



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 102017024389-3 B1

(22) Data do Depósito: 13/11/2017

(45) Data de Concessão: 03/09/2024

(54) Título: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA FIXAR UMA ESTRUTURA

(51) Int.Cl.: B64F 5/10; B64C 1/12; B21J 15/14.

(52) CPC: B64F 5/10; B64C 1/12; B21J 15/142.

(30) Prioridade Unionista: 30/11/2016 US 15/365,426.

(73) Titular(es): THE BOEING COMPANY.

(72) Inventor(es): KWOK TUNG CHAN; TANNI SISCO; JOHN HARTMANN; SCOTT CHARLES TOMCHICK; FRANK CHARLES MESTEMACHER.

(57) Resumo: Uma trilha a vácuo de contorno composto e uma máquina de fixação automatizada que utiliza a trilha, para automação de montagem final dentro de uma fuselagem de aeronave. A trilha é montada em ângulo em relação a uma superfície, tal como uma superfície interna da fuselagem, em que a superfície tem um ou mais furos através dos quais são inseridos fixadores. A máquina de fixação automatizada é montada sobre a trilha para percorrer a trilha enquanto realizando funções e etapas de fixação. A máquina de fixação automatizada inclui um carrinho, um braço e um manipulador extremo, em que o braço está montado sobre o carrinho e o manipulador extremo está montado no braço. O carrinho está preso à trilha para posicionar o braço e o manipulador extremo, o braço está preso ao carrinho para posicionar o manipulador extremo, e o manipulador extremo está preso ao braço para instalar os fixadores nos furos da superfície.

“DISPOSITIVO E MÉTODO PARA FIXAR UMA ESTRUTURA”

INFORMAÇÃO DE FUNDAMENTO

1. Campo.

[001] A presente invenção é relativa a nível de automação de fábrica e, em particular, a trilha a vácuo de contorno composto para automação de montagem final a partir do interior de uma fuselagem.

2. Descrição da técnica relacionada

[002] Nível de automação de fábrica para montagem de aeronaves inclui a perfuração automatizada de furos e a inserção de fixadores. Por exemplo, a junção de diferentes seções de uma fuselagem pode ser automatizada desta maneira.

[003] A fuselagem pode compreender um invólucro mono-casco ou semimono-casco, em que uma série de estruturas inteligentes em arco na forma de seções transversais da fuselagem estão ligados a vigas longitudinais que são cobertas com uma pele de material. A maior parte das grandes aeronaves modernas usa várias seções grandes, que são unidas então por fixação, rebiteagem ou colagem para formar a fuselagem completa.

[004] Em montagem de aeronaves, acesso limitado a estruturas dentro da fuselagem colocou um problema para automação. Atualmente, apenas a perfuração de furos e a inserção de fixadores, tais como parafusos de travamento, foram automatizadas, a partir do exterior da fuselagem.

[005] Por exemplo, uma máquina de perfuração automatizada multi-eixos geométricos, posicionada fora da fuselagem, é usada atualmente para a perfuração de furos e a inserção de fixadores. A máquina de perfuração multi-eixos geométricos compreende um carrinho com um manipulador extremo que viaja sobre trilhas duplas. O manipulador extremo perfura furos na fuselagem e insere fixadores nos furos.

[006] Atualmente, fixação manual de colares sobre os fixadores é realizada no interior da fuselagem. Especificamente, o processo dentro da

fuselagem requer mecânicos para instalar ferramentas de gerenciamento de espaço e fornecer grampos para a perfuração de furos e a inserção de fixadores. Mecânicos também precisam seguir e alinhar a máquina de perfuração multi-eixos geométricos posicionada fora da fuselagem, e instalar e estampar manualmente colares a partir de dentro da fuselagem.

[007] No entanto, fixação manual coloca uma série de questões, que incluem considerações ergonômicas e de segurança, requerem tempo de realização e retrabalho. Por outro lado, a trilha usada para a máquina de perfuração automatizada multi-eixos geométricos posicionada fora da fuselagem não é adequada para uso dentro da fuselagem.

[008] O que é necessário, então, são métodos melhorados de automação de fábrica, especialmente para montagem final dentro de uma fuselagem. A presente invenção satisfaz essa necessidade.

SUMÁRIO

[009] Para superar as limitações na técnica precedente descritas acima, e para superar outras limitações que se tornarão evidentes após leitura e compreensão da presente especificação, a presente invenção divulga uma trilha a vácuo de contorno composto e uma máquina de fixação automatizada que usa a trilha, para automação de montagem final dentro de uma fuselagem de aeronave.

[0010] Os dispositivos e métodos da presente invenção são configurados de várias maneiras, incluindo, mas não limitadas às seguintes modalidades listadas abaixo.

1. Um dispositivo ou método para fixar uma estrutura, que compreende montar uma trilha interior a uma estrutura de modo a aceder a uma primeira superfície da estrutura, em que a primeira superfície tem um ou mais furos através dos quais fixadores são inseridos. Uma máquina de fixação automatizada é montada sobre a trilha para atravessar a trilha enquanto realizando funções de fixação, em que a trilha permite que a máquina de

fixação automatizada entre em contato com a primeira superfície, tal que a máquina de fixação automatizada alinhe com os furos na primeira superfície e a máquina de fixação automatizada instale os fixadores nos furos.

2. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha é montada em um ângulo com a primeira superfície.

3. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a primeira superfície é uma superfície interior de uma fuselagem de aeronave.

4. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha é conformada para corresponder com a primeira superfície.

5. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha é montada de modo que a sua largura esteja em um ângulo com a primeira superfície.

6. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha está em um ângulo de cerca de 90 graus para a primeira superfície.

7. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha está em um ângulo que varia desde cerca de 80 graus até cerca de 100 graus para a primeira superfície.

8. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha é montada sobre uma segunda superfície em um ângulo com a primeira superfície.

9. O dispositivo ou método da modalidade 8, em que a segunda superfície é uma antepara traseira de pressão de uma fuselagem de aeronave.

10. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha é montada diretamente sobre a primeira superfície.

11. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha é montada ao longo das direções do Eixo geométrico X e do Eixo geométrico Z, a direção do Eixo geométrico X compreende uma posição lateral e a direção do Eixo geométrico Z compreende uma posição vertical.

12. O dispositivo ou método da modalidade 11, em que a máquina de fixação automatizada está posicionada ao longo da trilha em pelo menos as direções do Eixo geométrico X e Eixo geométrico Z.

13. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha é composta por uma ou mais seções.

14. O dispositivo ou método da modalidade 13, em que as uniões são utilizadas para conectar entre as seções.

15. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha é montada interior à estrutura usando um ou mais dispositivos de ligação removíveis.

16. O dispositivo ou método da modalidade 1, em que a trilha inclui uma cremalheira de acionamento para engatar e movimentar a máquina de fixação automatizada ao longo da trilha.

DESENHOS

[0011] Fazendo referência agora aos desenhos nos quais nomes e números de referência semelhantes representam peças correspondentes ao longo de todos eles:

[0012] A FIG. 1 ilustra duas seções de uma fuselagem de aeronave posicionadas para serem unidas.

[0013] As FIGS. 2A, 2B e 2C ilustram um sistema para fixar uma estrutura usando uma trilha a vácuo de contorno composto e uma máquina de fixação automatizada dentro de uma fuselagem de aeronave.

[0014] As FIGS. 3A e 3B ilustram adicionalmente uma trilha a vácuo de contorno composto que é projetada para seguir o contorno complexo do interior da fuselagem.

[0015] As FIGS. 4A-4G ilustram adicionalmente a máquina de fixação automatizada, de acordo com uma modalidade.

[0016] A FIG. 5A fornece uma visão geral do sistema de um sistema de controle, de acordo com uma modalidade, e a FIG. 5B ilustra ainda um

gabinete de controle, de acordo com uma modalidade.

[0017] As FIGS. 6A-6K ilustram uma sequência de etapas realizadas pela máquina de fixação automatizada, como direcionada pelo sistema de controle, de acordo com uma modalidade,

[0018] A FIG. 7 é um fluxograma que ilustra adicionalmente a sequência de etapas realizadas nas FIGS. 6A-6K.

[0019] A FIG. 8A ilustra uma máquina de fixação automatizada de estilo Ponte; e a FIG. 8B ilustra uma máquina de fixação automatizada em balanço.

[0020] A FIG. 9A é um fluxograma de metodologia de produção e serviço de aeronaves, de acordo com uma modalidade.

[0021] A FIG. 9B é um diagrama de blocos de uma aeronave, de acordo com uma modalidade.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0022] Na descrição que segue da modalidade preferida, é feita referência aos desenhos anexos que fazem parte desta, e nos quais é mostrada, a título ilustrativo, uma modalidade específica na qual a invenção pode ser tornada prática. Deve ser entendido que outras modalidades podem ser utilizadas e podem ser feitas alterações estruturais sem se afastar do escopo da presente invenção.

[0023] A FIG. 1 ilustra duas seções de uma fuselagem de aeronave 10 posicionadas para serem unidas. Em uma modalidade, as duas seções são unidas a, ou adjacentes a uma antepara traseira de pressão (APB) 11, embora outras seções possam ser unidas também em outros locais. A antepara traseira de pressão 11 é uma antepara hermética situada entre a cabine e a cauda da aeronave, cujo objetivo é vedar a parte traseira do plano e assim manter a pressão da cabine para a aeronave. Em montagem de aeronaves, o acesso limitado a estruturas adjacentes à antepara traseira de pressão 11 dentro da fuselagem 10 colocou um problema para automação.

[0024] Atualmente, apenas a perfuração de furos e a inserção de fixadores, tais como parafusos de bloqueio foram automatizadas, a partir de uma superfície externa 10A da fuselagem 10. Como mencionado acima, uma máquina de perfuração automatizada multi-eixos geométricos, posicionada sobre a superfície externa 10A da fuselagem 10, é atualmente usada para a perfuração de furos e a inserção de fixadores. A máquina de perfuração multi-eixos geométricos compreende um carrinho com um manipulador extremo que viaja sobre trilhos duplos, em que o manipulador extremo perfura furos na fuselagem 10 e insere fixadores nos furos. No entanto, a fixação manual de colares sobre os fixadores é realizada atualmente em uma superfície interna 10B da fuselagem 10, mas a fixação manual apresenta uma série de questões. Esta divulgação supera essas questões descrevendo um sistema automatizado de fixação para montagem final a partir de dentro da fuselagem 10.

[0025] As FIGS. 2A, 2B e 2C ilustram uma modalidade de um sistema para fixar uma estrutura constituída por uma trilha a vácuo de contorno composto 12 posicionada em uma superfície interior 10B da fuselagem 10.

[0026] Como mostrado na FIG. 2A, a trilha 12 é constituída por uma ou mais seções 13 que, quando reunidas, indexadas, alinhadas e montadas sobre a fuselagem 10, são conformadas para se ajustarem à superfície interior 10B da fuselagem 10, também referida aqui como uma primeira superfície 10B, embora outras superfícies também possam ser usadas. As seções 13 da trilha 12 estão alinhadas e montadas ao longo das direções do Eixo geométrico X e do Eixo geométrico Z da fuselagem 10, em que a direção do Eixo geométrico X compreende uma posição lateral dentro da fuselagem 10 e a direção do Eixo geométrico Z compreende uma posição vertical dentro da fuselagem 10. As setas sobre as seções 13 indicam uma seqüência de desenvolvimento das seções 13, que envolve posicionar e montar uma seção central 13 primeiro, e então posicionar e montar seções adjacentes 13 sobre

extremidades opostas da trilha 12.

[0027] Como mostrado nas FIGS. 2A e 2B, a trilha 12 tem um comprimento (L), largura (W) e espessura (T), e a trilha 12 está montada de modo que a sua largura W esteja em um ângulo (θ) para a primeira superfície 10B. Especificamente, a largura W da trilha 12 não é colocada em nível sobre a primeira superfície 10B. Em vez disso, a largura W da trilha 12 é em balanço para cima em um ângulo θ em relação à primeira superfície 10B. De preferência, a trilha 12 é em balanço para cima em um ângulo θ maior do que cerca de 0 graus para a primeira superfície 10B, mais preferencialmente em um ângulo θ de cerca de 90 graus, isto é, substancialmente perpendicular, à primeira superfície 10B, e mais preferencialmente com um ângulo θ que se situa desde cerca de 80 graus até cerca de 100 graus, isto é, dentro de cerca de ± 10 graus substancialmente perpendicular, à primeira superfície 10B.

[0028] Para posicionar a trilha 12 desta maneira, a trilha 12 é montada sobre a antepara traseira de pressão 11, também referida aqui como uma segunda superfície 11, embora também possam ser utilizadas outras superfícies. Nesta modalidade, a trilha 12 é em balanço a partir da segunda superfície 11, de modo que a trilha 12 é em balanço para cima em um ângulo θ para a primeira superfície 10B. No entanto, em outras modalidades, a trilha 12 é montada diretamente sobre a primeira superfície 10B, isto é, a superfície interior 10B da própria fuselagem 10.

[0029] Como mostrado na FIG. 2C, uma máquina de fixação automatizada 14 é montada sobre a trilha 12 e viaja ao longo da trilha 12 para realizar as funções e etapas de fixação, em que a trilha 12 permite que a máquina de fixação automatizada 14 faça contato com a primeira superfície 10B. Em qualquer instante, a máquina de fixação automatizada 14 está posicionada ao longo da trilha 12 em pelo menos as direções do Eixo geométrico X e Eixo geométrico Z.

[0030] A FIG. 3 além disso, ilustra a trilha 12, que é uma trilha de

contorno composto 12, embora possa também se conformar com outras formas. A trilha 12 é modular e é segmentada em uma pluralidade de seções 13, em que cada seção 13 é de alumínio, com cerca de 2 pés de comprimento e cerca de 28 lb em peso. Uniões 15 são usadas para conectar entre as seções 13. A trilha 12 está montada interior à fuselagem 10 sobre a antepara traseira de pressão 11 usando um ou mais dispositivos de ~~liga~~ção-fixação removíveis 16 que, em uma modalidade, compreendem ventosas de vácuo 16.

[0031] A FIG. 3B é outra vista de uma seção 13 da trilha 12 com a máquina de fixação automatizada 14 ligada, de acordo com uma modalidade. As rodas 17 da máquina de fixação automatizada 14 são rodas de duplo V 17, que ensanduíçam a trilha 12, em que a trilha 12 inclui guias de borda 18 para engatar as rodas 17. A trilha 12 também inclui uma cremalheira de acionamento 19 para engatar e mover a máquina de fixação automatizada 14 ao longo da trilha 12, em que a cremalheira de acionamento 19 é uma cremalheira de rolo que está integrada na trilha 12.

[0032] As FIGS. 4A-4Sa ainda ilustram a máquina de fixação automatizada 14, de acordo com uma modalidade.

[0033] A FIG. 4A mostra os principais componentes da máquina automática de fixação 14, que incluem um Carrinho de Eixo geométrico X 20, Braço de Eixo geométrico Y 21 e Manipulador Extremo 22, em que o Braço de Eixo geométrico Y 21 está montado no Carrinho de Eixo geométrico X 20 e o Manipulador Extremo 22 está montado no Braço de Eixo geométrico Y 21. O Carrinho de Eixo geométrico X 20 está ligado à trilha 12 para posicionar o Braço de Eixo geométrico Y 21 e o Manipulador Extremo 22, o Braço de Eixo geométrico Y 21 está ligado ao Carrinho de Eixo geométrico X 20 para posicionar o Manipulador Extremo 22, e o Manipulador Extremo 22 instala os fixadores nos furos da superfície interna 10B, por exemplo, ele instala colares ou porcas em fixadores inseridos nos furos a partir da superfície externa 10A, como descrito em mais detalhe abaixo em conjunto

com as FIGS. 6A-6K e 7.

[0034] A FIG. 4B ilustra ainda o Carrinho de Eixo geométrico X 20, de acordo com uma modalidade, em que o Carrinho de Eixo geométrico X 20 está ligado à trilha 12 para posicionar o Braço de Eixo geométrico Y 21 e o Manipulador Extremo 22. O Carrinho de Eixo geométrico X 20 inclui uma placa de base 23, motor de acionamento 24, caixa de engrenagens 25, rodas de duplo V 17 e liberação de trilha 26. O Braço de Eixo geométrico Y 21 é montado na placa de base 23. O motor de acionamento 24 e a caixa de engrenagens 25 operam um pinhão de acionamento que engata com a cremalheira de acionamento 19 sobre a trilha 12 mostrada na FIG. 3B. As rodas de duplo V 17 são roletes guiados pela trilha 12 e montam na trilha 12 nas guias de borda 18 mostradas na FIG. 3B. A liberação de trilha 26 permite o rápido desprendimento das rodas de duplo V da trilha 12.

[0035] A FIG. 4C ilustra ainda o Braço de Eixo geométrico Y 21, de acordo com uma modalidade. O Braço de Eixo geométrico Y 21 está ligado ao Carrinho de Eixo geométrico X 20 para posicionar o Manipulador Extremo 22. O Braço de Eixo geométrico Y 21 inclui dois trilhos 27, um parafuso de esfera 28, uma conexão umbilical de controle 29 e um Atuador de Eixo geométrico A 30. O Manipulador Extremo 22 está montado sobre os trilhos 27 e o parafuso de esfera 28 move o Manipulador Extremo 22 ao longo dos trilhos 27. A conexão umbilical de controle 29 se conecta a um gabinete de controle, como descrito nas FIGS. 5A-5B abaixo. O Atuador de Eixo geométrico A 30 muda o ângulo do Braço de Eixo geométrico Y 21.

[0036] A FIG. 4D ilustra ainda o Atuador de Eixo geométrico A 30, de acordo com uma modalidade. O Atuador de Eixo geométrico A 30 está localizado dentro do Braço de Eixo geométrico Y 21 e inclui um atuador linear 31 e um pivô de Eixo geométrico A 32 (que é a única porção do Atuador de Eixo geométrico A 30 visível na parte externa do Braço de Eixo geométrico Y 21 na FIG 4C). O pivô de Eixo geométrico A 32 é um mancal

pivô para posicionar o Braço de Eixo geométrico Y 21 e o Manipulador Extremo 22 em um ângulo, em resposta à operação do atuador linear 31.

[0037] A FIG. 4E ilustra ainda o Manipulador Extremo 22, de acordo com uma modalidade. O Manipulador Extremo 22 está montado sobre os trilhos 27 do Braço de Eixo geométrico Y 21 e estampa um colar sobre um fixador, como descrito em mais detalhe abaixo em conjunto com as FIGS. 6A-6K. O Manipulador Extremo 22 inclui uma ferramenta pneumática, hidráulica ou eletromecânica de instalação de fixador 33, um atuador giratório 34, um estampo de colar 35, um pé de fechamento 36, um cilindro de fechamento 37, um alimentador de colar 38, um tubo de alimentação de colar 39, um tubo de retorno de **pintail** 40, uma câmera de ressincronização 41 e laser de normalidade 42. A operação desses elementos é descrita em maior detalhe abaixo em conjunto com as FIGS. 6A-6K.

[0038] As FIGS. 4F, 4G e 4H ilustram ainda o alinhamento da máquina de fixação automatizada 14 e seu Carrinho de Eixo geométrico X 20, Braço de Eixo geométrico Y 21 e Manipulador Extremo 22. Especificamente, a FIG. 4F é uma vista lateral da máquina de fixação automatizada 14 que mostra o Eixo geométrico X (como um ponto), o Eixo geométrico Z, um Eixo geométrico Y (perpendicular a ambos, ao Eixo geométrico X e Eixo geométrico Z) e um Eixo geométrico A como um ângulo em um plano formado pelo Eixo geométrico Y e Eixo geométrico Z; a FIG. 4G é uma vista traseira da máquina de fixação automatizada 14 que mostra o Eixo geométrico Y (como um ponto), o Eixo geométrico Z e o Eixo geométrico X; e a FIG. 4H é uma vista superior da máquina de fixação automatizada 14 que mostra o Eixo geométrico Z (como um ponto), o Eixo geométrico X e o Eixo geométrico Y.

[0039] Conforme observado acima nas FIGS. 2A, 2B e 2C, a trilha 12 está alinhada em ambas as direções de Eixo geométrico X e Eixo geométrico Y e, em qualquer instante, a máquina de fixação automatizada 14 é

posicionada ao longo da trilha 12 em pelo menos direções de Eixo geométrico X e Eixo geométrico Z em que o Eixo geométrico X compreende uma posição lateral dentro da fuselagem 10 e ao longo da trilha 12, enquanto que o Eixo geométrico Z compreende uma posição vertical dentro da fuselagem 10 e ao longo da trilha 12. O Carrinho de Eixo geométrico X 20 move a máquina de fixação automatizada 14 nas direções de Eixo geométrico X e Eixo geométrico Y da trilha 12 e o parafuso de esfera 28 do Braço de Eixo geométrico Y move o Manipulador Extremo 22 ao longo dos trilhos 27 do braço de Eixo geométrico Y 21 na direção do Eixo geométrico Y perpendicular a ambas as direções do Eixo geométrico X e do Eixo geométrico Z. O Atuador de Eixo geométrico A 30 do Braço de Eixo geométrico Y 21 move o Manipulador Extremo 22 (e o próprio Braço de Eixo geométrico Y 21) em torno de um ângulo no plano formado pelas direções de Eixo geométrico Y e Eixo geométrico Z, que compreende o Eixo geométrico A.

