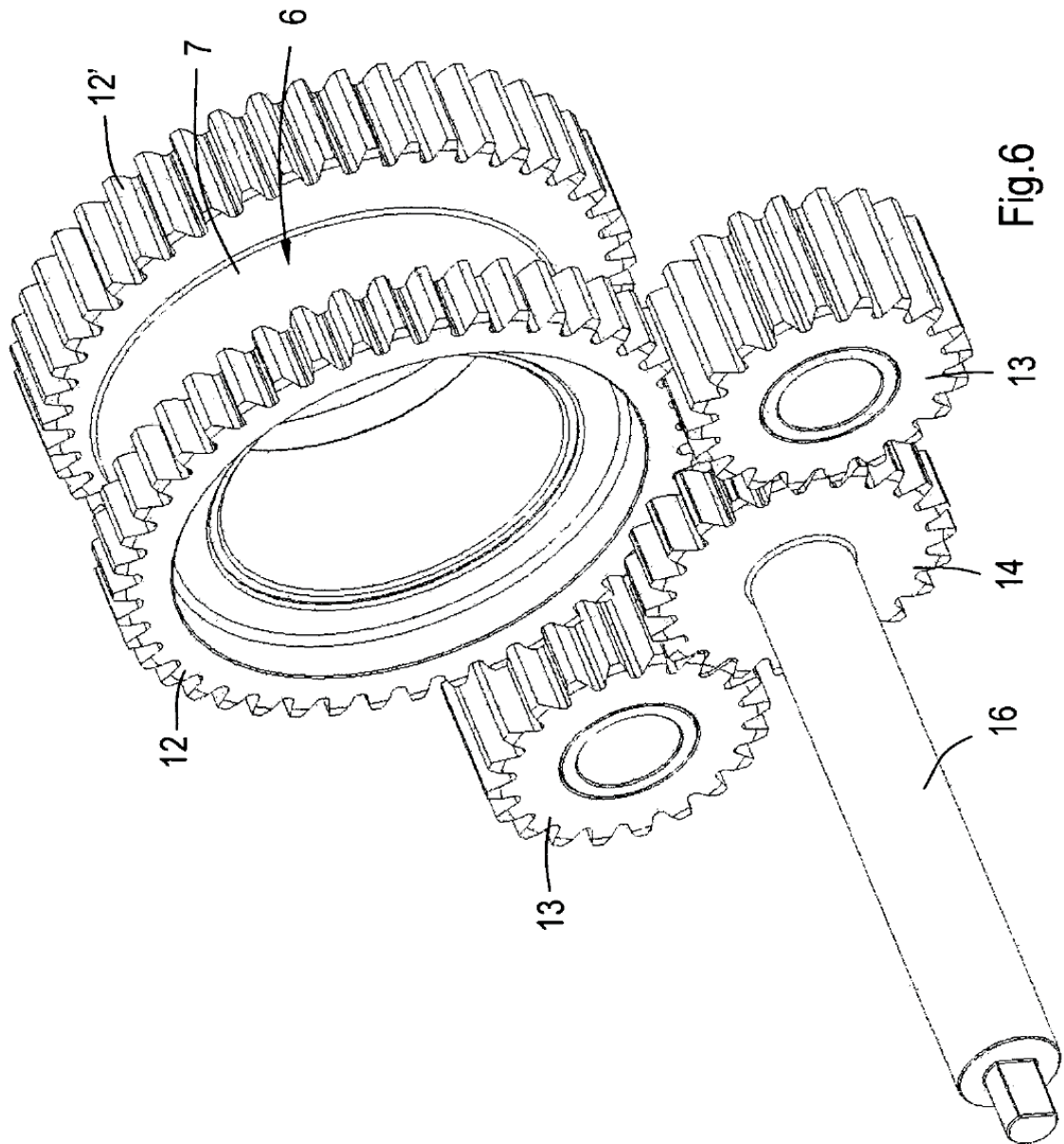


Fig.6



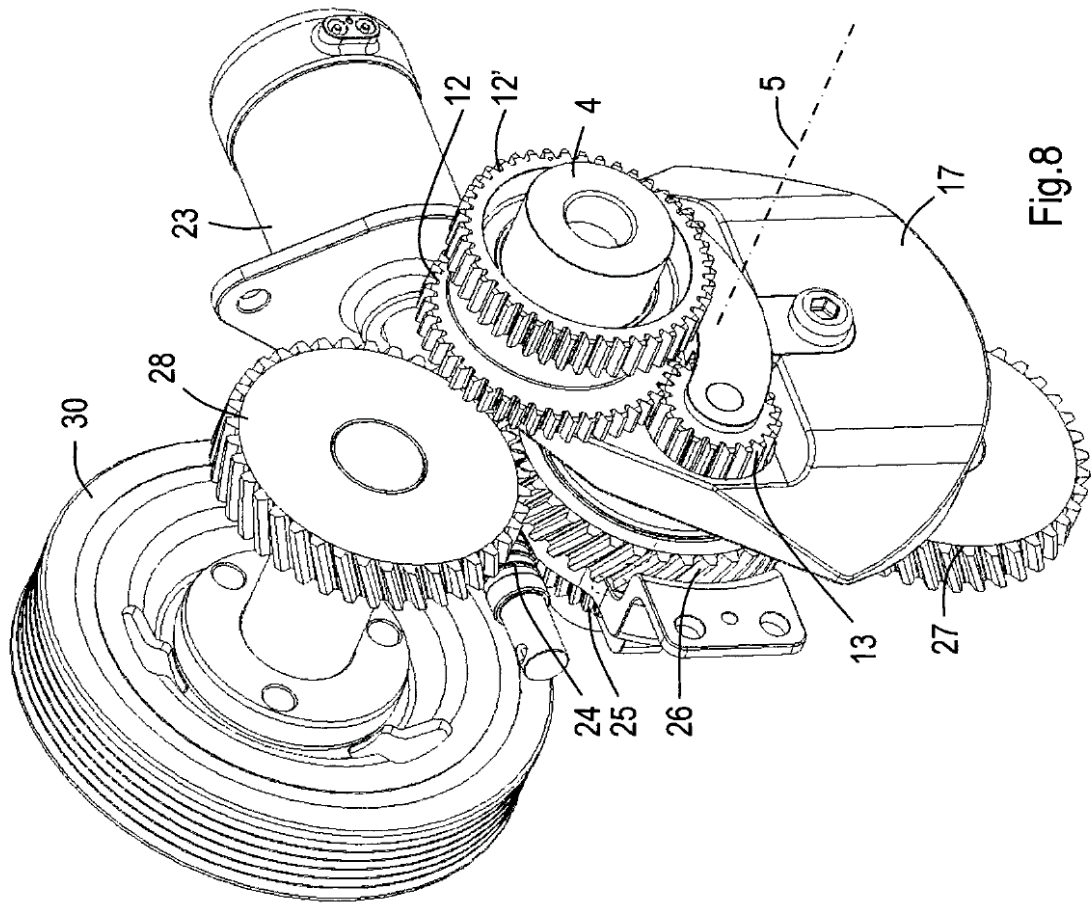
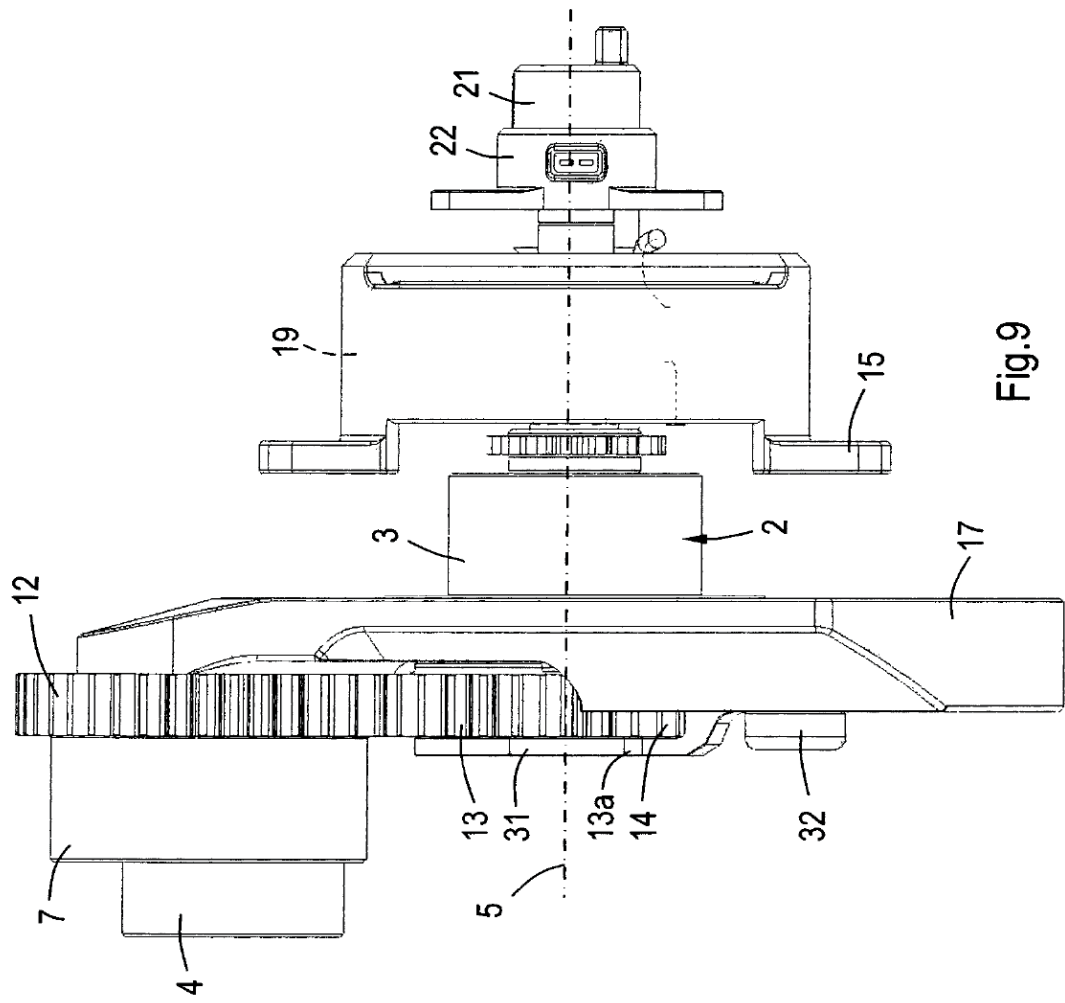


