

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

(21) **PI0620689-1 A2**

(22) Data de Depósito: 12/12/2006
(43) Data da Publicação: 22/11/2011
(RPI 2133)



(51) *Int.Cl.:*
B23K 20/12

(54) **Título:** FERRAMENTA DE FRICÇÃO-ROTATIVA E USO DA FERRAMENTA DE FRICÇÃO-ROTATIVA

(30) **Prioridade Unionista:** 14/12/2005 DE 10 2005 060 178.2

(73) **Titular(es):** Airbus

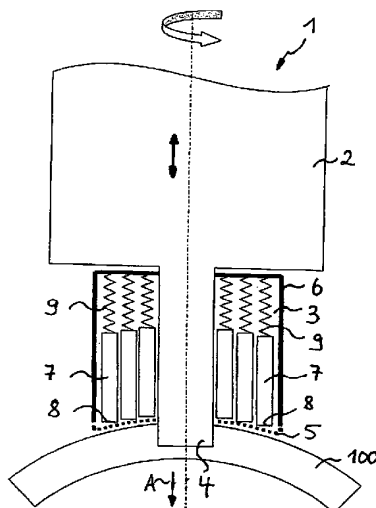
(72) **Inventor(es):** Jürgen Silvanus, Ulrike Henneboehle

(74) **Procurador(es):** Antonio Mauricio Pedras Arnaud

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2006011976 de 12/12/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/068456de 21/06/2007

(57) **Resumo:** FERRAMENTA DE FRICÇÃO-ROTATIVA E USO DA FERRAMENTA DE FRICÇÃO-ROTATIVA. A presente invenção se relaciona a uma ferramenta de fricção-rotativa (1) compreendendo um corpo de ferramenta de acionamento rotativo (2), em cuja extremidade voltada para a direção contrária do acionamento é provido um rebaixo (3; 30), a partir do qual se estende uma projeção (4) em forma de haste rotativa com diâmetro menor que do rebaixo (3; 30), caracterizado pelo fato de a superfície (5; 50) do rebaixo (3; 30) que aponta na direção da projeção (4) ser de forma adaptável.



"FERRAMENTA DE FRICÇÃO-ROTATIVA E USO DA FERRAMENTA DE FRICÇÃO-ROTATIVA".

Campo da Invenção

A presente invenção se relaciona geralmente a uma
5 ferramenta de solda de fricção-rotativa (friction-stir),
de acordo com a cláusula pré-caracterizante da
reivindicação 1 desta patente, particularmente a uma
solda de fricção-rotativa conhecida na técnica como
processo de solda de fricção-rotativa.

10 Histórico da Invenção

A solda de fricção-rotativa (FSW) vem sendo empregada
de modo crescente na indústria aérea, espacial,
ferroviária, e automotiva. Trata-se de um método simples,
limpo, e inovador, que se distingue por seu alto
15 potencial de automatização, e por dispensar rebites, que
baixa os custos de produção e reduz o peso da estruturas
formadas por este método.

Na solda de fricção-rotativa, descrita, por exemplo,
na patente WO 93/10935, duas peças são trazidas em
20 contato e mantidas em posição. A uma haste de solda ou
a uma projeção em forma de haste de uma ferramenta
é aplicado um movimento rotativo na região de conexão das
peças, até um rebaixo arranjado na ferramenta acima da
haste de solda se alojar sobre a superfície das peças de
25 trabalho. Quando, devido ao movimento relativo entre
a ferramenta e as peças de trabalho, um calor de fricção
é gerado, de modo que as regiões do material adjacentes
na região da conexão assumam um estado plasticizado.
Mantendo a haste de solda rotativa em contato com a
30 região de conexão, a ferramenta avança ao longo da linha
de conexão da peça de trabalho, de modo que os materiais
ao longo da haste de solda sejam plasticizados e
subseqüentemente consolidados. Antes de o material
endurecer por completo, a haste de solda deve ser
35 retirada da região de conexão ou da peça de trabalho. Por
causa do rebaixo, que contata a superfície da peça
durante a solda, um calor de fricção adicional será

gerado, evitando o escape do material plasticizado.

