



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

(21) BR 102020004701-9 A2



(22) Data do Depósito: 09/03/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 03/11/2020

(54) Título: VEÍCULO DE TRABALHO.

(51) Int. Cl.: G05B 19/04; B62D 1/12.

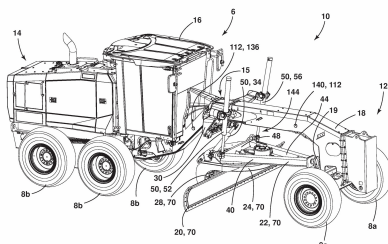
(52) CPC: G05B 19/04; B62D 1/12.

(30) Prioridade Unionista: 10/04/2019 US 16/380,752.

(71) Depositante(es): DEERE & COMPANY.

(72) Inventor(es): DAVID A. VEASY; CRAIG CHRISTOFFERSON; MICHAEL D. PEAT; LANCE R. SHERLOCK.

(57) **Resumo:** Um veículo de trabalho incluindo um corpo, uma estrutura operacional móvel em relação ao corpo em torno de uma articulação primária, um arranjo de ligação configurado para ajustar uma posição da estrutura operacional em relação ao corpo, e um instrumento de trabalho acoplado à estrutura operacional e móvel em relação ao corpo. Um primeiro sensor é posicionado no corpo. Um segundo sensor é posicionado em pelo menos um dentre: a estrutura operacional, o arranjo de ligação e o instrumento de trabalho. Um processador é configurado para receber um primeiro sinal do primeiro sensor, em que o primeiro sinal é representativo de uma medição detectada pelo primeiro sensor; receber um segundo sinal do segundo sensor, em que o segundo sinal é representativo de uma medição detectada pelo segundo sensor, e determinar um erro de medição do primeiro sensor com base nos sinais do primeiro sensor e do segundo sensor.



VEÍCULO DE TRABALHO

CAMPO DA DESCRIÇÃO

[001] A presente descrição refere-se a veículos de trabalho e, especificamente, a um método de calibração de um sensor posicionado em um veículo de trabalho.

FUNDAMENTOS

[002] Os veículos de trabalho são frequentemente usados para manipular uma superfície (por exemplo, o solo) ou para mover materiais (por exemplo, sujeira, cultivo). Por exemplo, as motoniveladoras são usadas para contornar e suavizar a superfície de um canteiro de obras. Geralmente, as motoniveladoras incluem, entre outras coisas, uma estrutura principal, uma estrutura de tração, uma estrutura circular, uma estrutura basculante e um instrumento de trabalho. A estrutura principal suporta uma cabine de operador e o motor do veículo. O instrumento de trabalho é usado para manipular a superfície ou mover materiais de superfície ou próximos à superfície. O instrumento de trabalho é, em alguns pedidos, uma lâmina capaz de mover solo e sujeira para criar o contorno desejado na superfície. Em outros pedidos, no entanto, o instrumento de trabalho pode ser uma pá ou outra ferramenta capaz de manipular o solo ou do contrário materiais em movimento.

[003] A operação da estrutura de tração, da estrutura circular, e da estrutura basculante controla o movimento da lâmina para criar a superfície de solo desejada. Em particular, a estrutura de tração suporta a estrutura circular, a estrutura basculante, e a lâmina, e é capaz de se mover em relação à estrutura principal. A estrutura circular suporta a estrutura basculante e a lâmina, e é capaz de girar em relação à estrutura de tração. A estrutura basculante suporta a lâmina, e é capaz de mover a lâmina em relação à estrutura circular.

[004] Cada uma dessas estruturas operacionais (isto é, a estrutura de tração, a estrutura circular e a estrutura basculante) controla uma direção

diferente do movimento e/ou rotação da lâmina. Consequentemente, a manipulação da estrutura de tração, da estrutura circular, e da estrutura basculante permite que a lâmina seja ajustada entre várias posições e orientações diferentes para moldar a superfície do solo. O controle preciso da lâmina pode ser uma tarefa complexa, a qual exige que o operador opere a estrutura de tração, a estrutura circular e a estrutura basculante para posicionar e mover a lâmina.

[005] O rastreamento da posição da estrutura de tração pode melhorar ou simplificar a operação da motoniveladora. Algumas motoniveladoras utilizam um sensor para ajudar a rastrear o movimento de uma ou mais das estruturas operacionais. Os sensores podem ser calibrados de modo que possam prover um *feedback* mais preciso. Consequentemente, a descrição provida aqui descreve sistemas e métodos de calibração de um ou mais sensores de uma motoniveladora.

SUMÁRIO

[006] Em uma modalidade, um veículo de trabalho inclui um corpo, uma estrutura operacional móvel em relação ao corpo em torno de uma junta primária, um arranjo de articulação configurado para ajustar uma posição da estrutura operacional em relação ao corpo, e um instrumento de trabalho acoplado à estrutura operacional e móvel em relação ao corpo. Um primeiro sensor é posicionado no corpo. Um segundo sensor é posicionado em pelo menos um dentre a estrutura operacional, o arranjo de articulação e o instrumento de trabalho. Um processador é configurado para receber um primeiro sinal proveniente do primeiro sensor, em que o primeiro sinal é representativo de uma medição detectada pelo primeiro sensor; receber um segundo sinal proveniente do segundo sensor, em que o segundo sinal é representativo de uma medição detectada pelo segundo sensor; e determinar um erro de medição do primeiro sensor com base nos sinais provenientes do primeiro sensor e do segundo sensor.

[007] Em outra modalidade, um veículo de trabalho inclui um corpo, um instrumento de trabalho móvel em relação ao corpo, e um arranjo de articulação configurado para ajustar uma posição do instrumento de trabalho em relação ao corpo, em que o arranjo de articulação inclui uma pluralidade de sistemas hidráulicos cilindros, cada um dos quais sendo móvel entre uma posição estendida e uma posição retraída para ajustar um comprimento dos mesmos. Um primeiro sensor é posicionado no corpo. Um segundo sensor é posicionado em um primeiro cilindro da pluralidade de cilindros do arranjo de articulação, em que o segundo sensor é configurado para detectar um parâmetro do primeiro cilindro. Um processador é configurado para determinar um erro de medição do primeiro sensor com base, pelo menos em parte, em um sinal representativo de uma medição detectada pelo segundo sensor.

[008] Em uma modalidade adicional, um veículo de trabalho inclui um corpo, uma estrutura operacional móvel em relação ao corpo em torno de uma junta primária, um arranjo de articulação configurado para ajustar uma posição da estrutura operacional em relação ao corpo, e um instrumento de trabalho acoplado à estrutura operacional e móvel em relação ao corpo. Uma interface de usuário é configurada para exibir informações para um operador do veículo de trabalho. Um primeiro sensor é posicionado no corpo. Um segundo sensor é posicionado em pelo menos um dentre a estrutura operacional, o arranjo de articulação e a lâmina. Um processador é configurado para determinar um erro de medição do primeiro sensor com base, pelo menos em parte, em um sinal proveniente do primeiro sensor e um sinal proveniente do segundo sensor, e emitir um erro de medição do primeiro sensor para a interface de usuário.

[009] Outros aspectos se tornarão evidentes através da seguinte descrição detalhada e das figuras anexas.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

- [0010] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma motoniveladora de acordo com uma modalidade.
- [0011] A Figura 2 é uma vista lateral da motoniveladora da Figura 1.
- [0012] A Figura 3 é uma vista superior da motoniveladora da Figura 1.
- [0013] A Figura 4 é uma vista em perspectiva frontal das estruturas operacionais da motoniveladora da Figura 1.
- [0014] A Figura 5 é uma vista detalhada de uma sela da motoniveladora da Figura 1.
- [0015] A Figura 6 é uma vista em perspectiva traseira de certas estruturas operacionais da motoniveladora da Figura 1.
- [0016] A Figura 7 é um diagrama esquemático de um sistema de controle de acordo com uma modalidade.
- [0017] A Figura 8 é um fluxograma de um método para calibrar um sensor em um veículo de trabalho.
- [0018] Antes de qualquer modalidade da presente descrição ser explicada de forma detalhada, deverá ser entendido que a descrição não se limita, em seu pedido, aos detalhes de construção e ao arranjo dos componentes estabelecidos na descrição a seguir, ou ilustrados nas figuras subsequentes. A presente descrição é capaz de suportar outras modalidades e de ser praticada ou realizada de várias maneiras. Além disso, deverá ser entendido que a fraseologia e terminologia utilizadas aqui são para fins de descrição e não devem ser consideradas como limitativas. O uso de “incluindo”, “compreendendo” ou “possuindo” e suas variações neste pedido visa abranger os itens listados posteriormente e seus equivalentes, bem como itens adicionais. A menos que especificado ou limitado de outra forma, os termos “montado”, “conectado”, “suportado” e “acoplado” e suas variações são amplamente utilizados e abrangem montagens, conexões, suportes e acoplamentos diretos e indiretos. Além disso, “conectado” e “acoplado” não

estão restritos a conexões ou acoplamentos físicos ou mecânicos. Termos de graduação, tais como “substancialmente”, “cerca”, “aproximadamente” etc., são entendidos pelos técnicos no assunto como referências a intervalos razoáveis fora do valor fornecido, por exemplo, tolerâncias gerais associadas à fabricação, montagem e uso das modalidades descritas.

[0019] Além disso, deverá ser notado que uma pluralidade de dispositivos baseados em *hardware* e *software*, bem como uma pluralidade de diferentes componentes estruturais pode ser utilizada para implementar modalidades descritas no presente documento. Além disso, deverá ser entendido que as modalidades aqui descritas podem incluir *hardware*, *software* e componentes ou módulos eletrônicos que, para fins de discussão, podem ser ilustrados e descritos como se a maioria dos componentes fosse implementada apenas em *hardware*. No entanto, um técnico no assunto, com base na leitura da presente descrição detalhada, reconhecerá que, em pelo menos uma modalidade, os aspectos eletrônicos das modalidades descritas no presente documento podem ser implementados em *software* (por exemplo, armazenado em meio não transitório legível por computador) executável por um ou mais processadores. Como tal, deverá ser notado que uma pluralidade de dispositivos baseados em *hardware* e *software*, bem como uma pluralidade de diferentes componentes estruturais, pode ser utilizada para implementar as modalidades descritas. Por exemplo, “controlador” e “unidade de controle” descritos no presente relatório descritivo podem incluir um ou mais processadores eletrônicos, um ou mais módulos de memória, incluindo mídia não transitória legível por computador, uma ou mais interfaces de entrada/saída e várias conexões (por exemplo, um sistema de barramento) conectando os componentes.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0020] As Figuras de 1 a 3 ilustram um veículo de trabalho 10 e, especificamente, uma motoniveladora 10. Deverá ser entendido que a

motoniveladora 10 ilustrada é provida como um exemplo, e as modalidades descritas neste documento podem ser usadas com motoniveladoras 10 ou outros veículos de trabalho 10 que diferem da motoniveladora 10 ilustrada nas Figuras de 1 a 3.

[0021] A motoniveladora 10 ilustrada possui um corpo 6 com seções dianteira e traseira 12, 14. As seções dianteira e traseira 12, 14 são articuladas, uma em relação à outra, em uma junta universal 15 para o direcionamento da motoniveladora 10. A motoniveladora 10 possui seis rodas de engate ao solo 8. A seção dianteira 12 possui duas rodas 8a, uma roda dianteira esquerda 8a e uma roda dianteira direita 8a. A seção traseira 14 possui quatro rodas 8b, duas rodas traseiras esquerdas 8b dispostas em tandem, e duas rodas traseiras direitas 8b dispostas em tandem. A seção traseira 14 do corpo 6 inclui um motor de combustão interna (por exemplo, motor a diesel, não mostrado) para alimentar a motoniveladora 10. O corpo 6 possui uma estação de operador 16 a partir da qual um operador humano pode controlar a motoniveladora 10.

