

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

(21) **PI0902806-4 A2**



(22) Data de Depósito: 13/08/2009
(43) Data da Publicação: 25/05/2010
(RPI 2055)

(51) *Int.Cl.:*
B64C 19/00

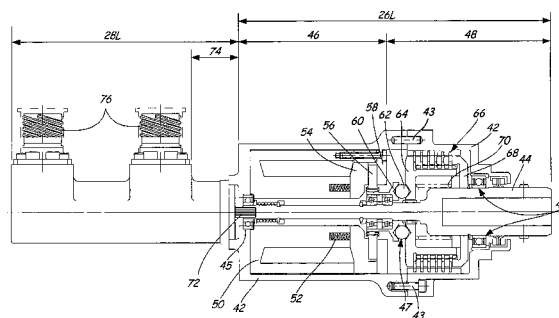
(54) Título: **APARELHO DE FREIO DE ASSIMETRIA**

(30) Prioridade Unionista: 14/08/2008 US 12/228595

(73) Titular(es): Hamilton Sundstrand Corporation

(72) Inventor(es): David J. Lang, James M. Regan

(57) **Resumo:** APARELHO DE FREIO DE ASSIMETRIA. Um freio de assimetria inclui um alojamento, um eixo, um freio piloto, um freio primário e um conjunto de rampa de esfera. O eixo do freio de assimetria é rotativo em relação ao alojamento ao redor de um eixo de rotação. O freio primário é movelmente conectado ao eixo. O freio piloto é configurado para seletivamente encaixar o alojamento para gera um torque de disparo. O torque de disparo é transferido através do conjunto de rampa de esfera ao freio primário que, em resposta, encaixa o alojamento para gerar um torque de frenagem sobre o eixo. A disposição do conjunto de rampa de esfera entre o freio piloto e o freio primário permite que o conjunto de rampa de esfera retome a uma condição não-separada operacional quando o freio piloto for desencaixado do alojamento. O retomo do conjunto de rampa de esfera à condição não-separada operacional permite que o freio primário desencaixe do alojamento, o que libera o eixo para girar



“APARELHO DE FREIO DE ASSIMETRIA”

FUNDAMENTOS

Esta invenção refere-se a sistemas de aeronaves e, mais particularmente, a um freio de assimetria para uso em sistemas de atuação de controle de vôo de aeronave.

Aeronaves normalmente incluem superfícies de controle de vôo móveis sobre suas asas. Estas superfícies são conhecidas como flapes ou bordos de ataque avançados, e podem ser seletivamente estendidas ou retraídas para modificar as características de sustentabilidade das asas. Extensão e retração dos flapes ou bordos de ataque avançados são feitas por um sistema de atuação de controle de vôo montado em cada uma das asas.

Um sistema de atuação de controle de voo típico inclui uma série de atuadores espaçados ao longo da extensão de cada asa. Os atuadores são operacionalmente conectados para mover um ou mais flapes ou bordos de ataque avançados. Os atuadores são conectados um ao outro por eixos de acionamento, formando uma corrente de atuadores e eixos se estendendo ao longo da extensão da asa. Uma unidade de transmissão mecânica (PDU) conectada à extremidade de bordo da corrente provê força motriz para acionar os atuadores para estender ou retrair seletivamente os flapes e bordos de ataque avançados.

Devido às superfícies de controle, como flapes e bordos de ataque avançados, alterarem significativamente as características produtoras de elevação das asas, é crítico para a operação segura da aeronave que o sistema de atuação também inclua características de segurança para detectar e reagir a problemas, como emperramento, desconexão de eixo, ou falha de um dos atuadores no sistema de atuação de controle de voo da aeronave. De particular importância são os problemas que causam a posição dos flapes ou bordos de ataque avançados sobre uma asa perder sincronização com os flapes e bordos de ataque avançados sobre a outra asa da aeronave. Tal condição é referida como assimetria. Para impedir assimetria que não possa

ser controlada pela PDU apenas, sistemas de atuação para flapes e bordos de ataque avançados incluem, freqüentemente, um dispositivo conhecido como um freio de assimetria que se encaixa para conter a corrente de atuadores e eixos em uma posição conhecida quando a assimetria se desenvolve. Por exemplo, caso um eixo conectando atuadores adjacentes se rompe ou se desconecta, a PDU não seria capaz de controlar a posição de flapes ou bordos de ataque avançados, como um freio de assimetria na extremidade fora de bordo da corrente de atuadores e eixos, cargas aerodinâmicas atuando sobre os flapes ou bordos de ataque avançados poderiam movê-los em um sistema no qual os atuadores podem ser retrocedidos pelas cargas de ar. A movimentação descontrolada dos flapes ou bordos de ataque avançados criaria sérios problemas de controle de voo para a aeronave.

Em aplicações aeronáuticas comerciais, freios de assimetria são normalmente verificados pelo piloto durante a inicialização do sistema. Isto requer que o freio de assimetria seja encaixado e desencaixado remotamente por um controlador elétrico, normalmente o controlador de sistema de atuação localizado na PDU. Desse modo, sistemas típicos de atuação de controle de voo comerciais empregam um freio elétrico à prova de falha (atuado por mola) que pode ser prontamente encaixado pelo piloto. Entretanto, freios elétricos, por si mesmos, são normalmente grandes e pesados, com baixa capacidade de troca de freio. Além disso, a localização do freio de assimetria é, normalmente, próximo à extremidade da asa, onde o envelope e espaço de asa são grandemente reduzidos. Devido ao reduzido envelope de asa disponível, freios de assimetria elétricos à prova de falha não têm, geralmente, a capacidade de reagir ao choque de estol de motor de PDU para condições de teste normais de pré-voo ou outras condições. Devido a esta baixa capacidade, um freio separado é normalmente localizado na PDU para interromper a PDU no caso de desconexão de linha de acionamento. Este freio separado e os grandes freios de assimetria à prova de falha adicionam

peso à aeronave, diminuindo a eficiência operacional da aeronave.

SUMÁRIO

Um freio de assimetria inclui um alojamento, um eixo, um freio piloto, um freio primário, e uma rampa de esfera. O eixo do freio de
5 assimetria é giratório em relação ao alojamento, ao redor de um eixo de rotação. O freio primário é conectado de modo móvel ao eixo. O freio piloto é configurado para encaixar seletivamente o alojamento para gerar um troque de disparo. O torque de disparo é transferido através do conjunto de rampa de esfera ao freio primário que, em resposta, encaixa o alojamento para gerar um
10 troque de frenagem sobre o eixo.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A figura 1 é um diagrama de um sistema de atuação de controle de voo para uma aeronave.

A figura 2 é uma vista em seção de um freio de assimetria e
15 um resolvidor do sistema da figura 1.

A figura 3 é uma vista em seção de uma seção de freio piloto e uma vista em seção parcial de uma seção de rampa de esfera do freio de assimetria da figura 2.

A figura 4 é uma vista em seção de uma seção de freio
20 primário e uma vista em seção parcial da seção de rampa de esfera do freio de assimetria da figura 2.

