



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

(21) C1 0903632-6 E2

(22) Data do Depósito: 15/09/2011

(43) Data da Publicação: 13/03/2018



(54) Título: CABEÇOTE ORBITAL DE SOLDAGEM POR MOVIMENTO DE FRICÇÃO

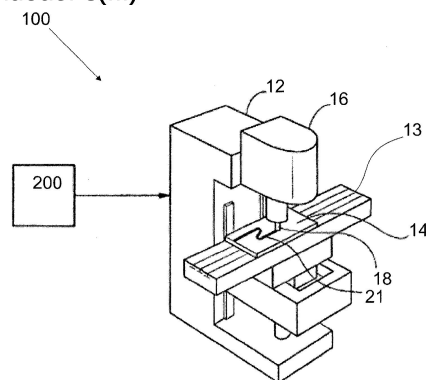
(51) Int. Cl.: B23K 28/00

(73) Titular(es): EMBRAER S.A.

(72) Inventor(es): MÁRCIO FERNANDO CRUZ; GUSTAVO FREITAS; ROBSON FERNANDO DE OLIVEIRA PEREIRA; EDSON PEREIRA; HAMILTON ZANINI; JEFFERSON ADRIANO DA COSTA; MAURÍCIO ANDENA; FERNANDO FERREIRA FERNANDEZ

(74) Procurador(es): VEIRANO E ADVOGADOS ASSOCIADOS

(57) Resumo: CABEÇOTE ORBITAL DE SOLDAGEM POR MOVIMENTO DE FRICÇÃO. Descreve-se um cabeçote orbital (121) para equipamento de soldagem por movimento de fricção (100), o cabeçote orbital (121) dotado de uma placa lateral esquerda (101), uma placa lateral direita (102) paralela à placa lateral esquerda (101), uma placa posterior (103) perpendicularmente associada às placas laterais esquerda e direita (101 e 102) e uma placa frontal (104) paralela à placa posterior (103) e perpendicularmente associada às placas laterais esquerda e direita (101 e 102), sendo que associado ao cabeçote orbital (121) encontram-se um fuso (16) disposto entre as placas laterais esquerda e direita (101 e 102); um servo motor (105) disposto junto à placa posterior (103) e associado a uma primeira e uma segunda polias (109 e 110) transmitindo movimento a um fuso de esferas (112) que movimenta o fuso (16) na direção de um eixo (W), o fuso (16) sendo dotado de um porta ferramenta (119) no qual uma ferramenta rotativa (18) é acoplada; o cabeçote orbital (121) compreendendo um conjunto prendedor fixado a uma porção inferior da placa lateral direita (102), o conjunto prendedor s(...)



"CABEÇOTE ORBITAL DE SOLDAGEM POR MOVIMENTO DE FRICÇÃO"

Certificado de Adição de Invenção do PI 0903632-6, depositado em 25/09/2009.

5 O aperfeiçoamento em questão refere-se a um cabeçote orbital de soldagem por movimento de fricção, dotado de meios para controlar e corrigir, dinamicamente, a posição axial da ferramenta durante a soldagem, além de permitir a fixação segura do objeto a ser soldado durante a ação da ferramenta na soldagem.

Descrição do estado da técnica

10 Como já é conhecido do estado da técnica, durante a soldagem por movimento de fricção uma grande quantidade de forças atua sobre a ferramenta de soldagem. Dentre essas forças, a força descendente utilizada para manter a posição da ferramenta e a força por ela empregada constantes tem se destacado como parâmetros importantes a serem controlados com maior precisão.

15 Em muitos casos, a posição vertical da ferramenta é pré-definida e assim a carga aplicada varia durante a soldagem. Para o controle dessa carga aplicada, sensores são utilizados a fim de perceberem a posição da ferramenta e a força que essa ferramenta está empregando no objeto soldado e sistemas de controle são empregados para controlar a posição e a força descendente da ferramenta
20 em resposta aos parâmetros percebidos pelos sensores.

Neste sentido, destaca-se o documento US 6,499,649 que descreve um dispositivo de soldagem por movimento de fricção para soldagem de chapas de liga de alumínio. Esse dispositivo é formado por uma ferramenta rotativa, uma unidade de comando dessa ferramenta rotativa, uma unidade de pressão para
25 pressionar a ferramenta rotativa contra a superfície a ser soldada e um suporte que recebe e sustenta a unidade de pressão. Além disso, esse dispositivo também compreende um servo motor, cuja rotação é transmitida a um fuso de esferas através de correia e polias. Sobre este fuso de esferas é também montada uma porca de esferas associada à unidade de pressão de modo a
30 movimentá-la para cima e para baixo. A unidade de pressão é associada à unidade de comando da ferramenta rotativa através de uma chapa de fixação.

Entre essa chapa de fixação e a unidade de comando da ferramenta rotativa é disposto um sensor de pressão. Uma unidade de controle é adaptada a esse dispositivo para controlar a rotação do servo motor a partir dos dados de pressão pré-estabelecidos e os dados de pressão recebidos do sensor de pressão. Deste modo, para que a ferramenta rotativa possa se deslocar acompanhando as irregularidades da chapa a ser soldada e mantendo a pressão na chapa constante, o sinal de variação de pressão recebido pelo sensor de pressão é convertido e enviado à unidade de controle que compara esse sinal com os dados de pressão pré-estabelecidos comandando o servo motor a rotacionar no sentido horário ou anti-horário. De acordo com o sentido de rotação do servo motor, o fuso de esferas rotaciona de modo a levantar ou abaixar o conjunto formado pela unidade de pressão e pela unidade de comando da ferramenta rotativa e, portanto, a ferramenta rotativa é movimentada no sentido ascendente ou descendente com o objetivo de manter a pressão na chapa constante, independentemente das irregularidades da superfície desta chapa.

Embora apresente um funcionamento simplificado com o objetivo de manter constante a pressão da ferramenta sobre a chapa a ser soldada, o dispositivo descrito pelo documento US 6,499,649 não descreve um sistema a laser que escaneia a superfície de apoio antes da soldagem e corrige o caminho original da ferramenta, não compreende um sistema preciso de alarme que evita que a ferramenta colida com o apoio que segura a peça a ser soldada e, ainda, não descreve ou ilustra meios de fixação segura da peça que está sendo soldada de modo que esta não se desloque em razão da força exercida pela ferramenta de soldagem.

O documento US 6,732,900 refere-se a um fuso para máquina de soldagem por movimento de fricção. Adaptado a este fuso está um dispositivo de sensoriamento cujo objetivo é prover um sinal de saída indicativo de, pelo menos, uma força coincidente com o deslocamento e posicionamento axiais deste fuso.

Apesar de descrever uma máquina de soldagem por movimento de fricção dotada de controles dos movimentos axiais do fuso e, conseqüentemente, dos movimentos axiais da ferramenta que será colocada em contato com a peça a ser soldada, essa máquina descrita pelo documento US 6,732,900 faz uso de

sistemas pneumáticos ou hidráulicos formando atuadores adaptados para causar os deslocamentos axiais ao fuso, tornando o controle complexo e de custo muito elevado.

Quanto ao documento US 7,121,451, este descreve um método e um
5 dispositivo de soldagem por movimento de fricção para inserir, precisamente, a ferramenta de solda na posição de solda determinada em um objeto. O dispositivo de soldagem por movimento de fricção em particular compreende uma ferramenta de solda que é disposta na posição de solda determinada do objeto sem estar em rotação, isto é, a ferramenta é precisamente posicionada na peça a
10 ser soldada inicialmente parada, sem rotação. Uma vez posicionada na peça, a ferramenta é rotacionada e realiza a solda desejada, sendo que, ao final, antes de ser retirada do contato com a peça, a ferramenta tem a sua rotação interrompida. Desta forma, as variações da etapa de solda são minimizadas, as forças de solda podem ser mantidas mais constantes e uniformes para cada
15 objeto a ser soldado. Este dispositivo compreende ainda, meios de controle da rotação da ferramenta e do movimento da ferramenta em relação ao eixo vertical coincidente com o eixo da ferramenta, entre outros. Os meios de controle controlam as rotações de um servo motor que, por sua vez, controla a rotação da ferramenta. Os elementos de controle assumem que a ferramenta fez contato
20 com o objeto a ser soldado quando a posição da ferramenta atinge uma posição pré-determinada coincidente com a superfície do objeto. O objetivo principal deste dispositivo e método é garantir uma solda precisa e de bom aspecto, conservando energia do equipamento e diminuindo o desgaste da ferramenta ao parar a rotação desta ferramenta ao iniciar e terminar o caminho de solda na
25 peça. Não é descrito nesse documento, um cabeçote orbital contendo um fuso com seis graus de liberdade que recebe uma ferramenta de soldagem por movimento de fricção e que seja dotado de controle de profundidade dessa ferramenta realizado por transdutores lineares e PLC, de modo a manter a ferramenta a uma distância segura do dispositivo que prende a peça a ser
30 soldada. Além disso, verifica-se que este documento do estado da técnica não ilustra ou descreve meios de fixação segura da peça que está sendo soldada de modo que esta não se desloque em razão da força exercida pela ferramenta de soldagem.