Fig.8



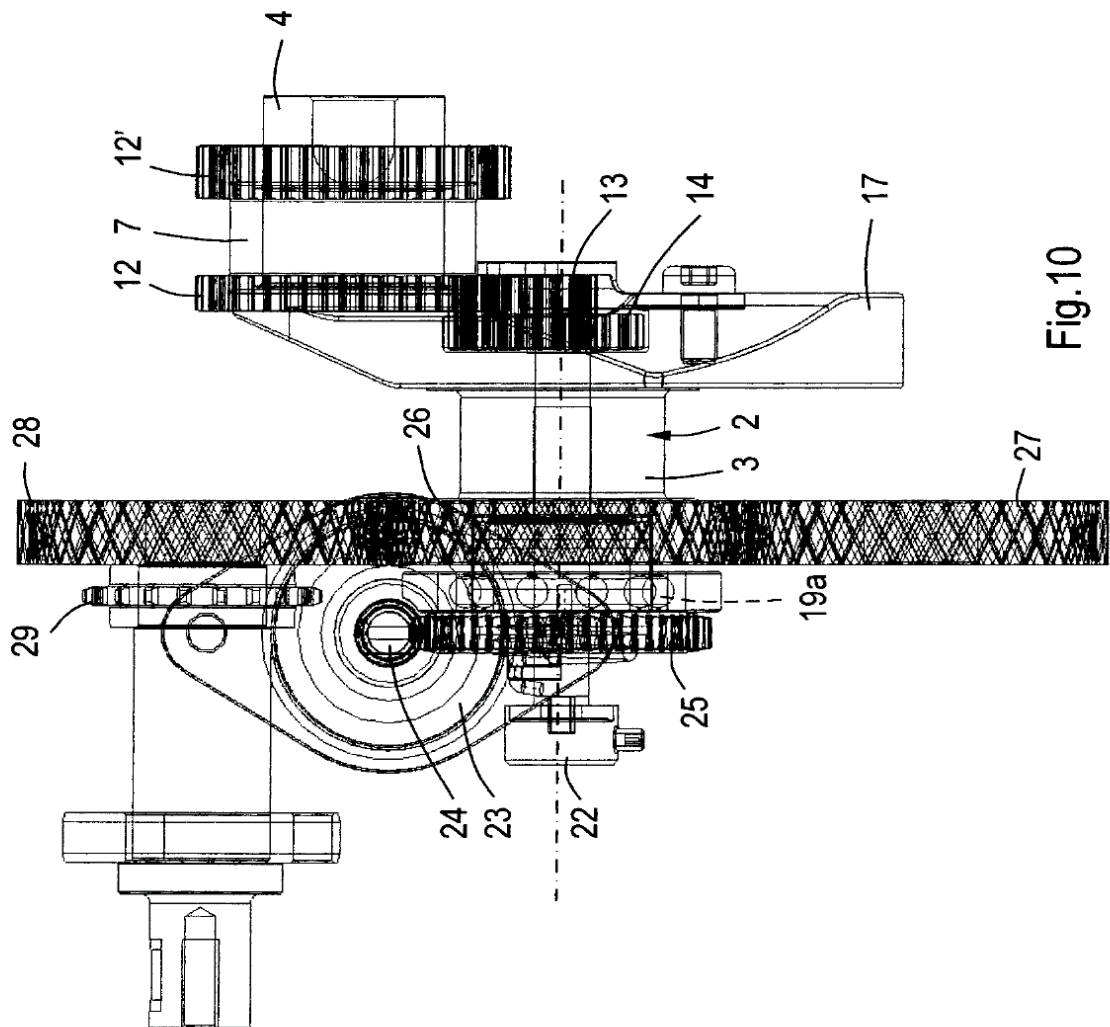
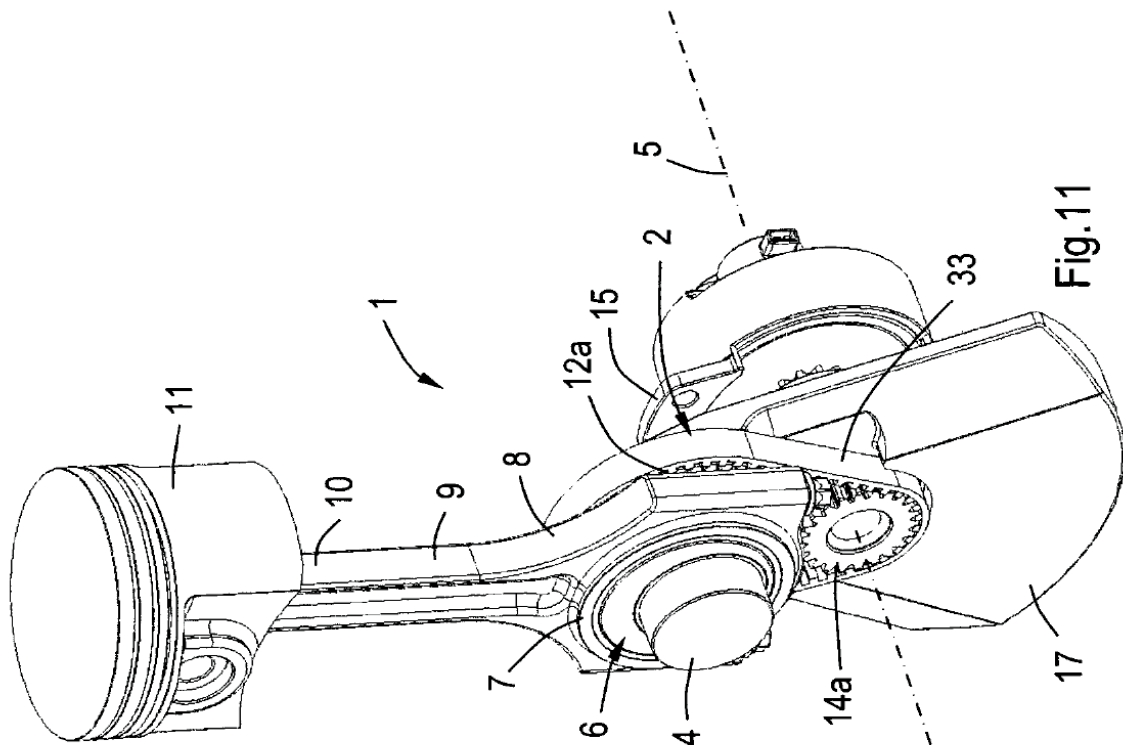