Materiais como metais, ligas metálicas, materiais compósitos metálicos (MCCS), ou plásticos adequados, podem ser soldados em juntas topadas, conexões sobrepostas, ou em juntas T. Com certeza, uma solda a ponto também poderá ser executada, através de um movimento adiante da haste de solda contatando rotacionalmente a região conectante, ou através de um movimento de translação relativo entre a haste e a peça.

10 No entanto, a técnica de solda de fricção-rotativa também pode ser empregada em reparos, usinagem, e acabamento de peças, e sendo usualmente denominada "processo de fricção-rotativa" (onde ocorre a solda) para modificar o material da peça pelo menos na região de contato com a haste de solda. Para propósito de reparo, a haste de solda rotativa pode ser aplicada, por exemplo, a uma trinca da peça, que é um exemplo de aplicação.

A desvantagem da solda de fricção-rotativa e do processo de fricção-rotativa reside no fato de a solda ou usinagem de componentes curvados, em particular de componentes esféricos, não ser possível, até agora, além de um certo raio, em virtude de o rebaixo não ser suportado, ou no caso de a superfície de componente côncavo ficar acima do ponto de montagem. O mesmo se aplica à produção de costuras orbitais, tal como geradas, por exemplo, na conexão de tubos, meias-canas, ou hemisférios. Similarmente, não tem sido possível até agora soldar ou usinar componentes tendo um contorno de superfície (por exemplo, tendo uma folga angular).

30 Sumário da Invenção

O objetivo da presente invenção é prover uma ferramenta de fricção-rotativa, onde componentes curvados ou conformados de alguma forma possam ser soldados ou usinados adequadamente, e/ou produzidas costuras orbitais ou circunferenciais de maneira simples e confiável.

35 Tal objetivo é conseguido com um dispositivo tendo os aspectos da reivindicação 1. As reivindicações

dependentes especificam configurações vantajosas da presente invenção.

A ferramenta de fricção-rotativa de acordo com a invenção compreende um corpo de ferramenta rotativo, que termina
5 em um rebaixo, da qual se estende uma projeção em forma de haste rotativa com diâmetro menor que o diâmetro do rebaixo, e caracterizado pelo fato de a superfície do rebaixo que aponta para a direção da projeção ser adaptável de forma adaptável. Aqui, o termo "na direção
10 da extremidade do corpo da ferramenta que se estende na direção contrária ao acionamento" significa que a projeção em forma de haste rotativa se estende do rebaixo em direção contrária ao corpo da ferramenta ou que aponta na direção contrária do corpo da ferramenta.

15 A idéia central da invenção é prover uma ferramenta de fricção-rotativa com um rebaixo, a partir do qual a superfície que aponta na direção da projeção (na direção da peça de trabalho) é adaptável ao contorno da peça a ser conectada ou usinada, de um modo que o citado
20 rebaixo se ajuste adaptavelmente à superfície das peças; i.e., à forma da superfície de rebaixo na direção da projeção pode ser contornada de modo variável. Esta propriedade será expressa pelo termo "de forma adaptável".

25 Com este propósito, a superfície de rebaixo que aponta na direção da projeção é projetada de modo flexível de modo a ser automaticamente, i.e., por si mesma, ajustada, de modo justo, à forma da peça, quando do contato com a peça a ser conectada ou usinada, ou deformada de modo
30 controlado, i.e. por ação externa (por exemplo, quer mecanicamente, hidraulicamente, eletricamente, ou pneumaticamente) de modo a se adaptar à correspondente forma da peça, em particular a uma forma curvada.

A vantagem disto é o fato de, mesmo em uma conexão ou
35 usinagem de componentes curvados uni ou bi-dimensional, a superfície de rebaixo se acomodar na superfície da peça nas regiões frontais, vizinhas e posteriores à projeção

em forma de haste, de modo a, em cada direção, ser disposta axialmente na superfície da peça de trabalho com respeito ao eixo geométrico de rotação da projeção rotativa em forma de haste, de modo a eficientemente impedir um escape axial do material plasticizado ao longo da superfície de toda superfície do rebaixo.