Já o documento US 2003/0029903 também faz referência a um dispositivo de soldagem por movimento de fricção compreendendo um rotor dotado de uma ponta, um motor de rotação para rotacionar o rotor ao redor de um eixo de rotação, um motor de movimento linear para mover o rotor ao longo do eixo de rotação de modo que a ponta do roto é pressionada contra um objeto a ser soldado. O dispositivo compreende, ainda, uma unidade de controle de rotação para controlar, variavelmente, a velocidade de rotação do rotor, e uma unidade de controle de movimento linear para controlar o movimento linear realizado pelo rotor de forma a poder controlar a pressão aplicada pelo rotor ao objeto a ser soldado. O controle de velocidade e pressão da ponta do rotor ou ferramenta sobre a peça é controlado pela unidade de controle de rotação, através da medição da carga aplicada ao motor em comparação com valores de velocidade de rotação e pressão pré-estabelecidos executados por um método. Nenhuma célula de carga ou controle de profundidade dessa ferramenta realizado por transdutores lineares e PLC é descrito neste documento, assim como também não é descrito ou ilustrado um meio de fixação segura da peça que está sendo soldada de modo que esta não se desloque em razão da força exercida pela ferramenta de soldagem.

Notam-se muitos desenvolvimentos com o objetivo de controlar, de forma cada vez mais precisa a posição vertical da ferramenta de soldagem e a força exercida por essa ferramenta sobre a superfície das peças a serem soldadas, com o intuito de manter essa força constante visando diminuir o desgaste da ferramenta. No entanto, a precisão na fixação das peças a serem soldadas não está sendo observada, muito embora uma fixação incorreta das peças ocasione imperfeições na solda, choque da ferramenta com as peças e muitas vezes o choque da ferramenta com o dispositivo que segura as peças para a soldagem. Estas irregularidades também são nocivas à vida útil da ferramenta e do equipamento de soldagem como um todo, uma vez que um choque da ferramenta pode vir a comprometer a precisão do fuso.

30 **Objetivos da invenção**

O aperfeiçoamento em questão tem como objetivo prover um cabeçote orbital contendo um fuso com seis graus de liberdade, cujos controles do

posicionamento e força axiais de uma ferramenta são monitorados precisamente por células de carga e sensores lineares, associados a uma unidade de controle.

É também objetivo deste aperfeiçoamento, prover um cabeçote orbital dotado de um conjunto prendedor que proporciona uma fixação firme e precisa das peças de trabalho durante a soldagem, acompanhando o percurso da ferramenta ao longo das peças e as imperfeições existentes nas superfícies destas.

Breve descrição da invenção

O aperfeiçoamento tem por objeto um cabeçote orbital para equipamento de soldagem por movimento de fricção, o cabeçote orbital dotado de uma placa lateral esquerda, uma placa lateral direita paralela à placa lateral esquerda, uma placa posterior perpendicularmente associada às placas laterais esquerda e direita e uma placa frontal paralela à placa posterior e perpendicularmente associada às placas laterais esquerda e direita, sendo que associado ao cabeçote orbital encontram-se: um fuso disposto entre as placas laterais esquerda e direita; um servo motor disposto junto à placa posterior e associado a uma primeira e uma segunda polias transmitindo movimento a um fuso de esferas que movimenta o fuso na direção de um eixo (W), o fuso sendo dotado de um porta ferramenta no qual uma ferramenta rotativa é acoplada; o cabeçote orbital compreendendo, ainda, um conjunto prendedor fixado a uma porção inferior da placa lateral direita, o conjunto prendedor sendo formado por uma primeira haste suporte que se estende para baixo a partir da porção inferior da placa lateral direita, uma segunda haste suporte articuladamente conectada à primeira haste suporte e um par de roletes disposto em uma extremidade livre da segunda haste suporte e cooperante com a ferramenta rotativa.

Descrição resumida dos desenhos

O presente aperfeiçoamento será, a seguir, mais detalhadamente descrito com base em um exemplo de execução representado nos desenhos. As figuras mostram:

Figura 1 ilustra de modo exemplificativo em equipamento que executa um movimento de fricção para soldagem;

Figura 1B é uma vista perspectiva posterior do cabeçote orbital, sem a placa posterior;

Figura 1C é uma vista perspectiva frontal do cabeçote orbital, sem o fuso e a placa frontal;

5 Figura 1D é uma vista frontal do cabeçote orbital;

Figura 2A ilustra um processo e algoritmo de controle do equipamento;

Figuras 12 e 12A ilustram, de acordo com o estado da técnica, o uso de um sensor laser que não é intercambiável com a ferramenta de soldagem, quando o curso de soldagem não é linear, mas elíptico, por exemplo; e

10 Figuras 13 e 13A ilustram o uso de um sensor laser que é intercambiável com a ferramenta de soldagem, quando o curso de soldagem não é linear, mas elíptico, por exemplo.

Descrição detalhada das figuras

Como ilustrado na figura 1 do PI 0903632-6, o equipamento de soldagem por movimento de fricção 100 compreende uma estrutura 12 que suspende de modo móvel, um fuso 16 acima de um apoio 13 que segura uma peça 14 a ser trabalhada. Um pino rotatório ou ferramenta 18 é instalado no fuso 16 e gira em contato com a peça 14. Girando em contato com a peça 14 com uma quantidade de força descendente, a ferramenta 18 executa a soldagem por fricção rotativa da referida peça 14. A operação do equipamento 100 é controlado pelo sistema de controle eletrônico 200.

A ferramenta 18 especialmente desenhada é preferencialmente cilíndrica, com ombros, e tem um perfil de sonda roscado ou não roscado resistente ao desgaste. O fuso 16 rotaciona a ferramenta 18 a uma velocidade constante e alimenta a ferramenta 18 a uma taxa constante de deslocamento transversal. Para unir duas peças, a ferramenta 18 é inserida em uma linha de junção entre essas duas peças de chapa ou placa que são unidas. As peças são presas fixamente no apoio 13 de modo a prevenir que as faces unidas se soltem ao serem forçadas. O comprimento da ferramenta 18 é geralmente ligeiramente menor do que a profundidade de solda requerida. O ombro da ferramenta está

em contato com a superfície da peça 14 trabalhada e a ferramenta 18 é, então, movimentada em relação à peça 14.

Como o fuso 16 rotaciona a ferramenta 18, um calor da fricção é gerado entre o ombro da ferramenta, a ferramenta 18 e o material da peça 14. Este calor, juntamente com o calor gerado pelo processo de mistura mecânica e o calor adiabático dentro do material, causa a agitação material que amolece sem atingir o ponto de fusão. A ferramenta 18 se desloca ao longo da linha de solda. Como a ferramenta 18 rotacionando é movimentada na direção da solda, a face principal da ferramenta, assistida pelo perfil especial dessa ferramenta, força o material plastificado para trás da ferramenta 18 enquanto aplica uma força de forjamento substancial para consolidar o material soldado. A soldagem do material é realizada por deformação plástica e recristalização dinâmica no estado sólido. O equipamento de soldagem por movimento de fricção 100 pode ser programado pra prover uma variedade de padrões de solda para uniões de sobreposição e topo em superfícies complexas sob controle eletrônico (por exemplo, através de uma unidade de Controle Numérico).

Conforme ilustra a figura 1A do PI 0903632-6, o equipamento 100 pode controlar a posição e orientação translacional e rotacional da ferramenta 18 em relação ao apoio 13 em seis graus de liberdade. Dentre os graus de liberdade, o fuso 16, montado em um cabeçote orbital 121 (figuras 1B, 1C e 1D), pode girar a ferramenta 18 sobre os eixos rotacionais: de declive e de aclave W e eixo de giro C.