Fig.10



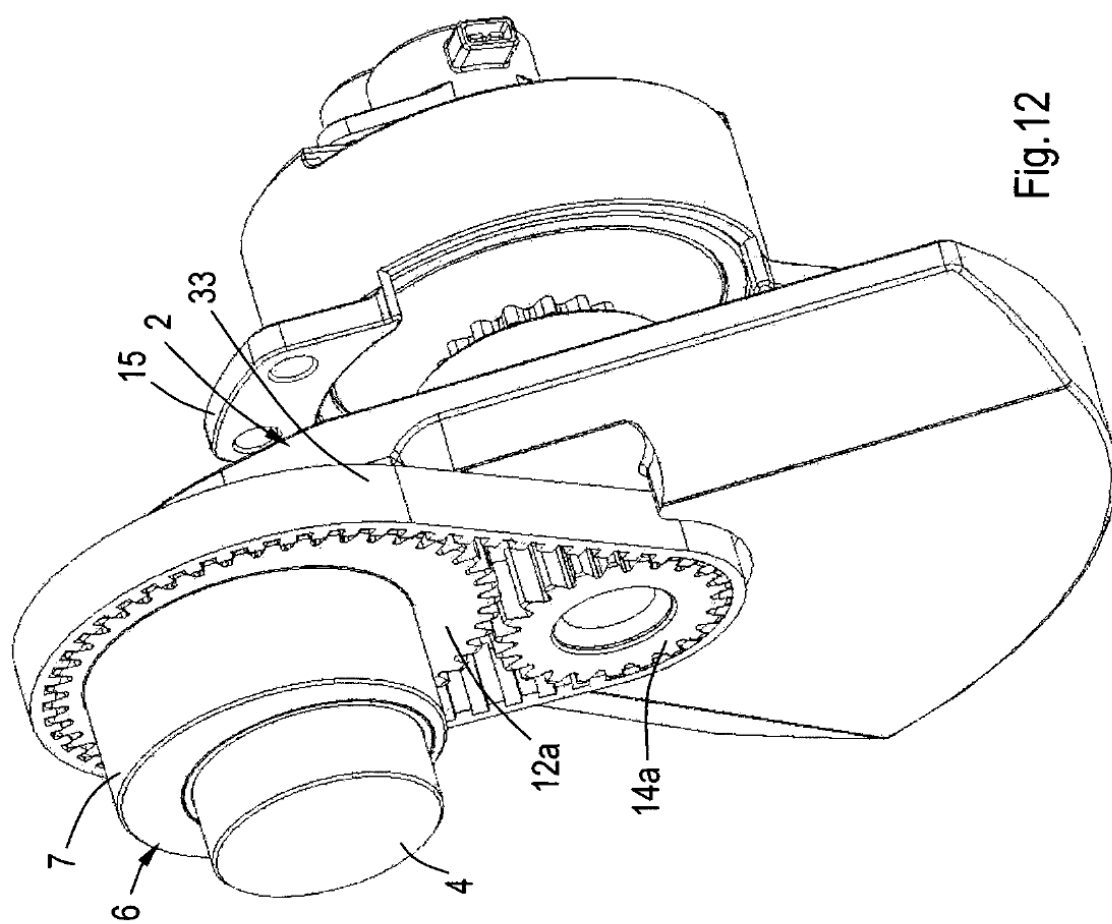


Fig.12

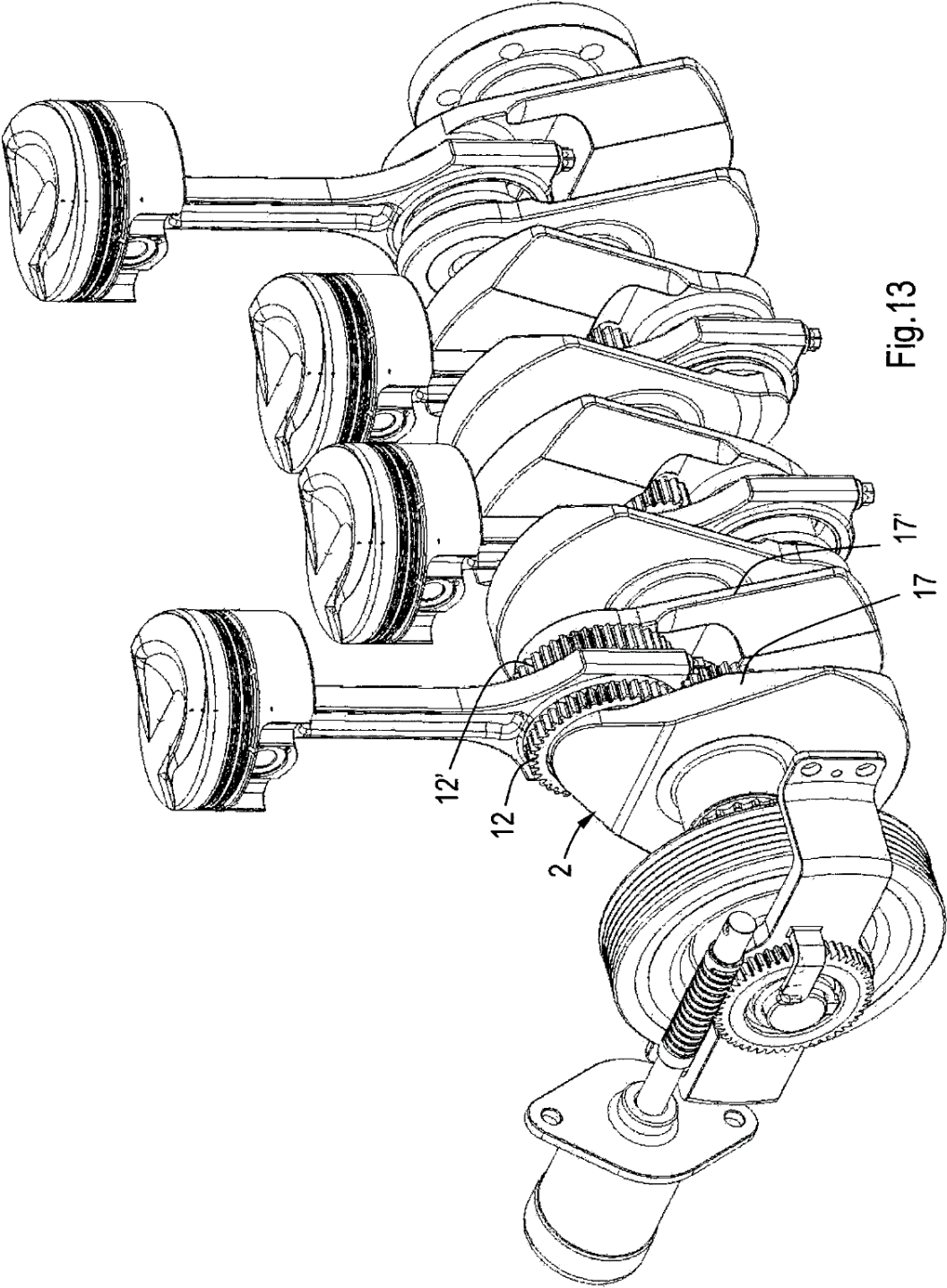