Preferivelmente, a superfície de rebaixo que aponta na direção da projeção é deformável de modo reversível; i.e. a superfície de rebaixo pode retornar para o estado inicial não-carregado, por exemplo, para a forma de superfície plana não-deformada. Se por exemplo, a projeção de uma ferramenta de fricção-rotativa, de acordo com a invenção, for aplicada por meio de um movimento de rotação e pela ação da força sobre a peça de trabalho ou em uma região de conexão de duas peças, uma contra a outra, a superfície do rebaixo que aponta para a direção da projeção, primeiro vai assumir uma forma inicial, mas logo que a superfície de rebaixo apontar para a direção da projeção, faz contato com a peça, se adapta à mesma, de modo que a superfície do rebaixo se adapte de modo justo à forma da peça; i.e. de modo contínuo, i.e. sem formar fendas, folgas, ranhuras. Quando a ferramenta ou projeção é retirada do material da peça de trabalho, a superfície do rebaixo assume sua forma inicial. Como mencionado acima, com certeza também será possível que a superfície de rebaixo que aponta na direção da projeção se deforme de modo controlado, i.e. por meio de um controle externo, antes e/ou durante seu movimento para contatar a superfície da peça.

De acordo com uma configuração preferida, o rebaixo compreende um corpo portador, pelo menos parcialmente aberto na direção da projeção e arranjado pelo menos com um elemento deslocável axialmente, e/ou tendo um lado que aponta pelo menos na direção da projeção resiliente. A adaptabilidade à forma descrita na introdução por conseguinte é implementada, enquanto o termo

"deslocamento axial" deve ser entendido como sendo um deslocamento na direção longitudinal, i.e. ao longo do eixo geométrico de rotação da ferramenta de fricção-rotativa. Isto permite que várias regiões da superfície de rebaixo, como requerido, possam ser defletidas diferentemente na direção perpendicular em relação à superfície de rebaixo.

Tipicamente, os elementos no corpo portador são arranjados de modo a envolver concentricamente a projeção em forma de haste. Um arranjo simétrico rotacional provê o surgimento a uma adaptabilidade confiável de toda seção transversal da superfície do rebaixo.

De acordo com uma primeira configuração particularmente preferida, no corpo portador, é arranjada uma pluralidade de elementos axialmente deslocáveis, cujos lados que apontam na direção da projeção formam a superfície de rebaixo que aponta para a direção da projeção. Assim, para mudar o contorno da superfície de rebaixo, cada elemento individual pode ser deslocado axialmente, os elementos consistindo de, por exemplo, metal cerâmico ou material compósito com contornos fixos, i.e. uma parte externa não resiliente. Com certeza, não se determina adicionalmente projetar flexíveis aqueles lados dos elementos que apontam na direção da projeção. Isto, por conseguinte, produz um desperdício adicional.

Na primeira configuração da invenção, os elementos são tipicamente projetados como segmentos em forma de haste, qual direção longitudinal se estende essencialmente na direção axial. A seção transversal dos segmentos em forma de haste, neste caso, preferivelmente, forma anéis circulares que envolvem concentricamente a projeção, uma face virtualmente contínua sendo formada por aqueles lados dos segmentos em forma de haste que apontam na direção da projeção. Esta face virtualmente contínua, neste caso, constitui a superfície do rebaixo, onde uma adaptabilidade à forma muito boa é garantida, uma vez que a superfície do rebaixo pode ser defletida na direção

axial em qualquer ponto na superfície do rebaixo.

Com este propósito, é vantajoso que cada elemento possa ser ativado isoladamente, i.e. individualmente, de modo a permitir seu deslocamento axial. Isto pode ser feito

5 mecanicamente, hidraulicamente, pneumaticamente, eletricamente, ou de qualquer outra forma adequada. Preferivelmente, cada elemento é conectado ao corpo portador através de um elemento mola resiliente na direção axial. A adaptabilidade à forma passiva da
10 superfície de rebaixo desta forma é garantida de modo simples, uma vez cada elemento individual, quando em contato com a superfície de peça de trabalho, pode recuar na direção axial, se ajustando à superfície do rebaixo, qual superfície é composta destes lados individuais de
15 elementos em forma de haste que apontam para a direção da projeção na forma da superfície da peça de trabalho.