O eixo W é o eixo no qual a força descendente age substancialmente normal (90° ou aproximadamente 90°) à superfície da peça 14. Através do movimento provido de acordo como eixo W, o fuso 16 (dentro do cabeçote orbital 121) pode realizar movimento de avanço linear e também movimento de recuo linear. Quando a posição do cabeçote orbital 121 está a 0° em relação ao eixo A (isto é, quando o cabeçote orbital 121 não está inclinado), a direção do eixo W é paralela à direção do eixo Z. O eixo W é então usado para realizar movimento linear independentemente dos outros cinco eixos, e constitui um sexto eixo. Como os seis eixos podem operar simultaneamente, o equipamento 100 pode operar em seis graus de liberdade.

As figuras 1B, 1C e 1D ilustram detalhes adicionais dos atuadores de controle eletromecânicos dispostos dentro e fora do cabeçote orbital 121 para realizar controle de movimento e posicionamento do fuso 16 e da ferramenta 18 e, ainda, ilustram detalhes da célula de carga 208 que pode ser usada para sensoriar dinamicamente a força descendente do fuso 16 e da ferramenta 18. Estes e outros detalhamentos compõem o aperfeiçoamento objeto do presente Certificado de Adição.

Assim, conforme ilustrado nas figuras 1B, 1C e 1D, o cabeçote orbital 121 é formado por uma placa lateral esquerda 101, uma placa lateral direita 102 paralela à placa lateral esquerda 101, uma placa posterior 103 perpendicularmente associada às extremidades posteriores das placas laterais esquerda 101 e direita 102 e uma placa frontal 104 disposta paralelamente em relação à placa posterior 103 e perpendicularmente associada às extremidades frontais das placas laterais esquerda 101 e direita 102. As placas lateral esquerda 101, lateral direita 102, posterior 103 e frontal 104 são associadas entre si por meio de parafusos, pinos ou qualquer outro meio equivalente, formando uma caixa de formato substancialmente retangular, no qual a altura da placa frontal 104 é menor do que a altura das demais placas, conforme ilustrado na figura 1D.

O fuso 16 é disposto dentro do cabeçote orbital 121. As figuras 1B e 1D mostram que a altura do fuso 16 é maior do que a altura das placas lateral esquerda 101, lateral direita 102 e posterior 103. Estas figuras mostram que as extremidades superior e inferior do fuso 16 estão, respectivamente, além das extremidades superior e inferior das placas lateral esquerda 101, lateral direita 102 e posterior 103. Este fuso 16 pode ser, por exemplo, do tipo eletromecânico.

De acordo com a figura 1B, o cabeçote 121 compreende um servo motor 105 fixado junto à porção externa da placa posterior 103, próximo à extremidade posterior da placa lateral direita 102 (figura 1C). Um redutor 106 é associado à extremidade superior do servo motor 105, de modo que o redutor 106 compreende uma extremidade de entrada associada ao servo motor 105 e uma extremidade de saída associada a uma primeira polia 109. A primeira polia 109 está conectada a uma segunda polia 110 através de uma correia 111, de modo que o servo motor 105 aciona o redutor 106 que, por sua vez, aplica uma rotação

a primeira polia 109 que é transmitida a segunda polia 110 por meio da correia 111, seguindo uma relação de transmissão determinada.

O conjunto servo motor 105, redutor 106 e primeira polia 109 é fixado à placa posterior 103 através de um elemento de reforço 108 posicionado sobre o perímetro superior da placa posterior 103 (figura 1C) através de uma placa de fixação 107 disposta perpendicularmente em relação ao elemento de reforço 108.

Conforme ilustrado na Fig. 1C, um fuso de esferas 112, suportado por um mancal 113 paralelo ao elemento de reforço 108 é associado a segunda polia 110 de modo que a rotação desta segunda polia 110 é transmitida para o fuso de esferas 112 que, por sua vez, gera a movimentação na direção do eixo W de uma porca 114 que está disposta abaixo do mancal 113 e associada a um suporte 115. Assim, a movimentação da porca 114 é transmitida ao suporte 115 que se desloca linearmente, também na direção do eixo W.

Como pode ser visto na figura 1B e 1C, o suporte 115 compreende as suas extremidades laterais apoiadas em blocos de esfera 125A e 125B paralelos entre si que são dispostos sobre guias longitudinais 124C e 124D, paralelas entre si, que estão fixas junto à porção interna da placa posterior 103 (figura 1C). Além disso, o suporte 115 também está associado longitudinalmente a um calço 116 que está apoiado a uma célula de carga 208 e a um fixador 117. O movimento linear do suporte 115 (e dos respectivos blocos de esfera 125A e 125B) sobre as guias longitudinais 124C e 124D desloca linearmente o calço 116, a célula de carga 208 e o fixador 117 de forma compacta e na mesma direção, isto é, na direção do eixo W e no sentido de avanço, sendo que a movimentação do fixador 117 gera um deslocamento também linear de um elemento de suporte 118 cuja porção horizontal é disposta abaixo do fixador 117.

Conforme ilustrado nas figuras 1B e 1C, o elemento de suporte 118 é formado por uma porção horizontal e por uma porção vertical na qual o fuso 16 é fixado. A porção horizontal do elemento de suporte 118 pode ser vista na Figura 1B. A porção vertical do suporte 118 pode ser vista na figura 1C. As extremidades laterais do elemento de suporte 118 são apoiadas em blocos de esfera 125C e 125D paralelos entre si que são dispostos sobre as guias longitudinais 124C e 124D paralelas entre si. Assim, a movimentação linear do elemento de suporte

118 (e dos respectivos blocos de esfera 125C e 125D) sobre as guias longitudinais 124C e 124D e em conjunto com o movimento linear do suporte 115 proporciona a movimentação de avanço do fuso 16. Isto porque o suporte 115, o calço 116, a célula de carga 208, o fixador 117 e o elemento de suporte 118
5 estão alinhados, uns sobre os outros, de modo a transmitir este movimento linear na direção do eixo W entre si e para o fuso 16.

Deste modo, quando o servo motor 105 gera rotação em sentido horário, por exemplo, a movimentação do conjunto acima é feita no sentido de avanço do fuso 16 em direção à peça a ser soldada. Quando o servo motor 105 gera rotação
10 em sentido anti-horário, por exemplo, a movimentação deste conjunto é feita no sentido de recolhimento do fuso 16, ou seja, em direção oposta à peça a ser soldada.

De acordo com a figura 1C, um parafuso tensionador 120 é fixado na porção inferior do suporte 115 e mantido preso por uma porca de travamento 122.
15 Esse parafuso tensionador 120 passa pela porção vertical do elemento de suporte 118 através de um furo passante (não ilustrado) de modo que após atravessar o elemento suporte 118 na extremidade do parafuso tensionador 120 é acoplada uma porca tensionadora 123, a qual fica posicionada abaixo do elemento de suporte 118.

Quando o fuso 16 é comprimido contra a peça a ser soldada, uma força de reação é gerada no sentido oposto e transmitida para a célula de carga 208 através do elemento de suporte 118 e do fixador 117. A função da célula de carga 208 é medir a força de reação recebida, no entanto, essa força não pode exceder um limite pré estabelecido. Assim, como pode ser visto na figura 1B,
25 paralelamente à célula de carga 208 estão dispostas uma primeira e segunda hastes protetoras 126A e 126B desta célula de carga 208. A primeira haste protetora 126A é fixada sobre a porção horizontal do elemento suporte 118, enquanto que a segunda haste protetora 126B é fixada sob o suporte 115, isto é, na porção inferior do suporte 115. A distância existente entre a extremidade
30 superior da primeira haste protetora 126A e a extremidade inferior da segunda haste protetora 126B corresponde ao limite de força que pode ser aplicada à

célula de carga 208. Uma força que exceda esse limite tende a ser bloqueada, impedindo danos à célula de carga 208.

Como já descrito, o movimento do fuso 16 na direção do eixo W somente irá coincidir com a movimentação do fuso 16 na direção do eixo Z 203 quando o
5 cabeçote orbital 121 não está inclinado.

Neste sentido, a movimentação do fuso 16 na direção do eixo Z 203 é feita através da estrutura que suporta o cabeçote 121 (figura 1A).