Fig.13



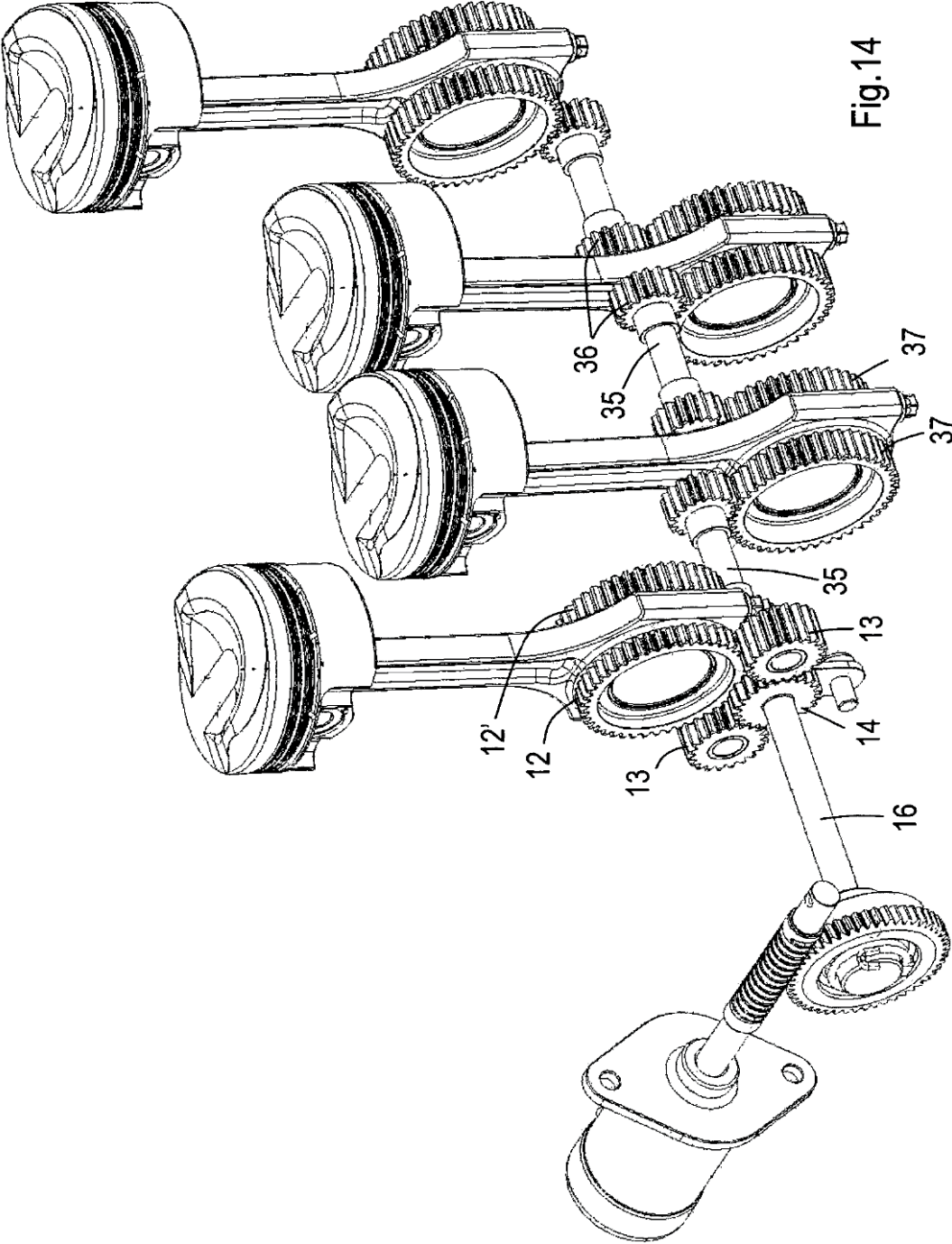
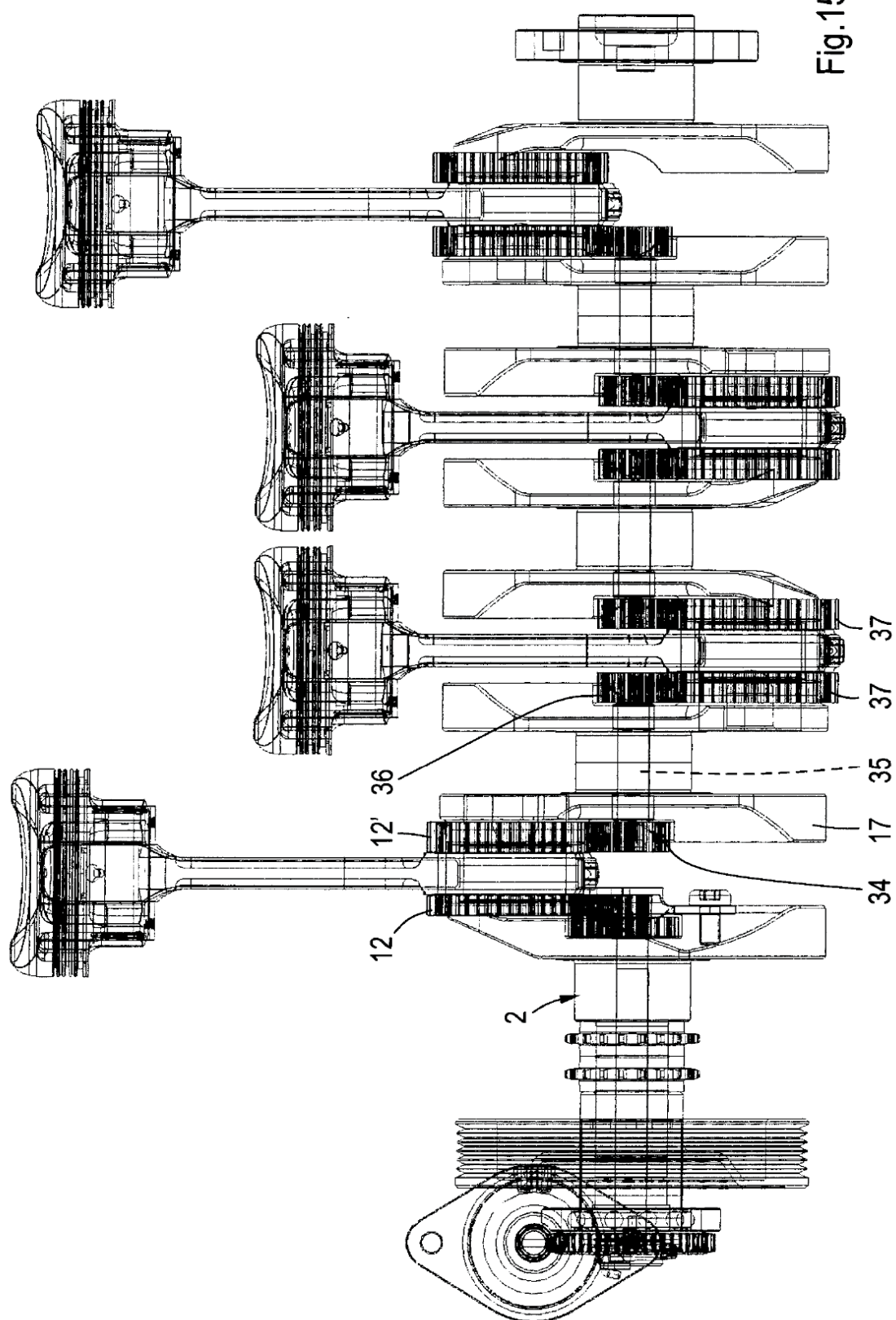