[0022] A seção dianteira 12 do corpo 6 suporta um instrumento de trabalho, tal como uma lâmina 20. Em particular, a lâmina 20 é montada na estrutura principal 18 da seção dianteira 12. A lâmina 20 é configurada para mover sujeira ou outro material com o intuito de criar um contorno desejado da superfície de solo sobre o qual o veículo 10 trafega. A lâmina 20 é montada na estrutura principal 18 para movimento em várias direções, incluindo movimento de translação, rolamento, inclinação e guinada. A lâmina 20 é montada na estrutura principal 18 e é móvel em relação à estrutura principal 18 através de uma estrutura de tração 22, uma estrutura circular 24 e uma estrutura basculante 28. Em particular, a lâmina 20 é acoplada à estrutura basculante 28. A estrutura basculante 28 é suportada pela estrutura circular 24, que por sua vez é suportada abaixo da estrutura de tração 22.

[0023] Com referência às Figuras 3 e 4, a estrutura de tração 22 é uma estrutura geralmente triangular que se estende abaixo da estrutura principal 18 de uma porção dianteira da estrutura principal 18 até uma porção traseira da estrutura principal 18. A forma triangular da estrutura de tração 22 é formada por uma primeira barra de tração 40, uma segunda barra de tração 44 e uma barra transversal 48. A estrutura de tração 22 é acoplada à porção dianteira da estrutura principal 18 através de uma junta esférica 19, que permite que a estrutura de tração 22 se mova em uma pluralidade de diferentes direções em relação à estrutura principal 18. A junta esférica 19 é formada na interseção entre a primeira barra de tração 40 e a segunda barra de tração 44.

[0024] Conforme mostrado nas Figuras de 1 a 3, a estrutura de tração 22 é acoplada à parte traseira da estrutura principal 18 através de uma sela 30, um primeiro e segundo cilindros de elevação 52, 56 e um cilindro de deslocamento lateral circular 34. A sela 30 é montada na estrutura principal 18, e o primeiro e o segundo cilindros de elevação 52, 56 se estendem entre a sela 30 e a estrutura de tração 22 para suportar a estrutura de tração 22 abaixo da sela 30.

[0025] A Figura 5 provê uma vista detalhada da sela 30 de acordo com uma modalidade. A sela 30 possui uma pluralidade de articulações, as quais podem ser ajustadas para um número predeterminado de arranjos de articulação discreta. A sela 30 ilustrada inclui quatro articulações (isto é, um sistema de articulação de 4 barras), incluindo um primeiro braço de ligação 64, um segundo braço de ligação 68, uma ligação central 72 e uma barra de ligação 76. A ligação central 72 inclui um pino 80, o qual pode se engatar seletivamente com uma pluralidade de orifícios de posicionamento 84 na barra de ligação 76. Cada um dos orifícios de posicionamento 84 corresponde a um arranjo de articulação discreta. O pino 80 pode ser movido a partir de um orifício de posicionamento 84 para outro orifício de posicionamento 84 com o intuito de ajustar a sela 30 para diferentes arranjos de articulações. Na

modalidade ilustrada, a sela 30 possui cinco orifícios de posicionamento 84 correspondentes a cinco diferentes arranjos de articulação. No entanto, em outras modalidades, um número maior ou menor de orifícios de posicionamento 84 pode ser usado para alcançar um número maior ou menor de arranjos de articulação.

[0026] Com referência à Figura 4, a sela 30 conecta a estrutura de tração 22 à estrutura principal 18 por meio do primeiro cilindro de elevação 52, do segundo cilindro de elevação 56 e do cilindro de deslocamento lateral circular 34. Especificamente, o primeiro cilindro de elevação 52 está conectado à sela 30 em um primeiro ponto de conexão 88 localizado no primeiro braço de ligação 64 da sela 30, e está conectado à estrutura de tração 22 em um segundo ponto de conexão 92 localizado próximo à interseção entre a primeira barra de tração 40 e a barra transversal 48. Da mesma forma, o segundo cilindro de elevação 56 está conectado à sela 30 em um primeiro ponto de conexão 96 localizado no segundo braço de ligação 68 da sela 30, e está conectado à estrutura de tração 22 em um segundo ponto de conexão 100 localizado próximo à interseção entre a segunda barra de tração 44 e a barra transversal 48.

[0027] Na modalidade ilustrada, o primeiro e o segundo cilindros de elevação 52, 56 são atuadores hidráulicos capazes de elevar e abaixar a estrutura de tração 22 e, portanto, a estrutura circular 24 e a lâmina 20, em relação à estrutura principal 18. Por exemplo, o primeiro e o segundo cilindros de elevação 52, 56 podem elevar e abaixar a estrutura de tração 22 (isto é, em uma direção geralmente vertical em relação ao solo) elevando ou abaixando ambos os lados da estrutura de tração 22. Além disso, o primeiro e o segundo cilindros de elevação 52, 56 podem girar (isto é, rolar) a estrutura de tração 22, elevando ou abaixando um lado da estrutura de tração 22 em relação ao outro lado. Como um exemplo, o primeiro e segundo cilindros de elevação 52, 56 podem ser usados para ajustar o rolamento da lâmina 20 com

o intuito de alinhar a lâmina 20 com o declive transversal da superfície do solo, o que é definido como o ângulo da superfície em relação à gravidade medida através da superfície em uma direção perpendicular à direção de deslocamento da máquina de trabalho 10.

[0028] O primeiro e o segundo cilindros de elevação 52, 56 elevam e abaixam a estrutura de tração 22 movendo-se ao longo de um caminho de curso a partir de uma posição estendida para uma posição retraída para ajustar o comprimento dos cilindros de elevação 52, 56. O comprimento operacional do primeiro e segundo cilindros de elevação 52, 56 determina a posição relativa da estrutura de tração 22 em relação à (ou seja, abaixo) estrutura principal 18. Por exemplo, a estrutura de tração 22 está em sua posição mais baixa, abaixo da estrutura principal 18 (ou seja, mais distante em relação à estrutura principal 18) quando o primeiro e o segundo cilindros de elevação 52, 56 são ambos totalmente estendidos ao seu maior comprimento. De forma contrária, a estrutura de tração 22 está na sua posição mais alta (isto é, próxima à estrutura principal 18) quando o primeiro e o segundo cilindros de elevação 52, 56 são totalmente retraídos ao seu menor comprimento.

[0029] O comprimento dos cilindros de elevação 52, 56 pode ser medido ao longo do eixo longitudinal 54, 58 de cada cilindro 52, 56. Na modalidade ilustrada, o comprimento do primeiro e segundo cilindros de elevação 52, 56 é medido a partir do respectivo primeiro ponto de conexão 88, 96 ao respectivo segundo ponto de conexão 92, 100 de cada cilindro de elevação 52, 56.

[0030] Com referência continuada à Figura 4, o cilindro de deslocamento lateral circular 34 também está conectado entre a sela 30 e a estrutura de tração 22 para deslocar lateralmente a estrutura de tração 22 e, por sua vez, a estrutura circular 24 e a lâmina 20 em relação à estrutura principal 18. O cilindro de deslocamento lateral circular 34 é um atuador hidráulico que pode varrer a estrutura de tração 22 lateralmente em uma

direção para frente e para trás (isto é, em uma direção geralmente horizontal em relação ao solo). Além de varrer a estrutura de tração 22 lateralmente, o cilindro de deslocamento lateral circular 34 também pode varrer rotativamente a estrutura de tração 22 na direção de guinada. Especificamente, quando o cilindro de deslocamento lateral circular 34 trabalha em conjunto com a estrutura circular 24, o movimento lateral do cilindro de deslocamento lateral 34 combinado com o movimento rotacional da estrutura circular 24 afeta a posição da estrutura de tração 22 e da lâmina 20 na direção de guinada.

[0031] De forma semelhante ao primeiro e segundo cilindros de elevação 52, 56, o cilindro de deslocamento lateral circular 34 está conectado à sela 30 em um primeiro ponto de conexão 104 localizado no segundo braço de ligação 68 da sela 30, e está conectado à estrutura de tração 22 em um segundo ponto de conexão 108 localizado próximo à interseção entre a primeira barra de tração 40 e a barra transversal 48 da estrutura de tração 22. Em outras modalidades, o cilindro de deslocamento lateral circular 34 está conectado ao primeiro braço de ligação 64 da sela 30, e está conectado à estrutura de tração 22 em um local próximo à segunda barra de tração 44.

[0032] O cilindro de deslocamento lateral circular 34 desloca a estrutura de tração 22 lateralmente, movendo-se ao longo de um caminho de curso a partir de uma posição estendida para uma posição retraída com o intuito de ajustar o comprimento do cilindro de deslocamento lateral circular 34. O comprimento do cilindro de deslocamento lateral circular 34 determina a que distância a estrutura de tração 22 está deslocada em relação à estrutura principal 18. Com referência à Figura 4, a estrutura de tração 22 é deslocada mais para a esquerda quando o cilindro de deslocamento lateral circular 34 é totalmente estendido ao seu maior comprimento. De forma contrária, a estrutura de tração 22 é deslocada mais para a direita quando o cilindro de deslocamento lateral circular 34 é totalmente retraído até seu menor

comprimento. Semelhante ao primeiro e segundo cilindros de elevação 52, 56, o comprimento do cilindro de deslocamento lateral circular 34 pode ser medido ao longo do eixo longitudinal 62 do cilindro de deslocamento lateral circular 34. Na modalidade ilustrada, o comprimento do cilindro de deslocamento lateral circular 34 é medido a partir do primeiro ponto de conexão 104 até o segundo ponto de conexão 108.

[0033] Deverá ser entendido pelos técnicos no assunto que os pontos de conexão do cilindro de elevação esquerdo 52, do cilindro de elevação direito 56 e do cilindro de deslocamento lateral circular 34 podem ser posicionados em locais diferentes na sela 30 e na estrutura de tração 22. Além disso, em algumas modalidades, os pontos de conexão podem estar localizados na estrutura circular 24 ou em outros componentes da motoniveladora 10, os quais permitem que a estrutura de tração 22 seja suportada abaixo da estrutura principal 18 e móvel em relação à mesma.

[0034] Com referência às Figuras 3, 4 e 6, a estrutura circular 24 é montada e se estende abaixo da estrutura de tração 22. A estrutura circular 24 é configurada para girar em relação à estrutura de tração 22, em torno de um eixo central A. A estrutura circular 24 é girada por uma engrenagem circular 25 que possui uma caixa de engrenagens de acionamento circular 27 engatando na engrenagem circular 25. A rotação da estrutura circular 24 gira a estrutura basculante 28 e a lâmina 20 em torno do eixo central A (isto é, rotação de guinada). Conforme mencionado anteriormente, a posição da estrutura de tração 22 no movimento de guinada pode ser afetada pela estrutura circular 24 e pelo cilindro de deslocamento lateral circular 34.

[0035] A estrutura basculante 28 suporta a lâmina 20 e está acoplada à estrutura circular 24 para o movimento giratório da estrutura basculante 28 e da lâmina 20 em relação à estrutura circular 24. Especificamente, a estrutura basculante 28 pode aumentar ou diminuir a inclinação da lâmina 20, girando a lâmina 20 em torno de um eixo basculante B usando um cilindro basculante

29. O cilindro basculante 29 é outro atuador hidráulico conectado à estrutura circular 24 e à estrutura basculante 28. O cilindro basculante 29 aumenta ou diminui a inclinação da lâmina 20 movendo-se ao longo de um caminho de curso a partir de uma posição estendida para uma posição retraída com o intuito de ajustar o comprimento do cilindro basculante 29.