Como ilustrado na figura 1C, uma primeira guia longitudinal 124A é disposta sobre um par de blocos de esferas 125E e 125F fixados afastados e paralelos entre si, junto à placa lateral esquerda 101. Uma segunda guia longitudinal 124B é disposta sobre um par de blocos de esfera 125G e 125H
10 fixados afastados e paralelos entre si, junto à placa lateral direita 102. A primeira e segunda guias longitudinais 124A e 124B são dispostas paralelas em relação à placa lateral esquerda 101 e a placa lateral direita 102, respectivamente, e
15 próximas à placa frontal 104.

A primeira e a segunda guias longitudinais 124A e 124B são fixadas ao fuso 16, de modo que quando há movimentação do fuso 16 na direção do eixo W, a primeira e segunda guias longitudinais 124A e 124B se movimentam linearmente sobre os seus respectivos pares de bloco de esferas 125E e 125F,
20 125G e 125H.

A porção inferior do fuso 16 compreende um porta ferramenta 119 no qual é fixada ao pino rotativo (ferramenta rotativa) 18, conforme ilustrado nas figuras 1B e 1D e ainda na figura 1C na qual o fuso 16 não está mostrado.

Um conjunto prendedor é fixado junto à porção inferior da placa lateral direita 102 (figuras 1B, 1C e 1D), com a função de prender a peça 14 a ser soldada contra o apoio 13, uma mesa ou qualquer outro elemento que a esteja segurando. Este conjunto é formado por uma primeira haste suporte 127 que se estende para baixo a partir da porção inferior da placa lateral direita 102 e uma segunda haste suporte 128 substancialmente vazada, que compreende uma de
25 suas extremidades associada à primeira haste suporte 127 através de uma
30

junção articulada e um par de roletes 129A, 129B dispostos em sua extremidade oposta à extremidade da junção articulada.

5 O conjunto prendedor ainda compreende um par de atuadores 130A, 130B dispostos de modo que uma primeira extremidade de cada atuador 130A, 130B é associada a uma porção superior da primeira haste suporte 127, junto à placa lateral direita 102 e oposta à junção articulada, e uma segunda extremidade de cada atuador 130A, 130B é associada à segunda haste suporte 128, junto ao par de roletes 129A, 129B.

10 Portanto, o pino rotativo ou ferramenta 18 é acoplado ao porta ferramenta 119 de modo que uma das extremidades do pino rotativo 18 é segura pelo porta ferramenta 119 e a extremidade oposta é posicionada entre os roletes 129A, 129B, junto a segunda haste suporte 128.

15 Durante a soldagem, a ferramenta 18 exerce força sobre as peças 14 a serem unidas podendo resultar em um deslocamento de uma ou mais peças 14 durante a solda que levam a imperfeições na solda, choque da ferramenta 18 com as peças 14 e muitas vezes o choque da ferramenta com o apoio 13. O conjunto prendedor acima descrito e objeto do aperfeiçoamento em tela provê uma fixação firme e precisa das peças 14 a serem soldadas, tendo em vista que o par de roletes 129A, 129B são mantidos em contato com as peças 14 de trabalho durante toda a trajetória da ferramenta 18, aplicando uma força de fixação através do par de atuadores 130A, 130B. É importante ressaltar que o par de atuadores 130A, 130B permite que o par de roletes 129A, 129B acompanhe também as imperfeições existentes nas superfícies soldadas.

25 Conforme ilustrado na figura 1D, a placa frontal 104 compreende um transdutor linear 207. Este transdutor linear 207 é responsável por enviar informação da posição do eixo W para um PLC 216 para manter a ferramenta a uma distância (por exemplo, a uma distância mínima permitida) segura em relação ao dispositivo que esteja suportando a peça durante a solda.

30 O arranjo acima descrito e ilustrado nas figuras 1A a 1D provê um cabeçote orbital 121 compacto, que compreende um fuso 16 cujos movimentos

(em seis graus de liberdade) são realizados através de meios elétricos e mecânicos (auxiliado pela eletrônica), sem a necessidade de meios hidráulicos.

A figura 2 do PI0903632-6 ilustra um exemplo de controle eletrônico 200. Neste controle eletrônico 200, em função do aperfeiçoamento em tela, o controlador numérico CNC 213 controla servo motores os quais posicionam e movimentam o cabeçote orbital 121 em três eixos de translação e dois eixos de rotação. Mais especificamente, o controlador lógico programável 216 controla o servo motor 105 do eixo W 206 do fuso 16 e também recebe as informações do transdutor linear 207 e da célula de carga 208. Além disso, um sensor a laser 211 pode ser usado para perceber, com precisão, a posição da ferramenta 18 em relação à superfície do apoio 13.

Como ilustrado na figura 2A, um algoritmo ou um processo para operar o equipamento 100 compreende:

- 15 • Execução do comando de retorno ao início para fixar todas as posições dos cinco eixos (bloco 302);
- Carregamento do programa NC do caminho percorrido pela ferramenta de soldagem no Controle Numérico 213 (bloco 304);
- Configurar o sistema laser com parâmetro de compensação (distância de trabalho entre a ferramenta à superfície do apoio) (bloco 305);
- 20 • Executar o programa com o Sensor a Laser acoplado ao fuso 16 para escanear a superfície do apoio (bloco 308);
- O software no PC 217 gera um arquivo (novo programa de NC) do caminho pré-estabelecido percorrido pela ferramenta de soldagem (bloco 310);
- 25 • Carregamento do programa pré-estabelecido no Controle Numérico 213 (bloco 312);
- Troca da ferramenta do sensor laser para a ferramenta de soldagem (bloco 313);
- Estabelecer os parâmetros do processo de soldagem (bloco 306);

- Execução do novo programa de NC com a ferramenta de soldagem acoplada ao fuso 16 para executar o processo de soldagem (bloco 314);
- Se a posição da ferramenta de soldagem ultrapassar os limites de compensação, o alarme de colisão suspende o processo de soldagem;
- Registro do processo de soldagem (bloco 315).

As figuras 12 e 12A ilustram a desvantagem de usar um sensor laser que não seja intercambiável com a ferramenta 18, quando o padrão de soldagem não é linear, mas elíptico, por exemplo. Se um sensor for montado em uma posição diferente da posição de alinhamento com a linha de centro do fuso, isto é, se o sensor laser não é intercambiável com a ferramenta, não será possível obter uma medição precisa do curso da ferramenta (o curso real da ferramenta) em superfícies complexas.

As figuras 13 e 13A ilustram a vantagem de usar um sensor laser 211 que é intercambiável com a ferramenta 18 (ferramenta de soldagem), quando o curso de soldagem não é linear, mas elíptico, por exemplo.

O sensor laser 211 pode ser um sensor para materiais de refletividade direta que medem a distância por técnica de triangulação, os quais asseguram medições precisas de aproximadamente 0,5 μm . O sensor laser 211, que é intercambiável com a ferramenta 18, é montado completamente alinhado com a linha de centro LC do fuso 16 através de um par de porta ferramenta (que pode ser do tipo HSK). O sensor laser 211 é capaz de medir a distância axial real do fuso 16 à superfície do apoio 13 em cursos complexos da ferramenta. Isto significa que o sensor laser 211, que é acoplado na posição real da ferramenta permite a medição do curso real (isto é, o mesmo curso que será feito pela ferramenta de soldagem) o qual é muito mais conveniente para ajustar as coordenadas do curso da ferramenta para o programa de soldagem CNC à superfície do apoio antes de iniciar o processo de soldagem.

Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis

variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabeçote orbital (121) para equipamento de soldagem por movimento de fricção (100), o cabeçote orbital (121) dotado de uma placa lateral esquerda (101), uma placa lateral direita (102) paralela à placa lateral esquerda (101), uma
5 placa posterior (103) perpendicularmente associada às placas laterais esquerda e direita (101 e 102) e uma placa frontal (104) paralela à placa posterior (103) e perpendicularmente associada às placas laterais esquerda e direita (101 e 102), sendo que associado ao cabeçote orbital (121) encontram-se

um fuso (16) disposto entre as placas laterais esquerda e direita (101 e
10 102);

um servo motor (105) disposto junto à placa posterior (103) e associado a uma primeira e uma segunda polias (109 e 110) transmitindo movimento a um fuso de esferas (112) que movimenta o fuso (16) na direção de um eixo (W),

o fuso (16) sendo dotado de um porta ferramenta (119) no qual uma
15 ferramenta rotativa (18) é acoplada;

o cabeçote orbital (121) sendo caracterizado pelo fato de que compreende um conjunto prendedor fixado a uma porção inferior da placa lateral direita (102), o conjunto prendedor sendo formado por uma primeira haste suporte (127) que se estende para baixo a partir da porção inferior da placa lateral direita (102), uma
20 segunda haste suporte (128) articuladamente conectada à primeira haste suporte (127) e um par de roletes (129A, 129B) disposto em uma extremidade livre da segunda haste suporte (128) e cooperante com a ferramenta rotativa (18).