Fig.14





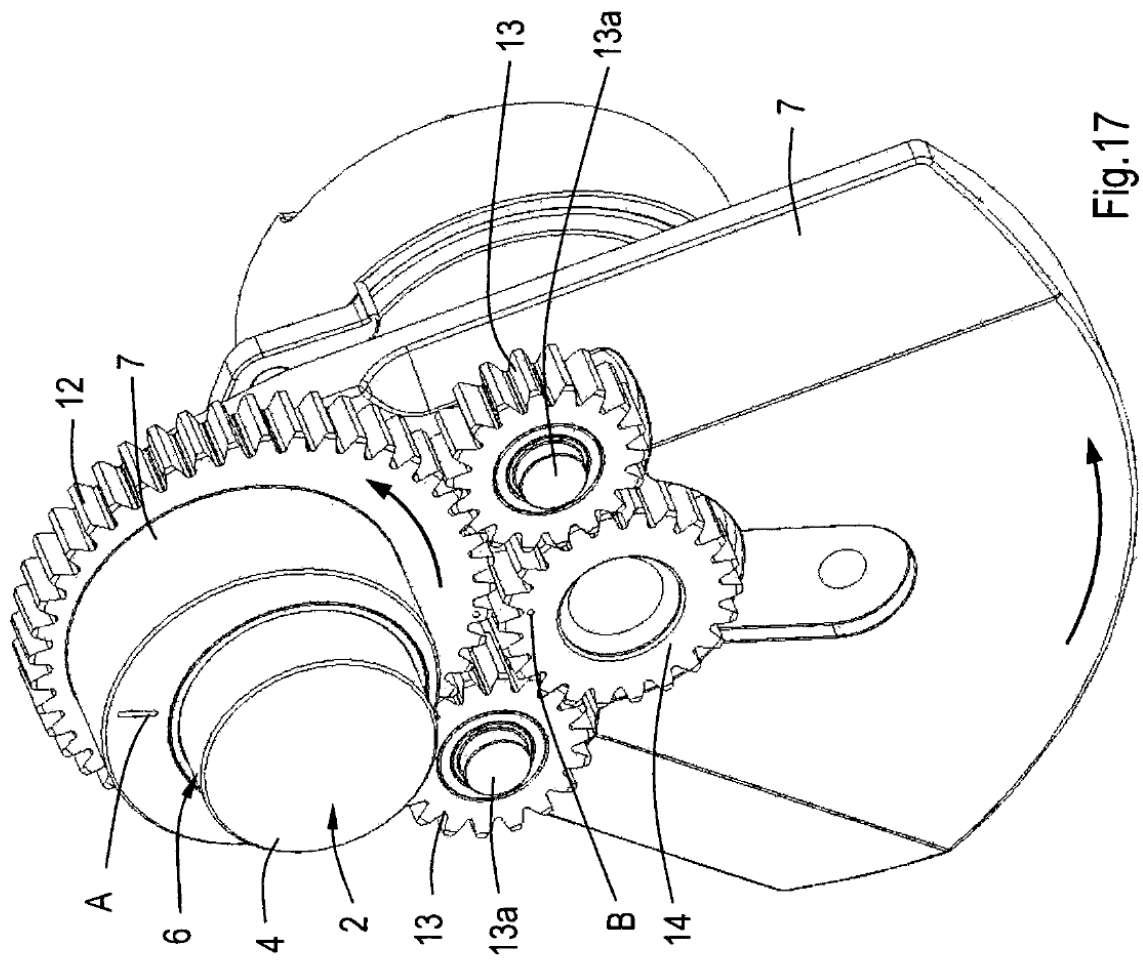
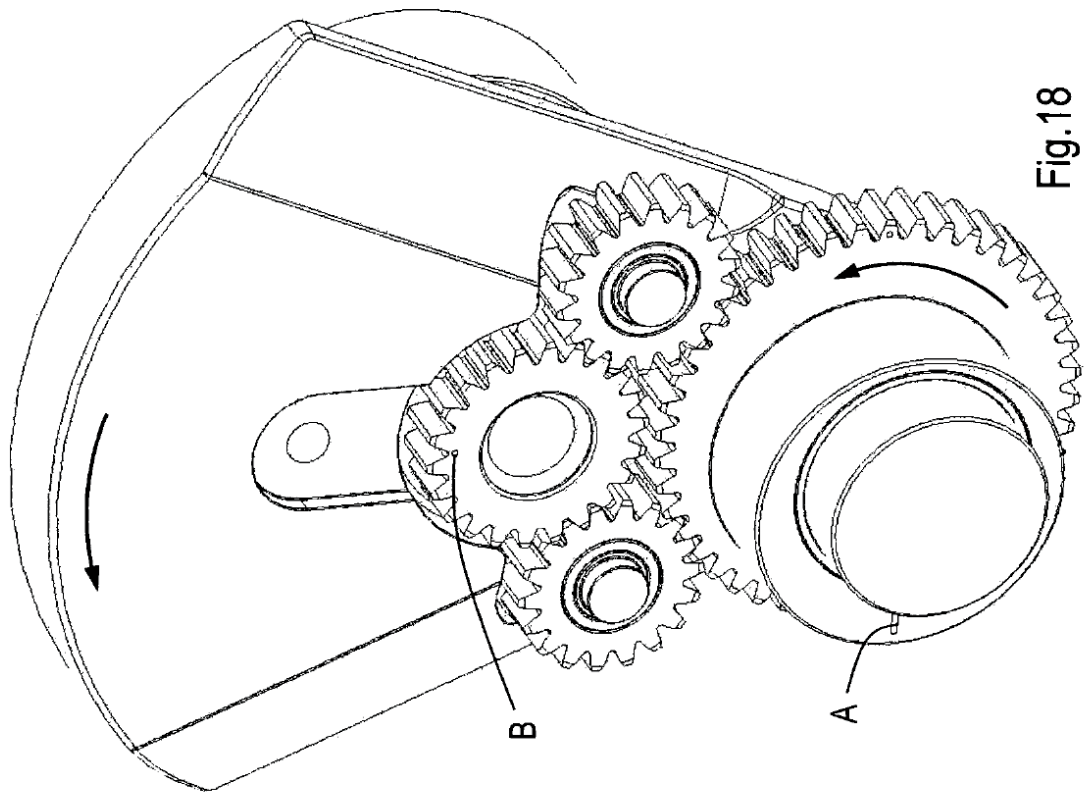
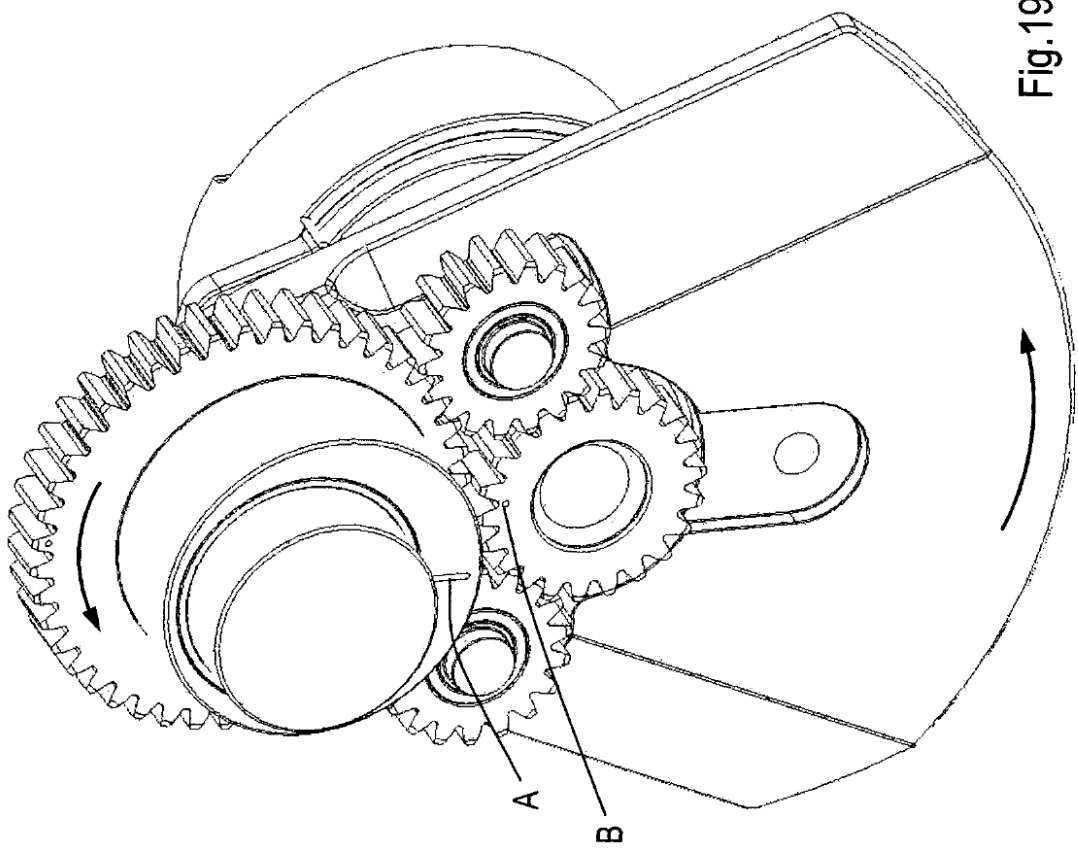
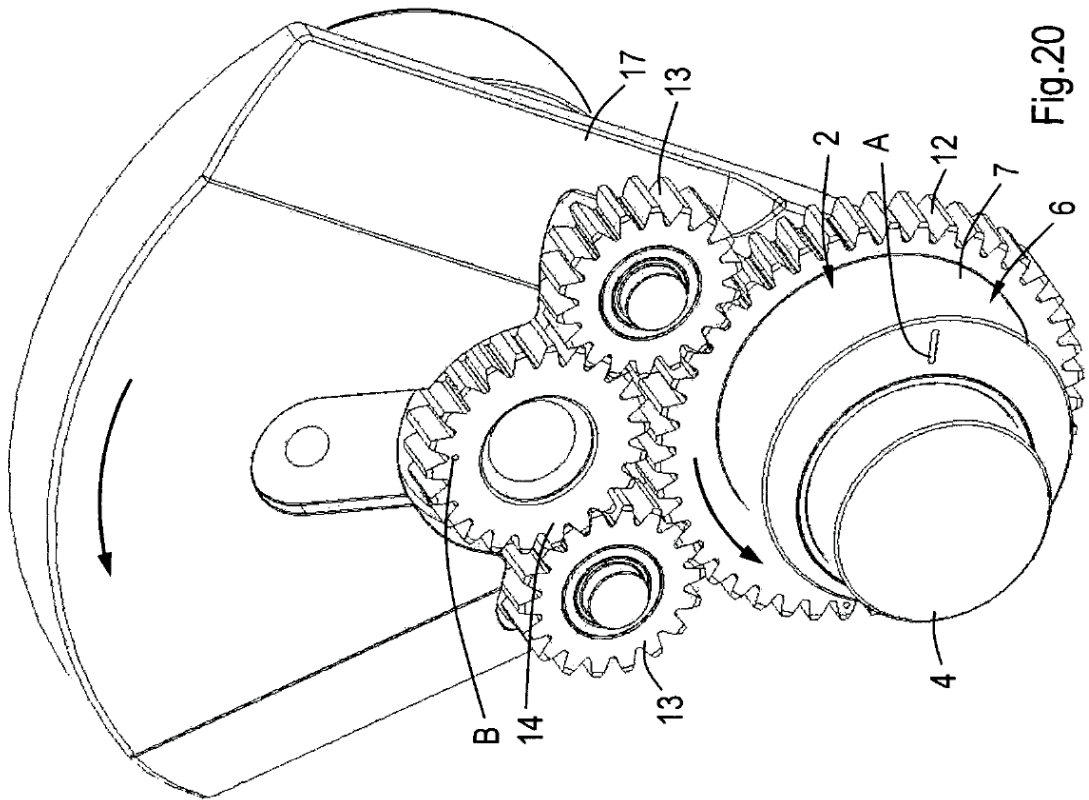