De acordo com uma segunda configuração da invenção, pelo menos um corpo livremente formável é arranjado no corpo portado. O corpo livremente formável em
20 particular é um coxim de fluido, mas também pode ser um outro corpo em forma de balão ou um material resiliente ou elástico, que não obstante provê que o rebaixo exerça uma pressão suficiente sobre a peça de trabalho a ser conectada ou usinada, e impedir a formação de folgas
25 entre o rebaixo e a superfície da peça durante o processo de fricção-rotativa, de modo que nenhum material plasticizado escape (por exemplo, radialmente). Um arranjo também é possível, no qual dois corpos livremente formáveis projetados em forma de anel com diferentes
30 raios sejam arranjados concentricamente em torno da projeção. Mas, com certeza, muitas outras possibilidades igualmente poderão ser imaginadas.

Na segunda configuração é vantajoso, em particular, que aquele lado do pelo menos um corpo livremente
35 formável que aponta para a direção da projeção forme a superfície de rebaixo que aponta para a direção da projeção. Com referência à resiliência do corpo

livremente formável, em particular ao seu lado que aponta para a direção da projeção, é possível variar a forma do contorno da superfície de rebaixo ao longo de toda área deste último.

- 5 Ademais, a segunda configuração pode ser modificada de modo que o corpo portador seja arranjado entre pelo menos um corpo livremente formável e a extremidade aberta do corpo portador, em adição corpos soltos de enchimento deslocáveis pelo menos na direção axial, e por qual
10 a superfície de rebaixo deve ser na direção da projeção são formados. Os corpos soltos de enchimento, neste caso, são arranjados de modo deslocável no corpo portador, de modo que quando contatam a peça, se ajustam à peça copiando seu contorno. Corpos soltos de enchimento deste
15 tipo podem ser, em particular, esferas de metal duro, cerâmicas ou plásticas, e têm um diâmetro de 0,1 a 5 mm. Ademais, é vantajoso, que nas primeira e segunda configurações da invenção, a extremidade parcialmente aberta do corpo portador seja fechada com um material
20 flexível, por exemplo com uma folha metálica flexível. Este material flexível pode adicionalmente ser provido, pelo menos no lado que aponta na direção da projeção, com um revestimento que reduza a fricção ou aumente a resistência à fricção. Tal revestimento, com certeza,
25 pode ser aplicado diretamente àqueles lados dos elementos particularmente em forma de haste que apontam na direção da projeção (ver primeira configuração) e àquele lado do corpo livremente formável que aponta pelo menos na direção da projeção (ver segunda configuração).
- 30 A ferramenta de fricção-rotativa, de acordo com a invenção, é usada particularmente na soldagem de fricção-rotativa ou no processo de fricção-rotativa (i.e., em reparos, usinagem ou acabamento de peças).

Descrição Resumida dos Desenhos

- 35 Os aspectos e vantagens adicionais da presente invenção serão considerados a partir da descrição exemplar que se segue das várias configurações da invenção em conexão

com os desenhos anexos, nos quais:

5 A figura 1 mostra uma vista diagramática em corte transversal de uma ferramenta de fricção-rotativa, de acordo com uma primeira configuração da presente invenção;

A figura 2 mostra uma modificação da ferramenta de fricção-rotativa ilustrada na figura 1;

10 A figura 3 mostra uma vista diagramática em corte transversal de uma ferramenta de fricção-rotativa, de acordo com uma segunda configuração da invenção em seu estado inicial;

A figura 4 mostra uma ferramenta de fricção-rotativa ilustrada na figura 3, no estado de usinagem ou soldagem;

15 A figura 5 mostra uma modificação da ferramenta de fricção-rotativa ilustrada na figura 4;

A figura 6 mostra uma modificação adicional da ferramenta de fricção-rotativa ilustrada nas figuras 3 a 5; e

20 A figura 7 mostra vistas em corte transversal do rebaixo de ferramenta descrito em conexão com as figuras 1 e 2 ou figura 6.