2. Cabeçote orbital, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o conjunto prendedor compreende, ainda, um par de atuadores
25 (130A, 130B) compreendendo uma primeira extremidade fixada à primeira haste suporte (127) junto à porção inferior da placa lateral direita (102) e uma segunda extremidade associada à segunda haste suporte (128), junto ao par de roletes (129A, 129B).

3. Cabeçote orbital, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
30 fato de que a ferramenta (18) compreende uma extremidade fixada ao porta

- ferramenta (119) e uma extremidade oposta posicionada entre o par de roletes (129A, 129B).

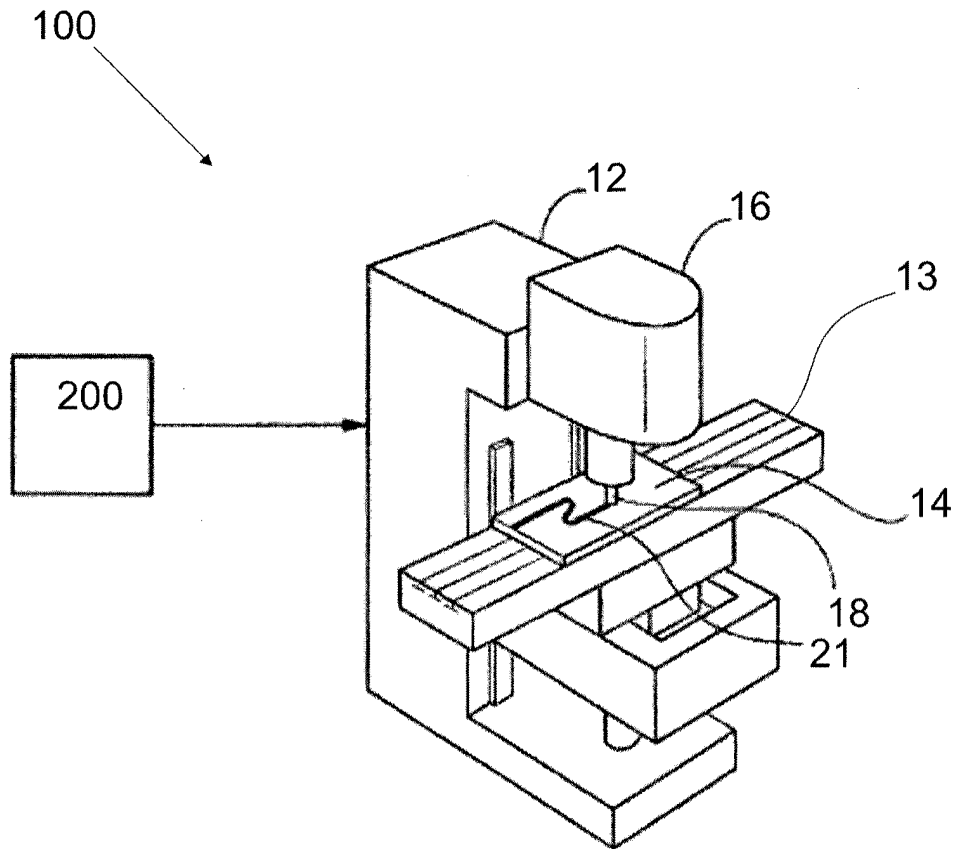