Fig.17







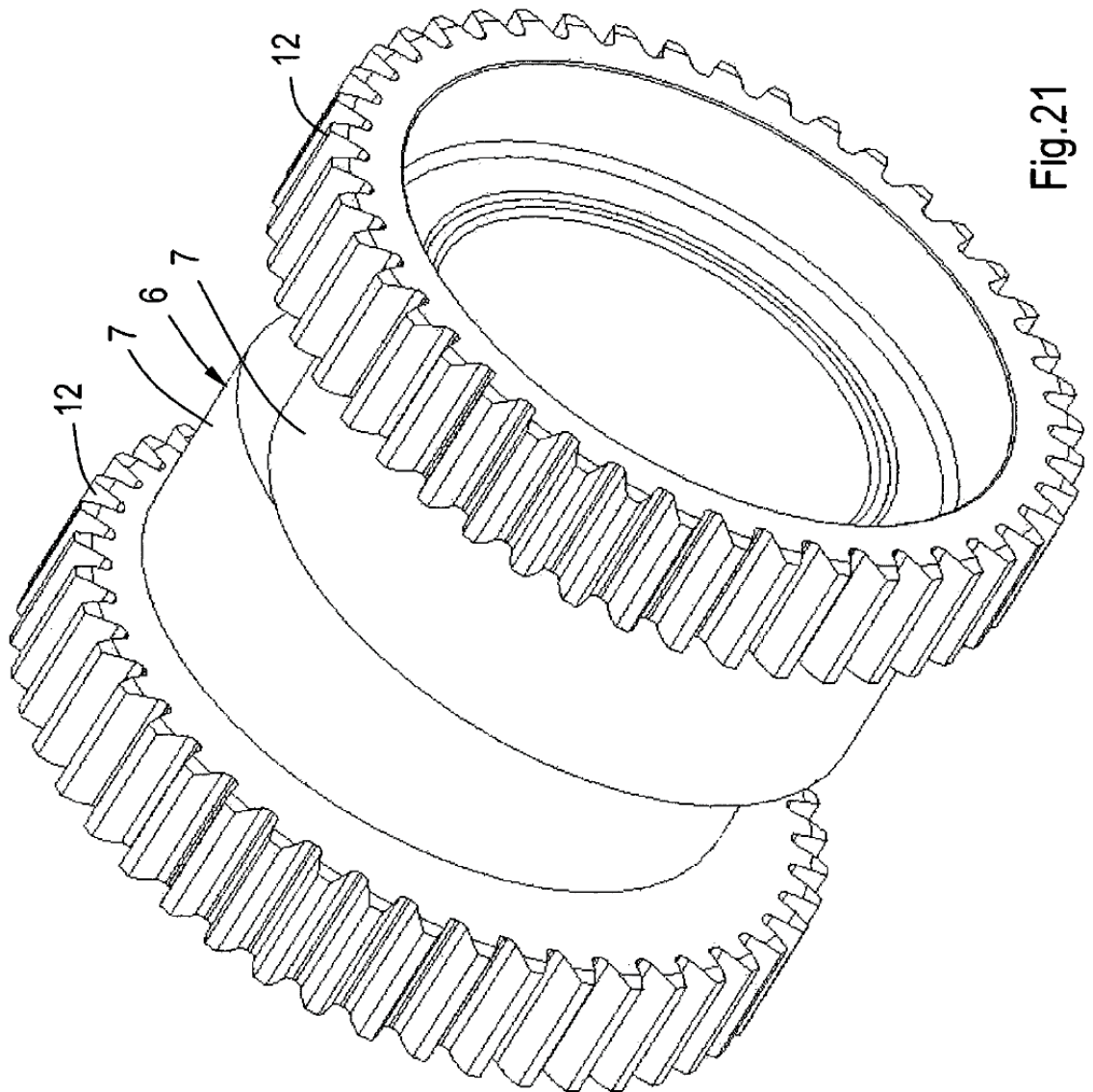


Fig.21



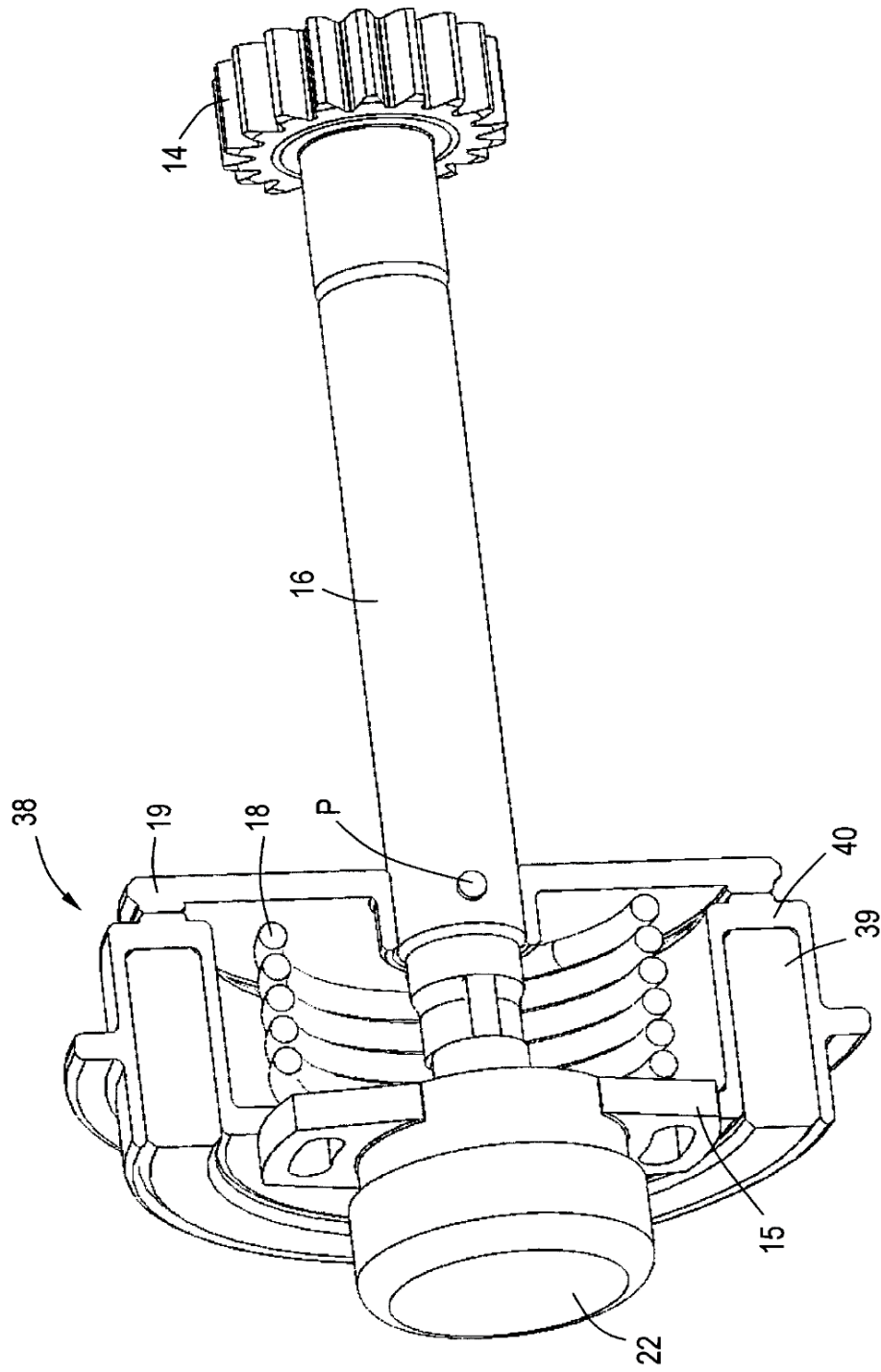


Fig.22