Ademais, deve ser apreciado que componentes similares serão dados pelos mesmos números de referência ao longo das figuras e que componentes correspondentes serão dados por um número multiplicado por um fator de 10.

25 Descrição das Configurações Exemplares da Invenção

A figura 1 mostra diagramaticamente uma vista em corte transversal na direção longitudinal de uma ferramenta de fricção-rotativa 1 simétrica em torno de seu eixo de rotação, de acordo com uma primeira configuração. De modo
30 conhecido, a ferramenta de fricção-rotativa compreende um corpo portador rotativo 2, em cuja extremidade oposta ao acionamento provê-se um rebaixo 3, a partir do qual se estende uma projeção 4 em forma de haste com diâmetro menor que do rebaixo 3 em direção àquela extremidade do
35 corpo portador 2 do lado oposto ao acionamento, i.e. na direção dada pela seta A, i.e. a projeção 4 se estende do rebaixo 3 em direção oposta ao corpo portador 2,

apontando à direção contrária do mesmo.

Tipicamente, a projeção em forma de haste 4 é produzida em uma única peça com o corpo portador 2, e na configuração ilustrada na figura 1, o rebaixo 3 projetado como componente separado é arranjado simétrico em torno do eixo de rotação e em torno de projeção em forma de haste 4. Uma montagem simples da ferramenta de fricção-rotativa 1 por conseguinte se torna possível, por exemplo, o rebaixo 3 sendo aplicado à projeção em forma de haste 4 em direção contrária à direção A. Isto também garante uma simples troca do rebaixo 3. Ademais, o rebaixo 3 pode ser acionado em separado, i.e. independentemente da rotação da projeção 4 ou da rotação do corpo portador 2. A ferramenta de fricção-rotativa de acordo com a invenção neste caso pode ser operada com o rebaixo parado (i.e., rotação $n = 0$) ou em rotações típicas de 5 a 5000 rpm. O rebaixo, ilustrado na figura 3, é projetado de forma que a superfície de rebaixo (5) que aponta para a direção da projeção 4, como ilustrado diagramaticamente na figura 1 por linha tracejada, se ajuste em particular ao contorno da superfície da peça de trabalho 100, automaticamente, i.e. quando a superfície de rebaixo 5 e a peça 7 se contatam. Com este propósito, uma pluralidade de elementos 7 é arranjada em um corpo portador 6 consistindo, por exemplo de um material metálico, cerâmico, compósito, ou similar, sendo cada elemento individual deslocável na direção axial, como mostrado na figura 1 por seta dupla. Neste caso, os lados 8 dos elementos individuais 7 na direção da projeção 4 compõem a superfície do rebaixo 5. Os elementos 7 devem ser arranjados tão próximos quanto possível, para obter uma superfície de rebaixo 5 virtualmente contínua, i.e. não-interrompida. Se houver folgas ou fendas apreciáveis entre os elementos 7, eventualmente um material plasticizado pode escapar por tais folgas e fendas, o que se constitui uma desvantagem.

Preferivelmente, os elementos individuais 7 são feitos de

um material não-resiliente ou deformável (por exemplo, um material metálico, cerâmico, compósito). O movimento axial dos elementos individuais 7 sendo implementado de modo particularmente simples, onde cada elemento individual 7 é arranjado por um elemento de mola 9 na direção axial, no lado superior do corpo portador 6, i.e. no lado do citado corpo portador que aponta na direção do corpo portador 2. Quando a ferramenta de fricção-rotativa 1 é aplicada com a projeção rotativa 4 à peça de trabalho 100 até a superfície de rebaixo 5 e a superfície da peça de trabalho se contatarem, a superfície do rebaixo 5 se ajusta à forma do contorno da superfície da peça, de modo que cada elemento individual 7 se desloque na direção axial, e o lado 8 de cada elemento individual 7 que aponta na direção da projeção 4 contate a superfície da peça de trabalho 100, para formar uma superfície de rebaixo 5 contínua se ajustando de modo justo à peça de trabalho 100. Neste caso, em regra, não varia a forma dos lados 8 do elemento 7 que apontam na direção da projeção 4, mas isto não é desconsiderado. Em princípio, uma modificação com lados do elemento resiliente 8, similarmente à segunda configuração, também é possível mas implica em um gasto adicional.