A figura 5A é uma vista em seção do conjunto de rampa de esfera do freio de assimetria com o freio primário em uma posição não-encaixada.

25 A figura 5B é uma vista em seção do conjunto de rampa de esfera ao longo da linha A-A na figura 5A, com o freio primário em uma posição encaixada.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A figura 1 é um diagrama de um sistema de atuação de

controle de voo 16 para uma aeronave 10. A aeronave 10 inclui asas esquerda e direita 12L e 12R, com painéis de flape 14L e 14R. A aeronave 10 inclui também o sistema de atuação de controle de voo 16. O sistema de atuação de controle de voo 16 inclui uma unidade de transmissão mecânica (PDU) 18, eixo de troque de linha de acionamento esquerdo e direito 20L e 20R, atuadores esquerdo e direito 22L e 22R, ligações de painel de flape esquerdo e direito 24L e 24R, freis de assimetria esquerdo e direito 26L e 26R, e resolvidores esquerdo e direito 28L e 28R. O resolvidor esquerdo 28L se comunica com a PDU 18 pelas linhas 30L e 32L. A PDU 18 se comunica com o feio de assimetria esquerdo 26L pela linha 34L. Similarmente, o resolvidor direito 28R se comunica com a PDU 18 pelas linhas 30R e 32R. A PDU se comunica com o freio de assimetria direito 26R pela linha 34R. A PDU 18 inclui uma unidade de controle 36, um primeiro motor 38, e um segundo motor 40.

Na figura 1, a seção de asa da aeronave 10 está mostrada separada do restante da aeronave 10. A seção da aeronave 10 ilustrada está dividida ao longo de uma linha central 11 da asa direita 12R e uma asa esquerda 12L se estende para cada lado da linha central 11. As asas esquerda e direita 12L e 12R incluem painéis de flapes móveis 14L e 14R sobre suas porções de jusante. Porções do sistema de atuação de controle de voo 16 se estendem e são alojadas nas asas 12L e 12R. O sistema de atuação de controle de voo 16 opera para posicionar os painéis de flape 14L e 14R em relação ao restante das asas 12L e 12R para alterar as características produtoras de elevação das asas 12L e 12R. Embora painéis de flape 14L e 14R sejam ilustradas como sendo operáveis pelo sistema de atuação de controle de voo 16, alguém experiente na técnica entenderá que outras estruturas de asa, por exemplo, painéis de bordos de ataque avançados também podem ser operados pelo sistema de atuação de controle de voo 16.

O sistema de atuação de controle de voo 16 inclui a PDU que é

posicionada dentro do corpo principal da aeronave 10. A PDU 18 inclui componentes que acionam os eixos de torque de linhas de acionamento esquerdo e direito 20L e 2R, e se comunicam com os atuadores 22L e 22R. Os atuadores 22L e 22R transferem, seletivamente, o movimento giratório dos eixos de torque de linha de acionamento 20L e 20R para as ligações de painel de flape esquerda e direita 24L e 24R para elevar e abaixar os painéis de flape 14L e 14R em resposta aos sinais da PDU 18. O eixo de torque de linha de acionamento 20L e 20R não só se estendem ente a série de atuadores 22L e 22R, como também se estende para os freios de assimetria 26L e 26R.

Os resolvedores 28L e 28R incluem sensores, como transdutores (não mostrados), que provêem um sinal elétrico sobre as linhas 30L, 30R e/ou 32L e 32R para a unidade de controle 36. Em outro modo de realização do sistema de atuação de controle de voo 16, o sistema 16 pode incluir sensores posicionais, como transdutores diferenciais variáveis rotativos (RVDT) ou codificadores, em vez de resolvedores 28L e 28R. Linhas duplas 30L, 30R e 32L, 32R são usadas no modo de realização mostrado, devido á PDU 18 incluir motores duplos 38 e 40. O arranjo de motores duplos permite que um motor 38 ou 40 continue a acionar os eixos de torque de linha de acionamento 20L e 20R no caso de falha do outro motor 38 ou 40. O sinal sobre as linhas 30L e 32L corresponde à posição angular do eixo de torque de linha de acionamento 20L é comparado na unidade de controle 36 com um correspondente sinal sobre as linhas 30R e 32R com respeito à posição angular do eixo de torque de linha de acionamento 20R. No caso dos sinais sobre as linhas 30L, 30R e/ou 32L, 32R indicarem uma diferença inaceitável nas posições angulares dos respectivos eixos de torque de linha de acionamento 20L e 20R, a unidade de controle 36 provê sinais sobre as linhas 34L e/ou 34R para efetuar a frenagem do eixos de torque 20L e 20R pelos freios de assimetria 26L e/ou 26R como adiante descrito.

A figura 2 é uma vista do freio de assimetria 26L e uma vista

do resolvedor 28L, com o freio de assimetria 26L mostrado na seção. O freio de assimetria 26R e o resolvedor 28R sobre a asa direita 12R da aeronave 10 seriam arranjados geralmente em imagem de espelho, mas seriam, de outro modo, similarmente construídos (figura 1). O freio de assimetria 26L inclui

5 um alojamento 42, um eixo de entrada 44, uma seção de freio piloto 46, e um conjunto de rampa de esfera 47, e uma seção de freio primário 48. A seção de freio piloto 46 inclui um solenóide 50, molas de solicitação 52, uma placa de chapeleta 54, uma placa de atrito 56, e uma placa de aterramento 58. O conjunto de rampa de esfera 47 inclui uma rampa de esfera de saída 60,

10 esferas 62, e uma rampa de esfera de entrada 64. A seção de freio primário 48 inclui um conjunto de freio a disco 66, uma placa limitadora 68, e molas de retorno 70. O resolvedor 28L inclui uma estria 72, uma seção de redução de engrenagem 74, e conectores elétricos de resolvedor 76.

Quando o freio de assimetria 26L está em uma posição

15 liberada, o eixo de torque de linha de acionamento 20L gira o eixo de entrada 44. Na posição liberada, tanto a seção de freio primário 48, como a seção de freio piloto 46 são desencaixadas (ou seja, o solenóide 50 é eletricamente ativado) de modo que a seção de freio primário 48 gire juntamente com o eixo de entrada 44. Durante, por exemplo, uma condição de inspeção de freio pré-

20 voo normal ou uma condição de assimetria em vôo, a seção de freio piloto 46 é encaixada (ou seja, o solenóide é eletricamente desativado) como resultado de um sinal de controle proveniente da PDU 18 (figura 1). O encaixe da seção de freio piloto 46 não exerce um torque de frenagem sobre o eixo de entrada 44, ao contrário, o encaixe da seção de freio piloto 46 separa o conjunto de

25 rampa de esfera 47 que força a seção de freio primário 48 (que é estriada ao eixo de entrada 44) para encaixe com o alojamento 42. O encaixe do freio primário com o alojamento 42 exerce um torque de frenagem sobre o eixo de entrada 44 e o eixo de torque de linha de acionamento 20L. Este torque de frenagem mantém os flapes 14L em uma posição fixa (figura 1) que pode ser

medida pelo resolvedor 28L. Se uma assimetria em vôo tiver ocorrido, os flapes 14R podem, então, ser fixados para impedir sérios problemas de controle de vôo para uma aeronave 10 (figura 1).