[0040] A FIG. 5A fornece uma visão geral do sistema de um sistema de controle 43 usado com a máquina de fixação automatizada 14, de acordo com uma modalidade. O sistema de controle 43 inclui um gabinete de controle 44 que aceita ar 45, potência de 480V 46, e suprimento de vácuo 47 e está conectado à máquina de fixação automatizada 14 através de um umbilical de controle 48, linhas hidráulicas 49, tubo de alimentação de colar 50 e tubo de retorno de **pintail** 51. O gabinete de controle 44 pode incluir sobre ele uma interface de operador e pode aceitar controles a partir de um laptop 52 e/ou pendrive portátil móvel de operador (HMOP) 53.

[0041] O laptop 52 inclui uma tela de toque que permite que o gabinete de controle 44 seja operado como se o operador estivesse na interface principal do gabinete de controle 44. O laptop 52 pode ser facilmente levado para a fuselagem 10 para permitir que o operador tenha controle total do gabinete de controle 44 a partir de qualquer lugar.

[0042] Alternativamente, o HMOP 53 pode ser usado. O HMOP 53 permite uma operação simples da máquina e exibe mensagens abreviadas do operador.

[0043] Uma modalidade fornece controle de máquina independente. Especificamente, o gabinete de controle 44 fornece comandos para a máquina interna, ou seja, a máquina de fixação automatizada 14, e a máquina externa, ou seja, a máquina de perfuração multi-eixos geométricos, posicionada na parte externa da fuselagem 10, é controlada de forma independente. Os benefícios desta abordagem são que o software é mais fácil de desenvolver e depurar; e existe uma única interface de operador. As desvantagens desta abordagem são que: cada máquina externa deve ser emparelhada com uma máquina interna; cada máquina externa só funcionará com uma máquina interna específica e as máquinas não são intercambiáveis; se uma máquina externa estiver desligada, então a máquina interna emparelhada também estará desligada; e interrupção da comunicação entre máquinas externa e interna causará uma falha total do sistema.

[0044] Outra modalidade fornece controle de máquina dependente. Especificamente, o gabinete de controle 44 fornece comandos para uma máquina interna, ou seja, a máquina de fixação automatizada 14 e comunica com outro gabinete de controle 54 por meio de um enlace de comunicação 55, em que o gabinete de controle 54 fornece comando para uma máquina externa, ou seja, a máquina de perfuração multi-eixos geométricos posicionada na parte externa da fuselagem 10, de modo que a máquina de fixação automatizada 14 está coordenada com a máquina externa em um lado oposto da primeira superfície que perfura os furos e insere os fixadores nos furos. Os benefícios desta abordagem são que as máquinas são intercambiáveis, isto é, qualquer máquina externa trabalhará com qualquer máquina interna; falha de comunicações entre máquinas não causará falhas completas no sistema; máquinas internas podem ser conectadas "em marcha"

a máquinas externas; a máquina externa manipula toda a programação e tem controle total sobre a máquina interna; e apenas um umbilical de comunicação é necessário para conectar a máquina interna à máquina externa. As desvantagens desta abordagem são que: a programação é mais complicada; a manutenção é mais complicada; e cada máquina tem seu próprio gabinete de controle 44, 54.

[0045] A FIG. 5B ilustra ainda o gabinete de controle 44, de acordo com uma modalidade. O gabinete de controle 44 inclui um alimentador de colar 56 para alimentar colares, um botão de parada de emergência (E-Stop) 57, uma conexão de umbilical de controle 58 para a máquina de fixação automatizada 14, uma desconexão de energia 59, uma unidade de energia hidráulica 60 para fornecer energia hidráulica para a máquina de fixação automatizada 14, anéis de elevação 61 para içar o gabinete de controle 44 e uma montagem de pendrive 62 para armazenar o HMOP 53.

[0046] As FIGS. 6A-6K ilustram uma sequência de etapas de fixação realizadas pela máquina de fixação automatizada 14 como dirigida pelo sistema de controle 43 para moldar colares sobre fixadores, de acordo com uma modalidade.

[0047] A FIG. 6A ilustra ainda os componentes do Manipulador Extremo 22, bem como uma primeira etapa realizada pelo Manipulador Extremo 22, em que o Manipulador Extremo 22 está posicionado acima de uma superfície 63 que tem nela um furo 64, através do qual é inserido um fixador (não mostrado). (Um fixador é mostrado e descrito em conjunto com as Figuras 6I, 6J e 6K abaixo). Em uma modalidade, a superfície 63 é a primeira superfície 10B, nomeadamente a superfície interna 10B da fuselagem 10.

[0048] Nesta primeira etapa, a máquina de fixação automatizada 14 usa a câmera de ressincronização 41 para alinhar o Manipulador Extremo 22 em relação a uma ou mais características de referência (por exemplo, furo 64)

sobre a superfície 63, por exemplo, as paredes internas do furo cilíndrico 64 ou o bordo do furo 64. A máquina automática de fixação 14 conduz a uma localização alvo nominal sobre a trilha 12, captura uma imagem digital de alta resolução das características sobre a superfície 63 usando a câmera de ressonância 41 e determina um deslocamento entre uma localização de característica real e a localização alvo nominal. A máquina externa realiza um processo semelhante, permitindo que ambas as máquinas tenham uma referência comum para a fuselagem 10 e, portanto, entre elas.

[0049] Uma vez posicionada, a máquina de fixação automatizada 14 usa então o laser de normalidade 42 para posicionar o Manipulador Extremo 22 normal à superfície 63, embora outros sensores também possam ser utilizados para esta função. Especificamente, a máquina de fixação automatizada 14 usa os sinais a partir do laser de normalidade 42 para rodar o Braço de Eixo geométrico Y 21 e o Manipulador Extremo 22 para alcançar uma orientação substancialmente perpendicular do Manipulador Extremo 22 para a superfície 63. Uma vez alinhado, o Manipulador Extremo 22 realiza as etapas a seguir.

[0050] A FIG. 6B ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Extremo 22, na qual a corredeira de pino de carga 65 posiciona o pino de carga 66 por baixo do tubo de alimentação de colar 39 e o cilindro de fechamento 37 estende o pé de fechamento 36 para engatar a superfície 63 adjacente ao furo 64. O pé de fechamento 36 é um pé de pressão e o cilindro de fechamento 37 é um cilindro pneumático, hidráulico ou eletromecânico capaz de fornecer cerca de 200 libras-pés (lbf) de força para o pé de fechamento 36 sobre a superfície 63 como uma força de reação antes e durante a perfuração do furo 64.

[0051] Especificamente, o pé de fechamento 36 fornece uma força de aperto para um processo de conjunto único (OUA) usado nas etapas de fixação. OUA é onde a montagem é realizada de uma vez, nomeadamente

perfurada, inspecionada e, em finalmente, fixada, sem remoção de componentes para rebarbação, limpeza, vedação, etc. No processo OUA, a máquina externa usa uma pilha de componentes para realizar a perfuração do furo 64 na superfície e a inserção do fixador no furo 64.

[0052] Aqui, a trilha 12 montada na antepara traseira de pressão 11 fornece uma base para a força de aperto gerada pelo pé de fechamento 36, mantendo a integralidade da junta e separação das interfaces para a pilha OUA, antes que a máquina externa comece a perfurar. A máquina externa é posicionada de modo que o nariz da broca empurre um lado oposto da superfície 63 (ou seja, a superfície externa 10A da fuselagem 10), enquanto se normaliza para um contorno do lado oposto da superfície 63. De modo semelhante, a máquina de fixação automatizada 14 é posicionada tal que a força de aperto gerada pelo pé de fechamento 36 esteja alinhada com o nariz da broca da máquina externa.

[0053] A FIG. 6C ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Externo 22, em que um colar 67 é soprado sobre o pino de carga 66 a partir do tubo de alimentação de colar 39 com ar comprimido.

[0054] A FIG. 6D ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Externo 22, em que o colar 67 é mantido sobre o pino de carga 66 com um jato de ar lateral 68 e o tubo de alimentação de colar 39 é retraído.

[0055] A FIG. 6E ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Externo 22, na qual a corrediça do pino de carga 65 é estendida e posicionada sob o estampo do colar 35, de modo que o colar 67, enquanto ainda mantido sobre o pino de carga 66, está posicionado entre os dedos de alimentação 69 do estampo de colar 35.

[0056] A FIG. 6F ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Externo 22, em que o estampo de colar primeiro move para frente para empurrar o colar 67 contra os dedos de alimentação 69 e o estampo de colar 35 se move de volta para a sua posição mais para trás, para

liberar o pino de carga 66. Neste estágio o colar 67 está liberado do pino de carga 66.

[0057] A FIG. 6G ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Externo 22, em que a corredeira do pino de carga 65 é retraída do estampo de colar 35 e o colar 67 está firmemente assentado nos dedos de alimentação 69 do estampo de colar 35. Diretamente acima ou por trás do colar 67 está uma matriz de estampo 70 no estampo de colar 35.

[0058] A FIG. 6H ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Externo 22, em que o estampo de colar 35 avança em direção à superfície 63.

[0059] A FIG. 6I ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Externo 22, em que um fixador 71 é inserido através do furo 64 na superfície 63, por exemplo, a partir de um lado oposto da superfície 63, e o estampo de colar 35 avança em direção ao fixador 71.

[0060] A FIG. 6J ilustra uma próxima etapa realizada pelo Manipulador Externo 22, em que o colar 67 está assentado sobre a extremidade do fixador 71 pelo estampo de colar 35. Uma vez que o colar 67 está na extremidade do fixador 71, os dedos de alimentação 69 do estampo de colar 35 são abertos por uma característica no lado do pé de fechamento 36. O estampo de colar 35 empurra o colar 67 ainda mais sobre o fixador 71 e o colar 67 é estampado pela ferramenta de instalação de fixador 33, que fornece uma força para a matriz de estampo 70. Em uma modalidade, o colar 67 é um anel de metal de ajuste frouxo que é deformado pela matriz 70 em torno do fixador 71, que inclui ranhuras de bloqueio. A matriz 70 é forçada para baixo sobre o colar 67 pela ferramenta de instalação de fixador 33, que reduz o diâmetro do colar 67 e estampa progressivamente o material do colar 67 na matriz 70. Quando a força aplicada à matriz 70 aumenta, a instalação é completada quando um **pintail** 72 do fixador 71 rompe.

[0061] A FIG. 6K ilustra uma próxima etapa realizada pelo

Manipulador Externo 22, em que o colar 67 foi estampado sobre o fixador 71. O estampo de colar 35 é retraído para retirar a matriz de estampo 70 do colar estampado 67, e o **pintail** (não mostrado) é aspirado através do tubo de retorno de **pintail** 40 para um ponto de coleta, por exemplo, no gabinete de controle 44. Finalmente, a câmera de ressincronização 41 pode ser usada para inspecionar o colar estampado 67 sobre o fixador 71.

[0062] A FIG. 7 é um fluxograma que ilustra adicionalmente a sequência de etapas de fixação realizadas pelo Manipulador Extremo 22 nas FIGS. 6A-6K.

[0063] O bloco 73 representa a etapa de posicionar o Manipulador Extremo 22 em relação à superfície 63 (isto é, a superfície interior 10B da estrutura da fuselagem 10) que tem nela o furo 64 através do qual o fixador 71 é inserido. Especificamente, o Bloco 73 representa a etapa de alinhar o Manipulador Extremo 22 em relação a uma ou mais características sobre a superfície interna 63 usando a câmera de ressincronização 41 do Manipulador Extremo 22, o que resulta em alinhar a máquina de fixação automatizada 14 com outra máquina (isto é, a máquina de perfuração automatizada multi-eixos geométricos posicionada na superfície externa 10A da estrutura da fuselagem 10). O bloco 73 também representa a etapa de posicionar o Manipulador Extremo 22 em relação à superfície interior 63 usando o sensor de laser de normalidade 42 do Manipulador Extremo 22, em que o posicionamento compreende rodar o Braço de Eixo geométrico Y 21 e o Manipulador Extremo 22 para alcançar uma orientação substancialmente perpendicular em relação à superfície interna 63 usando sinais a partir do sensor de laser de normalidade 42.

[0064] O bloco 74 representa a etapa de usar o cilindro de fechamento 37 para estender o pé de fechamento 36 para engatar a superfície 63 adjacente ao furo 64 onde o fixador 71 será instalado. Especificamente, o Bloco 74 representa a etapa de apertar a superfície interior 63 usando uma

força aplicada pelo pé de fechamento 36 do Manipulador Extremo 22, em que a força é aplicada a um processo de conjunto único (OUA) usado nas etapas de fixação.

[0065] Os blocos restantes 75-84 representam a etapa de instalar o fixador 71 inserido através do furo 64 usando os vários componentes do Manipulador Extremo 22.

[0066] O bloco 75 representa a etapa de usar a corredeira de pino de carga 65 para posicionar o pino de carga 66 por baixo do tubo de alimentação de colar 39.

[0067] O bloco 76 representa a etapa de soprar um colar 67 sobre o pino de carga 66 a partir do tubo de alimentação de colar 39 com ar comprimido.

[0068] O bloco 77 representa a etapa de usar um jato lateral 68 para manter o colar 67 sobre o pino de carga 66.

[0069] O bloco 78 representa a etapa de retrainir o tubo de alimentação de colar 39.

[0070] O bloco 79 representa a etapa de estender a corredeira do pino de carga 65 para posicioná-la debaixo do estampo de colar 35, de modo que o colar 67, enquanto ainda mantido sobre o pino de carga 66, seja posicionado entre os dedos de alimentação 69 do estampo de colar 35;

[0071] O bloco 80 representa a etapa de mover o estampo de colar 35 para frente, para empurrar o colar 67 contra os dedos de alimentação 69 e, então, mover o estampo de colar 35 para liberar o pino de carga 66, de modo que o colar 67 esteja livre do pino de carga 66.

[0072] O bloco 81 representa a etapa de retrainir a corredeira do pino de carga para longe do estampo de colar 35, em que o colar 67 está firmemente assentado nos dedos de alimentação 69 do estampo de colar 35.

[0073] O bloco 82 representa a etapa de avançar o estampo de colar 35 em direção à superfície 63 e o fixador 71 inserido através do furo 64 na

superfície 63.

[0074] O bloco 83 representa a etapa de utilizar o estampo de colar 35 para assentar o colar 67 sobre a extremidade do fixador 71, em que os dedos de alimentação 69 do estampo de colar 35 são abertos, o colar 67 é empurrado sobre o fixador 71 e o colar 67 é estampado pela ferramenta de instalação de fixador 33, tal que a matriz do estampo 70 é forçada para baixo sobre o colar 67 pela ferramenta de instalação de fixador 33, o que reduz o diâmetro do colar 67 e estampa progressivamente o material do colar 67 para dentro da matriz 70, e a instalação é completada quando um **pintail** 72 do fixador 71 rompe.

[0075] O bloco 84 representa a etapa de retrain o estampo de colar 35 para retirar a matriz do estampo 70 do colar estampado 67, aspirando o **pintail** para fora através do tubo de retorno de **pintail** para um ponto de coleta e, opcionalmente, inspecionar o colar estampado 67 sobre o fixador 71.

Benefícios

[0076] A trilha em balanço 12 aqui descrita inclui uma série de benefícios e vantagens. Uma vantagem é que a máquina de fixação automatizada 14 apenas se monta em um trilho, isto é, a trilha 12, que proporciona facilidade de configuração. Outra vantagem é que a máquina de fixação automatizada 14 pode ser facilmente removida da trilha 12.

[0077] Por outro lado, existem algumas desvantagens. Uma desvantagem é que a rugosidade da superfície interna da fuselagem 10 torna difícil montar a trilha 12 na superfície interna da fuselagem 10. Outra desvantagem é que as estruturas interiores podem interferir com o movimento da máquina de fixação automatizada 14 ao longo da trilha 12.

Alternativas

[0078] Várias alternativas e modificações estão disponíveis.

[0079] Por exemplo, embora uma máquina de fixação automatizada esteja aqui descrita, existem outras oportunidades de automação dentro da

fuselagem 10. Uma máquina de fixação automatizada dentro da fuselagem 10 também pode incluir funções para perfurar furos e encher furos (isto é, inserir parafusos), rebarbar, controlar vácuo para FOD (Dano por Objetos Estranhos ou Detritos), vedar, todos os tipos de fixação (torque, estampagem, rebitagem) e inspeção. Uma máquina de fixação automatizada dentro da fuselagem 10 pode incluir diferentes manipuladores extremos com características múltiplas (diversas) daquelas aqui descritas.

[0080] Em outro exemplo, automação dentro da fuselagem 10 também pode sincronizar suas funções com automação fora da fuselagem 10, com ou sem assistência de câmera, para melhorar velocidade. Isto é especialmente verdadeiro se usado com uma trilha que é indexada e montada sobre o exterior da fuselagem 10. Como mencionado anteriormente, se desejado, a automação interna pode trabalhar com a automação externa para qualquer uma dessas funções adicionais.

[0081] Em ainda outro exemplo, uma trilha dentro da fuselagem 10 pode ser montada flexível ou rígida a estruturas ou superfícies dentro da fuselagem 10, com ou sem ventosas. Portanto, automação interna pode se aplicar a qualquer seção da fuselagem 10 e não está limitada à antepara traseira de pressão 11.

[0082] Ainda em outro exemplo, uma trilha dentro da fuselagem 10 pode não ser um projeto em balanço montado na antepara traseira de pressão 11.

[0083] Em um exemplo, a FIG. 8A ilustra uma máquina de fixação automatizada de estilo Ponte 85, em que as trilhas duplas 86 estão montadas a uma estrutura ou superfície 10B dentro da fuselagem 10 em um lado para frente e a antepara traseira de pressão 11 da fuselagem 10 em um lado de trás. Uma vantagem é que a máquina de estilo Ponte 85 poderia potencialmente não ter um Eixo geométrico A ativo e, em vez disso, poderia normalizar passivamente entre as trilhas 86. Outra vantagem é que, se um grampo para

200lb é necessário para todos os furos, este projeto distribui a carga entre ambas as trilhas 86. Uma desvantagem para a máquina de estilo Ponte 85 é que são necessários dois conjuntos de trilhas. As trilhas 86 podem precisar ser alinhadas entre si para criar normalidade adequada, em que espaçamento da trilha 86, a altura relativa e a distância separada precisarão ser controladas.

[0084] Em outro exemplo, a FIG. 8B ilustra uma máquina de fixação automatizada em balanço 87 montada a uma estrutura ou superfície 10B dentro da fuselagem 10 em um lado dianteiro de uma junção, em que a máquina de fixação automatizada em balanço 87 tem um suporte de reação para frente dessa montagem. Uma vantagem é que a máquina em balanço 87 não requer montagem sobre a antepara traseira de pressão 11 com ventosas. Uma desvantagem é que a máquina em balanço 87 provavelmente precisará de um Eixo geométrico B ativo, e terá que configurar várias trilhas/guias. Além disso, o piso de carga/estrutura pode ter que reagir a grandes cargas.

Montagem de aeroplano

[0085] Modalidades da divulgação podem ser descritas no contexto de um método de fabricação e serviço de uma aeronave, como mostrado na FIG. 9A e uma aeronave como mostrado na FIG. 9B.

[0086] Como mostrado na FIG. 9A, durante a pré-produção, o método tomado como exemplo 88 pode incluir especificação e projeto 89 da aeronave e aquisição de material 90. Durante produção, tem lugar fabricação de componentes e de subconjuntos 91 e integração de sistemas 92 da aeronave, o que inclui a automação de nível de fábrica descrita aqui, usando a trilha a vácuo de contorno composto 12 e a máquina de fixação automatizada 14 para automação de montagem final a partir do interior da fuselagem 10. Daí em diante, a aeronave pode passar por certificação e entrega 93 para ser colocada em serviço 94. Enquanto em serviço por um cliente, a aeronave é agendada para manutenção de rotina e serviço 95 (que inclui modificação, reconfiguração, remodelação, etc.), que também inclui a automação de nível

de fábrica descrita aqui, usando a trilha a vácuo de contorno composto 12 e a máquina de fixação automatizada 14 para automação de montagem final a partir do interior da fuselagem 10.

[0087] Cada um dos processos do método 88 pode ser desempenhado ou realizado por um integrador de sistema, um terceiro parceiro e/ou operador (por exemplo, um cliente). Para os propósitos desta descrição, um integrador de sistemas pode incluir, sem limitação, qualquer número de fabricantes de aeronaves e subcontratados de sistemas principais; um terceiro parceiro pode incluir, sem limitação, qualquer número de vendedores, subcontratados e fornecedores; e um operador pode ser uma companhia aérea, empresa de leasing, entidade militar, organização de serviços, e assim por diante.