[0036] Além disso, um cilindro de deslocamento lateral de lâmina 36 está conectado à estrutura basculante 28 e à lâmina 20, e é operável para mover a lâmina 20 em translação relativa à estrutura basculante 28 ao longo de um eixo longitudinal da lâmina 20 (isto é, em uma direção geralmente horizontal em relação ao solo). Na modalidade ilustrada, o eixo longitudinal da lâmina coincide com o eixo B. Na modalidade ilustrada, o eixo longitudinal da lâmina 20 é paralelo ao eixo basculante B. O cilindro de deslocamento lateral de lâmina 36 translada a lâmina 20 de um lado para o outro, movendo-se ao longo de um caminho de curso a partir de uma posição estendida para uma posição retraída, para ajustar o comprimento do cilindro de deslocamento lateral de lâmina 36.

[0037] Conforme será descrito de forma mais detalhada abaixo, o comprimento dos cilindros 29, 34, 52 e 56 (identificados geralmente como cilindros 50) pode ser usado para ajudar a determinar a posição da lâmina 20 em relação à estrutura principal 18. Ao usar o(s) comprimento(s) do(s) cilindro(s) 50 como uma(s) da(s) variável(is) para ajudar a determinar a posição da lâmina 20, será entendido que o comprimento dos cilindros 50 pode ser medido através de diferentes maneiras (por exemplo, usando diferentes pontos finais, desde que um ponto final se mova em relação ao outro). Alternativamente, a mudança no comprimento pode ser usada no lugar do comprimento.

[0038] Conforme descrito acima, as estruturas operacionais 70 da motoniveladora 10, tal como a estrutura de tração 22, a estrutura circular 24 ou a estrutura basculante 28, podem ser movidas em uma pluralidade de

direções diferentes. Por exemplo, a lâmina 20 pode ser transladada na direção vertical ou horizontal e pode ser girada em rolamento, inclinação ou guinada.

[0039] A motoniveladora 10 ilustrada inclui um arranjo de sensores (sensores identificados geralmente como 112) para rastrear a posição e o movimento da lâmina 20 em relação à estrutura principal 18. Conforme descrito de forma mais detalhada abaixo, o arranjo de sensores também pode ser usado para calibrar um ou mais dos sensores no interior do arranjo de sensores. Em outras palavras, um ou mais sensores de bordo 112 (ou seja, sensores locais) podem ser usados para calibrar outro sensor dos sensores de bordo 112, em vez de usar sensores externos (ou seja, sensores que não estão localizados na motoniveladora) para calibrar um sensor de bordo 112.

[0040] Com referência às Figuras 3 e 4, a motoniveladora 10 pode incluir uma pluralidade de sensores de cilindro 116 (“os sensores de cilindro 116”) que monitoram um parâmetro de um cilindro 50 correspondente relacionado ao comprimento desse cilindro 50. Por exemplo, a motoniveladora 10 pode incluir o primeiro e o segundo sensores 120, 124 nos primeiro e segundo cilindros de elevação 52, 56. O primeiro e o segundo sensores 120, 124 rastreiam a posição dos primeiro e segundo cilindros de elevação 52, 56 ao longo do caminho do curso para determinar a extensão as quais os cilindros de elevação 52, 56 estão estendidos ou retraídos. Assim, o primeiro e o segundo sensores 120, 124 são usados para determinar o comprimento dos cilindros 52, 56 com base no comprimento de extensão dos cilindros 52, 56. Na modalidade ilustrada, o primeiro e o segundo sensores 120, 124 são sensores de posição lineares 112 ou codificadores. No entanto, em outras modalidades, o primeiro e o segundo sensores 120, 124 podem ser outros tipos de sensores 112 que indicam a posição dos cilindros de elevação esquerdo e direito 52, 56, de modo que o comprimento do cilindro 52, 56 pode ser determinado. Por exemplo, o primeiro e o segundo sensores 120, 124 podem ser sensores de posição 112 que representam uma localização ao longo

do eixo 54, 58 do cilindro 52, 56 associado. O primeiro e o segundo sensores 120, 124 podem ser usados para determinar uma mudança de comprimento do cilindro, por exemplo, identificando uma mudança na localização ao longo do eixo 54, 58 do cilindro 52, 56 associado. Os primeiro e segundo sensores 120, 124 podem ser sensores de pressão usados para determinar uma mudança de comprimento do cilindro, medindo-se a quantidade de fluido hidráulico que é bombeado através do cilindro.

[0041] Da mesma forma, a motoniveladora 10 inclui um terceiro sensor 128 localizado no cilindro de deslocamento lateral circular 34. O terceiro sensor 128 rastreia a posição do cilindro de deslocamento lateral circular 34 ao longo do caminho de curso para determinar o comprimento do cilindro de deslocamento lateral circular 34 e, portanto, provê algumas informações sobre a extensão em que a estrutura circular 24 é girada na direção de guinada. (nota: a determinação da rotação na direção de guinada pode ser determinada com informações adicionais sobre a rotação da estrutura circular 24). Na modalidade ilustrada, o terceiro sensor 128 é um sensor de posição linear 112 ou codificador. No entanto, em outras modalidades, o terceiro sensor 128 pode ser outro tipo de sensor 112 que indica a posição do cilindro de deslocamento lateral circular 34. Por exemplo, o terceiro sensor 128 pode ser qualquer um dos sensores 112 configurados para medir um parâmetro relacionado ao comprimento de um cilindro, conforme descrito acima em relação ao primeiro e segundo sensores 120, 124.

[0042] Além disso, em algumas modalidades, a motoniveladora 10 inclui um quarto sensor 132 na estrutura circular 24. O quarto sensor 132 pode ser usado para determinar o grau em que a estrutura circular 24 é girada em torno do eixo central A. Na modalidade ilustrada, o quarto sensor 132 é um sensor rotativo, sensor magnético, codificador angular ou outro tipo de sensor 112 capaz de determinar o grau de rotação da estrutura circular 24.

[0043] Conforme mostrado na Figura 2, a motoniveladora 10 inclui

um quinto sensor 136 localizado na seção traseira 14 do corpo 6. Especificamente, na modalidade ilustrada, o quinto sensor 136 está posicionado na estrutura principal 18, no entanto, em outras modalidades, o quinto sensor 136 pode ser posicionado em outros locais no corpo 6. O quinto sensor 136 pode ser um sensor inercial 112 que é capaz de prover uma referência em relação à gravidade. O quinto sensor 136 também pode ser capaz de detectar o rolamento e/ou a inclinação da estrutura principal 18. Na modalidade ilustrada, o quinto sensor 136 é uma unidade de medição inercial (IMU). Conforme será descrito de forma detalhada abaixo, o sensor IMU 136 pode ser calibrado usando os outros sensores 112 no arranjo de sensores.

[0044] A motoniveladora 10 também pode incluir um sexto sensor 140 posicionado à jusante do quinto sensor 136, por exemplo, na estrutura de tração 22, na estrutura circular 24 ou na estrutura basculante 28. O sexto sensor 140 pode ser um sensor inercial 112 capaz de identificar o movimento relativo entre o sexto sensor 140 e outro sensor, tal como o quinto sensor 136. Conforme será explicado de forma detalhada abaixo, o quinto sensor 136 e o sexto sensor 140 podem ser usados para detectar movimento (incluindo movimento não intencional) entre a estrutura principal 18 e a estrutura de tração 22 (ou estrutura circular 24 ou estrutura basculante 28, dependendo da localização do sexto sensor).

[0045] Conforme será entendido por um técnico no assunto, os sensores 112 acima mencionados podem ser uma variedade de diferentes sensores 112 capazes de executar a função aqui descrita. Além disso, deverá ser entendido que a motoniveladora 10 pode incluir um número maior ou menor de sensores 112, ou uma combinação diferente de sensores 112, em relação ao que foi discutido acima. Por exemplo, em algumas modalidades, a motoniveladora 10 pode incluir mais de um sensor ou mais de um tipo de sensor no lugar de um dos sensores 112 discutidos neste documento. Em outras modalidades, um ou mais dos sensores 112 pode(m) ser excluído(s) da

motoniveladora 10. Em algumas modalidades, um ou mais sensores 112 pode(m) ser substituído(s) por uma entrada de usuário que pode ser introduzida manualmente por um operador da motoniveladora 10 através de uma interface de usuário. Em alternativa, um ou mais sensores pode(m) ser substituídos(s) por uma lógica mecânica ou outros sistemas de controle para identificar um parâmetro que, de outra forma, seria medido por um sensor 112 aqui descrito.

[0046] Com referência à Figura 7, a motoniveladora 10 também inclui um ou mais controladores 200 para controlar os componentes da motoniveladora 10. Por exemplo, a Figura 7 ilustra de forma esquemática um controlador 200 incluído na motoniveladora 10 de acordo com uma modalidade. Conforme ilustrado na Figura 7, o controlador 200 inclui um processador eletrônico 202 (por exemplo, um microprocessador, circuito integrado de aplicação específica (ASIC) ou outro dispositivo eletrônico), uma interface de entrada/saída 206 e um meio legível por computador 204. O processador eletrônico 202, a interface de entrada/saída 206 e o meio legível por computador 204 são conectados e se comunicam através de uma ou mais linhas ou barramentos de comunicação. Deverá ser entendido que o controlador 200 pode incluir um número menor ou maior de componentes em relação aos que são ilustrados na Figura 7, e pode incluir componentes em configurações diferentes em relação à configuração ilustrada na Figura 7. Além disso, o controlador 200 pode ser configurado para executar funcionalidades adicionais em relação à funcionalidade aqui descrita. Além disso, a funcionalidade do controlador 200 pode ser distribuída entre mais de um controlador 200. Por exemplo, o controlador 200 pode se comunicar com um ou mais controladores adicionais 208. Os controladores adicionais 208 podem ser internos ou externos ao controlador 200. Da mesma forma, a funcionalidade aqui descrita como sendo executada pelo processador eletrônico 202 pode ser realizada por uma pluralidade de processadores

eletrônicos incluídos no controlador 200, um dispositivo separado ou uma combinação dos mesmos. Além disso, em algumas modalidades, o controlador 200 pode estar localizado de forma remota em relação à motoniveladora 10.

[0047] O meio legível por computador 204 inclui memória não transitória (por exemplo, memória somente de leitura, memória de acesso aleatório ou combinações das mesmas) que armazena dados e instruções do programa (*software*). O processador eletrônico 202 está configurado para recuperar instruções e dados provenientes do meio legível por computador 204 e executar, entre outras coisas, as instruções para realizar os métodos aqui descritos. A interface de entrada/saída 206 transmite dados provenientes do controlador 200 para sistemas externos, redes, dispositivos ou uma combinação dos mesmos, e recebe dados de sistemas externos, redes, dispositivos ou uma combinação dos mesmos. A interface de entrada/saída 206 também pode armazenar dados recebidos de fontes externas no meio legível por computador 204, prover dados recebidos ao processador eletrônico 202, ou ambos. Em algumas modalidades, tal como ilustrado na Figura 7, a interface de entrada/saída 206 inclui um transmissor sem fio que se comunica com uma rede de comunicação 210.

[0048] O controlador 200 pode se comunicar com um ou mais sensores 112 (por exemplo, através da interface de entrada/saída 206). O controlador 200 está configurado para receber informações de sensores 112 relacionados à posição da estrutura de tração 22 e usar as informações recebidas para rastrear a posição da estrutura de tração 22 em relação à estrutura principal 18. Em algumas modalidades, o controlador 200 se comunica com os sensores 112 através de uma conexão com ou sem fios diretamente ou através de um ou mais dispositivos intermediários, tais como outro controlador 200, um barramento de informações, a rede de comunicação 210 e similares. Da mesma forma, o controlador 200 pode se comunicar com

um ou mais controladores adicionais 208 associados à motoniveladora 10. Em algumas modalidades, o controlador adicional 208 pode se comunicar com os sensores 112 e pode atuar como um dispositivo intermediário entre o controlador 200 e os sensores 112.