FIG. 1

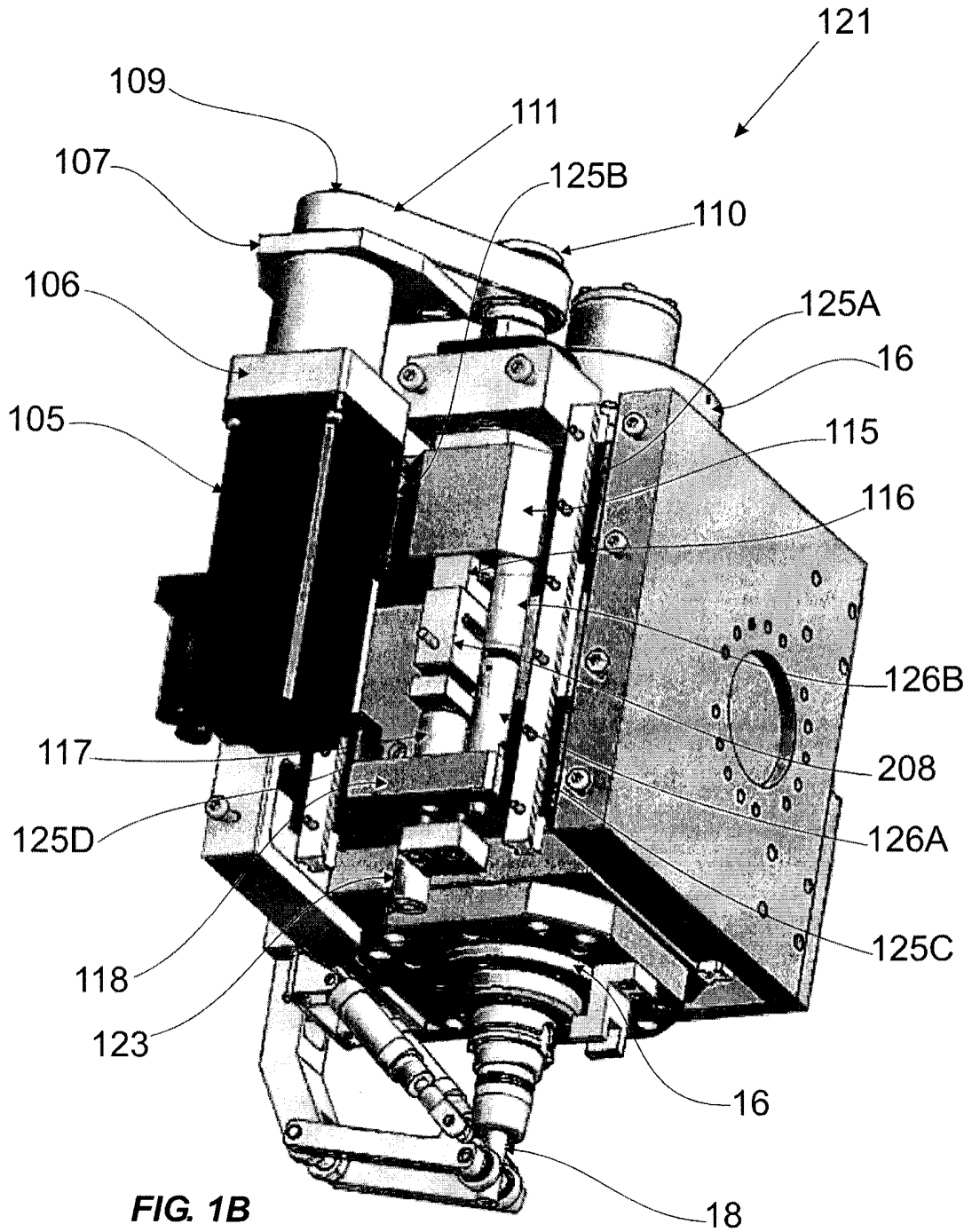


FIG. 1B

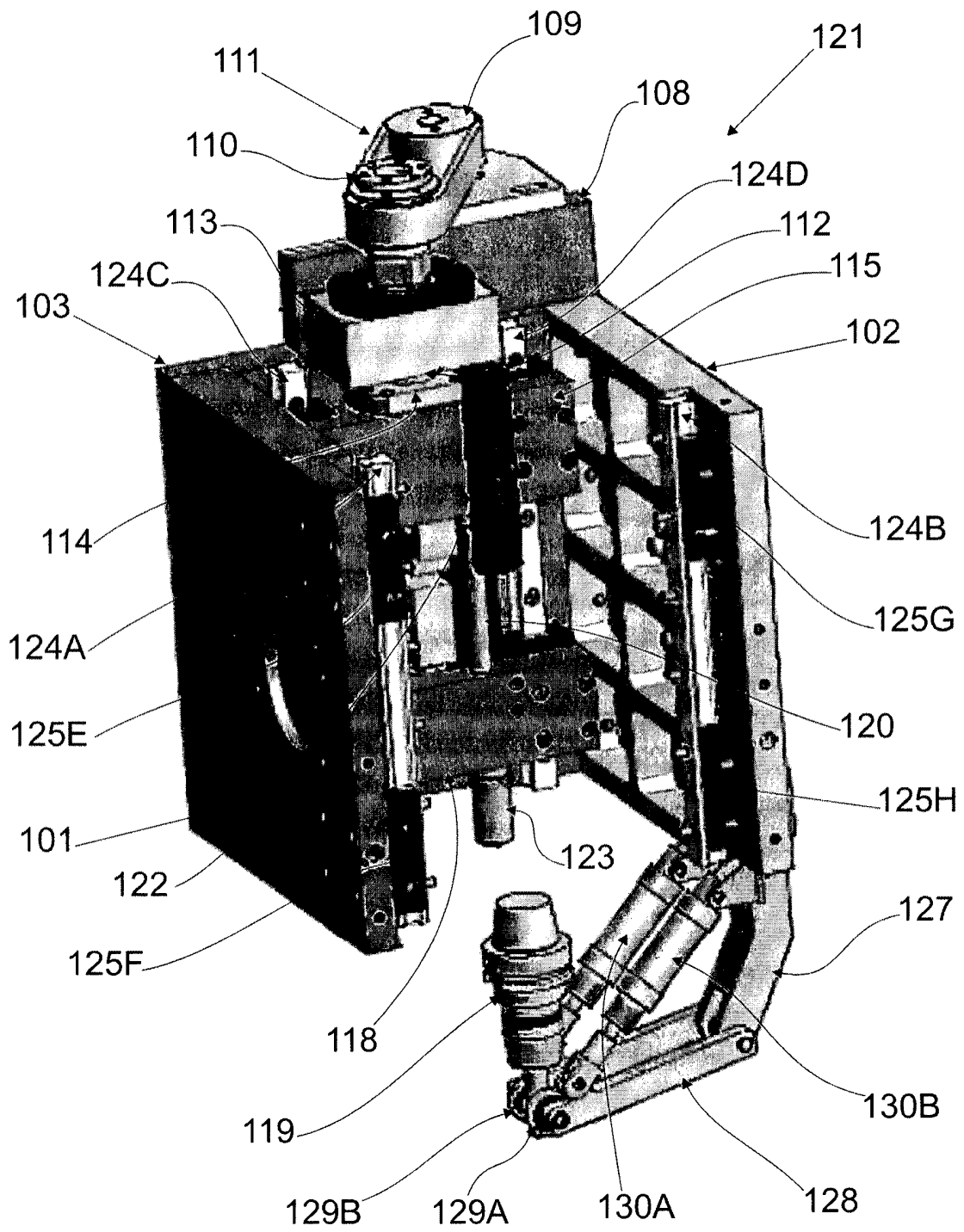


FIG. 1C

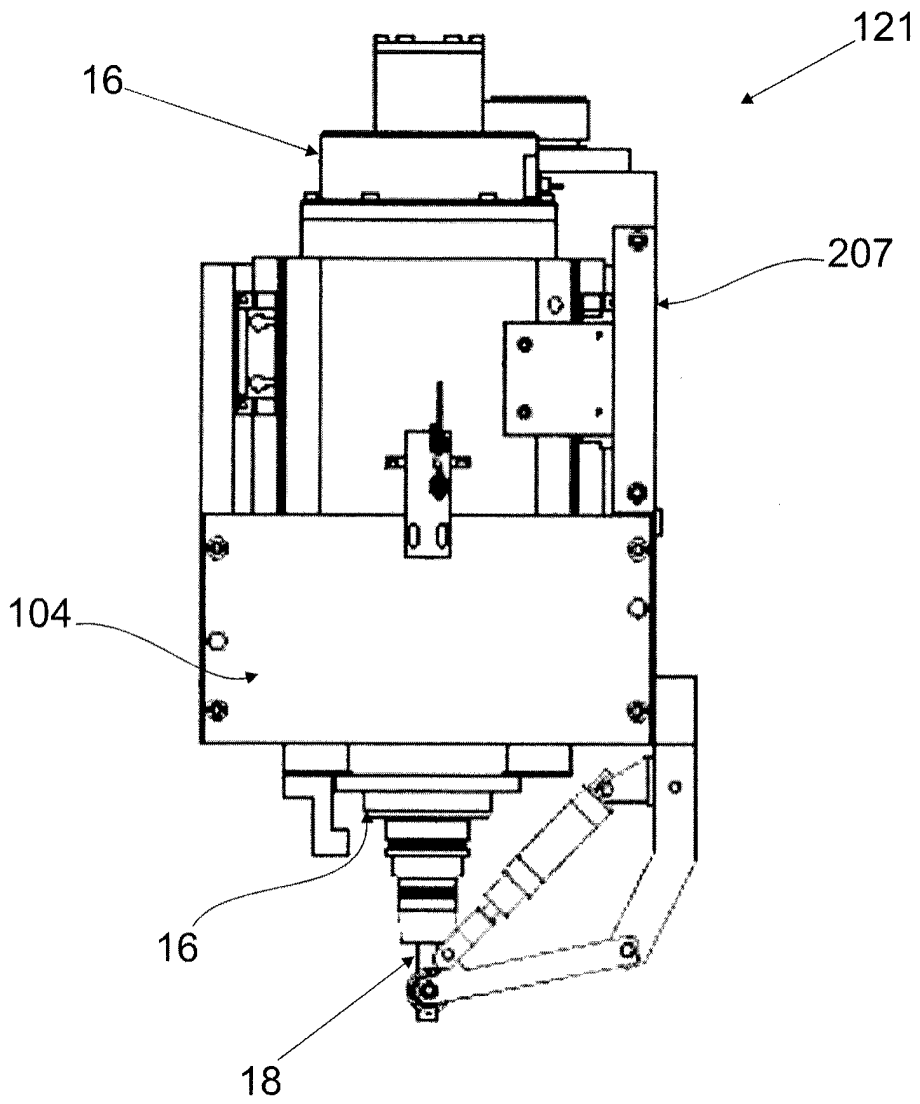


FIG. 1D

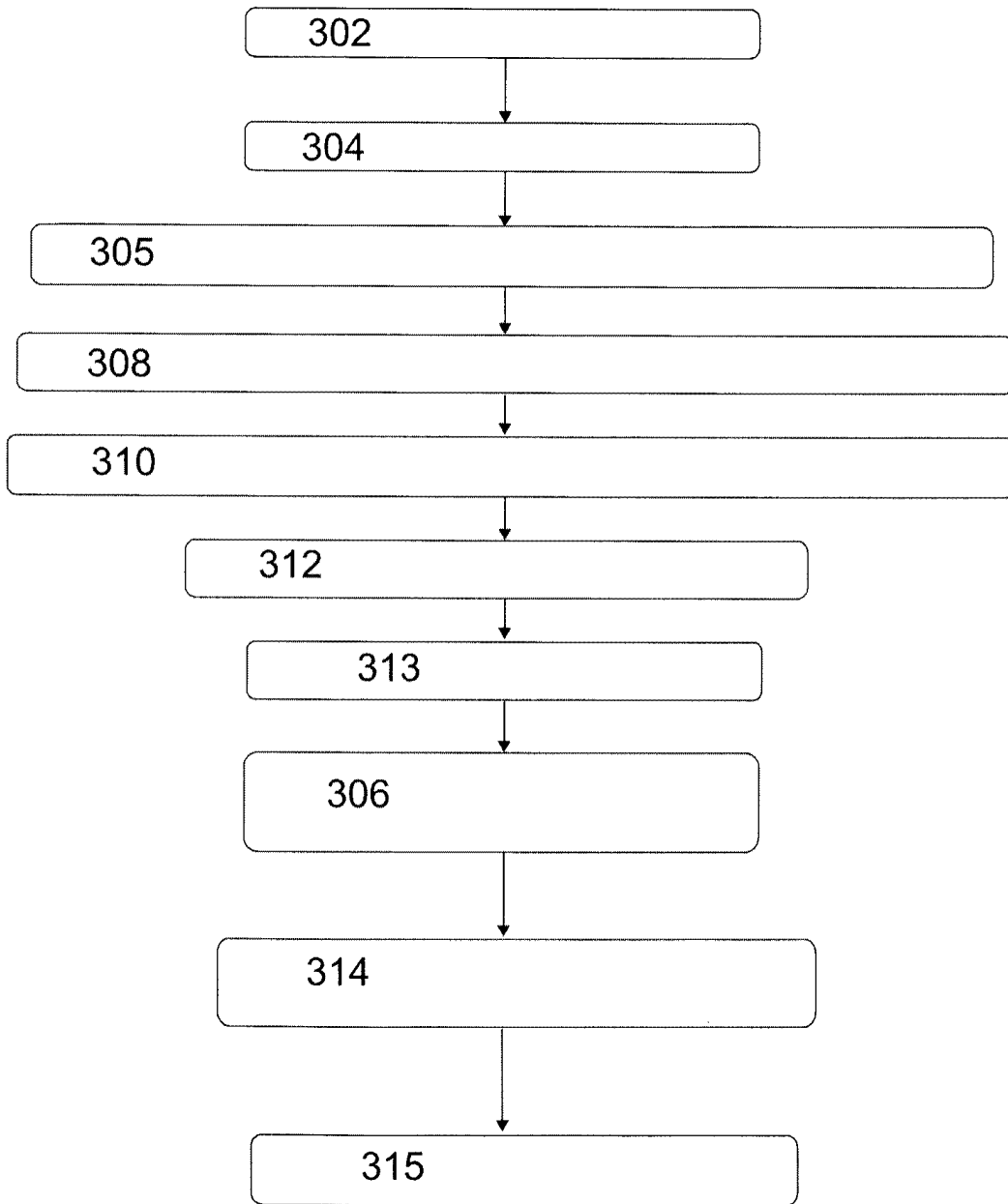


FIG. 2A

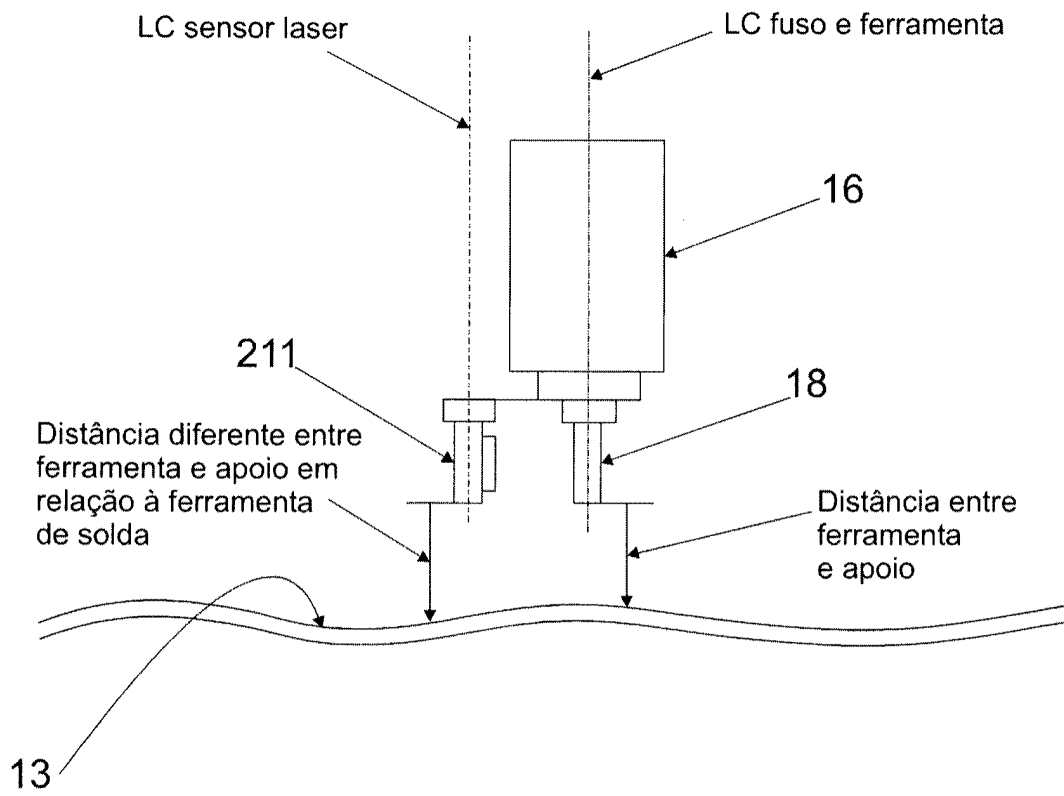


FIG. 12

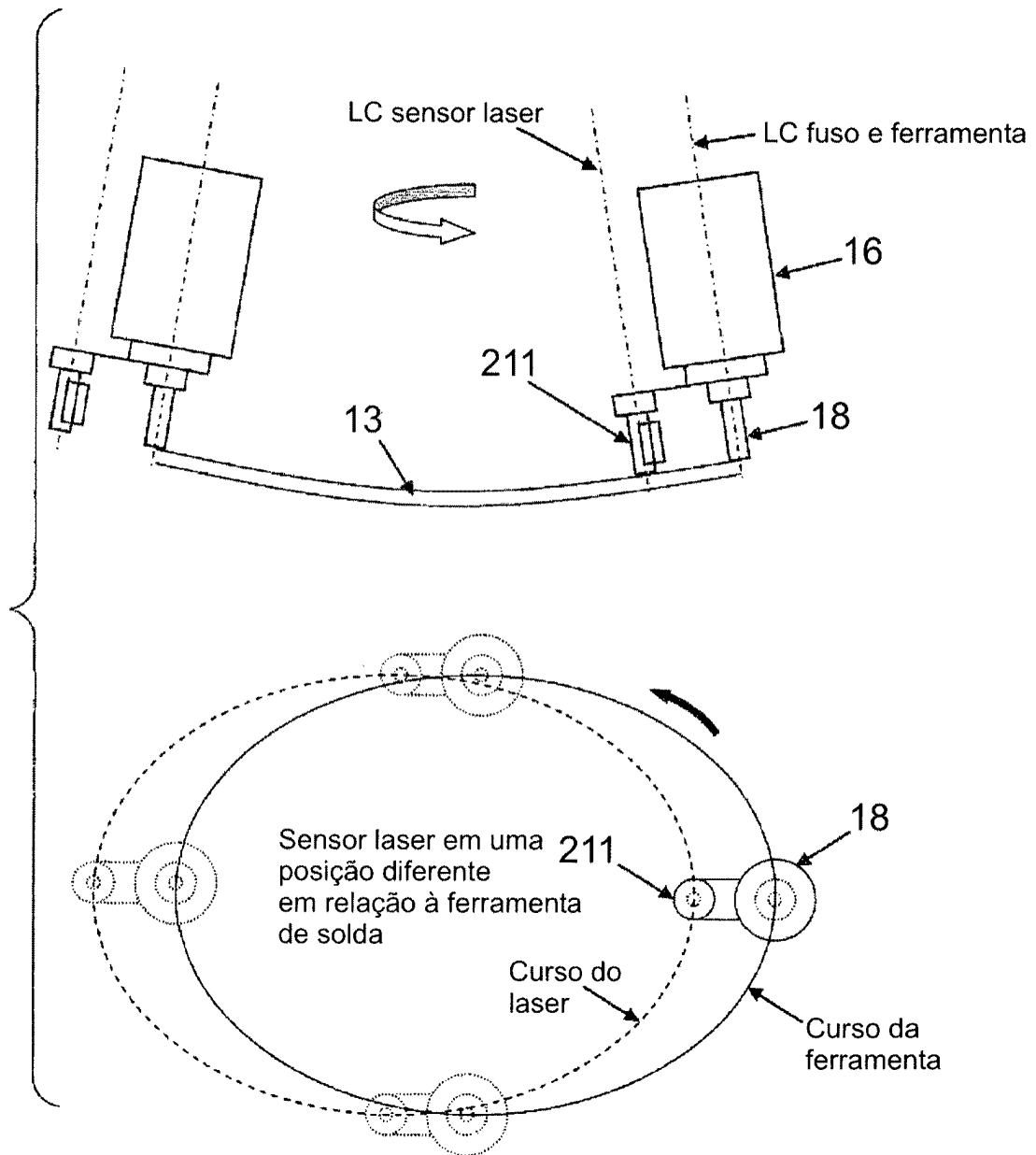


FIG. 12A

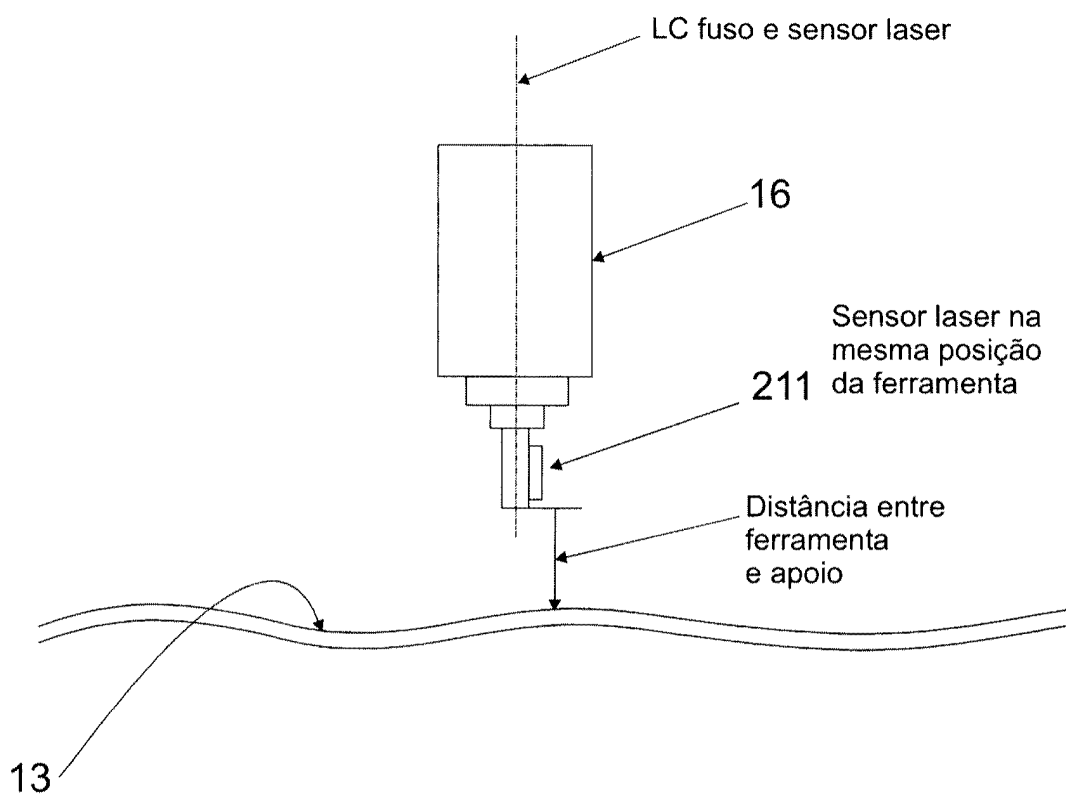


FIG. 13

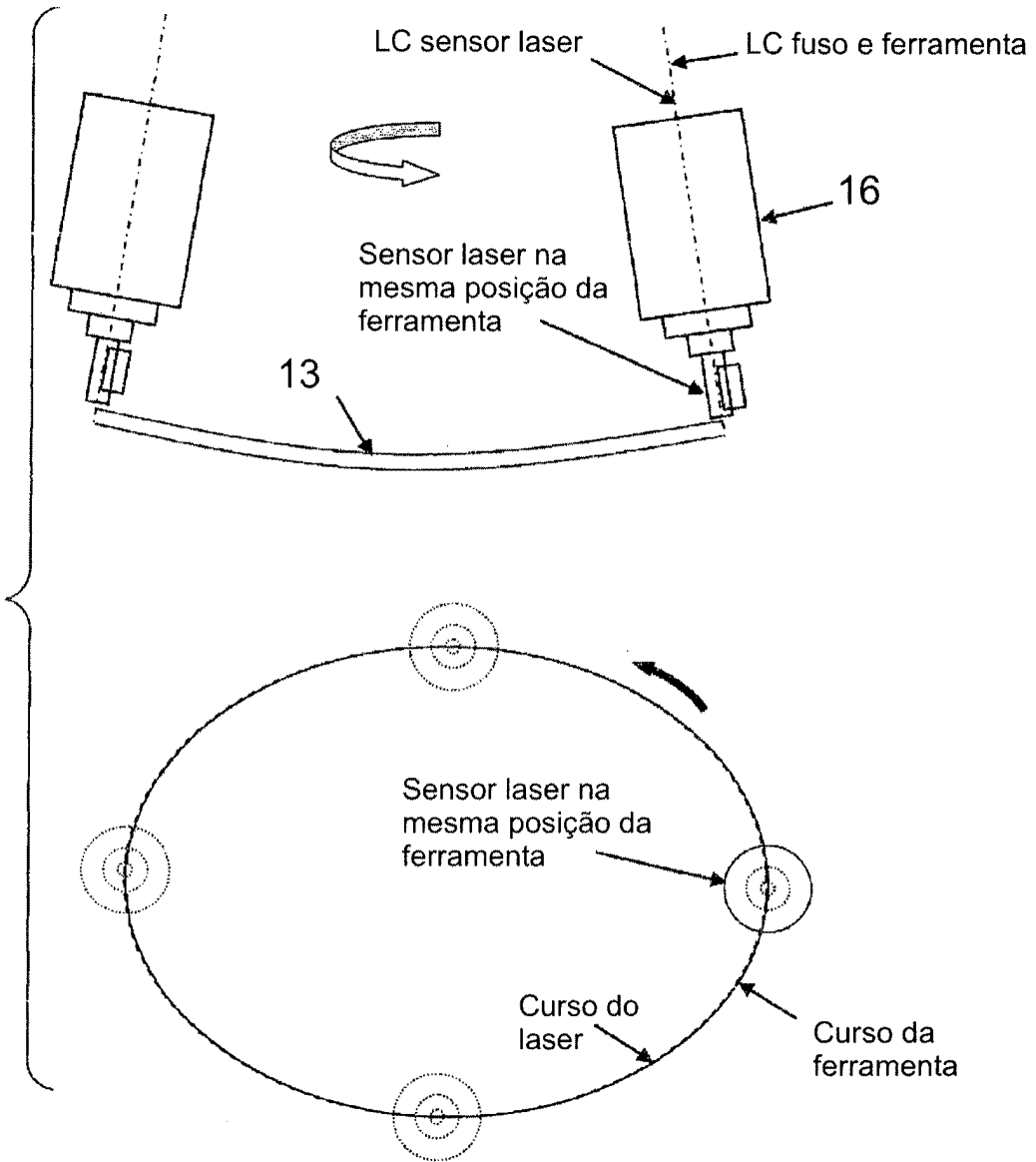


FIG. 13A

RESUMO**Certificado de Adição de invenção para "CABEÇOTE ORBITAL DE SOLDAGEM POR MOVIMENTO DE FRICÇÃO"**

5 Descreve-se um cabeçote orbital (121) para equipamento de soldagem por movimento de fricção (100), o cabeçote orbital (121) dotado de