[0088] Como mostrado na FIG. 9B, a aeronave 96, produzida pelo método tomado como exemplo da FIG. 9A, pode incluir uma estrutura 97 com uma pluralidade de sistemas 98 e um interior 99. Exemplos de sistemas de alto nível 98 incluem um ou mais de um sistema de propulsão 100, um sistema elétrico 101, um sistema hidráulico 102 e um sistema ambiental 103. Qualquer número de outros sistemas pode ser incluído. Embora seja mostrado um exemplo aeroespacial, os princípios da invenção podem ser aplicados a outras indústrias, tal como a indústria automotiva.

[0089] A presente invenção também é referida nas seguintes cláusulas que não devem ser confundidas com as reivindicações.

A1. Um dispositivo para fixar uma estrutura, que compreende:

uma trilha (12) montada interior a uma estrutura (10) para acessar uma primeira superfície (10B) da estrutura (10), em que a primeira superfície (10B) tem um ou mais furos (64) através dos quais fixadores (71) são inseridos;

em que uma máquina de fixação automatizada (14) está montada sobre a trilha (12) para percorrer a trilha (12) enquanto realizando funções de fixação; e

em que a trilha (12) permite que a máquina de fixação automatizada (14) entre em contato com a primeira superfície (10B), tal que a máquina de fixação automatizada (14) alinha com os furos (64) na primeira superfície (10B) e a máquina de fixação automatizada (14) instala os parafusos (71) nos furos (64).

A2. É também fornecido o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) está montada em um ângulo com a primeira superfície (10B).

A3. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a primeira superfície (10B) é uma superfície interior (10B) de uma fuselagem de aeronave (10).

A4. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) é conformada para coincidir com a primeira superfície (10B).

A5. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) está montada de modo que sua largura está em um ângulo com a primeira superfície (10B).

A6. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) está em um ângulo de cerca de 90 graus para a primeira superfície (10B).

A7. Também é fornecido o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) está em um ângulo que varia de cerca de 80 graus a cerca de 100 graus para a primeira superfície (10B).

A8. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) está montada sobre uma segunda superfície (11) em um ângulo em relação à primeira superfície (10B).

A9. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A8, em que a segunda superfície (11) é uma antepara traseira de pressão (11) de uma fuselagem de aeronave (10).

A10. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) está montada diretamente na primeira superfície (10B).

A11. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) é montada ao longo das direções de Eixo geométrico X e Eixo geométrico Z, a direção de Eixo geométrico X compreende uma posição lateral, e a direção de Eixo geométrico Z compreende uma posição vertical.

A12. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A11, em que a máquina de fixação automatizada (14) está posicionada ao longo da trilha (12) em pelo menos as direções do Eixo geométrico X e Eixo geométrico Z.

A13. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) é constituída por uma ou mais seções (13).

A14. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A13, em que uniões (15) são usadas para conectar entre as seções (13).

A15. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) está montada interior à estrutura (10) usando um ou mais dispositivos de fixação removíveis (16).

A16. Também é fornecido, o dispositivo do parágrafo A1, em que a trilha (12) inclui uma cremalheira de acionamento (19) para engatar e movimentar a máquina de fixação automatizada (14) ao longo da trilha (12).

B1. Um método para fixar uma estrutura, compreendendo:

montar uma trilha (12) interior a uma estrutura (10) de modo a aceder a uma primeira superfície (10B) da estrutura (10), em que a primeira superfície (10B) tem um ou mais furos (64) através dos quais são inseridos os fixadores (71); e

montar uma máquina de fixação automatizada (14) sobre a trilha (12) para percorrer a trilha (12) enquanto realizando etapas de fixação;

em que a trilha (12) permite que a máquina de fixação automatizada (14) entre em contato com a primeira superfície (10B), tal que a máquina de fixação automatizada (14) alinha com os furos (64) na primeira superfície (10B) e a máquina de fixação automatizada (14) instala os

fixadores (71) nos furos (64).

B2. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) está montada em um ângulo com a primeira superfície (10B).

B3. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a primeira superfície (10B) é uma superfície interna (10B) de uma fuselagem de aeronave (10).

B4. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) é conformada para coincidir com a primeira superfície (10B).

B5. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) está montada de modo que a sua largura esteja em um ângulo com a primeira superfície (10B).

B6. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) está em um ângulo de cerca de 90 graus para a primeira superfície (10B).

B7. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) está em um ângulo que varia de cerca de 80 graus a cerca de 100 graus para a primeira superfície (10B).

B8. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) está montada sobre uma segunda superfície (11) em um ângulo em relação à primeira superfície (10B).

B9. Também é fornecido o método do parágrafo 24, em que a segunda superfície (11) é uma antepara traseira de pressão (11) de uma fuselagem de aeronave (10).

B10. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) está montada diretamente na primeira superfície (10B).

B11. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) é montada ao longo das direções do Eixo geométrico X e do Eixo geométrico Z, a direção do Eixo geométrico X compreende uma posição lateral e a direção do Eixo geométrico Z compreende uma posição vertical.

B12. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a máquina de fixação automatizada (14) está posicionada ao longo da trilha (12) em pelo menos as direções de Eixo geométrico X e de Eixo geométrico Z.

B13. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) é constituída por uma ou mais seções (13).

B14. Também é fornecido, o método do parágrafo B13, em que as uniões (15) são usadas para conectar entre as seções (13).

B15. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) está montada interior à estrutura (10) usando um ou mais dispositivos de fixação removíveis (16).

B16. Também é fornecido o método do parágrafo B1, em que a trilha (12) inclui uma cremalheira de acionamento (19) para engatar e movimentar a máquina de fixação automatizada (14) ao longo da trilha (12).

[0090] Os aparelhos e os métodos aqui configurados podem ser empregados durante qualquer uma ou mais das etapas do método de produção e serviço 88. Por exemplo, componentes ou subconjuntos correspondentes ao processo de produção 91 podem ser fabricados ou manufaturados de maneira semelhante a componentes ou subconjuntos produzidos enquanto a aeronave 96 está em serviço. Além disso, uma ou mais modalidades do aparelho, modalidades do método ou uma combinação destes podem ser utilizadas durante os estágios de produção 91 e 92, por exemplo, acelerando substancialmente a montagem ou reduzindo o custo de uma aeronave 96. De modo similar, um ou mais de modalidades de aparelhos, modalidades de método ou uma combinação destes podem ser utilizadas enquanto a aeronave 96 está em serviço, por exemplo e sem limitação, para manutenção e serviço 95.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para fixar uma estrutura, caracterizado pelo fato de compreender:

uma trilha (12) configurada para ser montada interior a uma estrutura (10) para acessar uma primeira superfície (10B) da estrutura (10), em que a primeira superfície (10B) tem um ou mais furos (64) através dos quais fixadores (71) podem ser inseridos;

em que uma máquina de fixação automatizada (14) está montada na trilha (12) para percorrer a trilha (12) enquanto realiza funções de fixação; e

em que a trilha (12) permite que a máquina de fixação automatizada (14) entre em contato com a primeira superfície (10B), tal que a máquina de fixação automatizada (14) é configurada para alinhar com os furos (64) na primeira superfície (10B) e a máquina de fixação automatizada (14) é configurada para instalar os fixadores (71) nos furos (64)

em que a trilha (12) é configurada para ser montada em uma segunda superfície (11) em um ângulo com a primeira superfície (10B), a trilha (12) sendo em balanço da segunda superfície (11) de modo que uma largura da trilha (12) é em balanço para cima em um ângulo que varia de 80 graus a 100 graus em relação à primeira superfície (10B); e

em que a segunda superfície (11) é uma antepara traseira de pressão (11) de uma fuselagem de aeronave (10).

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a trilha (12) é uma trilha de contorno composto e em que a trilha (12) é configurada para ser montada no interior da estrutura (10) usando um ou mais dispositivos de fixação removíveis (16).

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de os dispositivos de fixação removíveis (16) compreendem ventosas de vácuo.

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a máquina de fixação automática (14) é configurada para ser montada apenas em uma trilha (12).

5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o ângulo ser de 90 graus em relação à primeira superfície (10B).

6. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de a primeira superfície (10B) ser uma superfície interior (10B) de uma fuselagem de aeronave (10).

7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de a trilha (12) ser conformada para coincidir com a primeira superfície (10B).

8. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de a trilha (12) ser montada ao longo das direções de Eixo geométrico X e de Eixo geométrico Z, a direção do Eixo geométrico X compreendendo uma posição lateral, e a direção do Eixo geométrico Z compreendendo uma posição vertical, em que a máquina de fixação automatizada (14) está posicionada ao longo da trilha (12) pelo menos nas direções do Eixo geométrico X e Eixo geométrico Z.

9. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de a trilha (12) ser constituída por uma ou mais seções (13), em que juntas (15) são usadas para conectar entre as seções (13).

10. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de a trilha (12) compreender guias de borda (18) configuradas para engatar rodas (17) da máquina de fixação automatizada (14).

11. Dispositivo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que as rodas (17) da máquina de fixação automática (14) serem rodas em duplo V configuradas para intercalar a trilha (12).

12. Dispositivo de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de a trilha (12) incluir uma cremalheira de acionamento (19) para engatar e movimentar a máquina de fixação automatizada (14) ao longo da trilha (12).

13. Método para fixar uma estrutura, caracterizado pelo fato de compreender:

montar uma trilha (12) interior a uma estrutura (10) para acessar uma primeira superfície (10B) da estrutura (10), em que a primeira superfície (10B) tem um ou mais furos (64) através dos quais fixadores (71) são inseridos; e

montar uma máquina de fixação automatizada (14) sobre a trilha (12) para percorrer a trilha (12) enquanto realiza etapas de fixação;

em que a trilha (12) permite que a máquina de fixação automatizada (14) entre em contato com a primeira superfície (10B), de modo que a máquina de fixação automatizada (14) alinha com os furos (64) na primeira superfície (10B) e a máquina de fixação automatizada (14) instala os fixadores (71) nos furos (64)

em que a trilha (12) é montada em uma segunda superfície (11) em um ângulo com a primeira superfície (10B), a trilha (12) sendo em balanço da segunda superfície (11) de modo que uma largura da trilha (12) é em balanço para cima em um ângulo que varia de 80 graus a 100 graus em relação à primeira superfície (10B); e

em que a segunda superfície (11) é uma antepara de pressão traseira (11) de uma fuselagem de aeronave (10).

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a trilha (12) é uma trilha de contorno composto, e em que a trilha (12) é montada no interior da estrutura (10) usando um ou mais dispositivos de fixação removíveis (16).