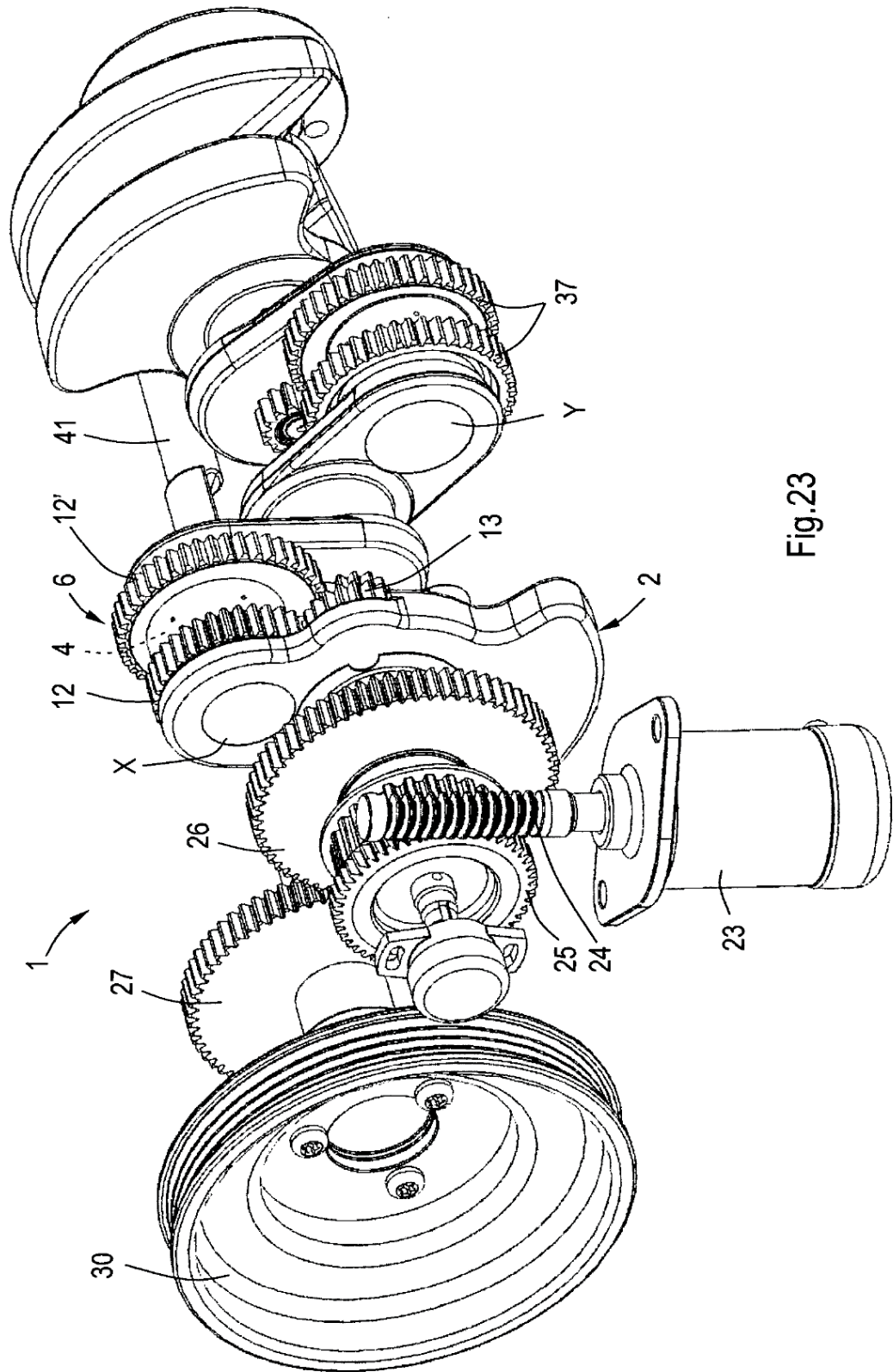
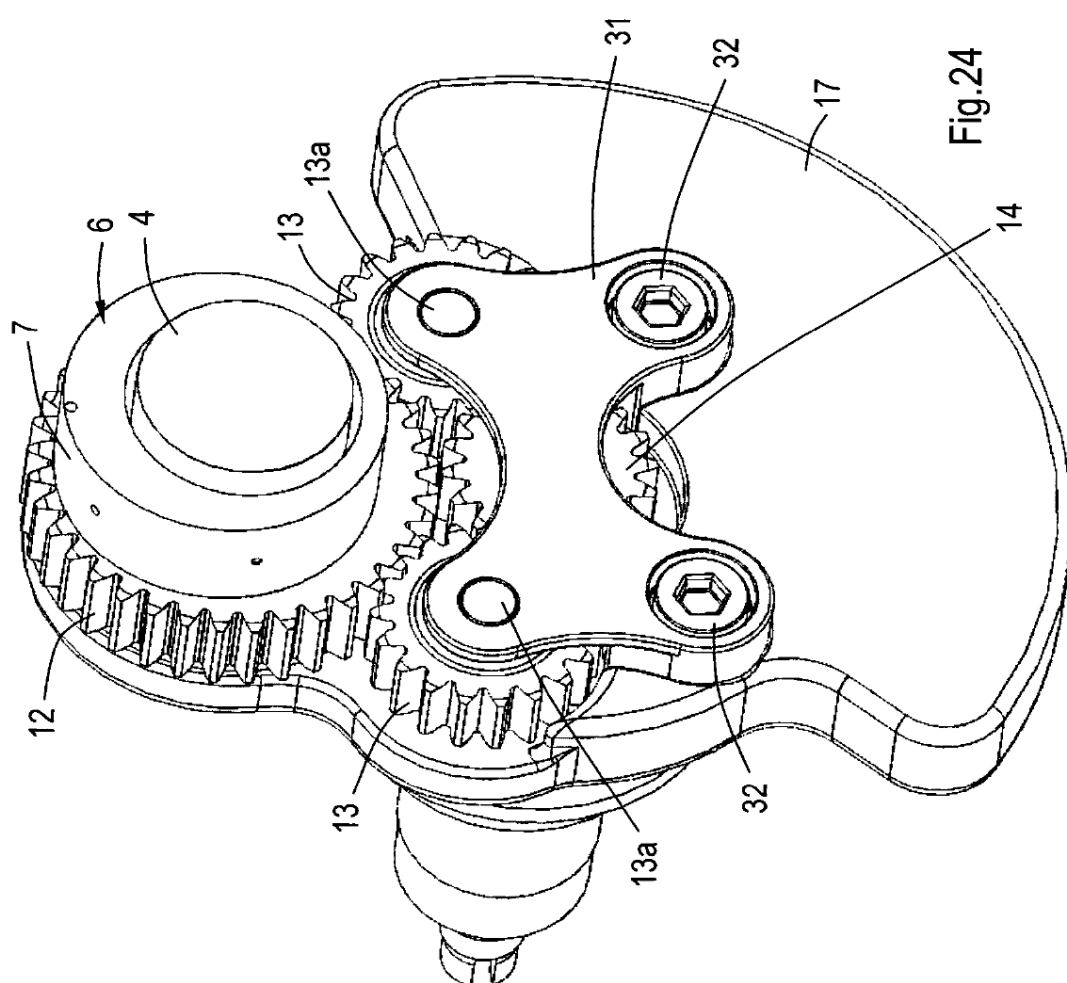
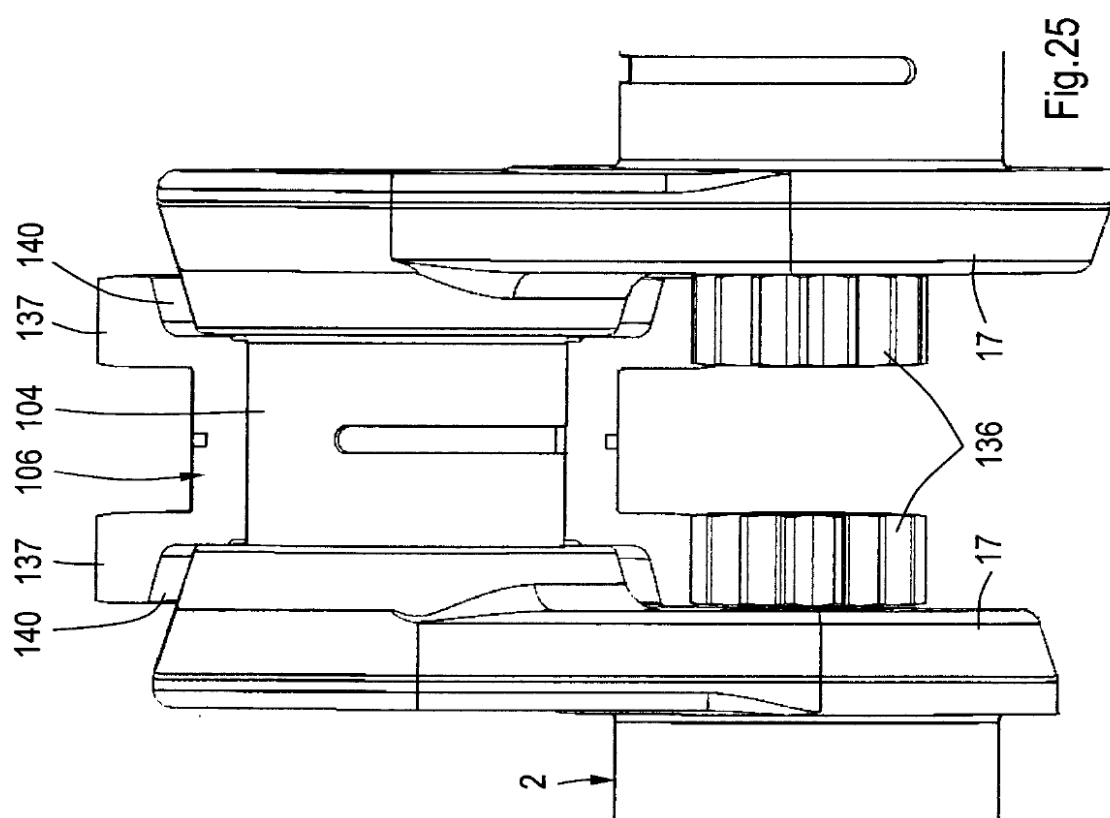