[0049] Um ou mais dos controladores 200 ou 208 também pode(m) ser configurado(s) para operar componentes da motoniveladora 10. Por exemplo, o controlador 200 pode ser configurado para controlar as estruturas operacionais 70 da motoniveladora 10, tal como controlar o movimento da estrutura de tração 22, da estrutura circular 24 ou estrutura basculante 28. Mais especificamente, o controlador 200 pode controlar os componentes da motoniveladora 10, controlando um ou mais dos primeiro e segundo cilindros 52, 56, o cilindro de deslocamento lateral circular 34, a engrenagem circular 25, o cilindro basculante 29 ou o cilindro de deslocamento lateral 36. O controlador 200 pode ser configurado para determinar a posição de uma ou mais das estruturas operacionais em relação à estrutura principal 18.

[0050] Em algumas modalidades, o controlador 200 também recebe imputações de um ou mais dispositivos de controle de operador 212 (por exemplo, um *joystick*, uma alavanca, um botão, um pedal, outro atuador operado pelo operador para controlar a operação da motoniveladora 10 ou uma combinação dos mesmos). Por exemplo, um operador pode usar os dispositivos de controle de operador 212 para operar a motoniveladora 10, incluindo comandar o movimento da estrutura de tração 22, da estrutura circular 24, da estrutura basculante 28 ou da lâmina 20. Em algumas modalidades, o controlador 200 também se comunica com uma ou mais interfaces de usuário 214 (por exemplo, através da interface de entrada/saída 206), como um dispositivo de exibição ou uma tela sensível ao toque. As interfaces de usuário 214 podem exibir *feedbacks* para um operador. Por exemplo, as interfaces de usuário 214 podem prover informações sobre a posição da estrutura de tração 22, da estrutura circular 24, da estrutura

basculante 28 ou da lâmina 20. Além disso, em algumas modalidades, as interfaces de usuário 214 permitem que um operador insira dados, tais como dados operacionais ou instruções para a motoniveladora 10. Por exemplo, o operador pode inserir dados sobre o arranjo de articulação da sela 30 que está sendo usada, a posição desejada da estrutura de tração 22 ou os dados relacionados ao ângulo de declive transversal ou a outros fatores topográficos ou ambientais.

[0051] O controlador 200 é configurado para executar um método de rastreamento e/ou controle da posição de pelo menos uma estrutura operacional 70 (isto é, a estrutura de tração 22, a estrutura circular 24, a estrutura basculante 28 ou a lâmina 20) em relação à estrutura principal 18.

[0052] Na modalidade ilustrada, o controlador 200 rastreia a posição da lâmina 20, rastreando a posição da estrutura de tração 22. Especificamente, o controlador 200 é configurado para rastrear a posição e/ou a orientação da estrutura de tração 22, rastreando a posição dos cilindros que controlam a estrutura de tração 22 (isto é, o primeiro cilindro de elevação 52, o segundo cilindro de elevação 56 e o cilindro de deslocamento lateral circular 34). À medida que os cilindros 52, 56, 29, 34 cada se move entre uma posição estendida e uma posição retraída, o comprimento de cada cilindro 52, 56, 34 aumenta ou diminui, afetando a posição e/ou orientação da estrutura de tração 22. Assim, o controlador 200 pode rastrear os cilindros 52, 56, 34 ao longo do caminho de seu comprimento de curso com o intuito de determinar a posição da estrutura de tração 22 em relação à estrutura principal 18. Uma vez que o controlador 200 tenha determinado a posição da estrutura de tração 22, o controlador pode determinar a posição da lâmina 20 em relação à estrutura de tração 22 e, portanto, em relação à estrutura principal 18. O controlador 200 determina a posição da lâmina 20 rastreando a posição do cilindro basculante 29 e do cilindro de deslocamento lateral da lâmina 36, e do ângulo de rotação da estrutura circular 24. O controlador 200 utiliza assim informações dos

vários sensores 112 para rastrear a posição da estrutura de tração 22 e, finalmente, a posição da lâmina 20 em relação ao corpo 6 da motoniveladora 10.

[0053] O rastreamento da posição da estrutura de tração 22 com base na posição dos cilindros 50 pode ser uma tarefa complexa, devido ao grande número de graus de liberdade, bem como o arranjo dos cilindros 50. Especificamente, a estrutura de tração 22 possui três graus de liberdade em relação à junta esférica 19 (isto é, a junta primária) e dois graus de liberdade angulares para cada um dos cilindros 50 (isto é, o primeiro e o segundo cilindros de elevação 52, 56 e o cilindro de deslocamento lateral circular 34) Além disso, os cilindros 50 em conjunto formam um sistema de articulação paralelo 144 (Figura 4), fazendo com que as coordenadas da estrutura de tração 22 sejam mais difíceis de determinar.

[0054] Um método para rastrear as estruturas operacionais 70 é descrito mais detalhadamente no Pedido de Patente norte-americana 16/130.743 e no Pedido de Patente norte-americana 16/130.741, ambos os quais são totalmente incorporados por referência no presente documento. Especificamente, estes pedidos proveem uma descrição detalhada do arranjo de articulação dos cilindros, da estrutura de tração, da estrutura circular, da estrutura basculante, e da lâmina, bem como um método para determinar a posição da lâmina. O arranjo de articulação e o arranjo de sensores (tal como descrito acima) permitem que o controlador calcule a posição e a orientação dos cilindros e das várias estruturas operacionais.

[0055] O controlador 200 também está configurado para calibrar pelo menos um dos sensores 112 no arranjo de sensores, usando outros sensores 112 no arranjo de sensores. Em outras palavras, o mesmo sistema de sensores usado para rastrear a posição da estrutura operacional 70 (conforme descrito no Pedido de Patente norte-americana 16/130.743 e no Pedido de Patente norte-americana 16/130.741) também pode ser usado para calibrar um sensor

112 dentro do arranjo de sensores.

[0056] Às vezes, um ou mais dos sensores 112 pode(m) ser calibrado(s) para prover informações precisas ao controlador 200. Por exemplo, em algumas modalidades, pode ser necessário calibrar a posição e a orientação do quinto sensor 136 quando este é montado na estrutura principal 18 durante a fabricação. O quinto sensor 136 (por exemplo, o IMU) pode ser usado para prover uma referência em relação à gravidade e é capaz de detectar o rolamento e/ou a inclinação da estrutura principal 18. Consequentemente, a fim de obter um ponto de referência mais preciso para medir o rolamento e a inclinação, o quinto sensor 136 pode ser calibrado para diminuir o erro em suas medições. Por exemplo, o quinto sensor 136 pode ser calibrado para identificar a posição ou a orientação de montagem mais eficaz na estrutura principal 18, permitindo o reposicionamento para melhorar a precisão das informações detectadas pelo quinto sensor 136. Alternativamente, as medições detectadas pelo quinto sensor 136 podem ser ajustadas durante o processo de cálculo ou controle para contabilizar qualquer erro.

[0057] Tipicamente, ao calibrar um sensor em uma motoniveladora, os dispositivos externos, tais como sensores e dispositivos de medição, são utilizados para calibrar o sensor. Isso pode exigir que uma pessoa caminhe ao redor da motoniveladora e faça várias medições usando um sensor externo (isto é, um sensor o qual não está posicionado na motoniveladora 10) e outros dispositivos de medição. Além disso, alguns métodos anteriores exigem que a motoniveladora 10 seja virada e colocada no mesmo local para calcular o erro de medição. Além disso, durante esses processos de calibração anteriores, a motoniveladora pode ser submetida a posições extremas, tais como rotação no grau máximo com o intuito de se obter uma média para cada eixo de rotação.

[0058] O sistema e método discutidos aqui utilizam um ou mais dos sensores de bordo 112 para calibrar outros sensores de bordo 112, sem o uso

de sensores externos. A motoniveladora 10 não precisa ser submetida a posições extremas ou virada para completar o processo de calibração. Além disso, o método de calibração descrito permite que o erro seja determinado nas três direções de rotação, incluindo rolamento, inclinação e guinada.

[0059] O sistema e método de calibração de um sensor aqui discutidos são descritos em relação à calibração do sexto sensor 136 (isto é, o sensor IMU). No entanto, como será entendido, o mesmo método ou um método semelhante pode ser usado para calibrar outros sensores 112 no arranjo dos sensores.

[0060] Durante o processo de fabricação, o quinto sensor 136 (isto é, o sensor IMU 136) é montado na estrutura principal 18. O quinto sensor 136 é então calibrado para garantir que esteja posicionado no centro da estrutura principal 136 e é orientado de forma reta (ou seja, não basculado ou torcido). A Figura 8 provê uma modalidade de um método 800 de calibração do quinto sensor 136 usando os outros sensores 112 no arranjo de sensores. O método 800 inclui o posicionamento do instrumento de trabalho em uma superfície fixa (Etapa 810). Por exemplo, a lâmina 20 está posicionada em uma superfície plana do solo. O corpo 6 da motoniveladora 10 é então rolado com uma quantidade predeterminada em uma primeira direção enquanto mantém a lâmina 20 em uma posição fixa (Etapa 815). Por exemplo, em algumas modalidades, o corpo 6 pode ser rolado 10 graus para a esquerda. Especificamente, o corpo 6 é rolado enquanto mantém a lâmina 20 na superfície fixa, além do ajuste dos comprimentos dos cilindros 50 para alcançar um rolamento predeterminado. Na modalidade ilustrada, apenas a porção dianteira 12 do corpo 6, que inclui a estrutura principal 18, é rolada. No entanto, em outras modalidades, todo o corpo 6 pode ser rolado. Da mesma forma, quando o método 800 é usado para calibrar outros tipos de veículos de trabalho 10, uma totalidade ou parte do corpo do veículo de trabalho pode ser rolada.

[0061] Conforme descrito acima, os comprimentos dos cilindros 50 e a geometria conhecida da motoniveladora 10 (por exemplo, a geometria do arranjo de articulação) podem ser usados para rastrear a posição da lâmina 20 em relação à estrutura principal 18. Consequentemente, o mesmo sistema pode ser usado ao contrário, para determinar e/ou controlar a posição do corpo 6 em relação à lâmina 20 mantendo a lâmina 20 em uma posição fixa e movendo o corpo 6 da motoniveladora 10. Mais especificamente, os cilindros 50 são ajustados para os respectivos comprimentos correspondentes a um rolamento predeterminado da motoniveladora 10. Os sensores de cilindro 116 também são usados para identificar quando esses comprimentos são alcançados. Na modalidade ilustrada, o controlador 200 se comunica com os sensores de cilindro 116 para ajustar os comprimentos dos cilindros 50 e confirmar que a motoniveladora 10 girou para o rolamento predeterminado.

[0062] O controlador 200 está configurado para determinar um valor de medição esperado do quinto sensor 136 correspondente à motoniveladora 10 sendo rolada até a quantidade predeterminada (Etapa 820). Em outras palavras, quando a motoniveladora 10 é rolada com uma quantidade predeterminada, espera-se que o quinto sensor 136 detecte uma medição correspondente à geometria da máquina em um rolamento predeterminado. O controlador 200 pode calcular o valor de medição esperado do quinto sensor 136 com base nos comprimentos conhecidos dos cilindros 50 e nas relações geométricas conhecidas entre as articulações. Especificamente, os comprimentos dos cilindros 50 são conhecidos a partir dos sensores de cilindro 116, provendo informações ao controlador 200 para identificar os comprimentos dos cilindros. Além disso, o controlador 200 pode receber informações de alguns dos outros sensores 112 no arranjo de sensores para ajudar a determinar o valor de medição esperado do quinto sensor 136. Por exemplo, o controlador 200 pode receber um sinal proveniente do quarto sensor 132 na estrutura circular 24.

[0063] O controlador 200 está configurado para se comunicar com o quinto sensor 136 para receber um valor de medição real detectado pelo quinto sensor 136 (Etapa 825). Essa medição é feita enquanto a motoniveladora adicionalmente está rolando na primeira direção. Em algumas modalidades, a ordem das Etapas 820 e 825 é invertida. O controlador 200 então compara o valor de medição real do quinto sensor 136 com o valor de medição esperado (Etapa 830).