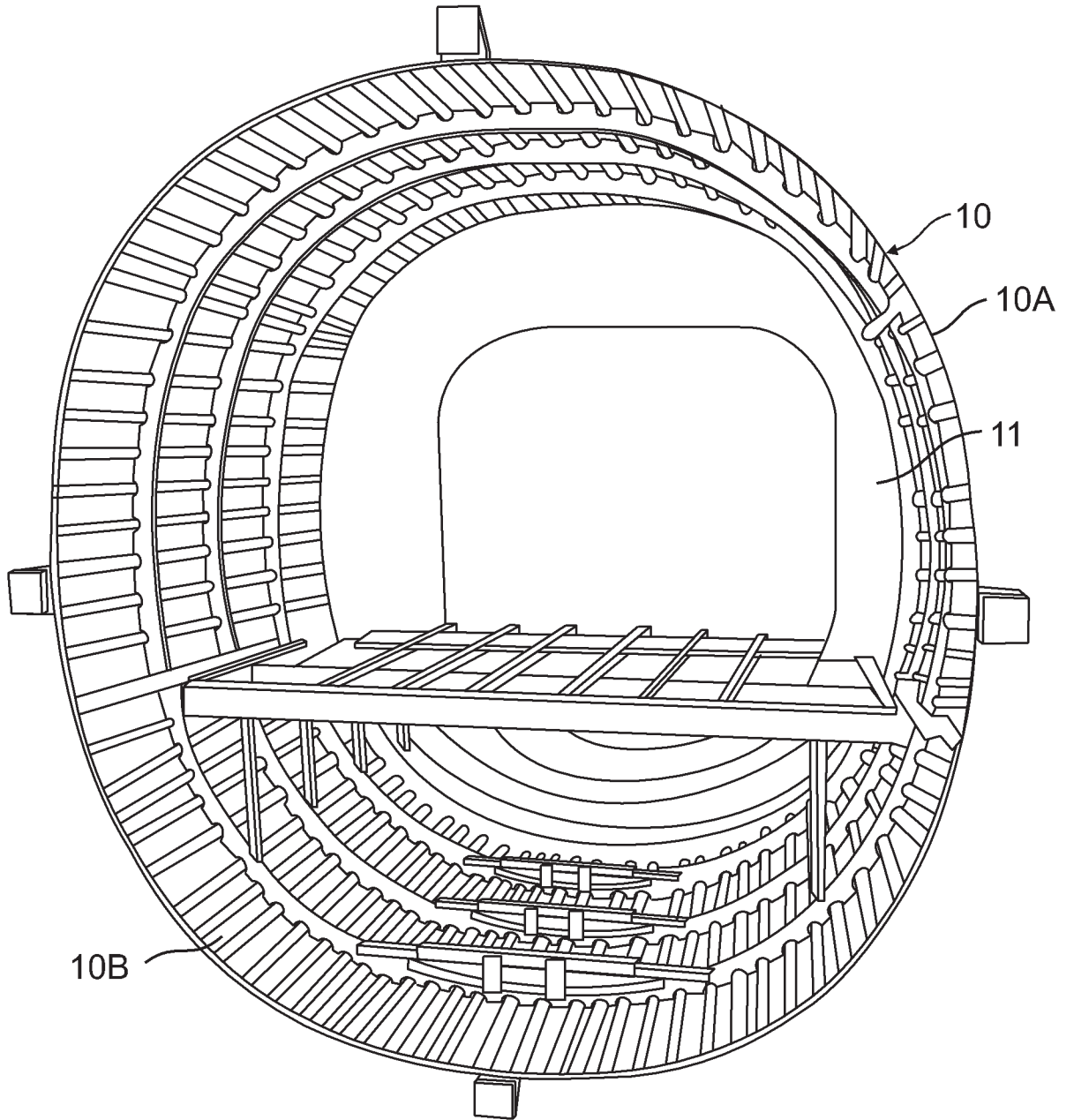


FIG. 1

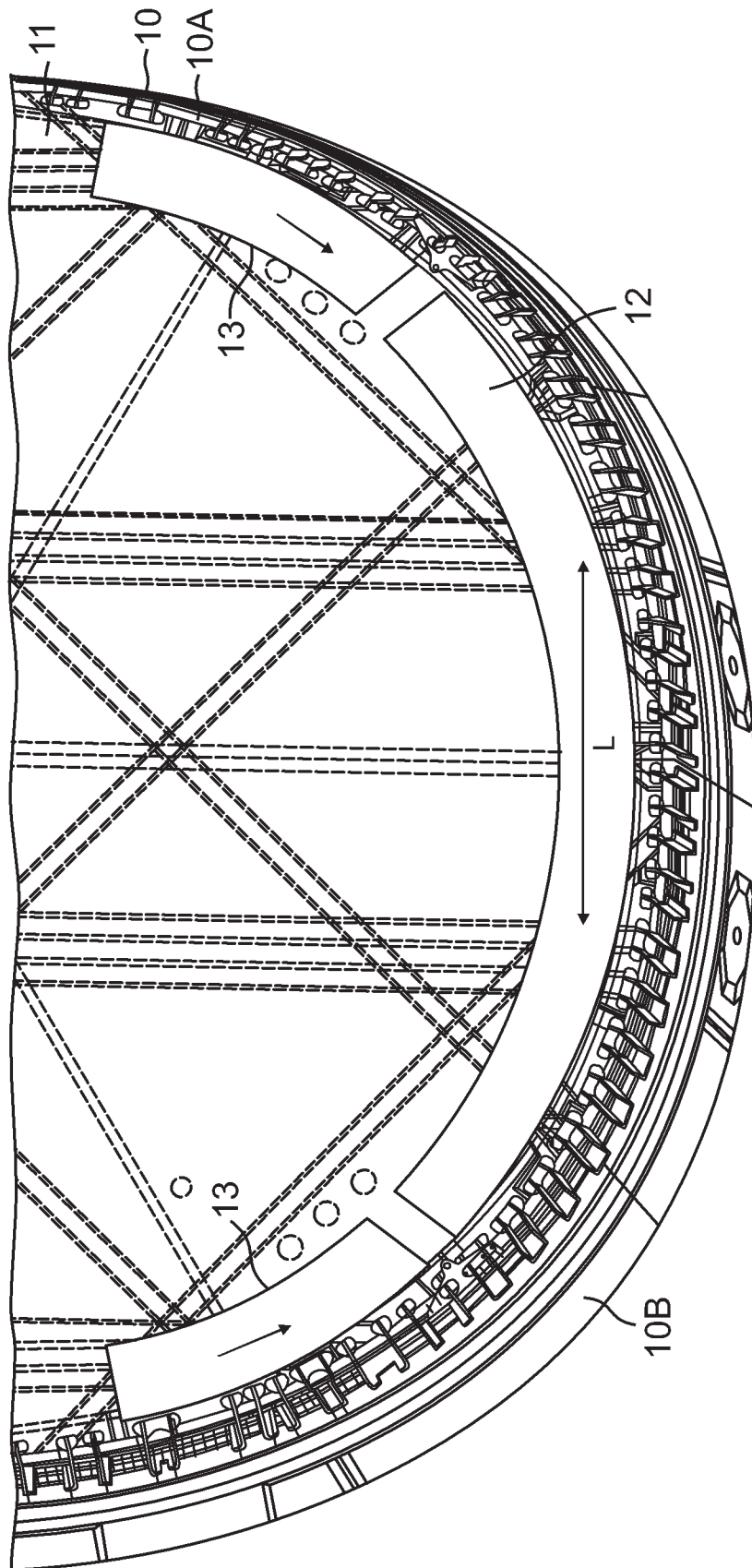


FIG. 2A

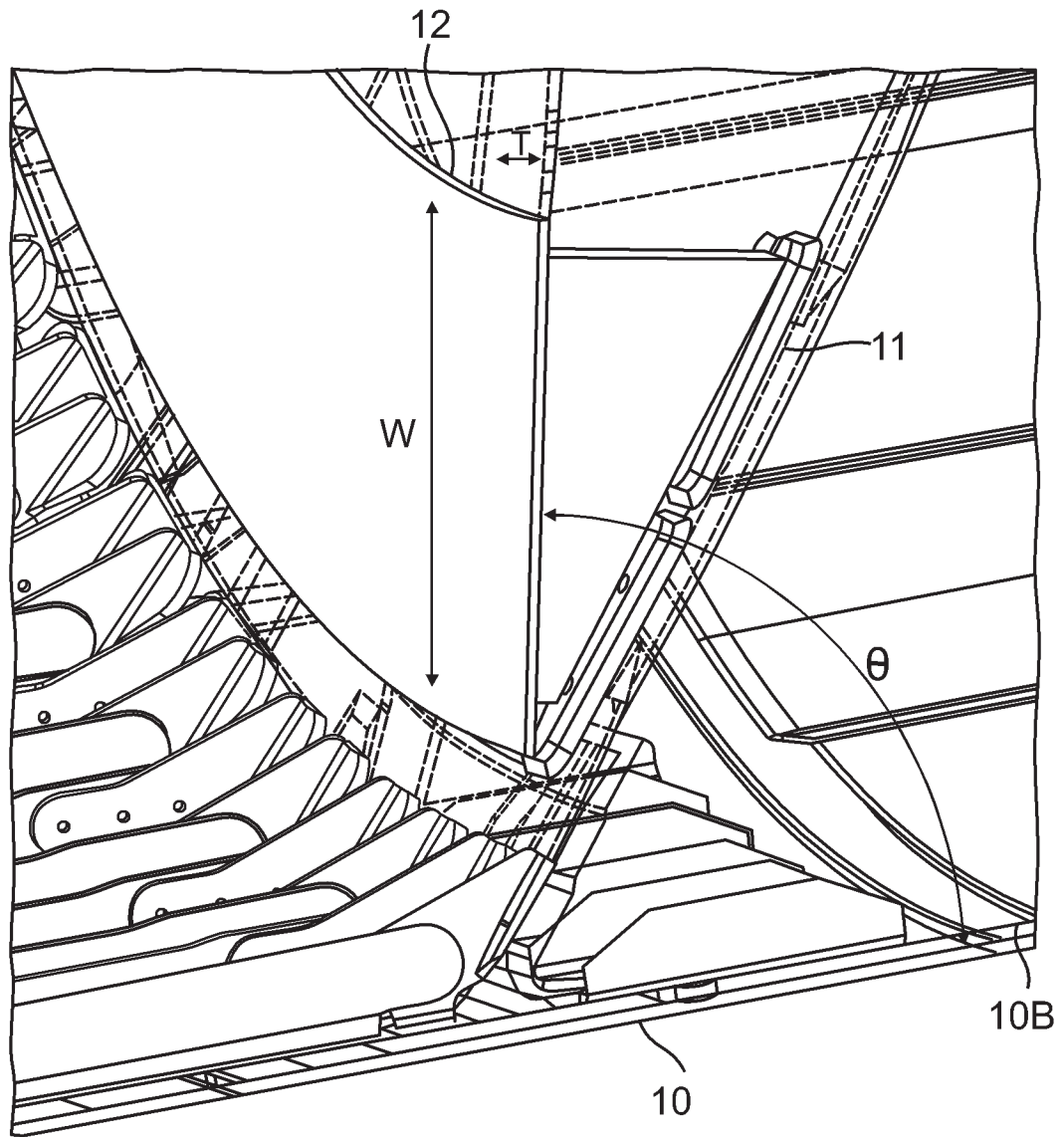


FIG. 2B

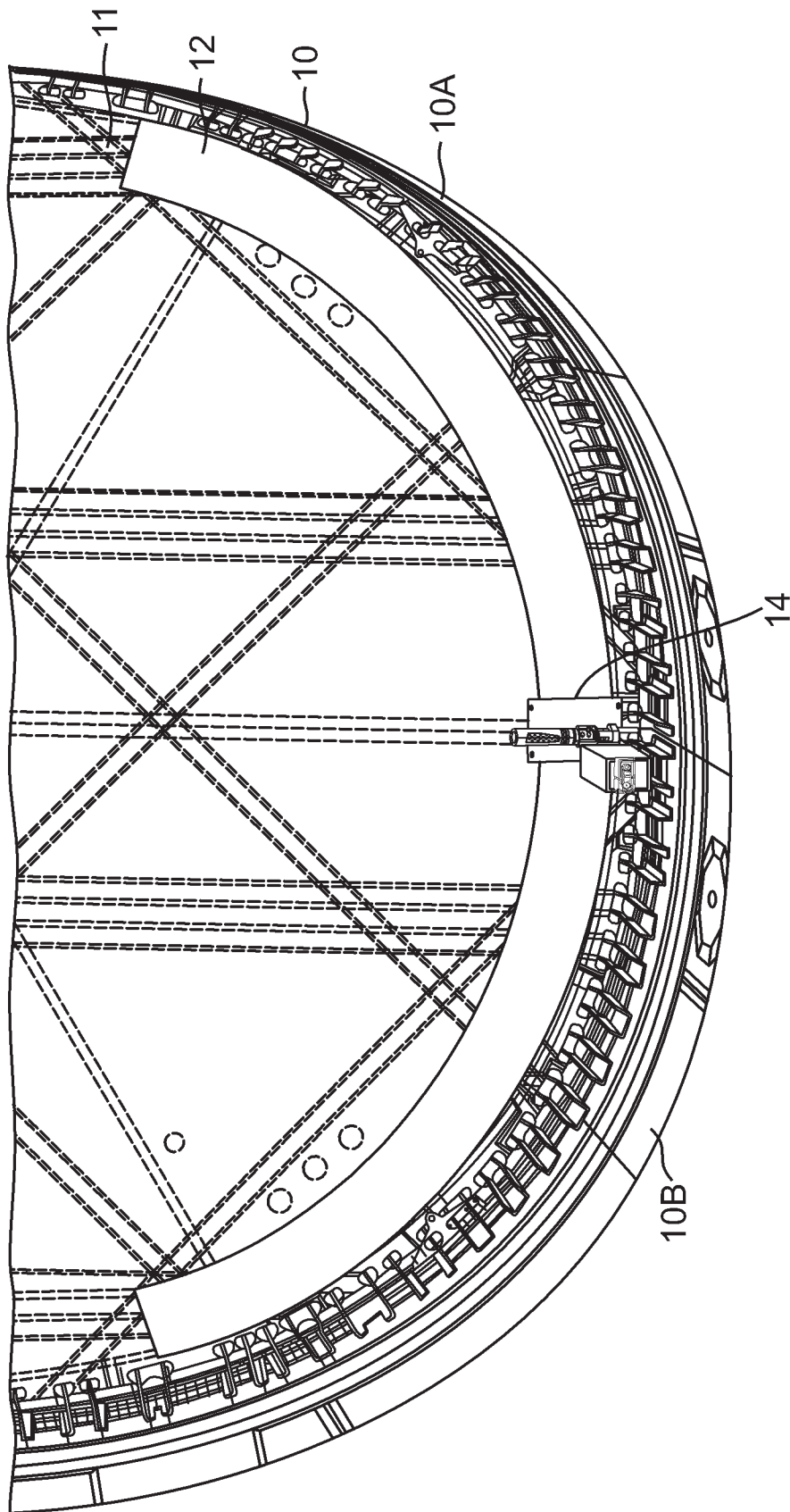


FIG. 2C

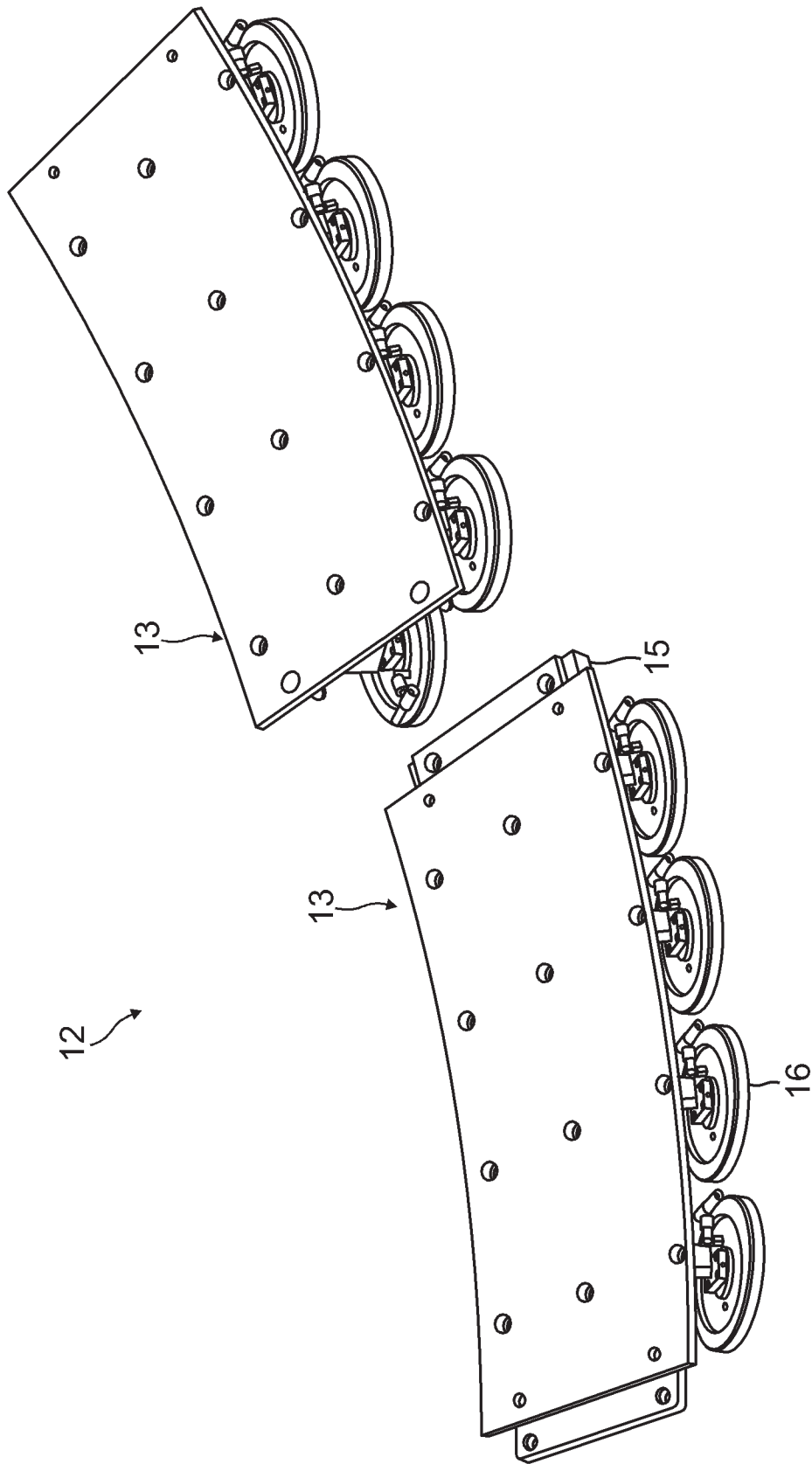


FIG. 3A

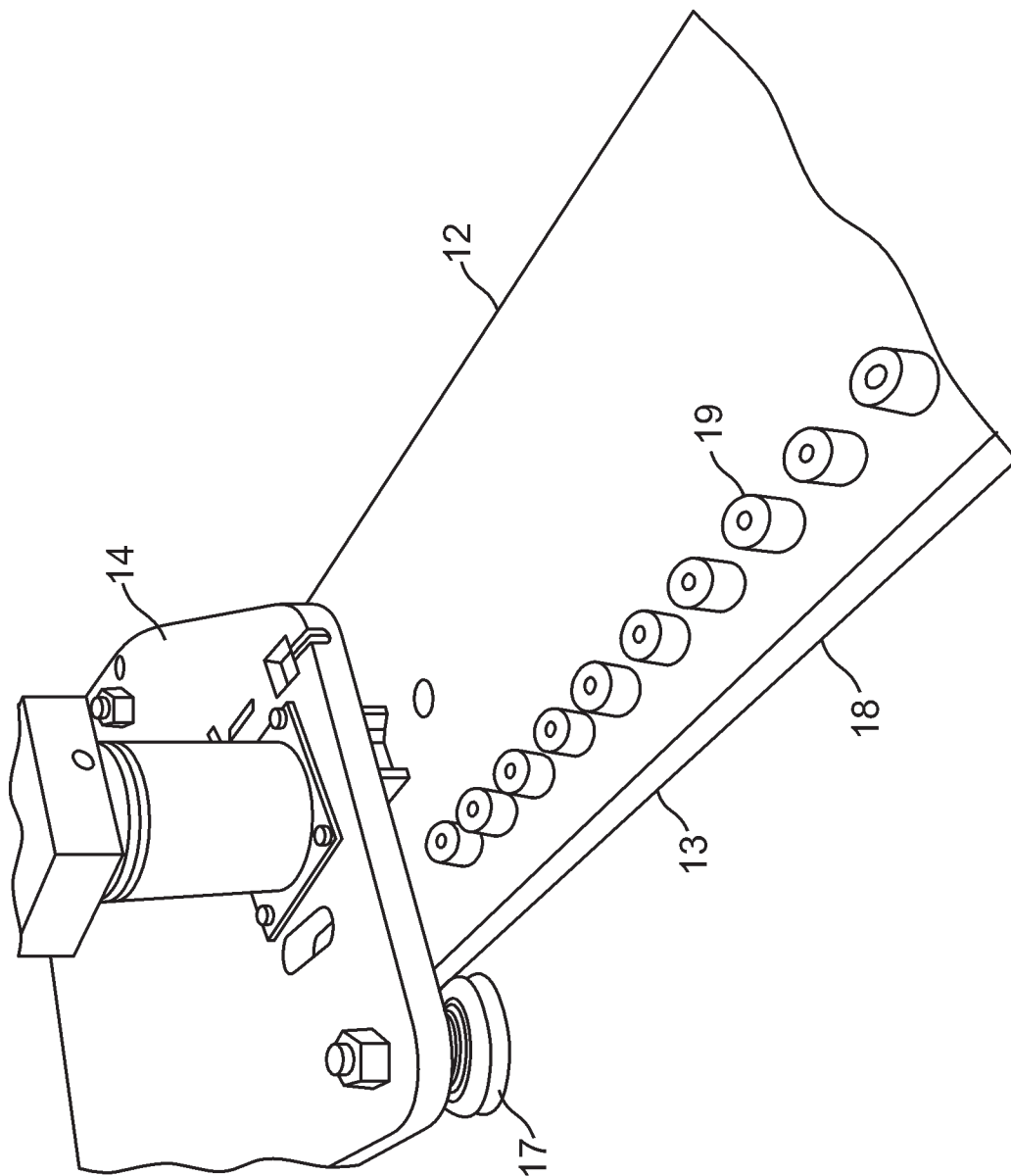


FIG. 3B

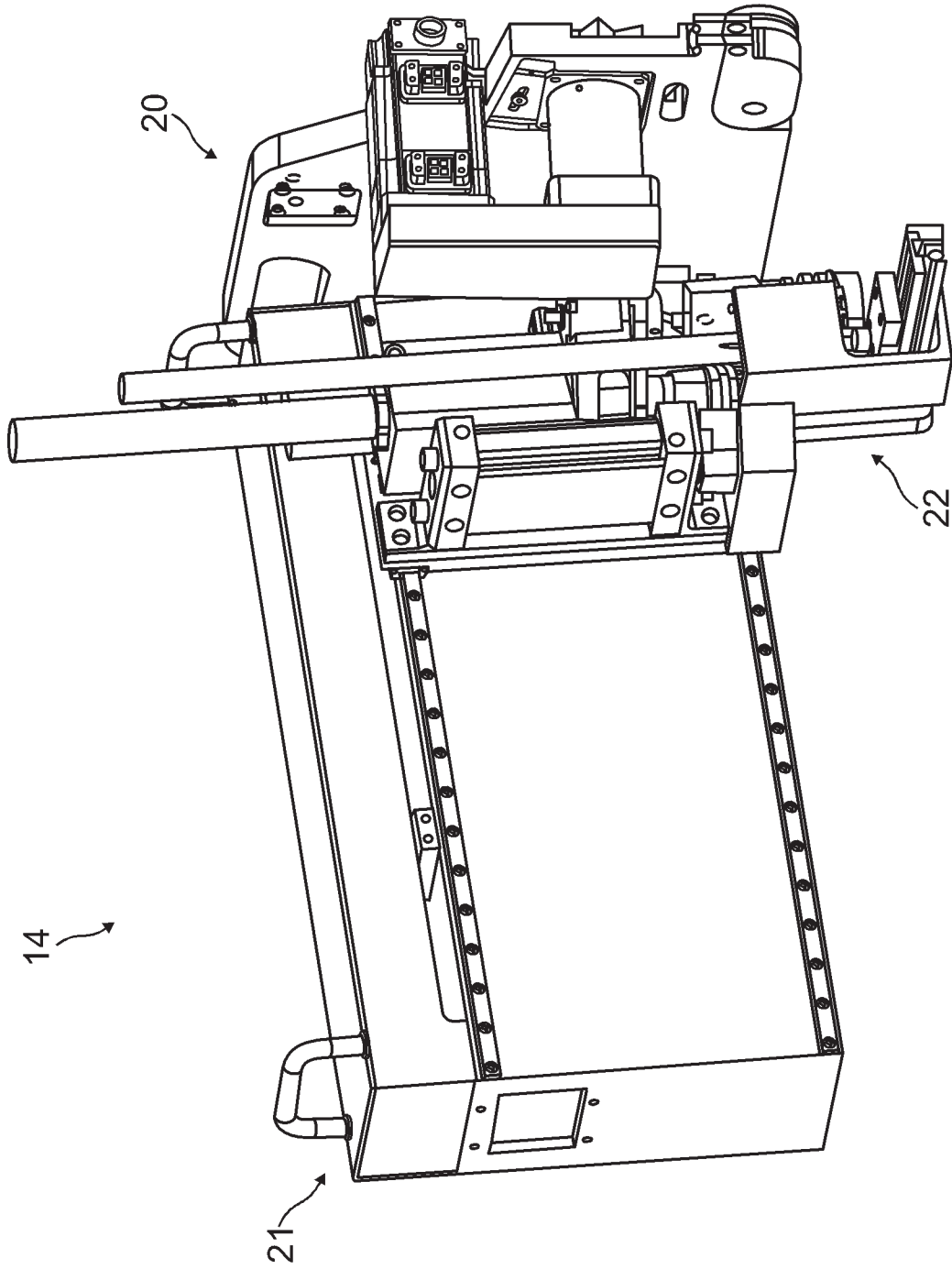
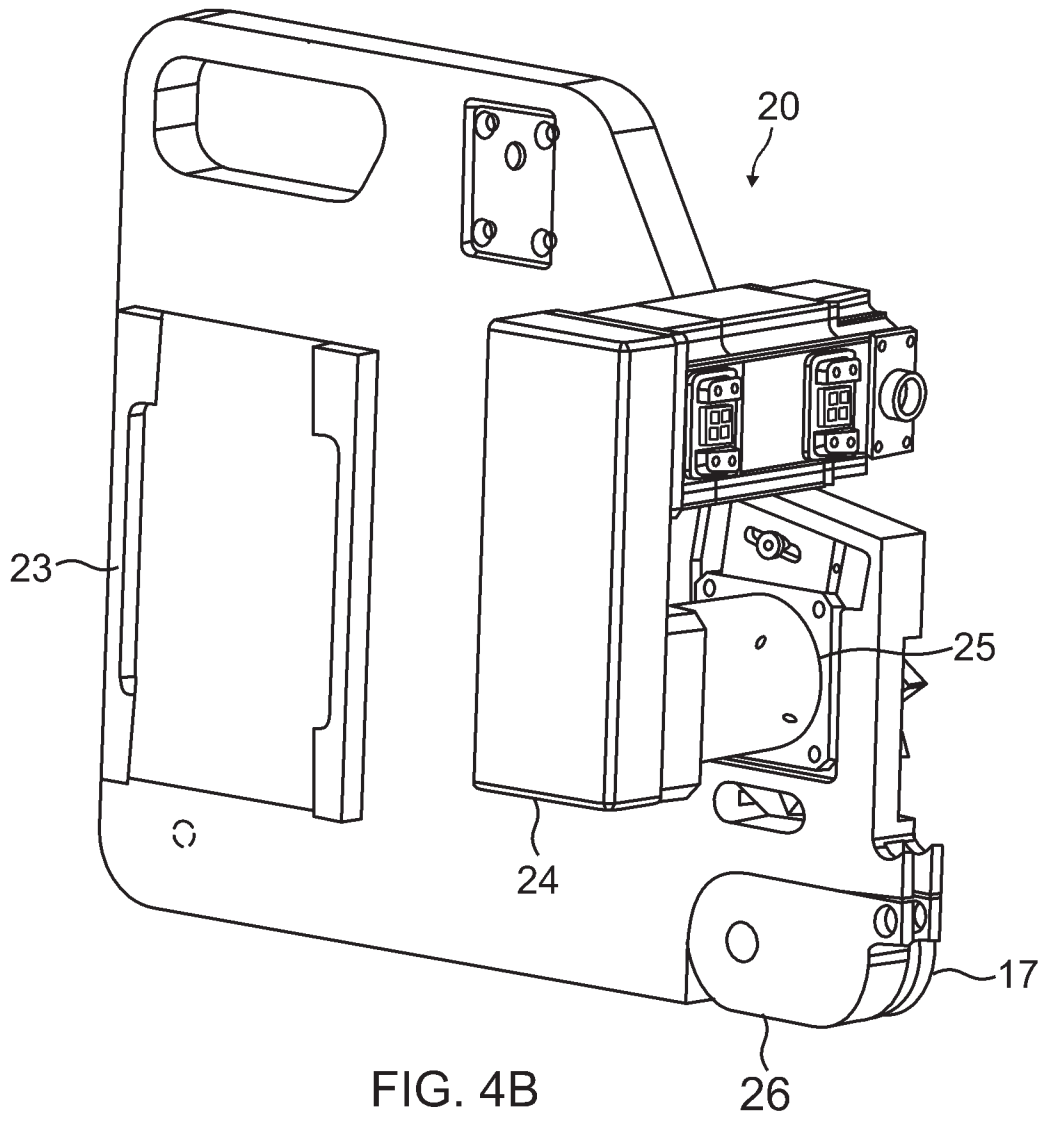