Fig.23





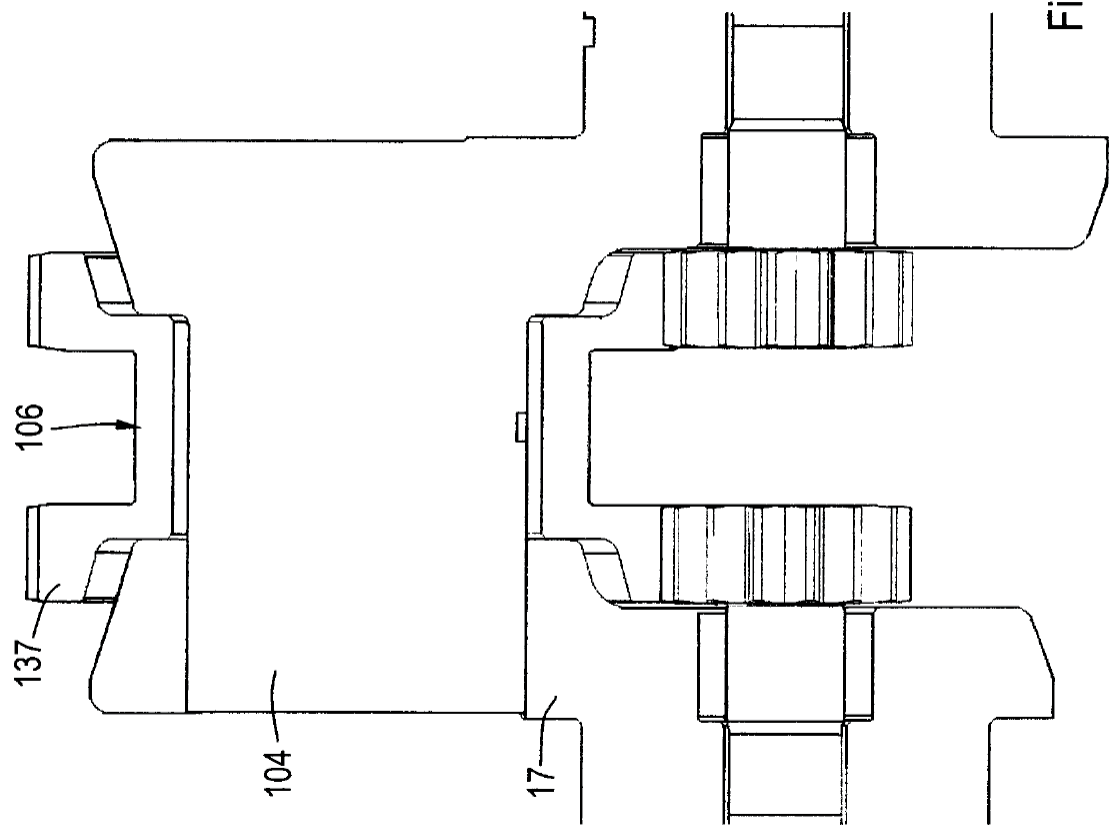


Fig.26