[0064] Na modalidade ilustrada, as Etapas de 815 a 830 são então repetidas. Na modalidade ilustrada, o corpo 6 da niveladora 10 é rolado com uma quantidade predeterminada em uma segunda direção (por exemplo, para a direita) enquanto mantém a lâmina 20 em uma posição fixa (Etapa 810). Por exemplo, o corpo 6 pode ser rolado 10 graus para a direita. Novamente, os comprimentos dos cilindros 50 e da geometria da motoniveladora 10 são utilizados para alcançar o rolamento predeterminado. O controlador 200 pode se comunicar com os sensores de cilindro 116 para ajustar os cilindros 50 aos respectivos comprimentos correspondentes a um rolamento predeterminado.

[0065] O controlador 200 é então configurado para determinar um valor de medição esperado do quinto sensor 136 correspondente ao rolamento da motoniveladora 10 na segunda direção (Etapa 820). O controlador 200 usa a geometria da motoniveladora 10, tal como o arranjo de articulação descrito acima, e as informações provenientes dos sensores 112 para determinar o valor de medição esperado do quinto sensor. Especificamente, o controlador 200 pode determinar um valor de medição esperado usando um método semelhante ao descrito no Pedido de Patente norte-americana 16/130.743 e no Pedido de Patente norte-americana 16/130.741, os quais são aqui totalmente incorporados. Especificamente, o Pedido de Patente norte-americana 16/130.743 e o Pedido de Patente norte-americana 16/130.741 descrevem um método exclusivo para rastrear a posição da estrutura de tração 18 e da lâmina 20 que usa a geometria da motoniveladora 10 e as informações providentes

dos sensores para determinar a posição da lâmina. No método 800 aqui descrito, o controlador 200 usa informações e algoritmos semelhantes para executar os cálculos descritos nesses pedidos. No método descrito nos Pedidos de Patente norte-americana '741 e '743, o valor de medição detectado pelo quinto sensor 136 é considerado um valor conhecido e a posição da lâmina 20 é um valor desconhecido que está sendo calculado. Na presente descrição, a posição da lâmina 20 é conhecida, e o controlador 200 determina o valor desconhecido do quinto sensor 136 (isto é, o valor da medição esperado). Consequentemente, a presente descrição provê um método exclusivo de calibração do quinto sensor 136 (isto é, um primeiro sensor de bordo) usando o outro sensor de bordo e a geometria da motoniveladora 10.

[0066] O controlador 200 também se comunica com o quinto sensor 136 e recebe um valor de medição real (Etapa 825). O controlador 200 compara o valor de medição real obtido pelo quinto sensor 136 com o valor de medição esperado (Etapa 830).

[0067] Novamente, as Etapas de 815 a 830 podem ser repetidas quantas vezes forem necessárias. Em algumas modalidades, o corpo 6 da motoniveladora 10 pode ser rolado em diferentes incrementos cada vez que as Etapas de 815 a 830 são repetidas. Por exemplo, em uma modalidade, o corpo 6 pode ser rolado para a esquerda 8 graus, depois rolado para a direita 8 graus, depois rolado para a esquerda 12 graus e, finalmente, rolado para a direita 12 graus. Além disso, deverá ser entendido que as Etapas de 815 a 830 podem ser repetidas, rolando o corpo 6 na primeira direção várias vezes ou alternando entre a primeira direção e a segunda direção. Além disso, o número de vezes que as Etapas de 815 a 830 são repetidas pode variar.

[0068] As Etapas de 815 a 830 podem ser repetidas uma ou mais vezes para confirmar um erro do quinto sensor 136 (Etapa 835). Por exemplo, as Etapas de 815 a 830 podem ser repetidas usando diferentes graus de rotação para recalcular o erro do quinto sensor 136. O exemplo a seguir ilustra

um exemplo simplificado de como o erro do quinto sensor 136 pode ser determinado. O corpo 6 é rolado 10 graus para a esquerda (isto é, o primeiro valor de medição esperado é 10 graus), mas o quinto sensor 136 detecta um valor medido real correspondente ao corpo sendo rolado 12 graus. Então o corpo 6 é rolado 10 graus para a direita (isto é, o segundo valor de medição esperado é 10 graus), mas o quinto sensor 36 detecta um valor medido real correspondente ao corpo sendo rolado 8 graus. O controlador 200 pode determinar que existe um erro nas medições realizadas pelo quinto sensor 136 e que os valores medidos reais estão desalinhados 2 graus à esquerda.

[0069] Em algumas modalidades, o controlador 200 pode emitir um resultado de erro através da interface de usuário 214. Este método 800 reduz a necessidade de uma pessoa fazer medições físicas para calibrar o quinto sensor 136.

[0070] Uma vez que o erro é determinado (Etapa 835), este pode ser contabilizado ou ajustado em um número de maneiras diferentes (Etapa 840). Em algumas modalidades, o controlador 200 pode ajustar as medições realizadas pelo quinto sensor 136 durante outras operações e cálculos (Etapa 840). Por exemplo, continuando do exemplo acima, uma vez que o controlador 200 determine que o quinto sensor 136 está desalinhado em 2 graus, o controlador 200 pode adicionar ou subtrair 2 graus em relação às medições realizadas pelo quinto sensor 136 antes de usar essa medição em cálculos adicionais ou operações de controle. Por exemplo, quando o controlador 200 está operando em condições normais e está usando o quinto sensor 136 para ajudar a rastrear a posição da lâmina 20, o controlador 200 pode ser configurado para adicionar ou subtrair automaticamente o erro (por exemplo, 2 graus) em relação às medições do quinto sensor 136 antes de calcular a posição da lâmina 20.

[0071] Alternativamente, o erro do quinto sensor 136 pode ser ajustado reorientando-se fisicamente o quinto sensor 136 na motoniveladora

10. Por exemplo, se o quinto sensor 136 tiver um erro de 2 graus, ele poderá ser reposicionado para compensar o erro de 2 graus.

[0072] O método 800 foi descrito em relação ao rolamento do corpo 6 e determinação de uma medição de erro do quinto sensor 136 ao longo do eixo que corresponde ao rolamento. No entanto, o método 800 também pode ser usado para determinar um erro no quinto sensor 136 ao longo do eixo que corresponde à inclinação. De fato, em algumas modalidades, as Etapas de 815 a 830 são primeiramente executadas para determinar um erro na direção do rolamento e, em seguida, as Etapas de 815 a 830 são repetidas para determinar um erro na direção da inclinação. Por exemplo, o corpo 6 pode ser inclinado em uma primeira direção (por exemplo, girado para frente) com uma quantidade predeterminada enquanto mantém a lâmina 20 em uma posição fixa (Etapa 815). O controlador 200 pode então determinar um valor medido esperado do quinto sensor 136 (Etapa 820), receber um valor medido real do quinto sensor 136 (Etapa 825) e comparar o valor medido real com o valor medido esperado (Etapa 830). O corpo 6 pode então ser inclinado em uma segunda direção (por exemplo, girado para trás) com uma quantidade predeterminada enquanto mantém a lâmina 20 em uma posição fixa (Etapa 815). O controlador 200 pode então determinar um valor medido esperado do quinto sensor 136 (Etapa 820), receber um valor medido real do quinto sensor 136 (Etapa 825) e comparar o valor medido real com o valor medido esperado (Etapa 830).

[0073] Com base nos valores comparados, o controlador 200 pode determinar um erro no quinto sensor 136 na direção de inclinação (Etapa 835). O erro do quinto sensor de 136 pode ser contabilizado e ajustado pelo reposicionamento do quinto sensor 136 na motoniveladora, ou ajustando-se o valor de medição do quinto sensor 136 antes de se utilizar o valor de medição em cálculos adicionais ou etapas de controle (Etapa 840).

[0074] Adicionalmente, em algumas modalidades, o método 800 aqui

descrito permite que o quinto sensor 136 seja calibrado para múltiplos eixos rotacionais ao mesmo tempo. Por exemplo, quando o corpo 6 é girado enquanto mantém o instrumento de trabalho em uma posição fixa (815), então o controlador 200 pode ser configurado para executar as Etapas de 820 a 830 para vários eixos de rotação ao mesmo tempo. Em outras palavras, enquanto o corpo 6 é girado com uma quantidade predeterminada, o controlador 200 pode determinar um valor de medição esperado do quinto sensor 136 para ambos rolamento e inclinação (Etapa 820). O controlador 200 também pode receber um sinal a partir do quinto sensor 136, o qual inclui um valor de medição real para ambos rolamento e inclinação (Etapa 825). O controlador 200 pode então comparar os respectivos valores de rolamento e os respectivos valores de inclinação (Etapa 830) para finalmente determinar um erro do quinto sensor 136 na direção de rolamento e na direção de inclinação (Etapa 835). Esses valores de erro também podem ser usados para calcular um erro na direção de guinada. Consequentemente, o método 800 permitiria ao controlador 200 determinar erro nas medições realizadas pelo quinto sensor 136 nas três direções de rotação.

[0075] Assim sendo, a Figura 8 provê um sistema e método de calibração do quinto sensor usando a geometria da motoniveladora 10 e as informações detectadas pelos outros sensores 112 a bordo da motoniveladora 10. O método 800 reduz a necessidade de uma pessoa fazer medições manualmente com sensores externos e dispositivos de medição. O método 800 também reduzir a necessidade de virar a motoniveladora 10 em diferentes posições com o intuito de se obter um erro médio. Além disso, o método 800 é capaz de prover um valor de erro para todos os três eixos (isto é, direções de rotação, rolamento, inclinação e guinada).

[0076] Embora a presente descrição tenha sido descrita de forma detalhada com referência a certas modalidades preferenciais, existem variações e modificações dentro do escopo e espírito de um ou mais aspectos

independentes da descrição, conforme descrito. Vários recursos e vantagens da presente descrição são apresentados nas reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Veículo de trabalho, caracterizado pelo fato de que compreende:

- um corpo;
- uma estrutura operacional móvel em relação ao corpo em torno de uma articulação primária;
- um arranjo de ligação configurado para ajustar uma posição da estrutura operacional em relação ao corpo;
- um instrumento de trabalho acoplado à estrutura operacional e móvel em relação ao corpo;
- um primeiro sensor posicionado no corpo;
- um segundo sensor posicionado em pelo menos um dentre: a estrutura operacional, o arranjo de ligação e o instrumento de trabalho; e
- um processador configurado para
 - receber um primeiro sinal do primeiro sensor, o primeiro sinal representativo de uma medição detectada pelo primeiro sensor,
 - receber um segundo sinal do segundo sensor, o segundo sinal representativo de uma medição detectada pelo segundo sensor, e
 - determinar um erro de medição do primeiro sensor com base nos sinais do primeiro sensor e do segundo sensor.

2. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o processador é adicionalmente configurado para calcular um valor de medição esperado com base no sinal do segundo sensor, e em que o processador é configurado para determinar o erro de medição do primeiro sensor, através da comparação do sinal do primeiro sensor com o valor de medição esperado.

3. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o erro de medição representa um erro em uma medição realizada pelo primeiro sensor em uma primeira direção, e em que o

processador é adicionalmente configurado para determinar um segundo erro de medição representativo de uma medição realizada pelo primeiro sensor em uma segunda direção.

4. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o erro de medição na primeira direção é representativo de um erro no rolo medido do veículo de trabalho, e em que o segundo erro de medição na segunda direção é representativo de um erro na direção do passo medido.

5. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o processador é adicionalmente configurado para determinar um terceiro erro de medição representativo de uma medição realizada na direção de guinada.

6. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o processador é adicionalmente configurado para enviar um sinal de saída para uma interface de usuário disposta no veículo de trabalho, o sinal de saída representando o erro de medição do primeiro sensor.

7. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o processador é adicionalmente configurado para ajustar automaticamente um valor de medição detectado pelo primeiro sensor com base no erro de medição do primeiro sensor.

8. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que adicionalmente inclui um terceiro sensor associado a um cilindro da pluralidade de cilindros, e um quarto sensor associado a outro cilindro da pluralidade de cilindros, em que o terceiro sensor e o quarto sensor são, cada um, configurados para detectar um parâmetro relativo ao comprimento do cilindro correspondente.

9. Veículo de trabalho, caracterizado pelo fato de que compreende:

um corpo;

um instrumento de trabalho móvel em relação ao corpo;

um arranjo de ligação configurado para ajustar uma posição do instrumento de trabalho em relação ao corpo, o arranjo de ligação incluindo uma pluralidade de cilindros hidráulicos, cada um sendo móvel entre uma posição estendida e uma posição retraída para ajustar um comprimento do mesmo;

um primeiro sensor posicionado no corpo;

um segundo sensor posicionado em um primeiro cilindro da pluralidade de cilindros do arranjo de ligação, o segundo sensor configurado para detectar um parâmetro do primeiro cilindro; e

um processador configurado para determinar um erro de medição do primeiro sensor com base, pelo menos em parte, em um sinal representativo de uma medição detectada pelo segundo sensor.

10. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o processador é configurado para determinar o erro de medição do primeiro sensor ao

receber um primeiro sinal do primeiro sensor, o primeiro sinal incluindo uma medição detectada pelo primeiro sensor quando o corpo é girado em uma primeira direção em relação ao instrumento de trabalho,

receber um segundo sinal do segundo sensor, o segundo sinal representativo de uma medição detectada pelo segundo sensor quando o corpo é girado na primeira direção em relação ao instrumento de trabalho,

receber um terceiro sinal do primeiro sensor, o terceiro sinal representativo de uma medição detectada pelo primeiro sensor quando o corpo é girado em uma segunda direção em relação ao instrumento de trabalho, e

receber um quarto sinal do segundo sensor, o segundo sinal representativo de uma medição detectada pelo segundo sensor quando o corpo

é girado na segunda direção em relação ao instrumento de trabalho.

11. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o erro de medição representa um erro em uma medição realizada pelo primeiro sensor em uma primeira direção, e em que o processador é adicionalmente configurado para determinar um segundo erro de medição representativo de uma medição realizada pelo primeiro sensor em uma segunda direção.

12. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o processador é configurado para determinar o erro de medição do primeiro sensor através do cálculo de um valor de medição esperado com base no sinal do segundo sensor.

13. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o processador é configurado para determinar o erro de medição do primeiro sensor através da comparação de uma medição detectada pelo primeiro sensor com o valor de medição esperado.

14. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o processador é adicionalmente configurado para enviar uma saída para uma interface de usuário disposta no veículo de trabalho, a saída indicando o erro de medição do primeiro sensor.

15. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o processador é adicionalmente configurado para ajustar automaticamente uma medição detectada pelo primeiro sensor com base no erro de medição do primeiro sensor.

16. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que adicionalmente inclui um terceiro sensor posicionado em um segundo cilindro da pluralidade de cilindros do arranjo de ligação, o terceiro sensor configurado para detectar um parâmetro do segundo cilindro.

17. Veículo de trabalho, caracterizado pelo fato de que

compreende:

- um corpo;
- uma estrutura operacional móvel em relação ao corpo em torno de uma articulação primária;
- um arranjo de ligação configurado para ajustar uma posição da estrutura operacional em relação ao corpo;
- um instrumento de trabalho acoplado à estrutura operacional e móvel em relação ao corpo;
- uma interface de usuário configurada para exibir informações para um operador do veículo de trabalho;
- um primeiro sensor posicionado no corpo;
- um segundo sensor posicionado em pelo menos um dentre: a estrutura operacional, o arranjo de ligação e a lâmina; e
- um processador configurado para determinar um erro de medição do primeiro sensor com base, pelo menos em parte, em um sinal do primeiro sensor e um sinal do segundo sensor, e emitir um erro de medição do primeiro sensor para a interface de usuário.

18. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a interface de usuário é posicionada em um local remoto em relação ao veículo de trabalho, e em que o processador é configurado para emitir, sem a utilização de fios, o erro de medição do primeiro sensor para a interface do usuário.

19. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o processador é configurado para determinar um erro de medição do primeiro sensor através do cálculo de um valor de medição esperado com base no sinal do segundo sensor.

20. Veículo de trabalho de acordo com a reivindicação 19,

caracterizado pelo fato de que o processador é configurado para determinar o erro de medição do primeiro sensor através da comparação do sinal do primeiro sensor com o valor de medição esperado.