FIG. 4A



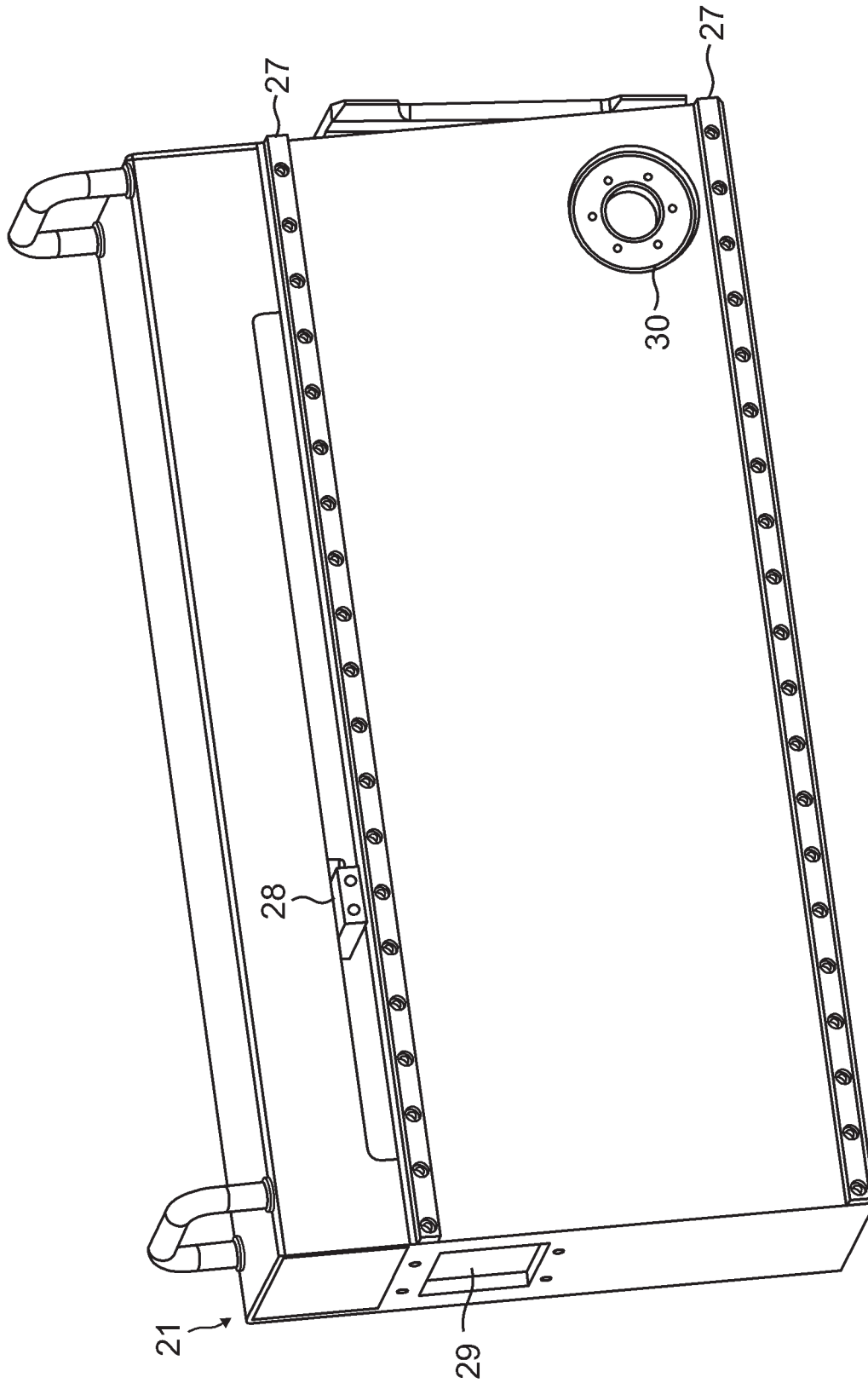


FIG. 4C

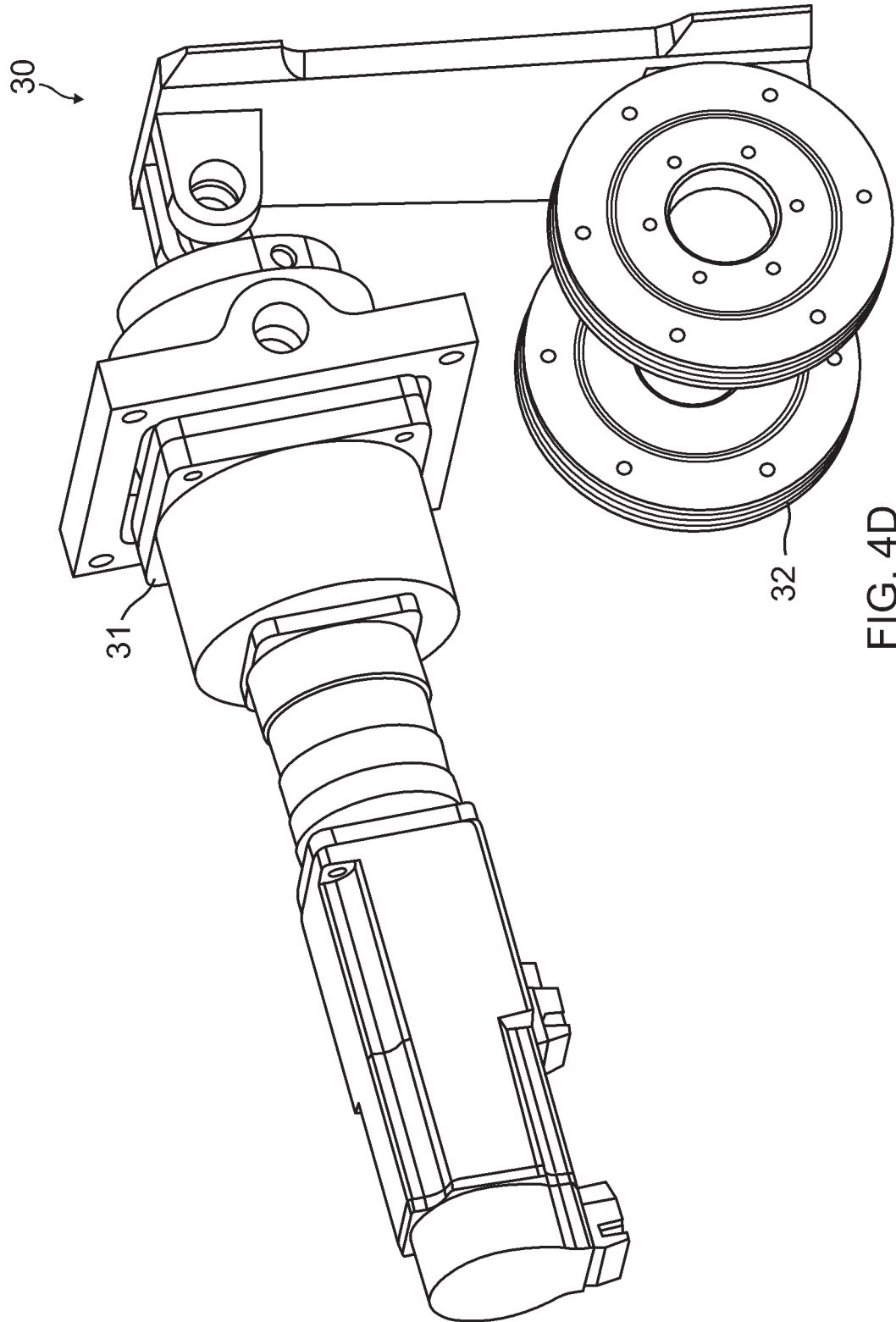


FIG. 4D

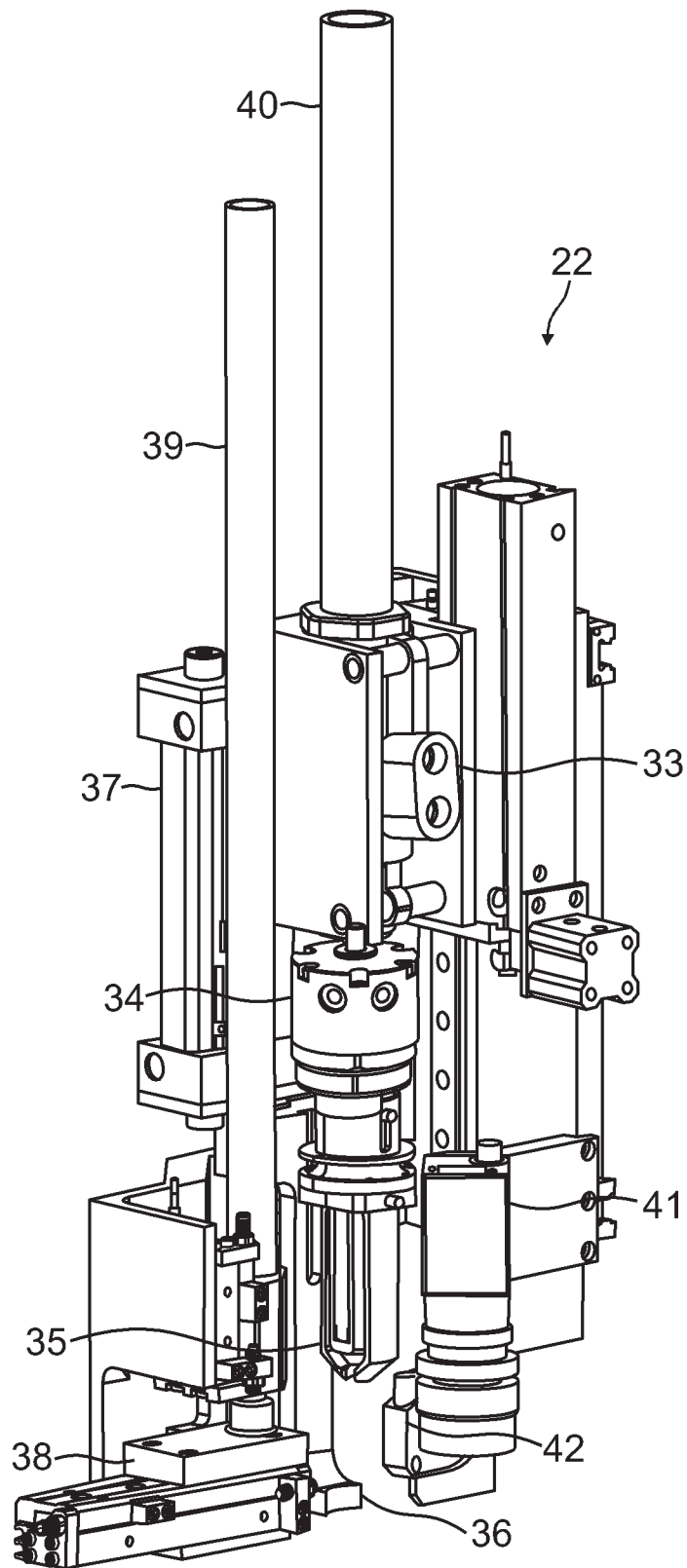


FIG. 4E

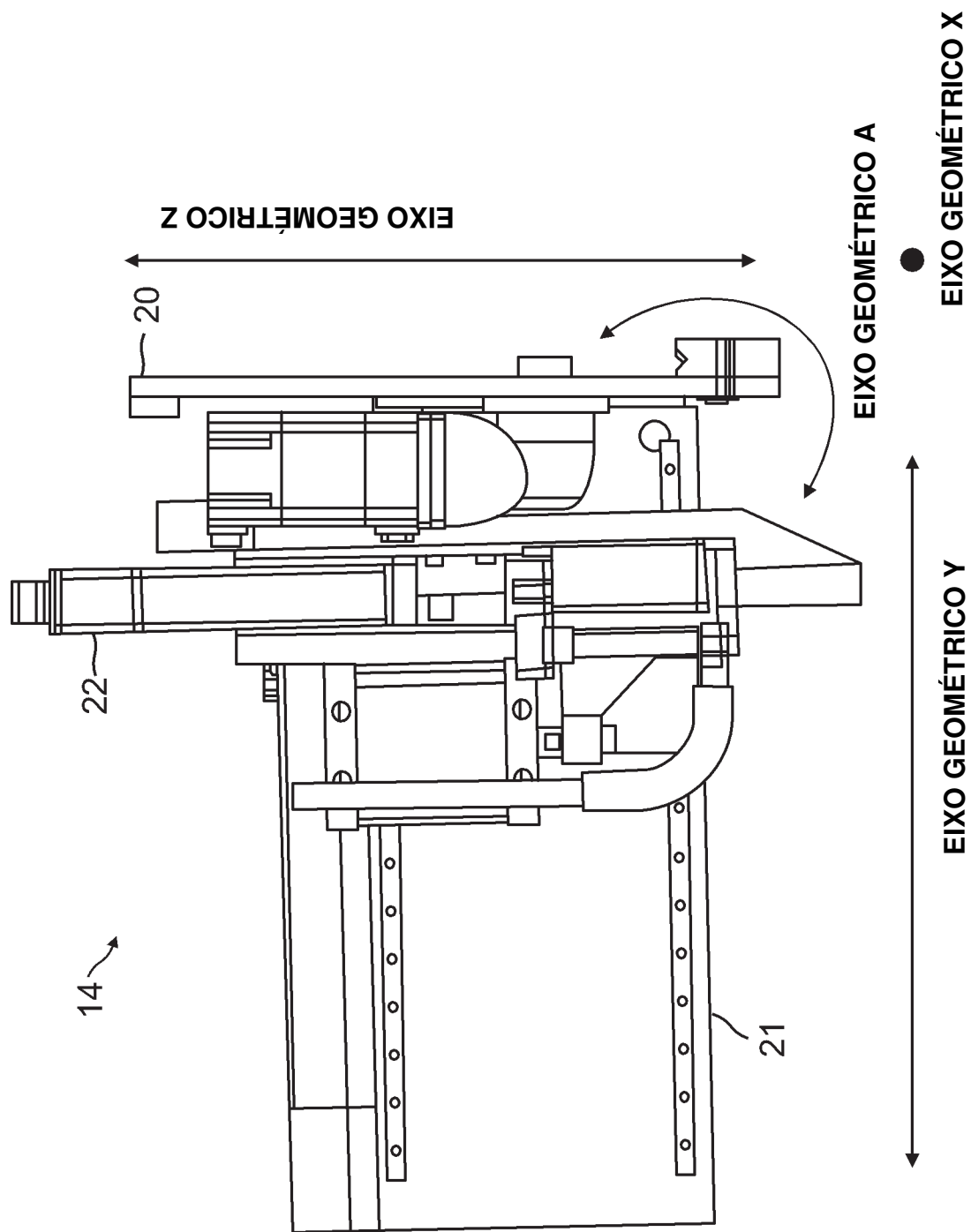


FIG. 4F

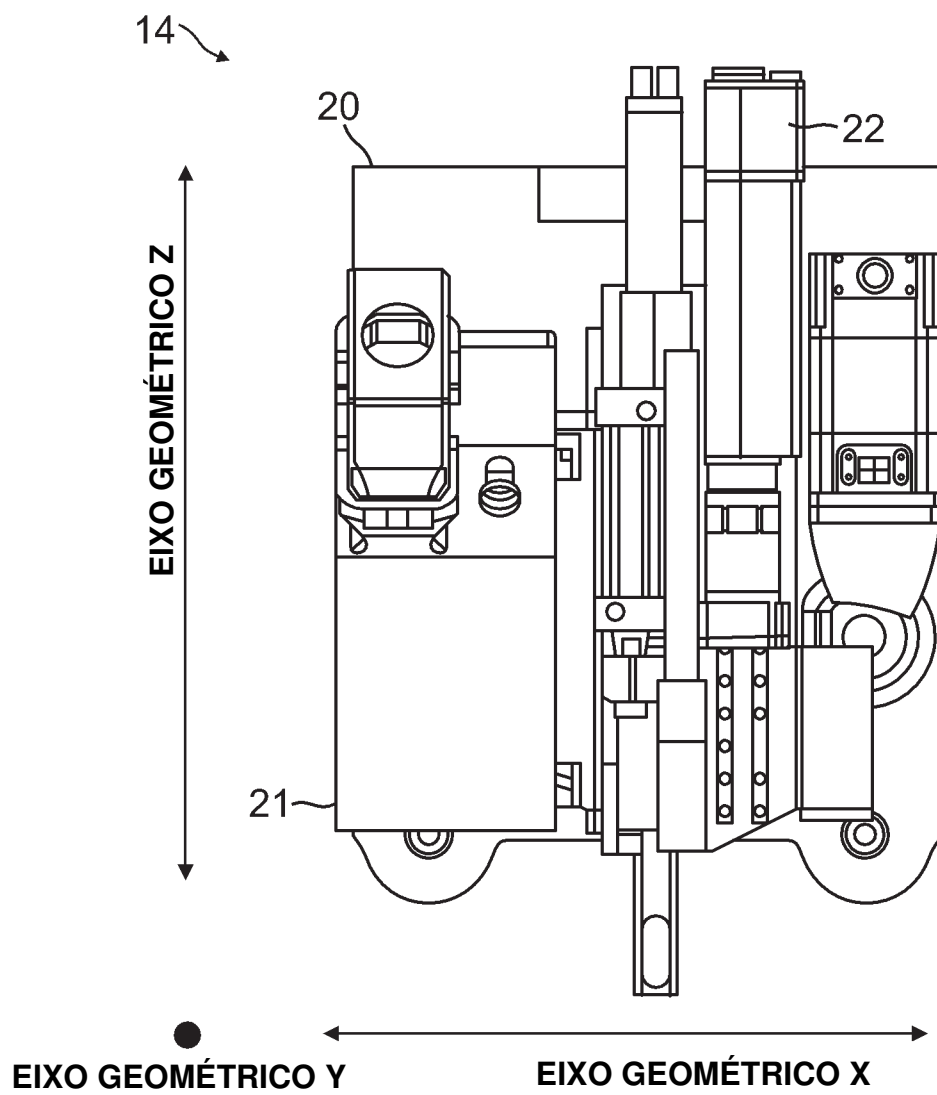


FIG. 4G

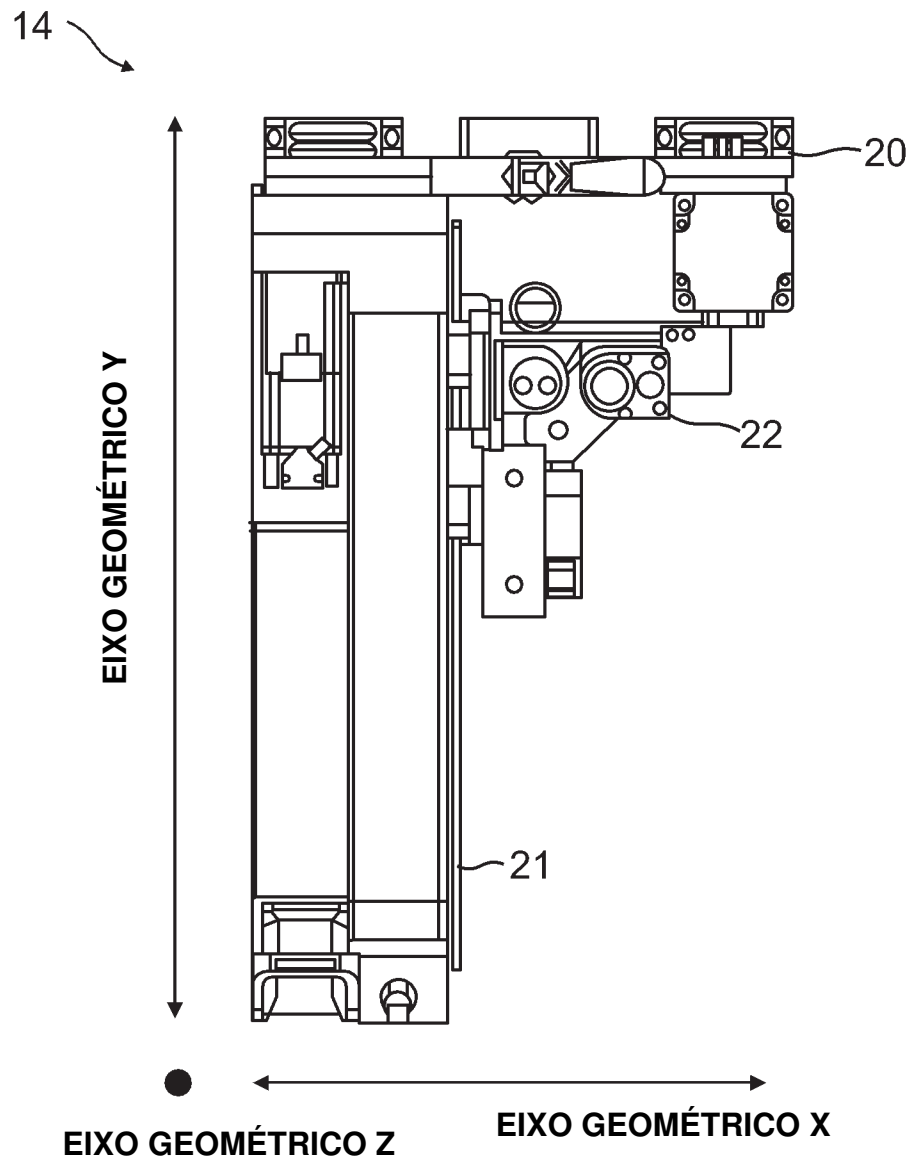


FIG. 4H

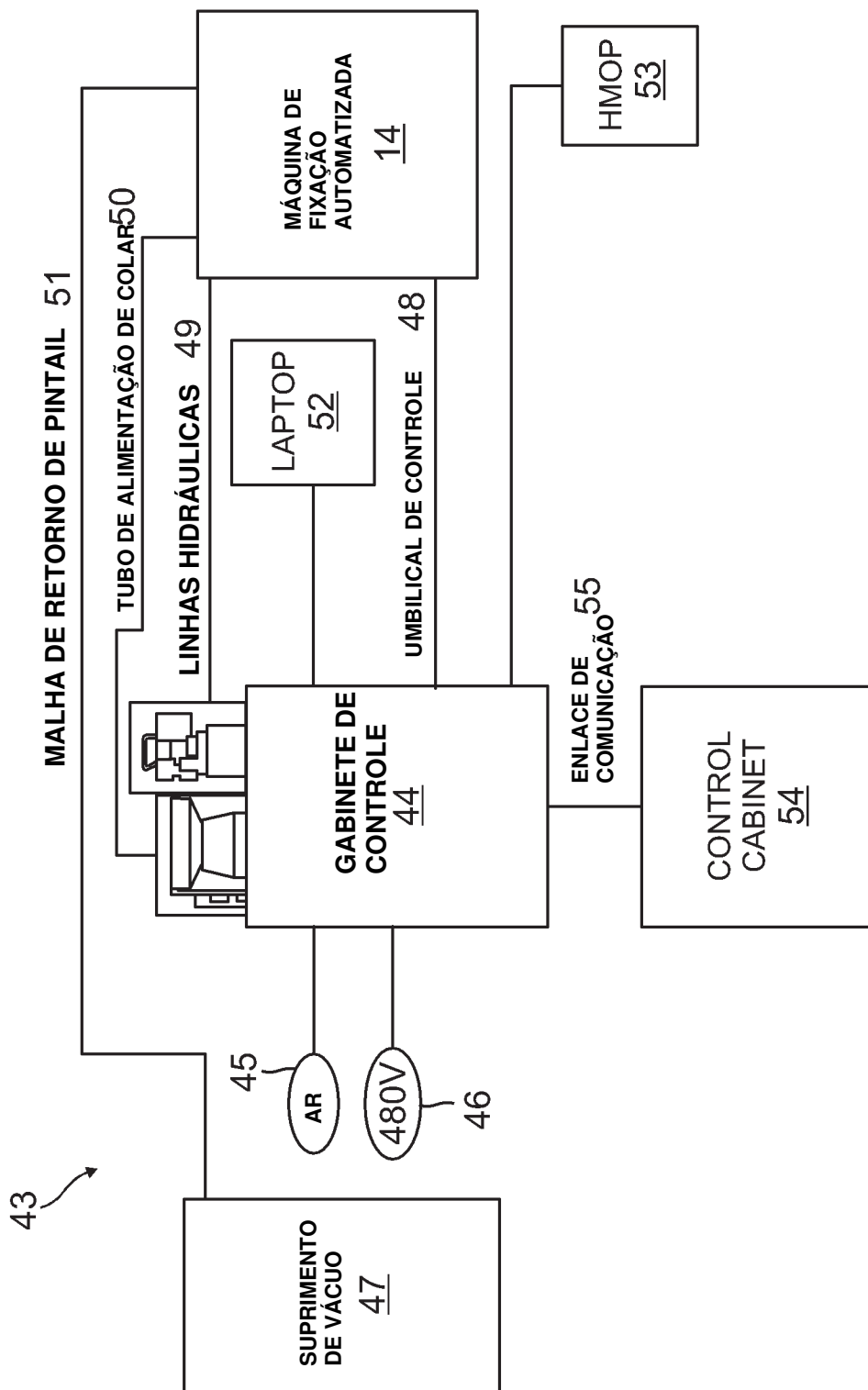