O alojamento 42 recebe operacionalmente o eixo de entrada 44 que é giratório ao redor de um eixo de rotação. O alojamento 42 circunda e é encaixado seletivamente por porções da seção de freio piloto 46 e seção de freio primário 48. O conjunto de rampa de esfera 47 é disposto entre a seção de freio piloto 46 e a seção de freio primário 48 dentro do alojamento 42 para transferir um torque de disparo da seção de freio piloto 46 para a seção de freio primário 48, que por sua vez exerce um torque de frenagem sobre o eixo de entrada 44. A disposição do conjunto de rampa de esfera 47 entre a seção de freio piloto 46 e a seção de freio primário 48 permite que o conjunto de rampa de esfera 47 retorne automaticamente para uma condição de transferência (ou seja, não-separada) de não-torque operacional quando a seção de freio piloto 46 é energizada (a seção de freio piloto 46 está em uma posição liberada) se o eixo de entrada 44 estiver suportando uma carga do eixo de torque de linha de acionamento 20L ou não. O retorno automático do conjunto de rampa de esfera 47 permite que uma força de solicitação de retorno exercida na seção de freio primário 48 libere o eixo de entrada 44 e interrompe a aplicação do torque de frenagem. O retorno automático do conjunto de rampa de esfera 47 para uma condição de transferência (não-separada) de não-torque operacional em resposta à energização da seção de freio piloto 46 permite que o freio de assimetria 26L libere o eixo de entrada 44 durante verificações de sistema de rotina antes do vôo e durante o mesmo, mesmo se o eixo de entrada 44 estiver suportando uma carga como resultado dos outros componentes do sistema de atuação de controle de voo 16 ou uma carga de ar sobre os flapes 14L (figura 1).

O freio de assimetria 26L aqui descrito usa a seção de freio piloto 46 para alavancar e multiplicar o torque de disparo que o freio piloto

exerce através do conjunto de rampa de esfera 47 que atua como um mecanismo de ganho sobre o conjunto de freio primário 66 para produzir maiores troques de freio sobre o eixo de entrada 44. O freio de assimetria 26L pode reagir a um torque de estol de motor de PDU total em um envelope de asa pequeno 12L. Pelo uso de uma seção de freio piloto 46 para disparar uma seção de freio primário 48, o solenóide 50 da seção de freio piloto 46 pode ser feito menor, resultando tanto em um impacto reduzido de freio de assimetria 26L sobre o envelope de asa 12L, como exigências reduzidas de potência de solenóide 50.

10 Mais particularmente, o alojamento 42 circunda os componentes internos do freio de assimetria 26L, incluindo o eixo de entrada 44. O alojamento 42 pode ser dividido em seções conectadas juntas por parafusos e/ou pinos 43. O arranjo em seções do alojamento 42 ajuda na montagem, serviço, reparo e substituição dos componentes do freio de
15 assimetria 26L. O eixo de entrada 44 se insere operacionalmente no alojamento 42 para acoplar com o resolvidor 28L, enquanto uma porção exterior se acopla ao eixo de torque de linha de acionamento 20L (figura 1). Mais particularmente, o eixo de entrada 44 é suportado dentro do alojamento 42 sobre mancais 45 que são dispostos entre o alojamento 42 e o eixo de
20 entrada 44. Os mancais 45 permitem que o eixo de entrada 44 gire ao redor de um eixo de rotação.

A seção de freio piloto 46 é disposta entre o resolvidor 28L e a seção de freio primário 48. A seção de freio primário 48 é disposta adjacente à porção do eixo de entrada 44 que se acopla ao eixo de torque de linha de
25 acionamento 20L (figura 1).

Na seção de freio piloto 46, o solenóide 50 aloja as molas de solicitação 52. O solenóide 50 fica interfaceado com a placa de chapeleta 54 que é axialmente móvel ao longo do eixo de entrada 44. A movimentação axial da placa de chapeleta 54 encaixa seletivamente a placa 54 com a placa

de atrito 56 quando o troque de disparo se faz necessário. A placa de atrito 56 se estende radialmente para dentro, para se conectar com a rampa de esfera de saída 60 do conjunto de rampa de esfera 47. A placa de atrito 56 fica interfaceada com a placa de aterramento 58 que é presa ao solenóide 50. A

5 placa de atrito 56 encaixa seletivamente a placa de aterramento 58 quando suficientemente encaixada pela placa de chapeleta 54. Desse modo, a placa de chapeleta 54 e a placa de aterramento 58 são dispostas axialmente ao longo o eixo de entrada 44 para cada lado da placa de atrito 56, de modo que cada placa 54 e 58 tenha uma superfície que possa ser encaixada pela placa de

10 atrito 56 para gerar o torque de disparo.

Em adição à conexão com a placa de atrito 56, a rampa de esfera de saída 60 do conjunto de rampa de esfera 47 se conecta com o eixo de entrada 44 via mancais e se estende axialmente ao longo do eixo de entrada 44 para encaixar as esferas 62. As esferas 62 são recebidas entre superfícies

15 inclinadas geralmente se estendendo radialmente e tangencialmente da rampa de esfera de saída 60 e da rampa de esfera de entrada 64.

A rampa de esfera de entrada 64 se conecta de maneira móvel com o eixo de entrada 44 via uma estria e se estende axialmente ao longo do eixo afastada das esferas 62. A rampa de esfera de entrada 64 se estende

20 geralmente radialmente para fora em torno do eixo de entrada 44 a partir de sua região de conexão com o mesmo para conexão com o conjunto de circuitos de freio de disco 66 adjacente ao alojamento 42. O conjunto de freio a disco 66 é interfaceado com porções do alojamento 42 e encaixa seletivamente as porções do alojamento 42 quando torque de frenagem é

25 necessário da seção de freio primário 48. A placa limitadora 68 é afixada ao eixo de entrada 44 e se estende radialmente para ficar interfaceado com o conjunto de freio a disco 66. A mola de retorno 70 encaixa uma porção da rampa de esfera de entrada 64 e uma porção da placa limitadora 68. A mola de retorno 70 se estende geralmente axialmente ao longo do eixo de entrada

44 radialmente para dentro do conjunto de freio a disco 66. A mola de retorno 70 provê uma força de solicitação de retorno sobre a rampa de esfera de entrada 64 que, em resposta, libera o conjunto de freio 66 pela separação dos discos.

5 O resolvedor 28L é disposto adjacente à seção de freio piloto 46 do freio de assimetria 26L. O resolvedor 28L inclui uma estria 72 ou outro meio de acoplamento com o eixo de entrada 44. A seção de redução de engrenagem 74 do resolvedor 28L inclui, geralmente, uma simples engrenagem reta ou engrenagens planetárias. A seção de redução de engrenagem 74 reduz as revoluções transferidas do eixo de entrada 44 a
10 menos de uma revolução nos eixos de sensor de posição 76. Sensores (não mostrados localizados DJ aos conectores elétricos de resolvedor 76 medem a rotação do eixo (não mostrado) dentro do resolvedor 28L e sinaliza à unidade de controle 36 pelas linhas 30L e 32L para indicar as posições do eixo de torque de linha de acionamento 20L e painéis de flape 14L (figura 1).