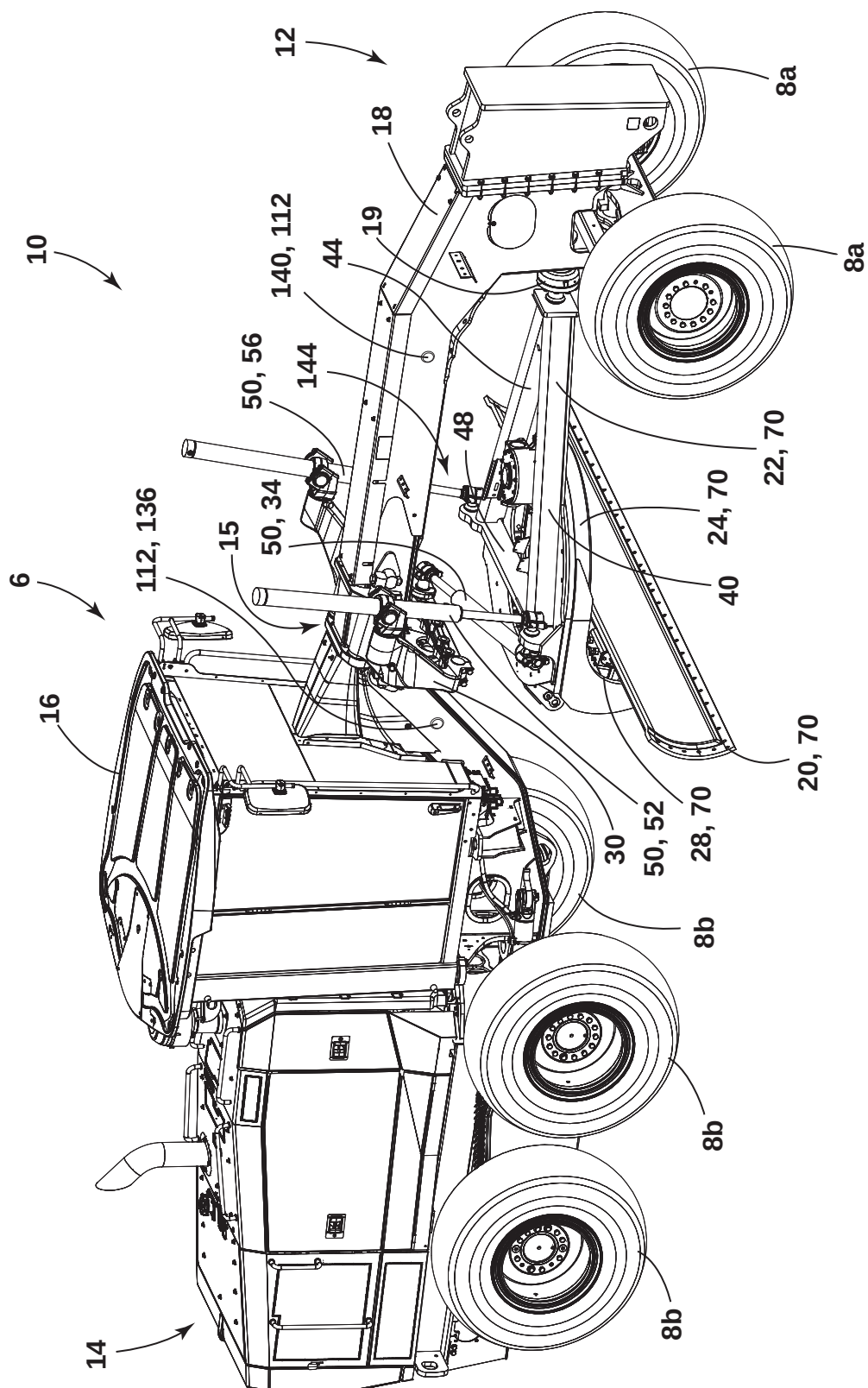


FIG. 1

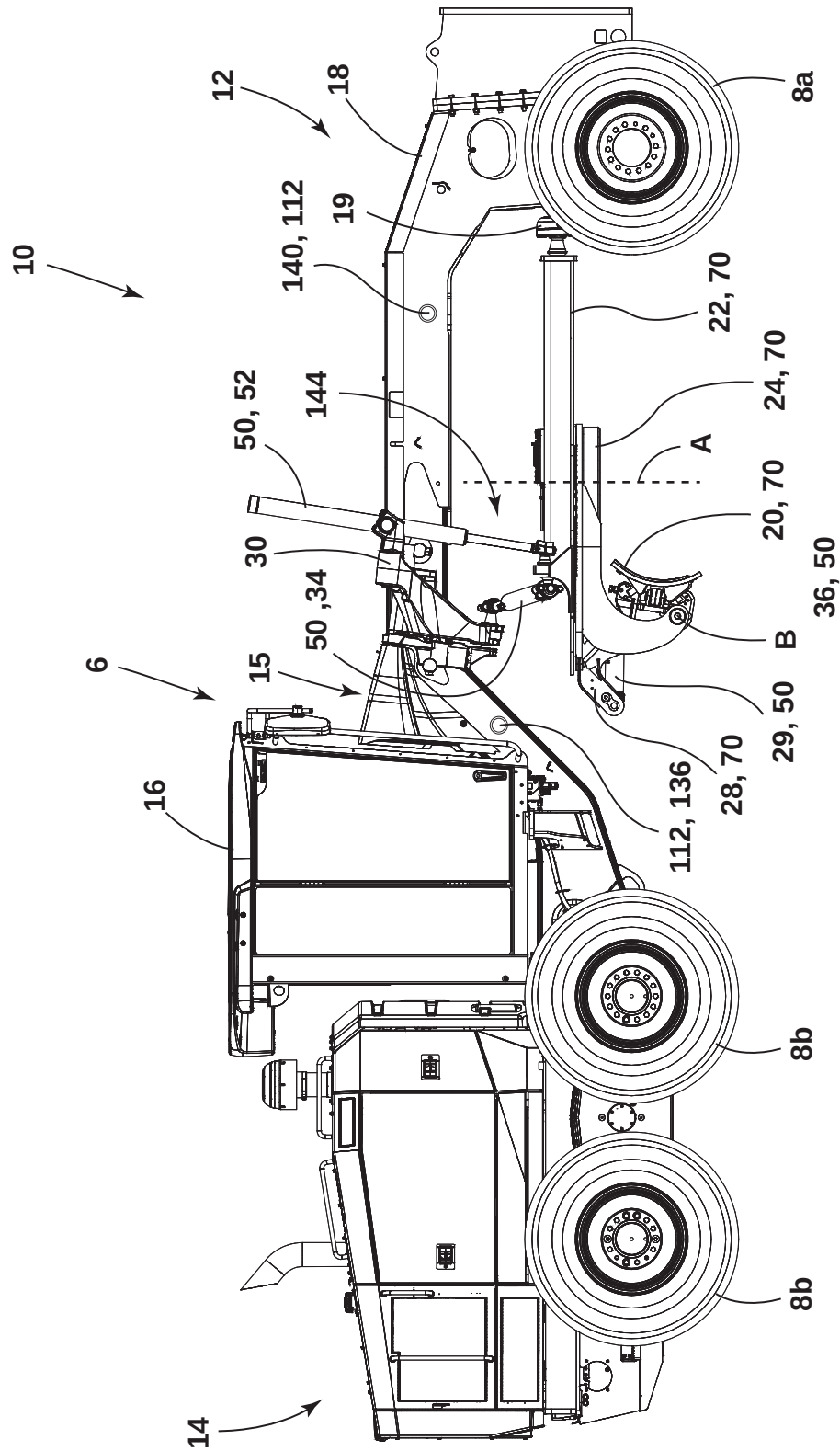


FIG. 2

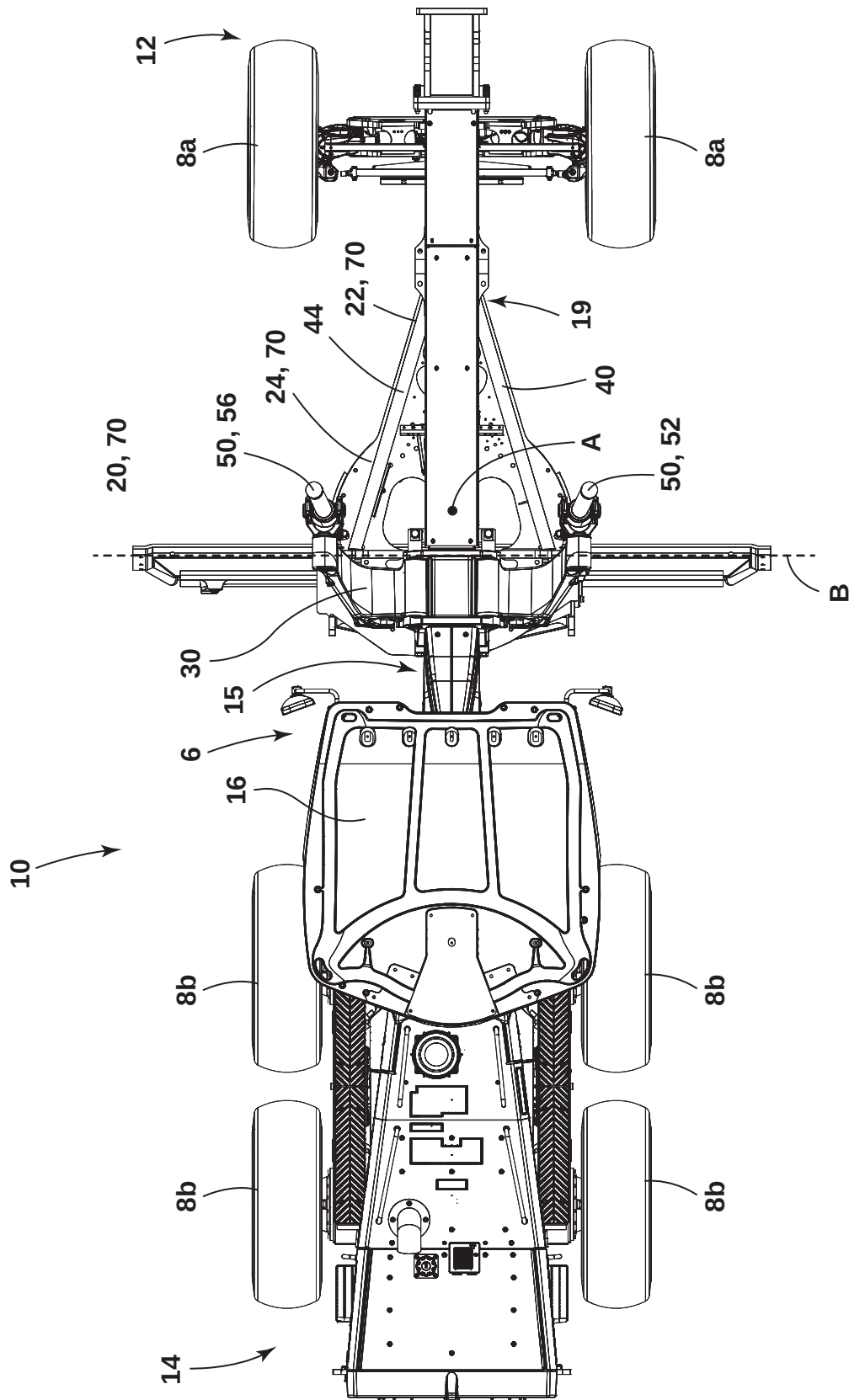


Fig. 3

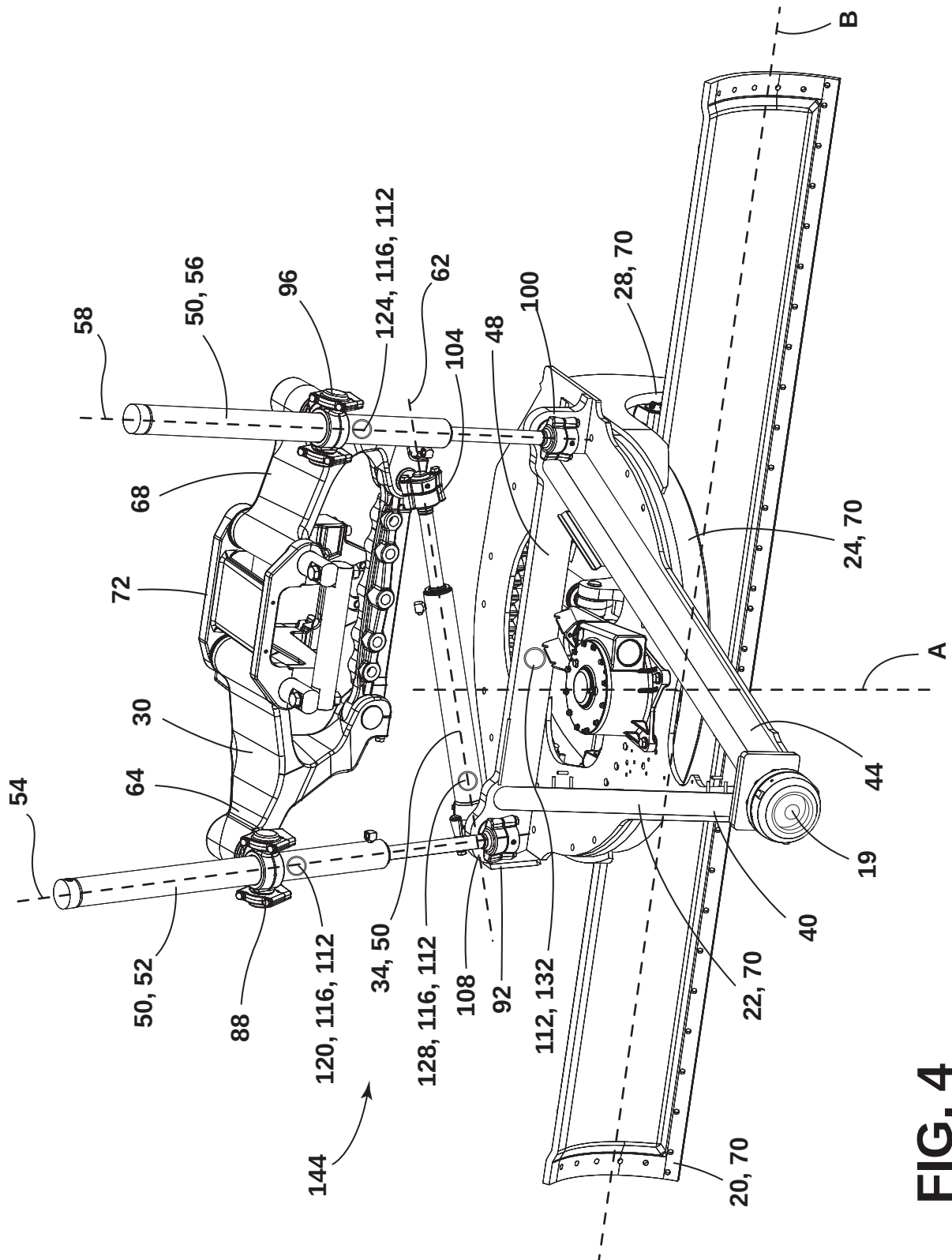


FIG. 4

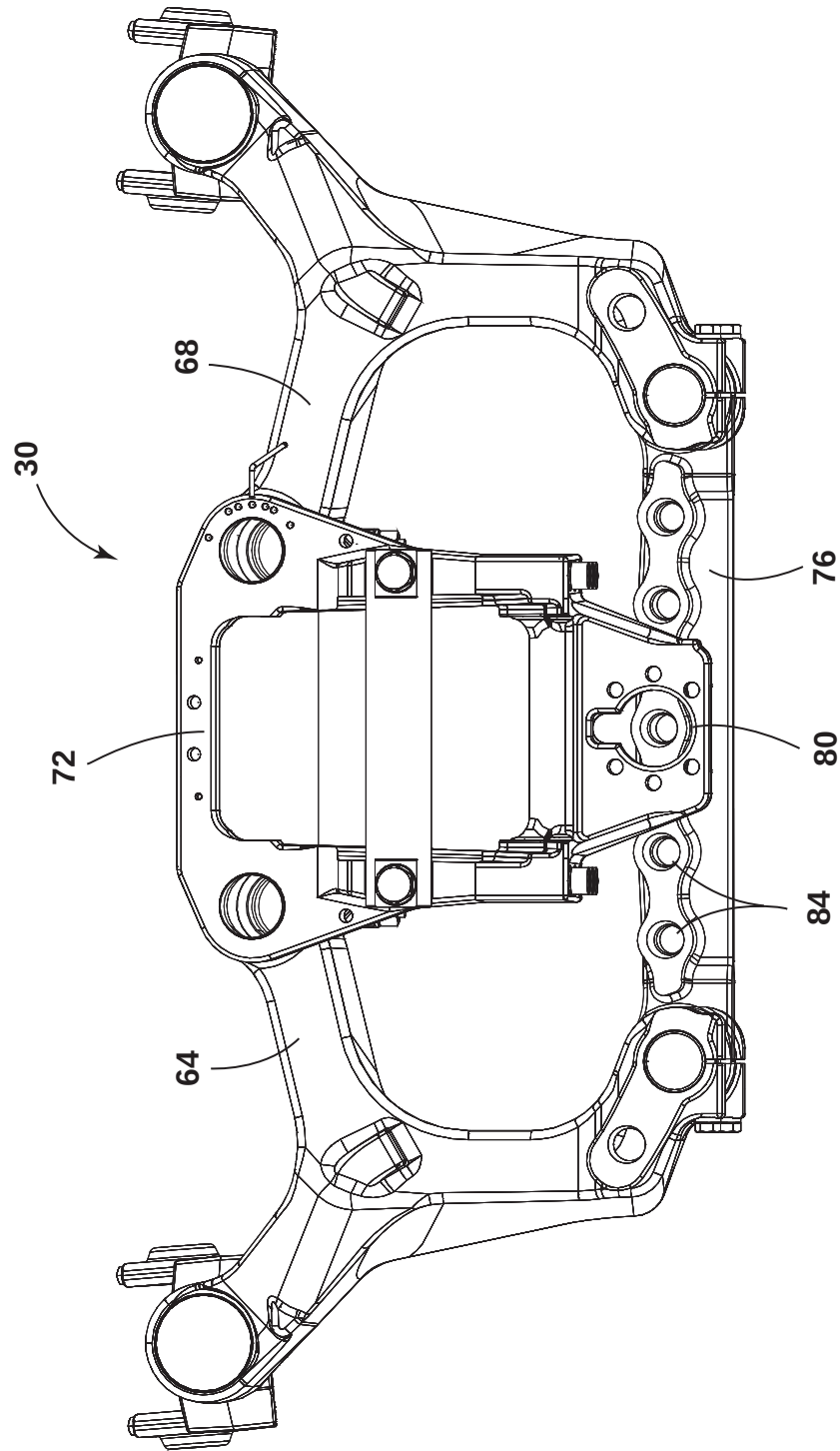


FIG. 5

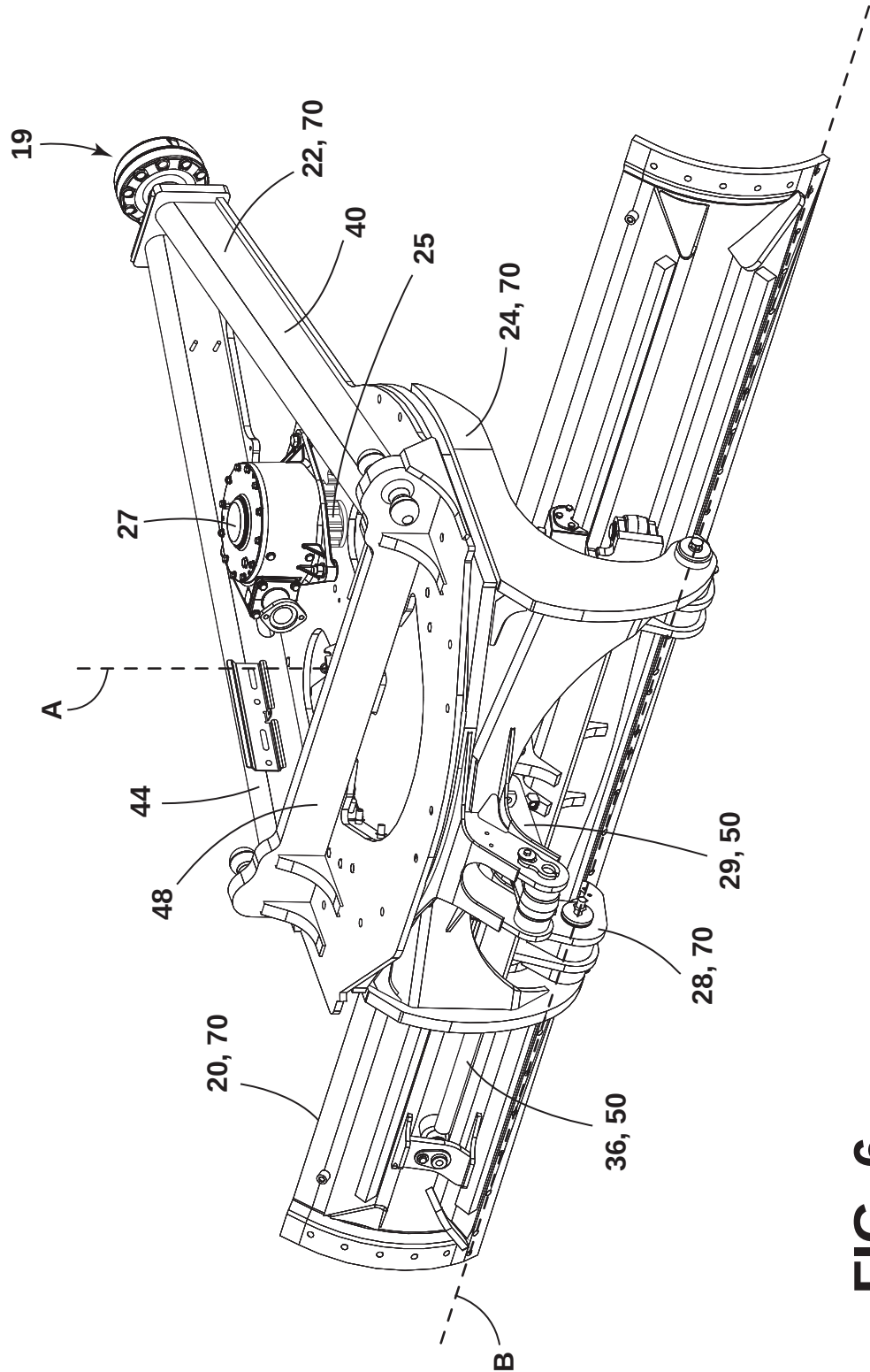


FIG. 6

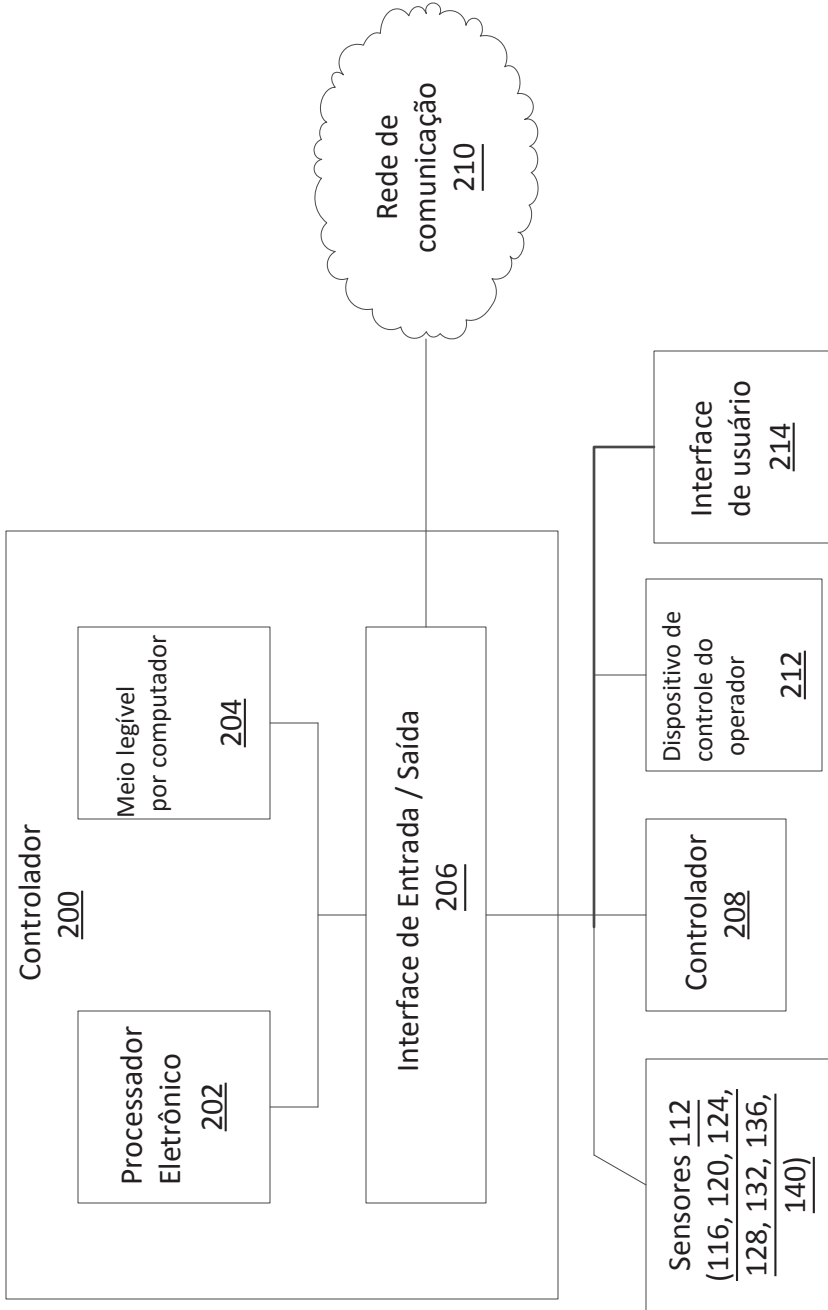
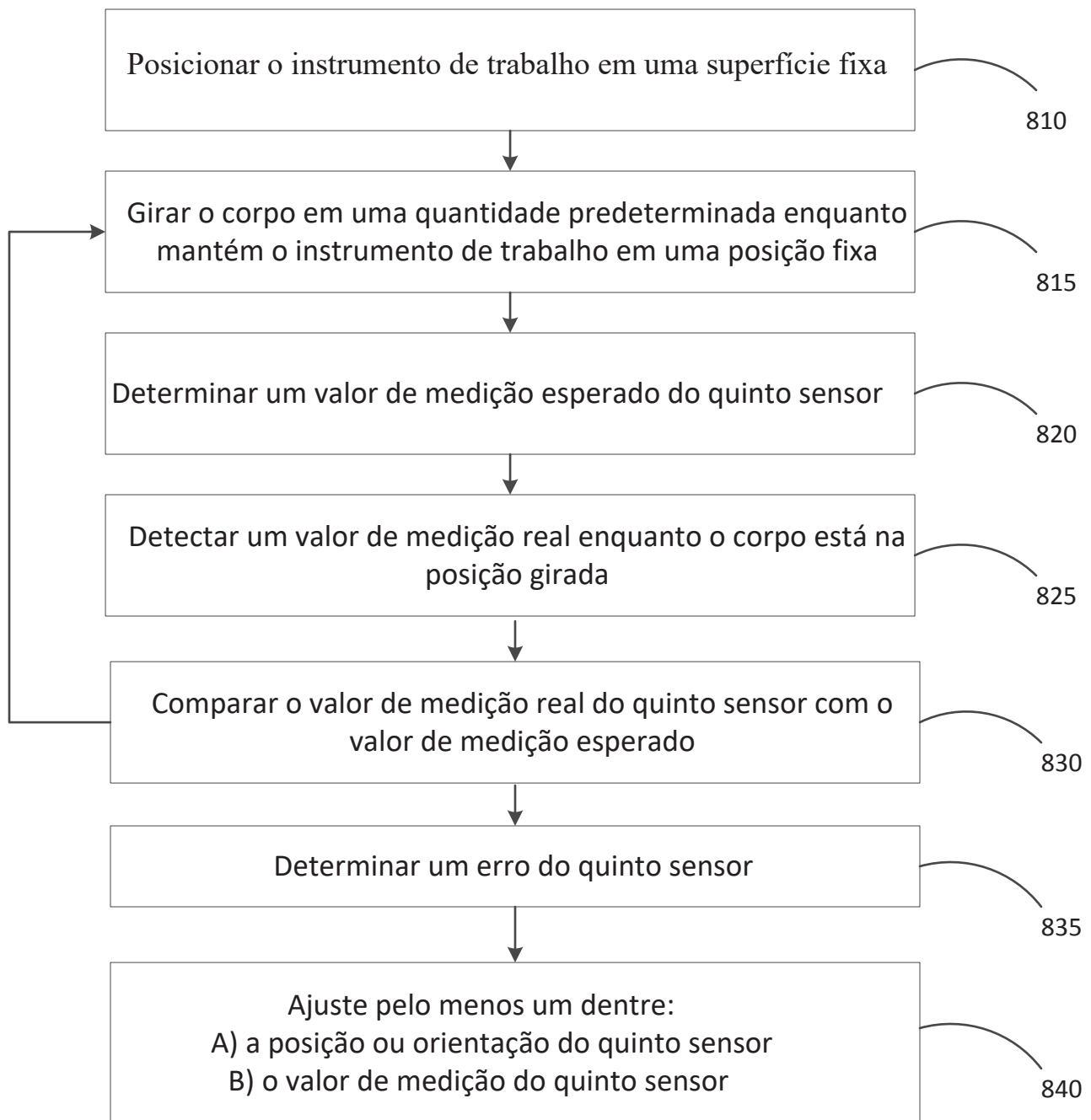


FIG. 7

800

**FIG. 8**

RESUMO

VEÍCULO DE TRABALHO

Um veículo de trabalho incluindo um corpo, uma estrutura operacional móvel em relação ao corpo em torno de uma junta primária, um arranjo de articulação configurado para ajustar uma posição da estrutura operacional em relação ao corpo, e um instrumento de trabalho acoplado à estrutura operacional e móvel em relação ao corpo. Um primeiro sensor é posicionado no corpo. Um segundo sensor é posicionado em pelo menos um dentre: a estrutura operacional, o arranjo de articulação e o instrumento de trabalho. Um processador é configurado para receber um primeiro sinal do primeiro sensor, em que o primeiro sinal é representativo de uma medição detectada pelo primeiro sensor; receber um segundo sinal do segundo sensor, em que o segundo sinal é representativo de uma medição detectada pelo segundo sensor, e determinar um erro de medição do primeiro sensor com base nos sinais do primeiro sensor e do segundo sensor.