FIG. 5A

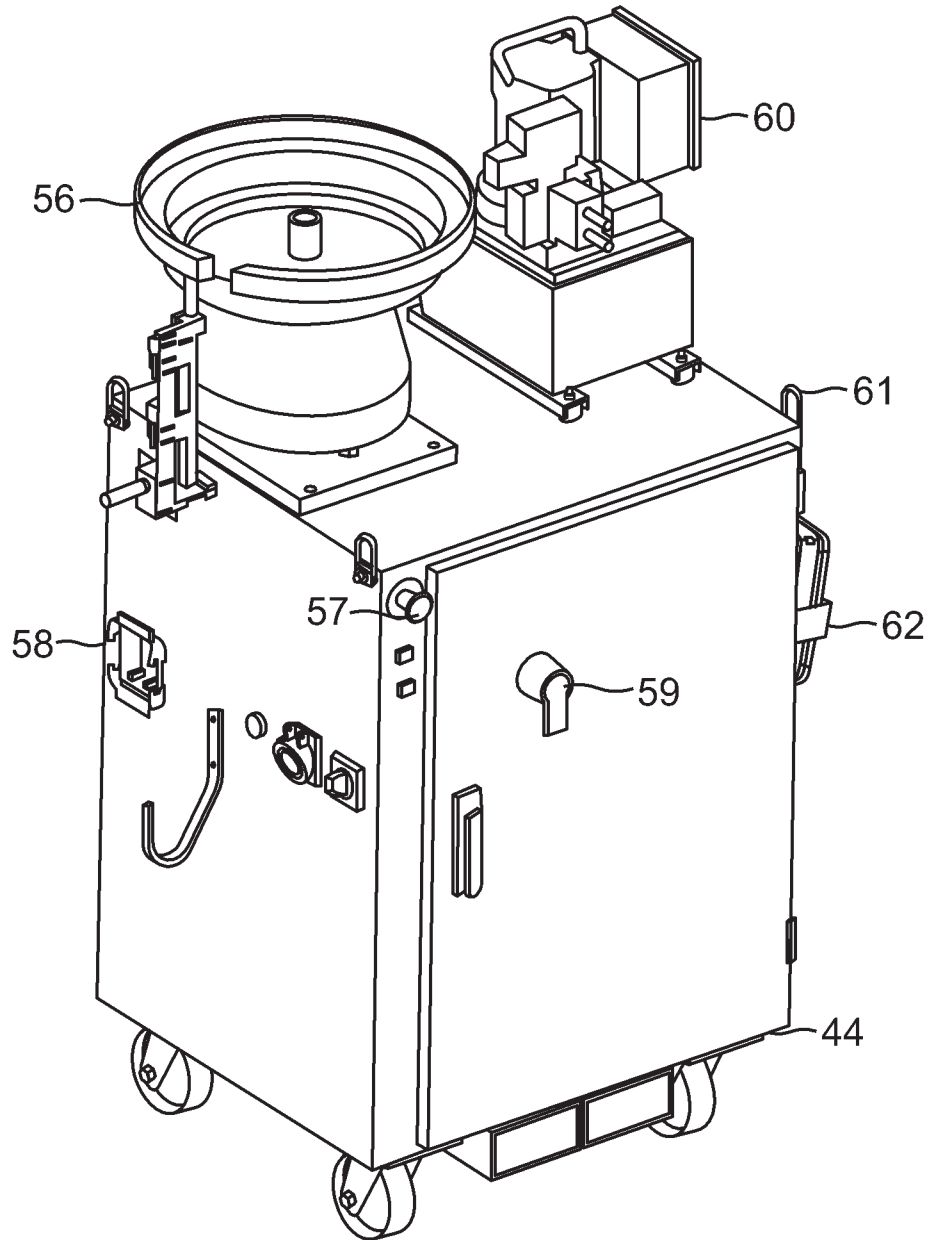


FIG. 5B

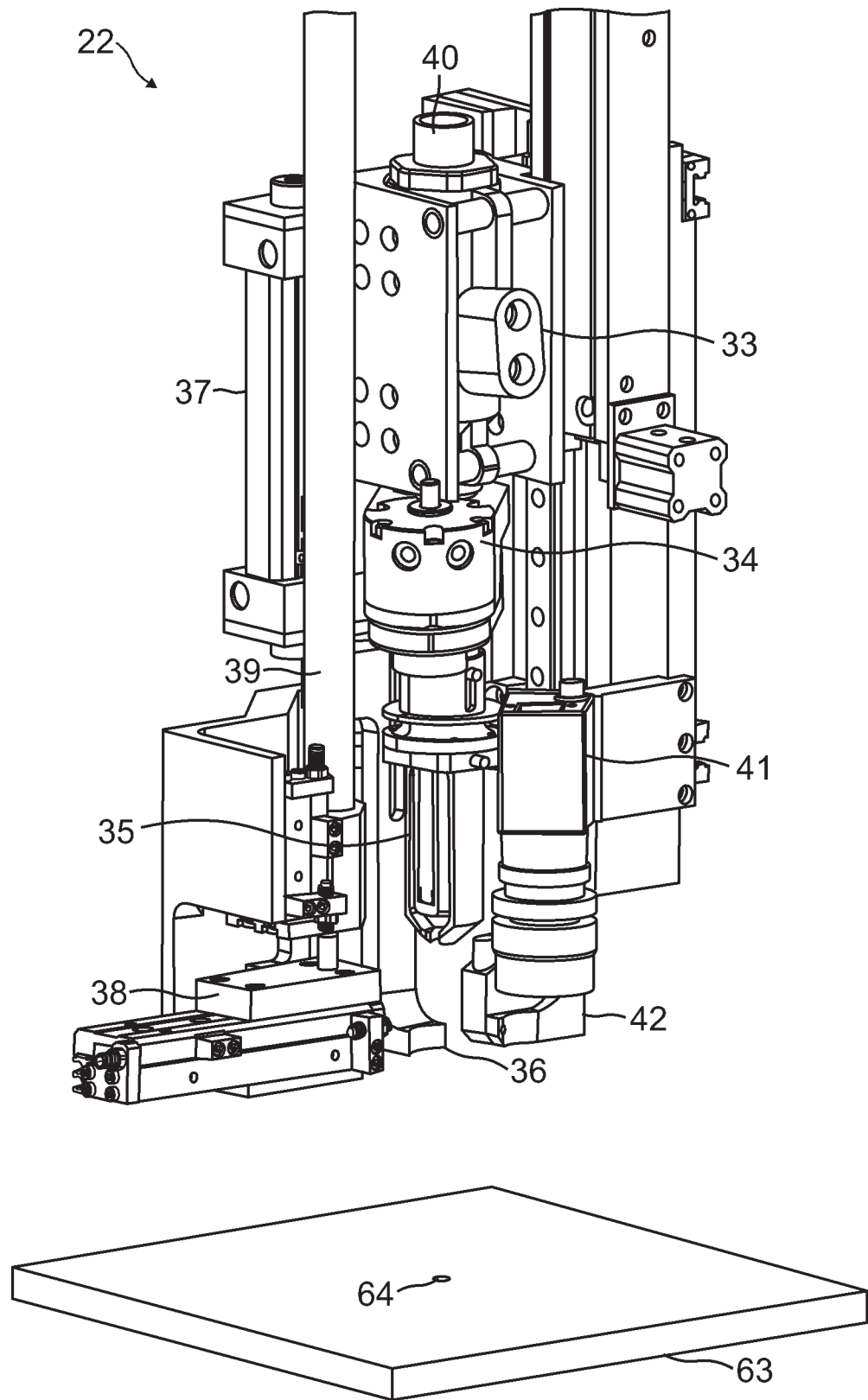


FIG. 6A

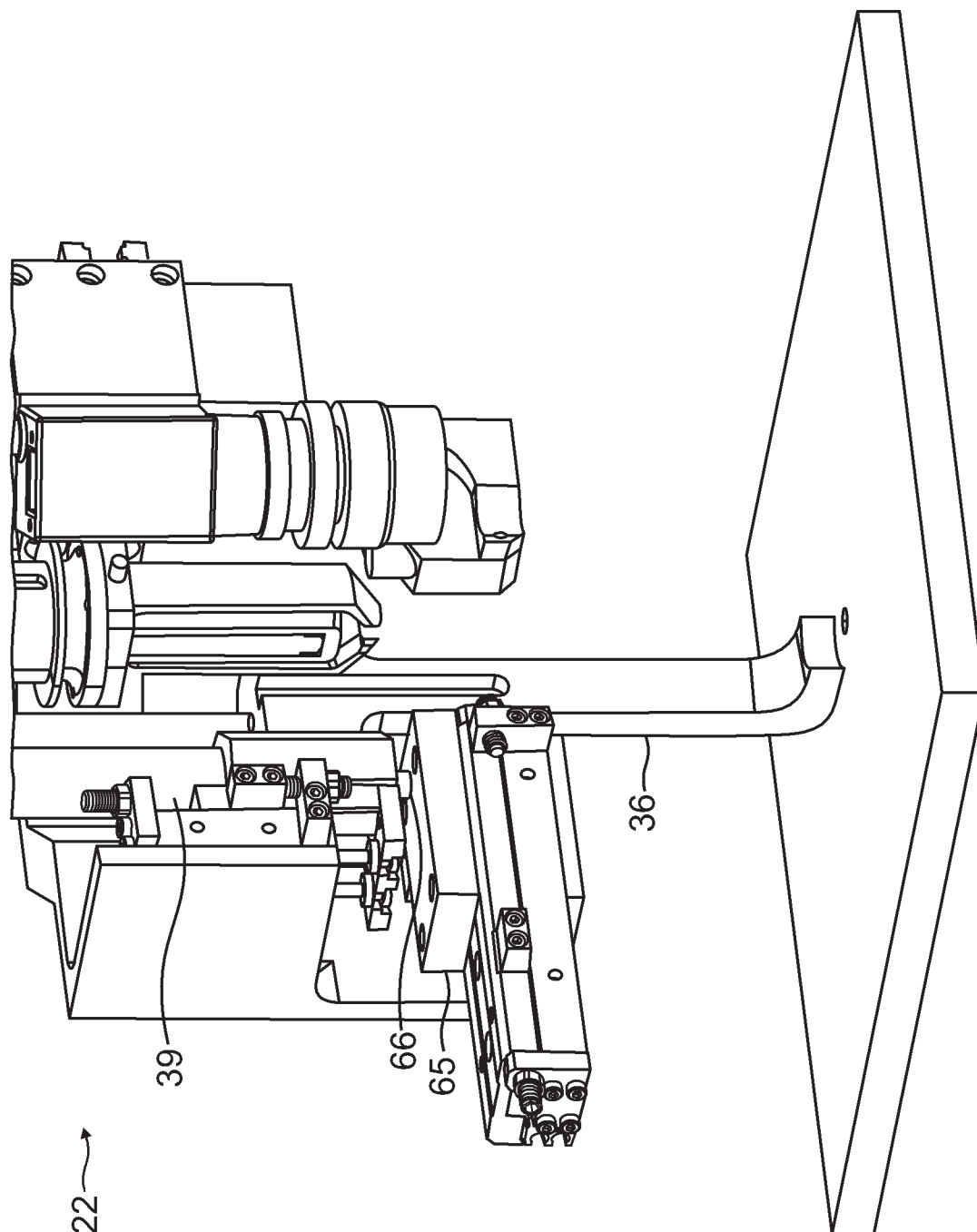


FIG. 6B

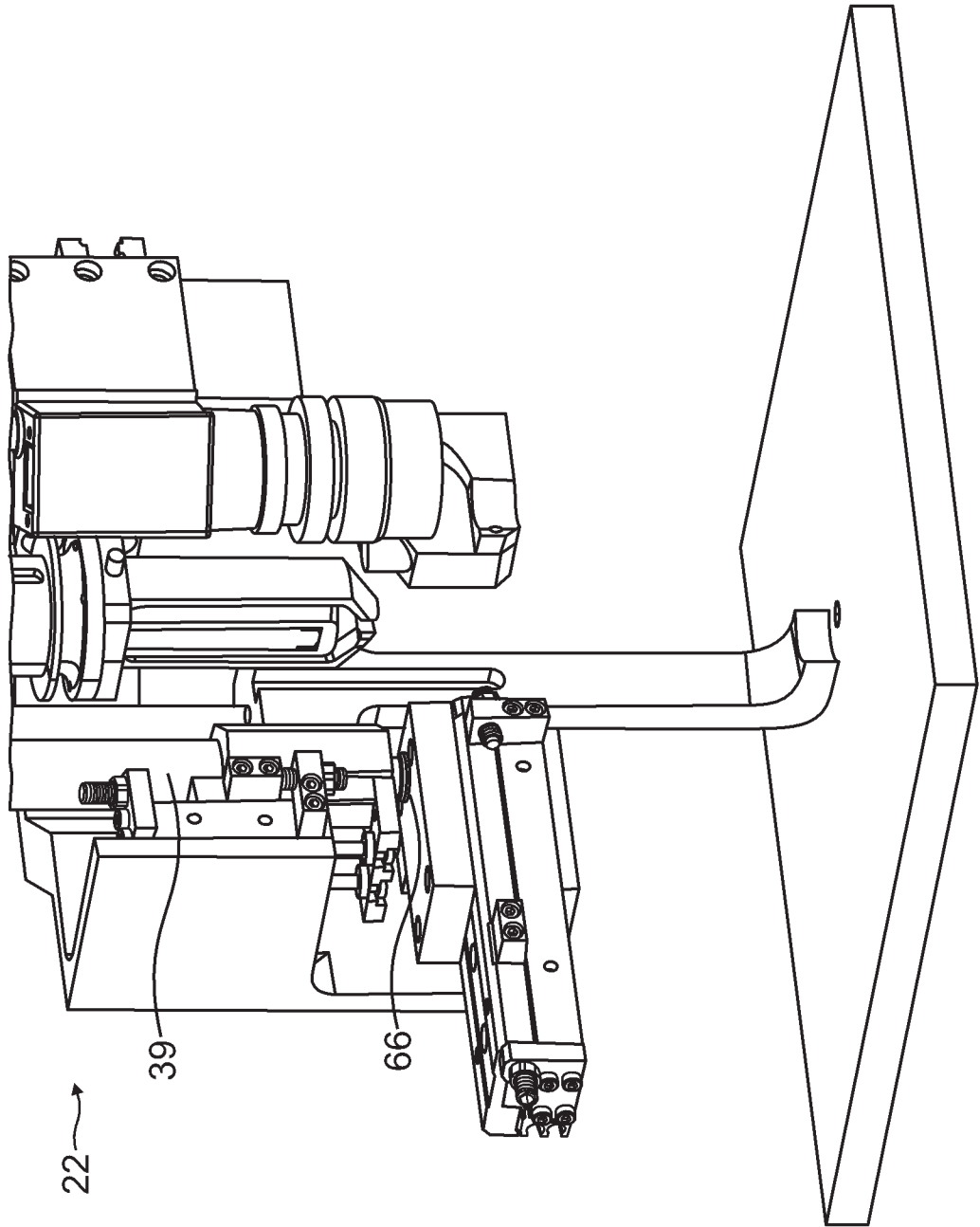


FIG. 6C

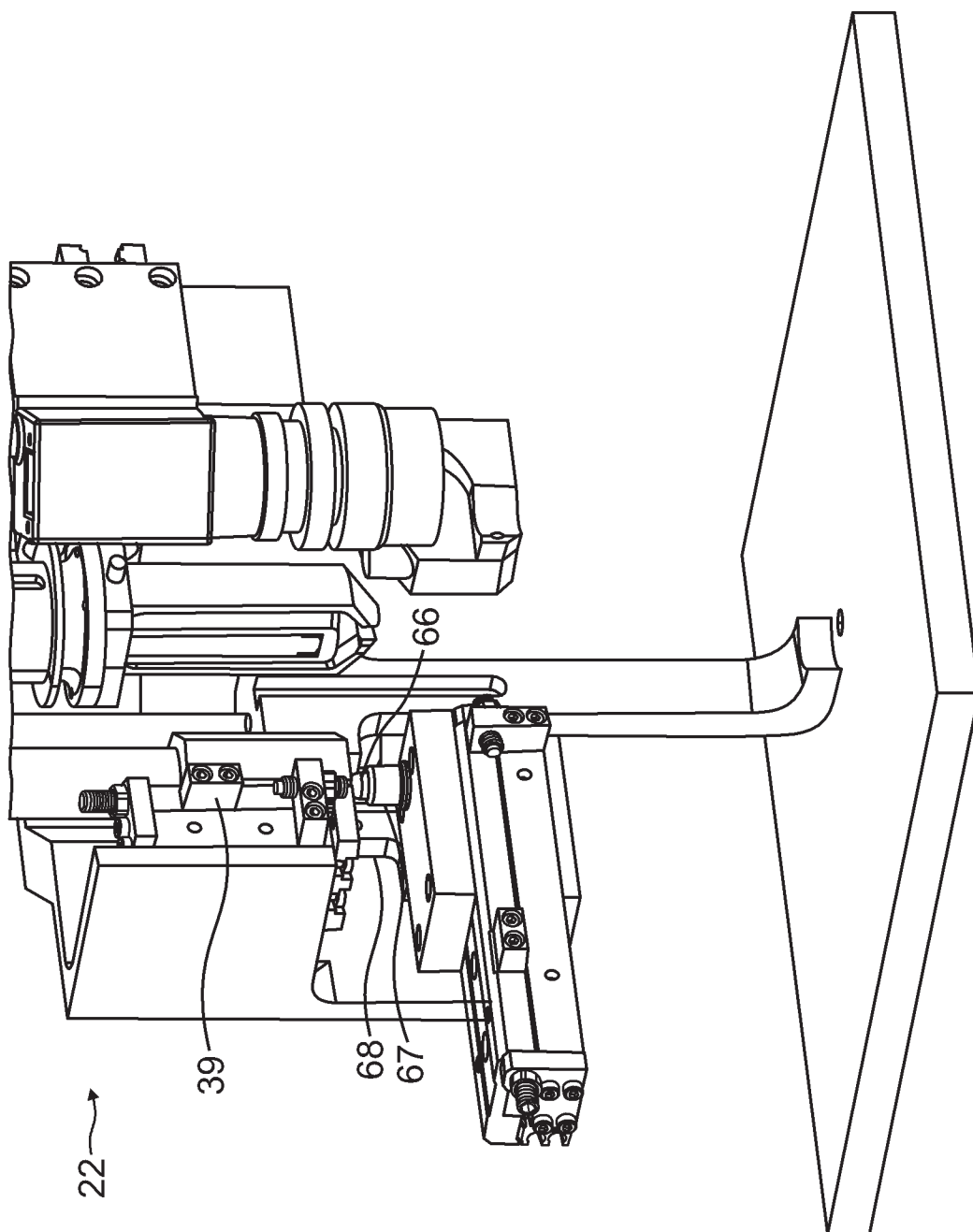


FIG. 6D

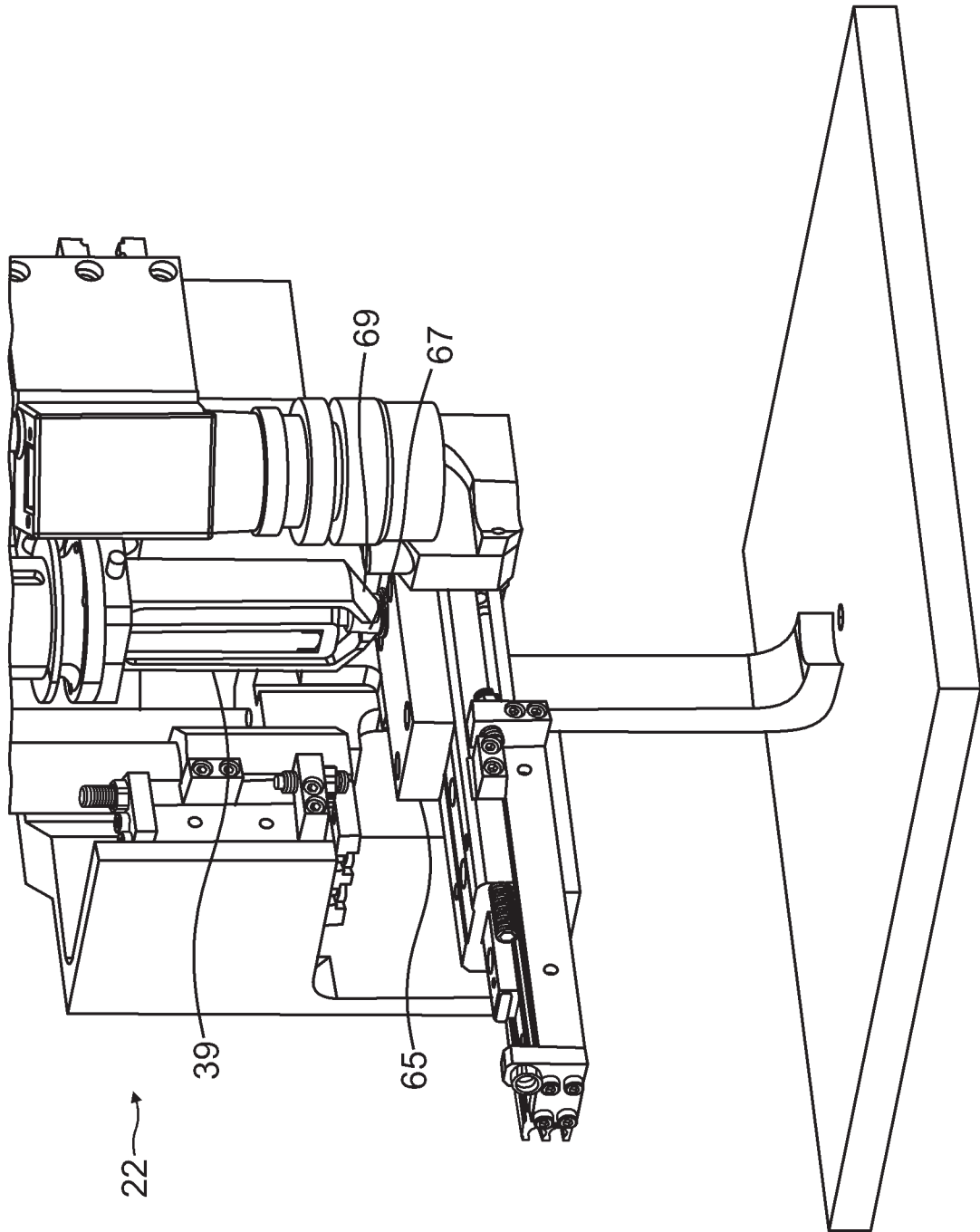
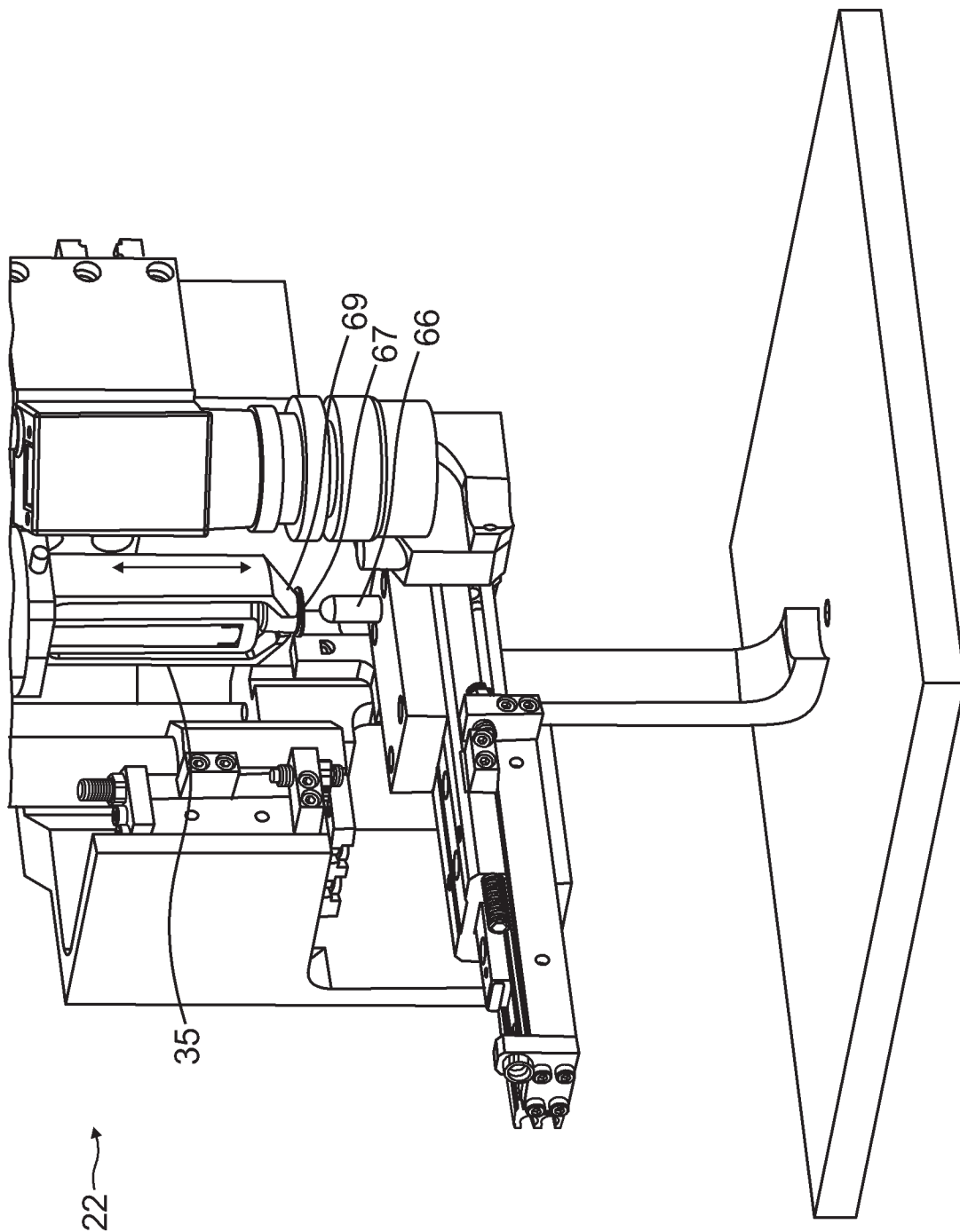