A figura 3 é uma vista em seção de uma seção de freio piloto 46 do freio de assimetria 26L. Em adição ao solenóide 50, molas de solicitação 52, placa de chapeleta 54, placa de atrito 56, e placa de aterramento 58, a seção de freio piloto 46 incluem parafusos 78, luvas 80 e
20 mancais 82. O solenóide inclui um núcleo 84 e uma bobina 86. A rampa de esfera de saída 60 inclui uma superfície inclinada 87a. A rampa de esfera de entrada 64 inclui uma superfície inclinada 87b.

Na figura 3, o núcleo de ferrita estático 84 é posicionado radialmente ao redor do eixo de entrada 44. O núcleo 84 recebe a bobina elétrica 86 em uma sua cavidade. A placa de aterramento 58 é presa pelas
25 luvas 80 pelos parafuso 78 dispostos adjacente ao alojamento 42. Desse modo, a placa de aterramento 58, parafusos 78 e luvas 80 permanecem estáticos juntamente com o núcleo 84 durante operação do freio de assimetria 26L.

Quando o solenóide 50 é seletivamente desenergizado (por exemplo, quando um torque de frenagem tem que ser exercido sobre o eixo de torque de linha de acionamento 20L através do eixo de entrada 44 para corrigir uma condição de assimetria) as molas de solicitação 52 exercem uma
5 força de solicitação sobre a placa de chapeleta 54 que move a placa 54 para fora do núcleo 84, para encaixe com a placa de atrito 56. O encaixe da placa de atrito 56 pela placa de chapeleta 54 move a placa de atrito 56 geralmente axialmente para encaixe com a placa de aterramento 58. Desse modo, pela desenergização da bobina 86, o torque de disparo é exercido sobre duas
10 superfícies da placa de atrito 56, pela placa de chapeleta 54 e a placa de aterramento 58. O torque de disparo é transferido através da placa de atrito 56 para a rampa de esfera de saída 60. O torque de disparo mantém a rampa de esfera de saída 60 estacionária, enquanto o eixo de entrada 44 continua a girar. Como explicado abaixo, o torque de disparo é, então, transferido através
15 do conjunto de rampa de esfera 47 para a seção de freio primário 48. Mais particularmente, o torque de disparo faz com que as esferas 62 girem as superfícies inclinadas 87a e 87b para separar as rampas de esfera 60 e 64. Desse modo, o torque de disparo move as esferas 62 para fora de um arranjo operacional entre as superfícies inclinadas 87a e 87b do conjunto de rampa de
20 esfera 47.

Quando a bobina elétrica 86 é seletivamente energizada, a placa de chapeleta 54 é atraída em direção ao núcleo 84. Esta atração supera a solicitação de repulsa exercida sobre a placa de chapeleta 54 pelas molas 52. A placa de chapeleta 54 é restringida de movimentação rotacional por um
25 arranjo de ranhuras e forma de C sobre seu perímetro. As ranhuras correspondem ao diâmetro externo casado das luvas 80. Vãos 85 se abrem entre a placa de chapeleta 54, placa de atrito 56, e placa de aterramento 58, e a placa de atrito 56 não encaixa a placa de chapeleta 54 ou a placa de aterramento 58. Desse modo, quando a bobina elétrica 86 é energizada,

nenhum torque de frenagem é exercido sobre o eixo de entrada 44 e nenhum torque de disparo é exercido sobre o conjunto de rampa de esfera 47. A energização da bobina elétrica 86 para desencaxar a placa de chapeleta 54 da placa de atrito 56 elimina um troque de reação sobre a rampa de esfera de saída 60 (que é conectada pelas estrias 83 à placa de atrito 56). Isto gera uma força tangencial sobre as esferas 62, fazendo com que elas rolem para baixo pelas superfícies inclinadas 87a e 87b e retornem para o arranjo operacional entre as superfícies inclinadas 87a e 87b do conjunto de rampa de esfera 47.

A figura 4 é uma vista em seção de uma seção de freio primário 48 do freio de assimetria 26L. O conjunto de freio a disco 66 inclui placas de atrito rotativas 88 e placas estacionárias 90. As placas rotativas 88 incluem estrias 92. As placas estacionárias 90 incluem estrias 94. Embora nenhum espaçamento esteja indicado na figura 4 que não o vão 95, quando a seção de freio primário 48 está em uma posição liberada (permitindo que o eixo 44 gire), espaçamentos se desenvolvem entre as placas rotativas 88 e as placas estacionárias 90, permitindo que as placas rotativas 88 girem em relação às placas estacionárias 90.

Na figura 4, a rampa de esfera de entrada 64 se estende para fora ao redor do eixo de entrada 44 de uma conexão de estria 91 com a mesma para conectar-se com o conjunto de freio a disco 66 adjacente ao alojamento 42. O conjunto de freio a disco 66 inclui as placas de atrito rotativas 88. cada uma das placas rotativas 88 tem uma estria 92 que conecta as placas rotativas 88 da rampa de esfera de entrada 64. As placas rotativas 88 são interfaceadas com as placas estacionárias 90 que são conectadas pelas estrias 94 ao alojamento 42 ou outra característica aterrada do freio 26L.

Quando disparado pelo troque exercido pela seção de freio piloto 46 (e transferido para a seção de freio primário 48 pelo conjunto de rampa de esfera 47), vãos (como um único vão 85 ilustrado) entre a pluralidade de placas rotativas 88 e a pluralidade de placas estacionárias 90

são reduzidos até que as placas rotativas 88 se encaixem com as placas estacionárias 90. Mais particularmente, a rampa de esfera de entrada 64 se move opostamente à seção piloto 46, em resposta ao torque de disparo exercido pela seção de freio piloto 46, este torque superando a força de solicitação que as molas de retorno 70 exercem através da rampa de esfera de entrada 64. A movimentação da rampa de esfera de saída 64 em resposta ao torque de frenagem move as placas rotativas 88 para encaixe com as lacas estacionárias 90.

Quando a bobina elétrica 86 é energizada, a rampa de esfera de saída 60 gira para fora da rampa de esfera de entrada 64, em resposta às esferas 62, que são sujeitas a uma força tangencial. As esferas 62 retornam para um arranjo operacional que as assenta na base das rampas de esfera 60 e 64 entre as superfícies inclinadas 87a e 87b. Mais particularmente, uma vez que a seção de freio piloto 46 seja liberada, não haverá mais qualquer torque para reagir à força tangencial sobre as esferas 62, e elas começam a girar com a rampa de esfera de saída 60. A rotação permite que as esferas 62 rolem para baixo pelas rampas de esfera 60 e 64. Quando as esferas 62 rolam para baixo pelas rampas de esfera 60 e 64, a rampa de esfera de entrada 64 se move geralmente em direção à rampa de esfera de saída 60, em resposta à solicitação das molas de retorno 70 para retornar o conjunto de rampa de esfera 47 a um arranjo operacional, assentando as esferas 62 na base das rampas de esfera 60 e 64 entre as superfícies inclinadas 87a e 87b. A movimentação da rampa de esfera de entrada 64 desencaixa as placas rotativas 88 das placas estacionárias 90 e os vãos 95 são restaurados entre as mesmas. Desse modo, a seção de freio primário 48 é liberada do eixo de entrada 44.