uma placa lateral esquerda (101), uma placa lateral direita (102) paralela à placa lateral esquerda (101), uma placa posterior (103) perpendicularmente associada às placas laterais esquerda e direita (101 e 102) e uma placa frontal (104) paralela à placa posterior (103) e perpendicularmente associada às placas laterais esquerda e direita (101 e 102), sendo que associado ao cabeçote orbital (121) encontram-se

10 um fuso (16) disposto entre as placas laterais esquerda e direita (101 e 102);

um servo motor (105) disposto junto à placa posterior (103) e associado a uma primeira e uma segunda polias (109 e 110) transmitindo movimento a um fuso de esferas (112) que movimenta o fuso (16) na direção de um eixo (W),

15 o fuso (16) sendo dotado de um porta ferramenta (119) no qual uma ferramenta rotativa (18) é acoplada;

o cabeçote orbital (121) compreendendo um conjunto prendedor fixado a uma porção inferior da placa lateral direita (102), o conjunto prendedor sendo 20 formado por uma primeira haste suporte (127) que se estende para baixo a partir da porção inferior da placa lateral direita (102), uma segunda haste suporte (128) articuladamente conectada à primeira haste suporte (127) e um par de roletes (129A, 129B) disposto em uma extremidade livre da segunda haste suporte (128) e cooperante com a ferramenta rotativa (18).