FIG. 6E



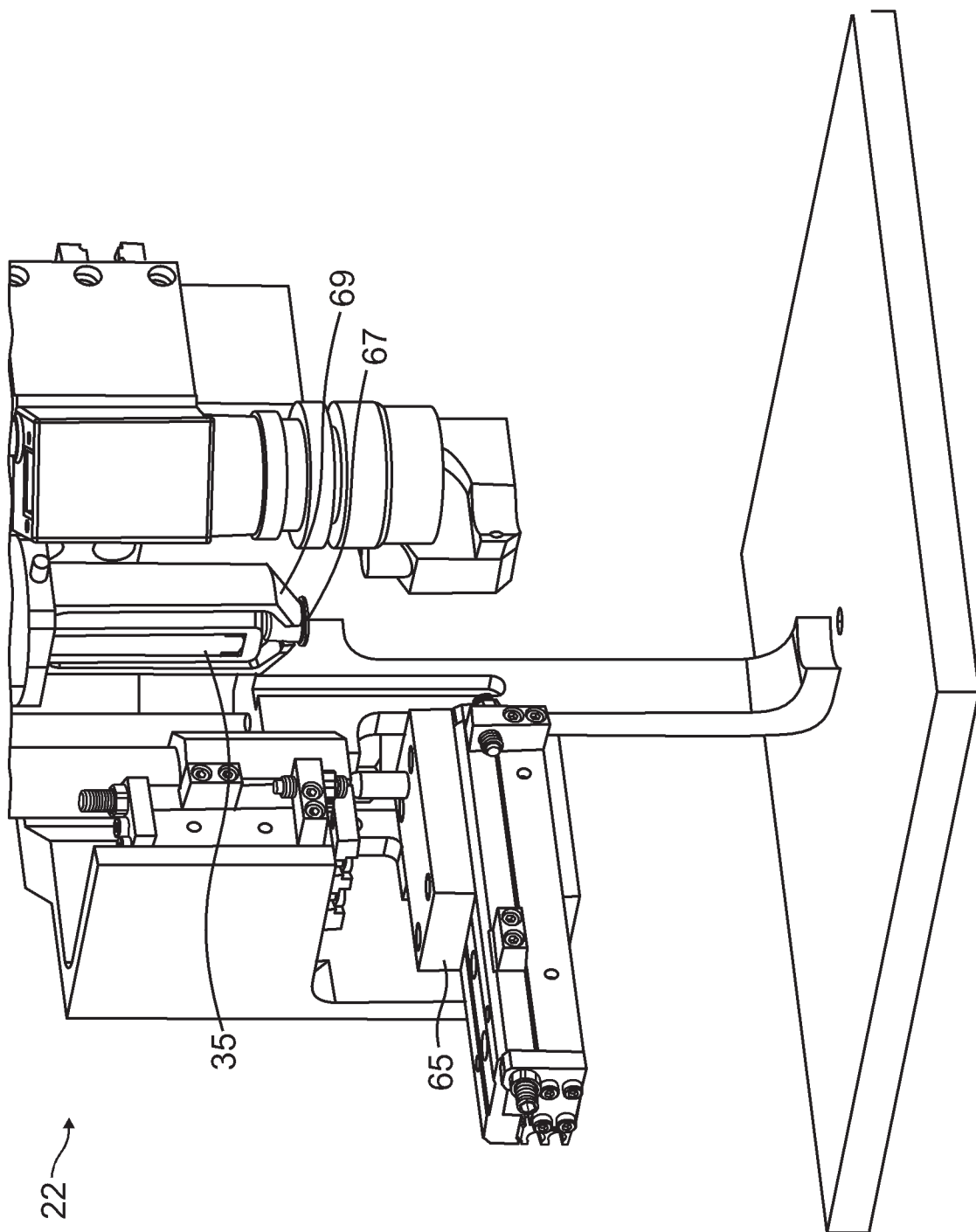


FIG. 6G

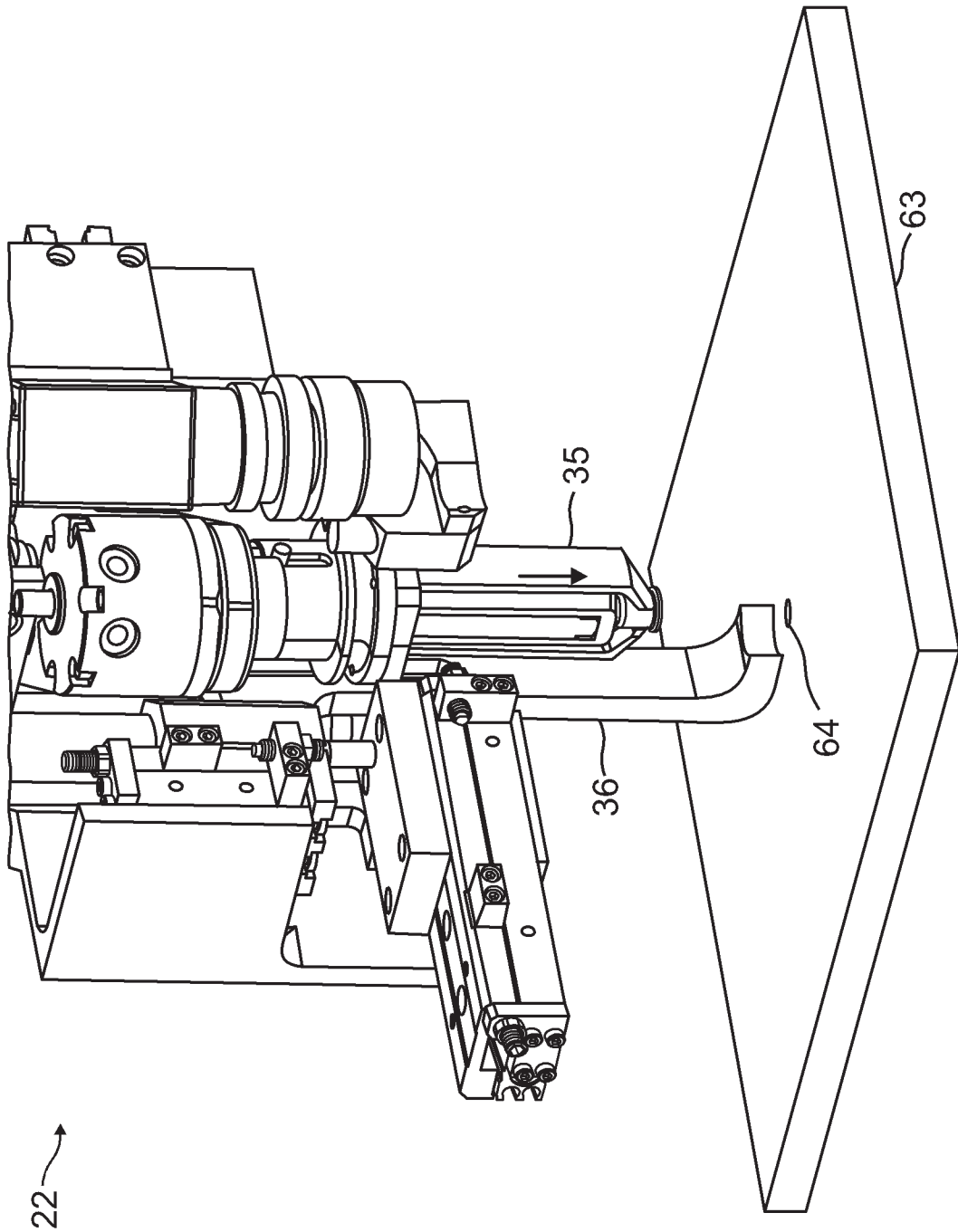


FIG. 6H

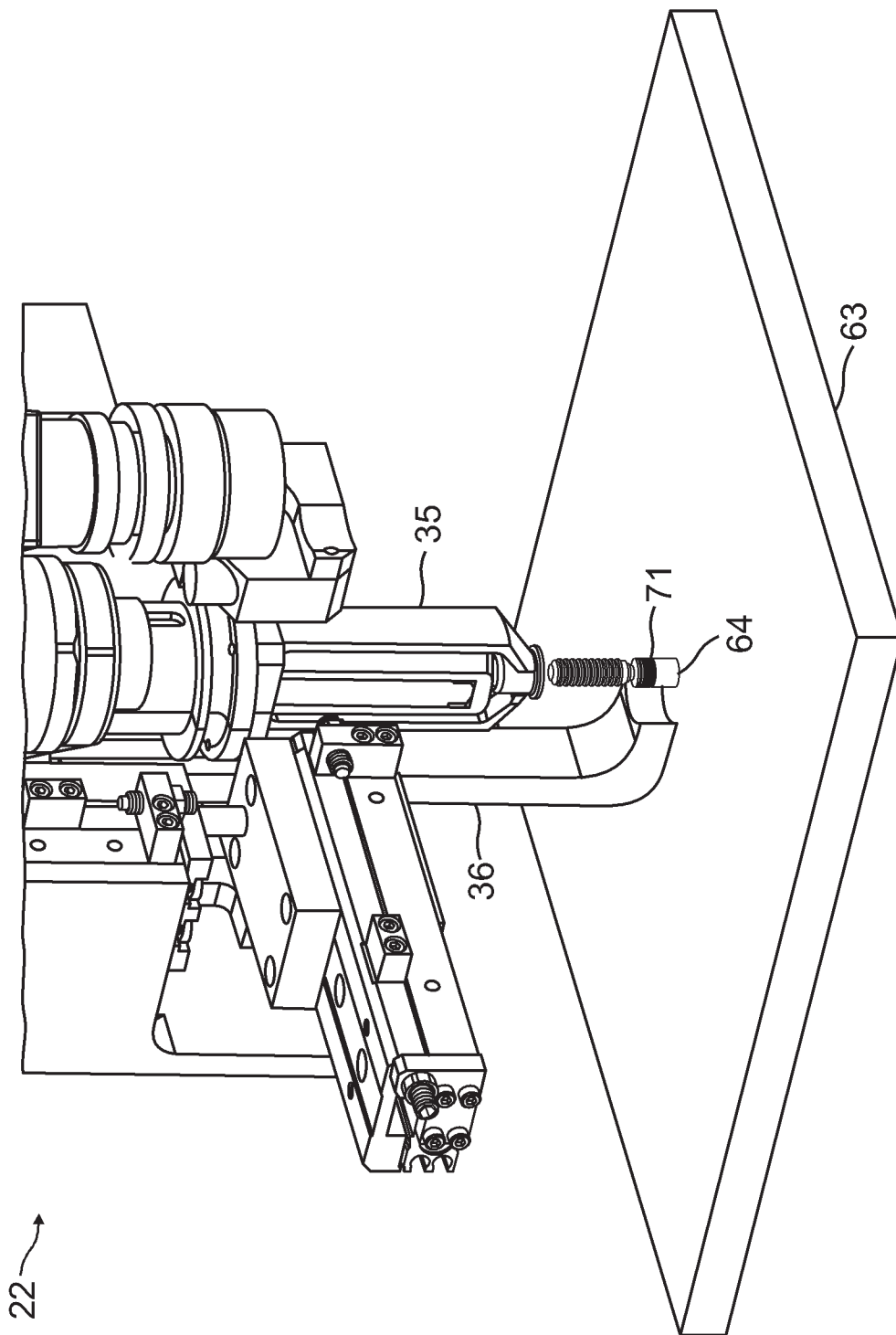


FIG. 6I

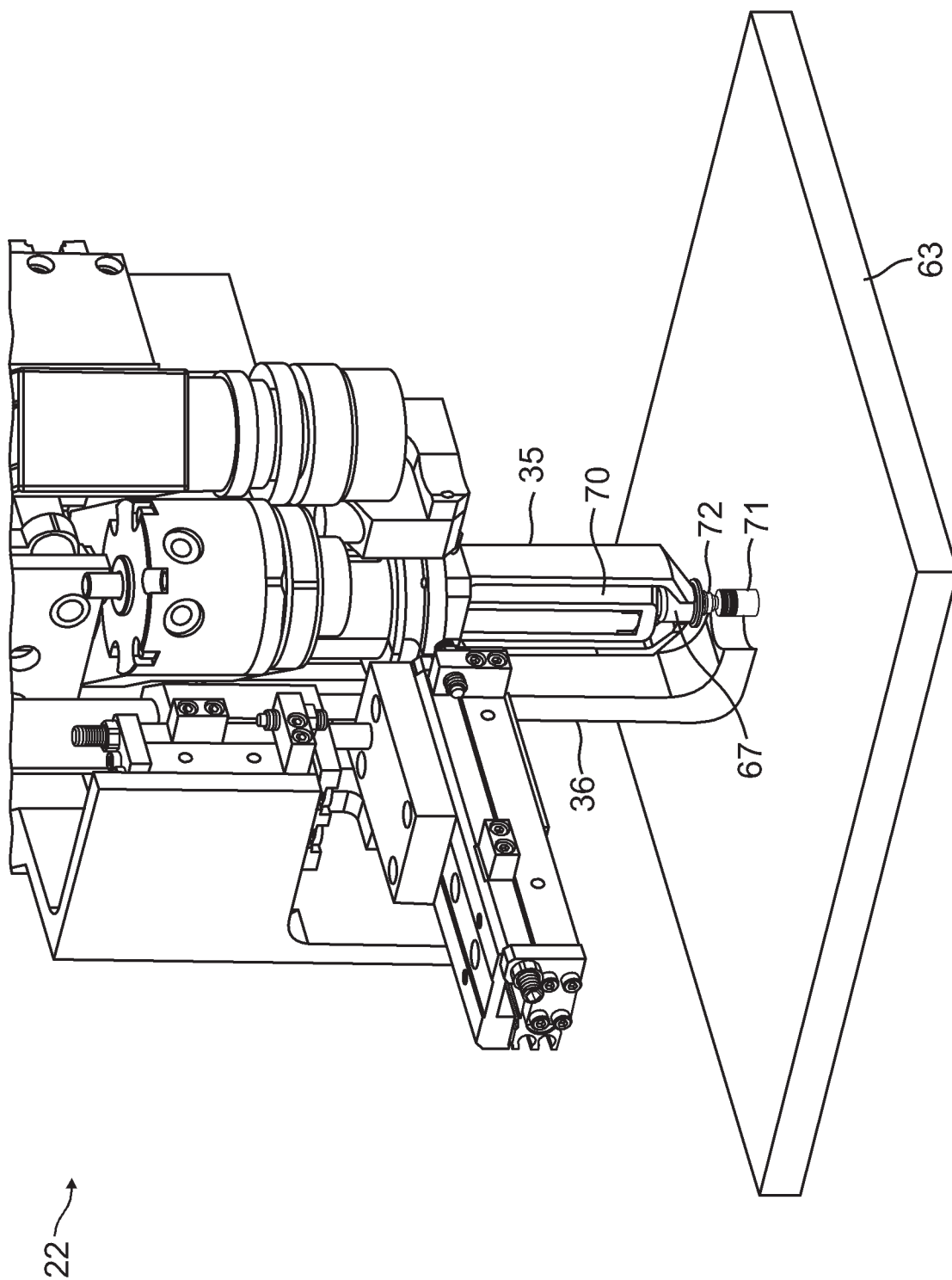


FIG. 6J

22 →