As figuras 5A e 5B são vistas em seção do conjunto de rampa de esfera 47 com a seção de freio primário 48 em uma posição liberada e encaixada com o eixo de entrada 44. Em adição às superfícies inclinadas 87a

e 87b, o conjunto de rampa de esfera 47 inclui bases ou calhas 92a e 92b.

Na figura 5A, quando a seção de freio primário 48 nem a seção de freio piloto 46 estão encaixadas, as superfícies inclinadas 87a e 87b das rampa de esfera de entrada e de saída 64 e 60 retêm as esferas 62 entre elas.

5 Juntas, as superfícies inclinadas 87a e 87b formam ranhuras que recebem as esferas 62. As esferas geralmente contatam as superfícies inclinadas 87a e 87b em suas calhas 92a e 92b. Quando nas calhas 92a e 92b, as esferas 62 ficam livres de girar juntamente com a rampa de esfera de entrada 64 e rampa de esfera de saída 60.

10 Na figura 5B, (tomada ao longo da linha A-A na figura 5A), quando a seção de freio primário 48 e a seção de freio piloto 46 estão encaixadas, as esferas 62 terão girado as superfícies inclinadas 87a e 87b para fora das calhas 92a e 92b para separar as rampas de esfera 60 e 64. Mais especificamente, as esferas 62 terão forçado a rampa de esfera de entrada 64 a
15 se mover geralmente para fora da rampa de esfera de saída 60 que é estacionária. Esta movimentação encaixa as placas rotativas 88 com as placas estáticas 90 (figura 4). As esferas 62 são mantidas nesta posição, enquanto a seção de freio piloto 46 é encaixada para manter a rampa de esfera de saída 60 estacionária, e a mola de retorno 70 exerce uma força de solicitação sobre a
20 rampa de esfera de entrada 64 (figura 4). Uma vez que a seção de freio piloto 46 esteja liberada, não há mais qualquer torque para reagir a uma força tangencial sobre as esferas 62 e elas começam a girar com a rampa de esfera de saída 60. Esta rotação permite que as esferas 64 rolem para baixo pelas superfícies inclinadas 87a e 87b. Quando as esferas 62 rolam para baixo pelas
25 superfícies inclinadas 87a e 87b, a rampa de esfera de entrada 64 se move geralmente em direção à rampa de esfera de saída 60, em resposta à solicitação das molas de retorno 70 para retornar o conjunto de rampa de esfera 47 para um arranjo operacional assentando as esferas 62 nas calhas 92a e 92b entre as superfícies inclinadas 87a e 87b (figura 2).

Embora a presente invenção tenha sido descrita com referência a modos de realização preferidos, alguém experiente na técnica reconhecerá que mudanças podem ser feitas na forma e detalhe, sem se afastar do espírito e escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de freio de assimetria, caracterizado pelo fato de compreender:

um alojamento;

5 um eixo rotativo em relação ao alojamento ao redor de um eixo de rotação;

um freio piloto configurado para seletivamente encaixar o alojamento para gerar um torque de disparo;

10 um freio primário movelmente conectado ao eixo e configurado para encaixar o alojamento para gerar um torque de frenagem sobre o eixo; e

15 um conjunto de rampa de esfera operacionalmente conectado entre o freio piloto e o freio primário, onde o conjunto de rampa de esfera transfere o torque de disparo gerado pelo freio piloto para atuar o freio primário e gerar o torque de frenagem.

2. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da disposição do conjunto de rampa de esfera entre o freio piloto e o freio primário permitir que o conjunto de rampa de esfera retorne para uma condição não-separada operacional quando o freio piloto for desencaixado do alojamento, se ou não o eixo estiver suportando uma carga.

20 3. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato do retorno do conjunto de rampa de esfera para a condição não-separada operacional permitir que o freio primário libere o eixo.

25 4. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do freio primário e o alojamento terem correspondentes placas de atrito que são seletivamente encaixadas para gerar o torque de frenagem quando o conjunto de rampa de esfera transfere o torque de disparo do freio piloto para o freio primário.

5. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 4,

caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma mola de retorno que exerce uma força de solicitação sobre o freio primário, fazendo com que o freio primário se mova geralmente axialmente em relação ao eixo para desencaixar as placas de atrito e liberar o eixo para girar.

5 6. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de duas superfícies do freio piloto serem encaixadas para gerar o torque de disparo.

 7. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do freio piloto compreender:

10 um solenóide conectado ao alojamento e adaptado para ser seletivamente eletricamente ativado e desativado;

 molas de solicitação recebidas dentro do solenóide;

 uma placa de chapeleta, capaz de geralmente se mover axialmente em relação ao eixo para seletivamente encaixar o solenóide
15 quando este for eletricamente ativado; e

 uma placa de atrito conectada ao conjunto de rampa de esfera;

 onde, quando o solenóide estiver eletricamente desativado, a mola de solicitação força a placa de chapeleta a se mover para fora de encaixe com o solenóide e para encaixe com a placa de atrito, gerando, desse modo, o
20 torque de disparo.

 8. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma placa de aterramento conectada ao solenóide, onde o encaixe da placa de chapeleta com a placa de atrito move a placa de atrito para encaixe com a placa de
25 aterramento, de modo que o torque de disparo seja simultaneamente gerado pelo contato entre a placa de atrito e a placa de chapeleta e pelo contato entre a placa de atrito e a placa de aterramento.

 9. Aparelho de freio de assimetria, caracterizado pelo fato de compreender:

um alojamento tendo uma primeira pluralidade de placas de atrito;

um eixo rotativo em relação ao alojamento ao redor de um eixo de rotação;

5 um freio piloto elétrico adaptado para encaixar uma porção dinâmica do freio a uma porção do estator do freio para gerar um torque de disparo quando o freio piloto elétrico for seletivamente desativado;

10 um freio primário movelmente conectado ao eixo e configurado para seletivamente encaixar uma segunda pluralidade de placas de atrito com a primeira pluralidade de placas de atrito para gerar um torque de frenagem sobre o eixo; e

15 um conjunto de rampa de esfera tem uma primeira rampa de esfera operacionalmente conectada ao freio piloto e uma segunda rampa de esfera operacionalmente conectada ao freio primário e esferas dispostas entre as primeira e segunda rampas, onde as esferas separam as primeira e segunda rampas de esfera em resposta ao torque de disparo do freio piloto e a segunda rampa de esfera atua o encaixe da segunda pluralidade de placas de atrito com a primeira pluralidade de placas de atrito para gerar o torque de frenagem sobre o eixo.

20 10. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato da disposição do conjunto de rampa de esfera entre o freio piloto e o freio primário permitir que o conjunto de rampa de esfera retorne para uma condição não-separada operacional quando freio piloto for desencaixado, se ou não o eixo estiver suportando uma carga.

25 11. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato da ativação elétrica seletiva do freio piloto retornar o conjunto de rampa de esfera para a condição não-separada operacional e permitir que o freio primário libere o eixo.

12. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 11,

caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma mola de retorno que exerce uma força de solicitação sobre o freio piloto, fazendo com que o freio primário desencaixe a segunda pluralidade de placas de atrito da primeira pluralidade de placas de atrito e libere o eixo.

5 13. Aparelho de freio de assimetria, caracterizado pelo fato de compreender:

um alojamento;

um eixo rotativo em relação ao alojamento ao redor de um eixo de rotação;

10 meios para gerar um torque de disparo;

uma freio primário movelmente conectado ao eixo e configurado para encaixar o alojamento para gerar um torque de frenagem sobre o eixo; e

15 um conjunto de rampa de esfera operacionalmente conectado dentro do freio de assimetria para receber o torque de disparo e transferir o torque de disparo ao freio primário.

14. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato do meio para gerar um torque de disparo compreender:

20 um solenóide conectado ao alojamento e adaptado para ser seletivamente eletricamente ativado e desativado;

molass de solicitação recebidas dentro do solenóide;

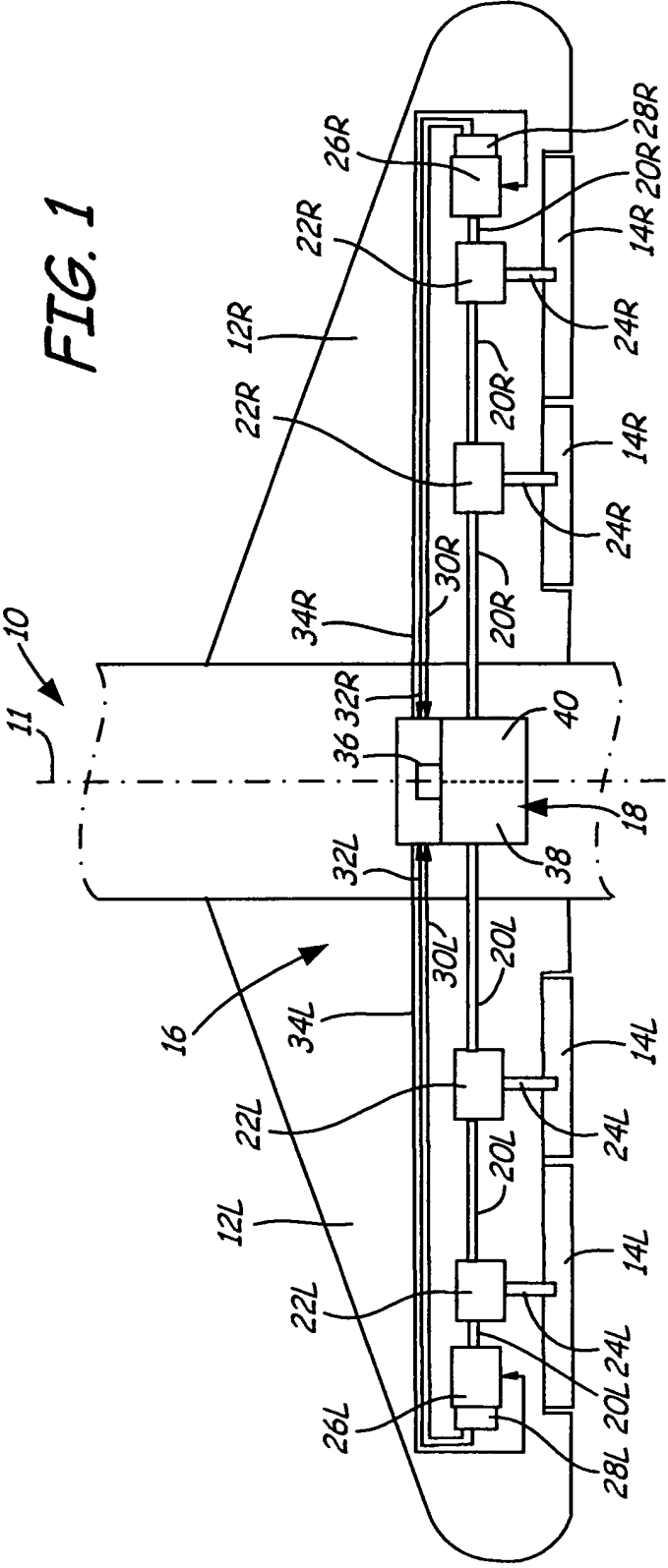
uma placa de chapeleta, capaz de geralmente se mover axialmente em relação ao eixo para seletivamente encaixar o solenóide quando este for eletricamente ativado; e

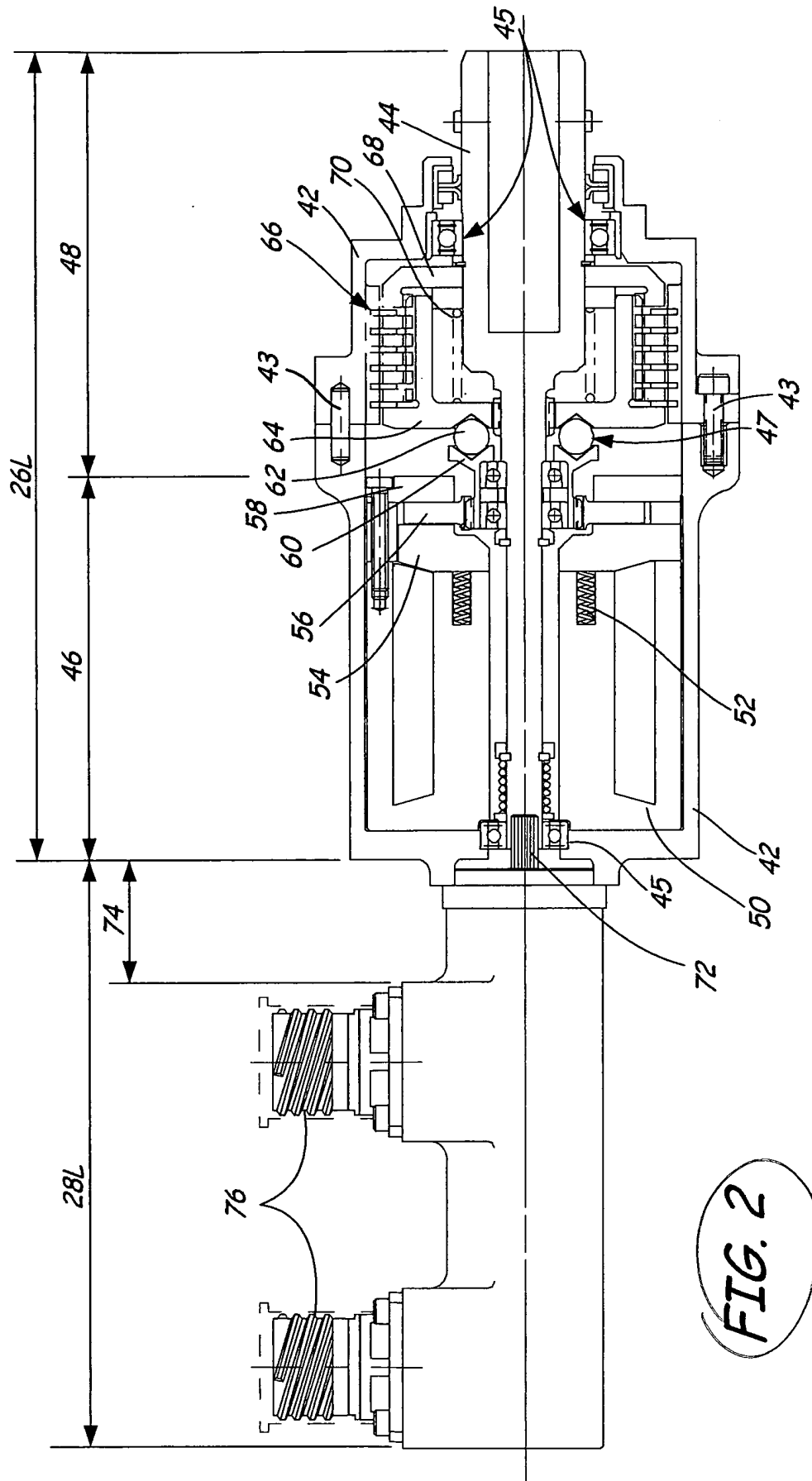
25 uma placa de atrito conectada ao conjunto de rampa de esfera;