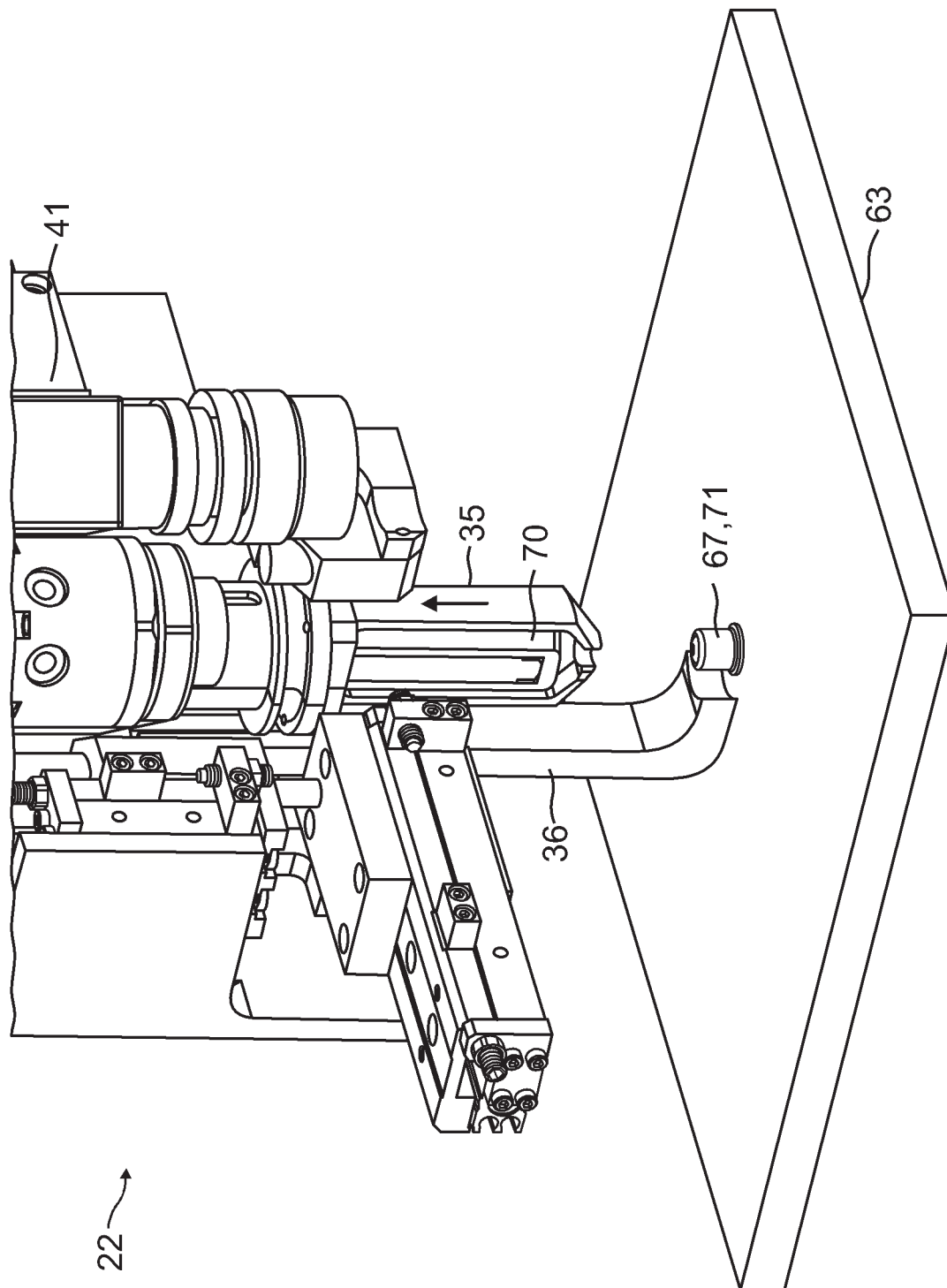


FIG. 6K

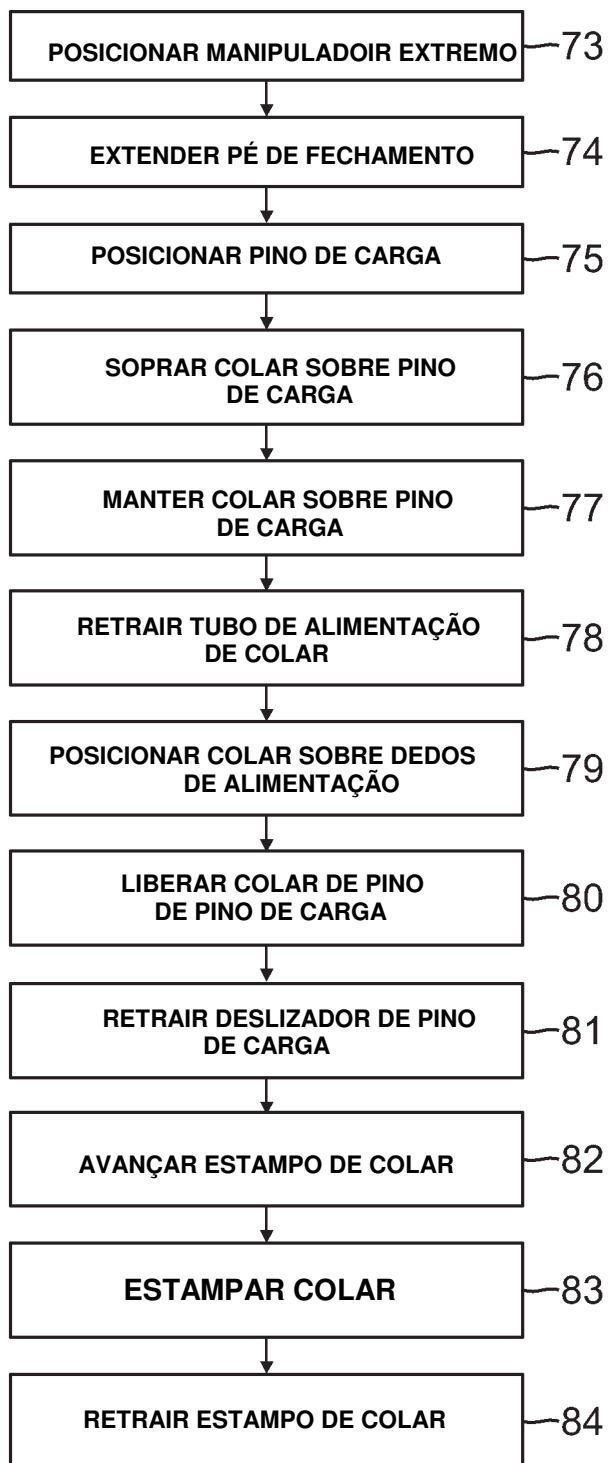


FIG. 7

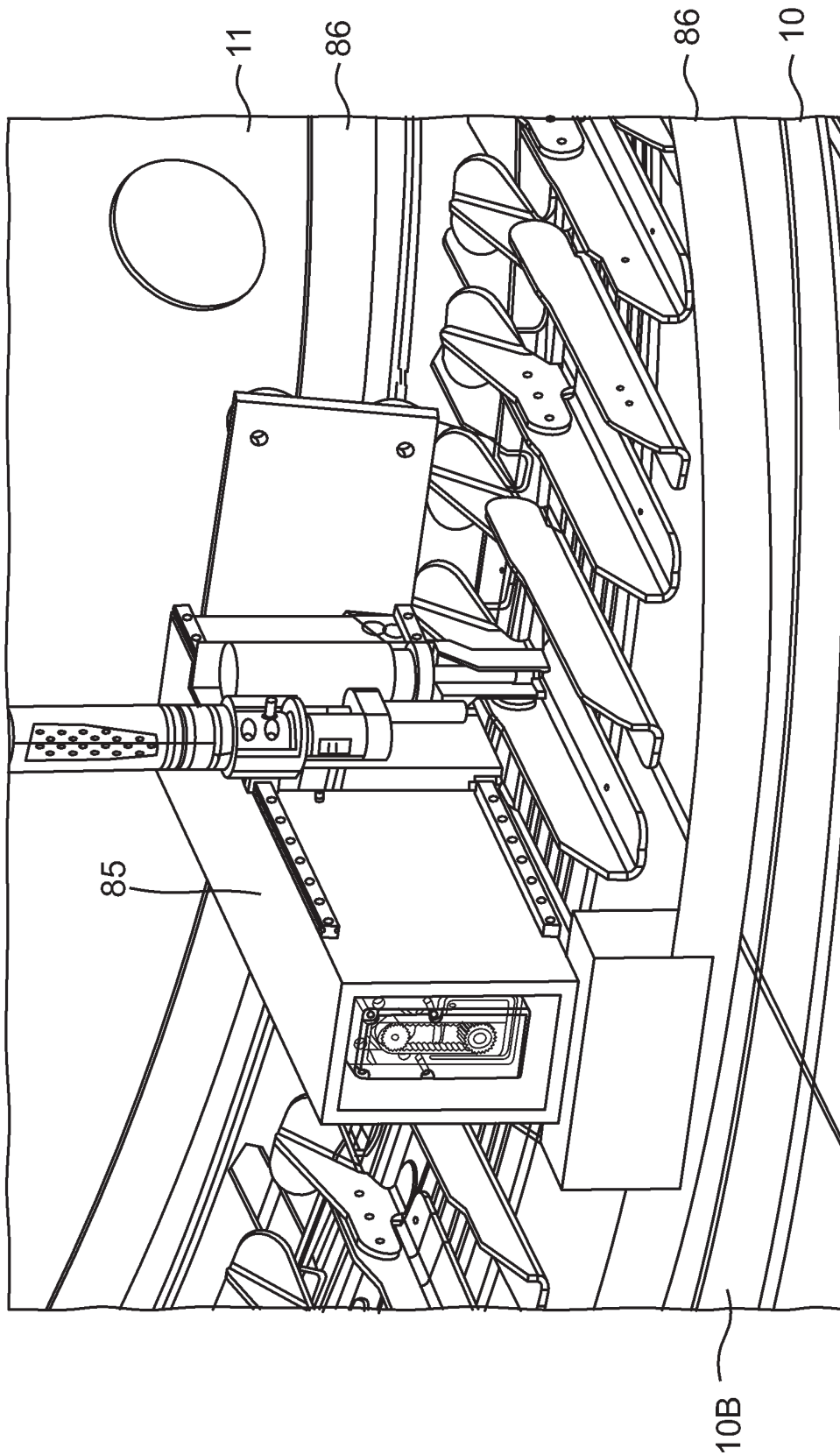


FIG. 8A

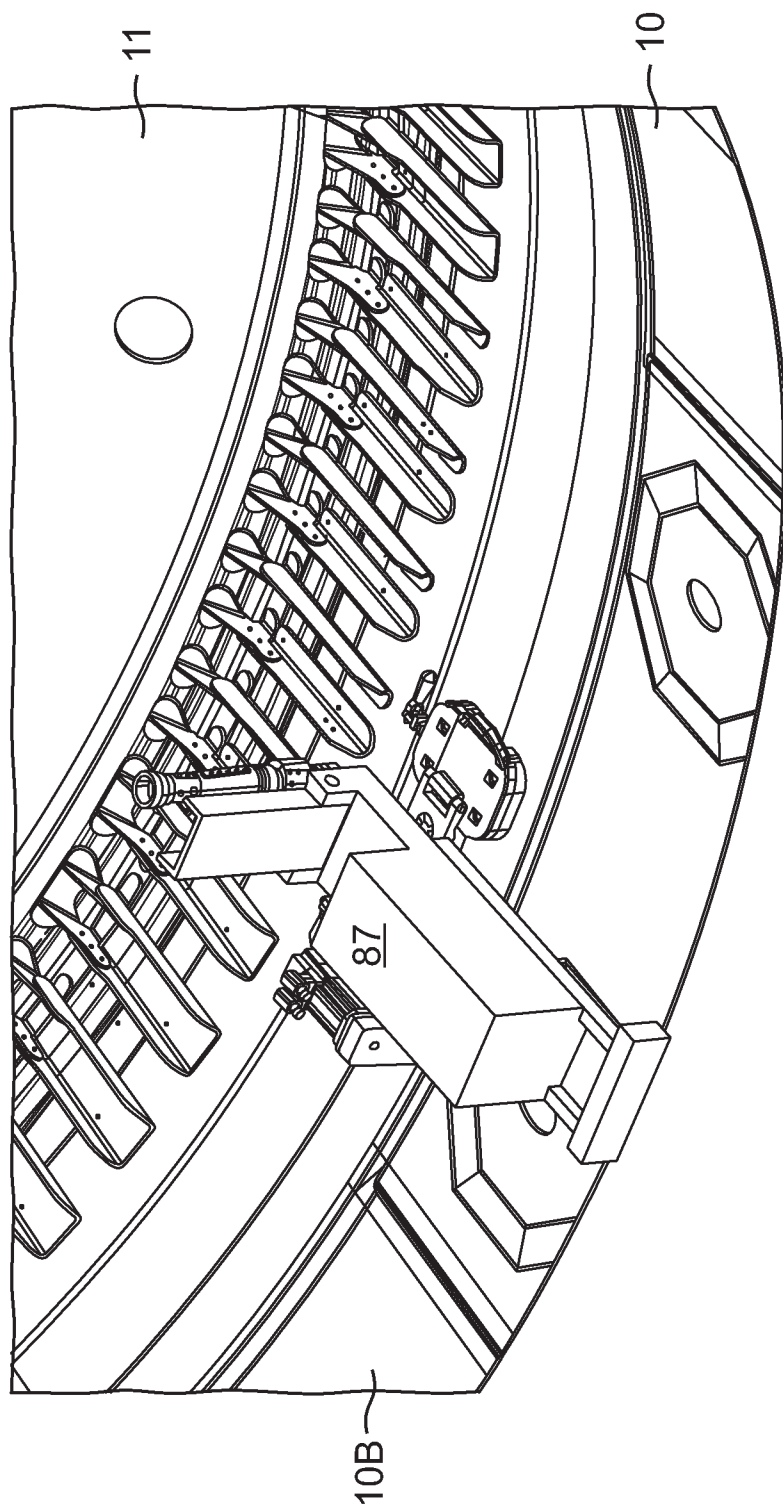


FIG. 8B

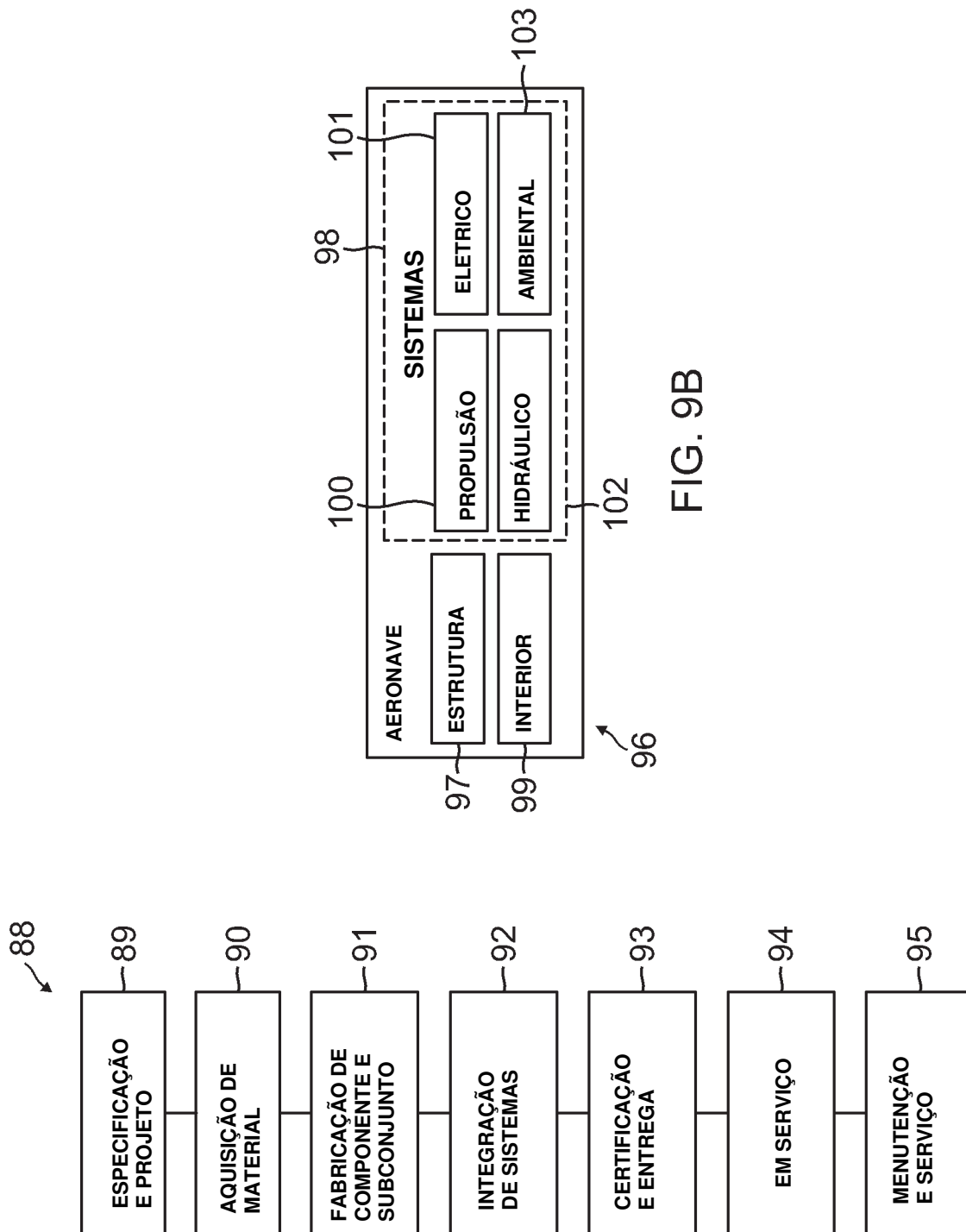


FIG. 9B

FIG. 9A