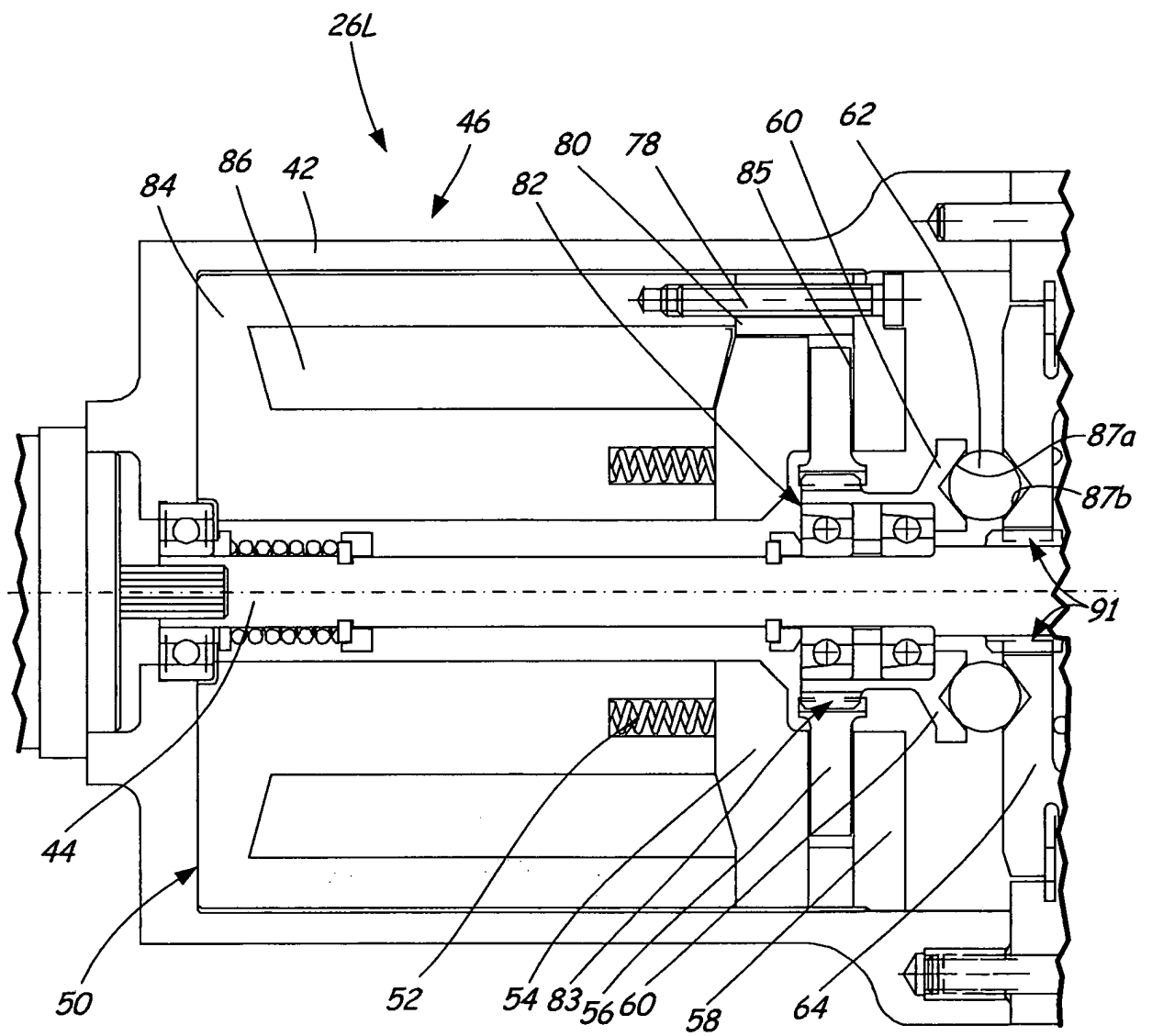
onde, quando o solenóide estiver eletricamente desativado, a mola de solicitação força a placa de chapeleta a se mover para fora de encaixe com o solenóide e para encaixe com a placa de atrito, gerando, desse modo, o torque de disparo.

15. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato do conjunto de rampa de esfera ter uma primeira rampa de esfera operacionalmente conectada ao freio piloto e uma segunda rampa de esfera operacionalmente conectada ao freio primário e esferas 5 dispostas entre as primeira e segunda rampas, onde as esferas separam as primeira e segunda rampas de esfera em resposta ao torque de disparo e a segunda rampa de esfera atua no encaixe do freio primário com o alojamento para gerar o torque de frenagem sobre o eixo.

16. Aparelho de freio de acordo com a reivindicação 15, 10 caracterizado pelo fato do freio primário ter placas de atrito rotativas que são configuradas para seletivamente encaixar placas de atrito de estator presas ao alojamento.





**FIG. 3**

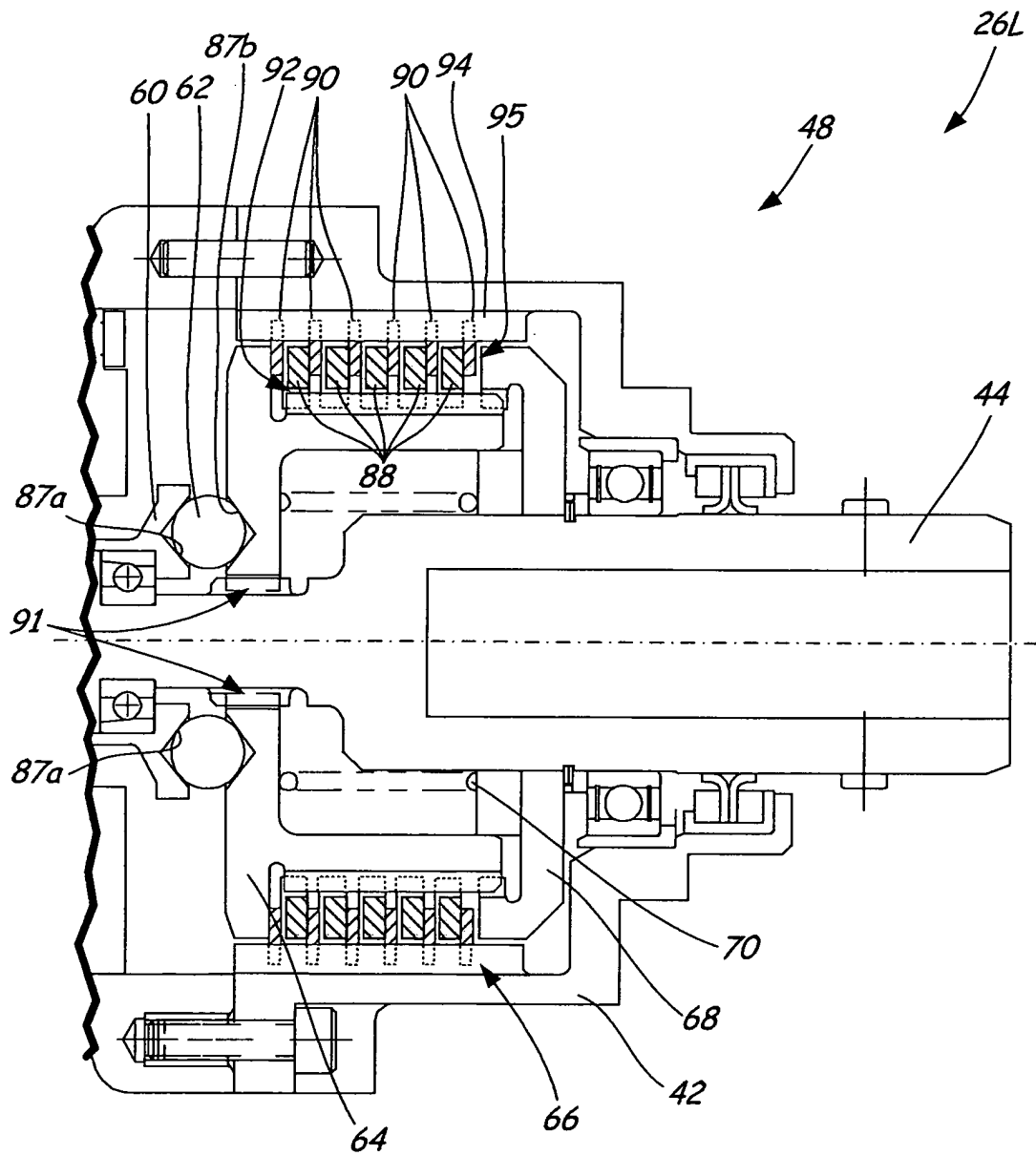
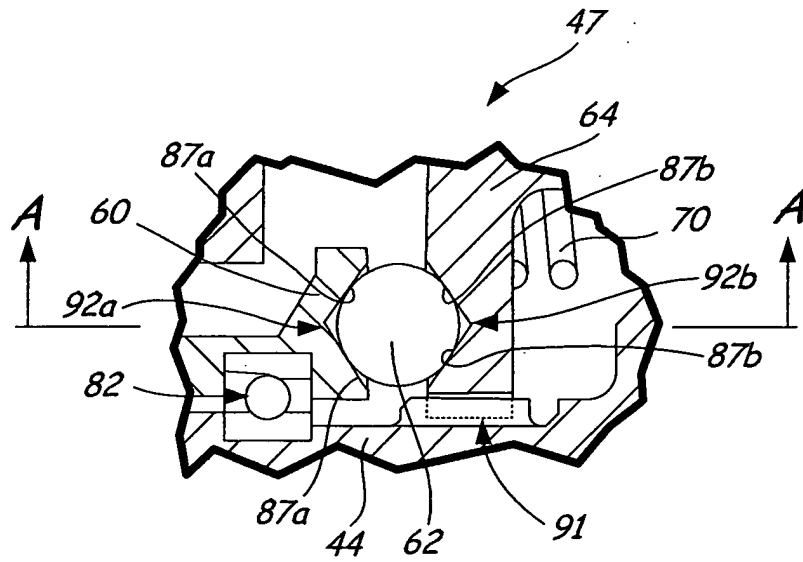
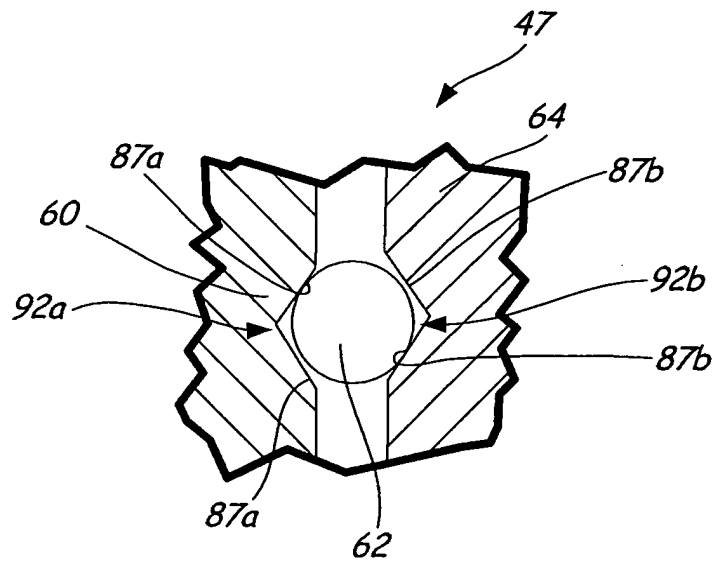


FIG. 4

*FIG. 5A**FIG. 5B*

RESUMO

“APARELHO DE FREIO DE ASSIMETRIA”

Um freio de assimetria inclui um alojamento, um eixo, um freio piloto, um freio primário e um conjunto de rampa de esfera. O eixo do freio de assimetria é rotativo em relação ao alojamento ao redor de um eixo de rotação. O freio primário é movelmente conectado ao eixo. O freio piloto é configurado para seletivamente encaixar o alojamento para gera um torque de disparo. O torque de disparo é transferido através do conjunto de rampa de esfera ao freio primário que, em resposta, encaixa o alojamento para gerar um torque de frenagem sobre o eixo. A disposição do conjunto de rampa de esfera entre o freio piloto e o freio primário permite que o conjunto de rampa de esfera retorne a uma condição não-separada operacional quando o freio piloto for desencaixado do alojamento. O retorno do conjunto de rampa de esfera à condição não-separada operacional permite que o freio primário desencaixe do alojamento, o que libera o eixo para girar