Os elementos 7 tipicamente são projetados como segmentos em forma de haste, cuja extensão longitudinal se estende essencialmente na direção axial. Como pode ser visto na representação a esquerda da figura 7, que mostra em corte transversal, o rebaixo 3 ilustrado na figura 1, os elementos 7 são arranjados concentricamente em torno de projeção 4, de modo que as seções transversais dos elementos 7 formem segmentos em forma de anel circular (hachurado na figura 7) envolvendo concentricamente a projeção 4.

Ademais, a extremidade aberta do corpo portador 6, a citada extremidade aberta que aponta na direção da projeção 4, pode ser fechada com um material flexível,

por exemplo, uma chapa metálica dobrável. Isto não está ilustrado na figura 1, mas será explicado em detalhes mais adiante em conexão com a figura 5. O material flexível também pode ser provido, pelo menos no lado que aponta na direção da projeção 4, com um revestimento que reduza a fricção ou aumente a resistência ao desgaste.

Os elementos 7 explicados em conexão com a figura 1, com certeza, também podem assumir uma outra configuração ou podem ser deslocados axialmente de outro modo, por exemplo por ação de pressão. A ação de pressão, indicada pelas setas P, pode ser produzida, por exemplo, eletricamente, hidraulicamente pneumaticamente ou de algum modo adequado. Aqui também é vantajoso acionar cada elemento individual 7 de modo separado dos outros elementos 7. Assim, a superfície de rebaixo 5 pode ser estabelecida em uma forma ou em um contorno específico, i.e. através de um controle externo, antes ou durante a fricção-rotativa. O tipo de operação e funcionamento também está descrito em conexão com a figura 1.

A figura 3 mostra uma vista diagramática em corte transversal na direção longitudinal de uma ferramenta de fricção-rotativa 1, de acordo com uma segunda configuração. A figura 3 ilustra um estado inicial, com a projeção em forma de haste 4 ainda em contato com a peça 100. A ferramenta de fricção-rotativa 1 compreende um corpo portador 2, em cuja extremidade voltada para a direção contrária do acionamento provê-se um rebaixo, que recebe o número de referência 30, para diferenciar da configuração da figura 1. Se estendendo do rebaixo 30, na direção daquela extremidade do corpo portador 2, na direção contrária do acionamento, a projeção em forma de haste rotativa 4 com diâmetro menor que do rebaixo 30, como já explicado em conexão com a primeira configuração (figuras 1 e 2). O tipo de operação e o funcionamento do rebaixo 30, de novo, corresponde àquele da primeira configuração exemplar.

Como bem entendido a partir da figura 3, o rebaixo 30

inclui um corpo portador 60 aberto pelo menos parcialmente na direção da projeção 4, e no qual é arranjado pelo menos um corpo livremente formável 70, em particular um coxim de fluido. Ao invés de coxins de fluido, outros elementos também poderiam ser usados, de um lado resilientes ou deformáveis, e de outro lado garantindo que o rebaixo 30 exerça uma força de pressão suficiente sobre a peça de trabalho 100, para garantir que o rebaixo 30 se acomode sobre a superfície da peça de trabalho. O coxim de fluido 70 pode ser projetado, por exemplo, em forma de anel, e arranjado de modo a envolver concentricamente a projeção 4. Este lado 80 do corpo livremente formável 70 que aponta na direção da projeção 4 forma, neste caso, a superfície de rebaixo 50, de novo, sendo ilustrado por linhas tracejadas na figura 3. Com certeza, mesmo uma pluralidade de corpos livremente deformáveis pode ser arranjada no corpo portador 60 de vários modos.

Quando se aplica a ferramenta de fricção-rotativa 1 com uma projeção rotativa 4 à peça 100, como ilustrado na figura 4, a superfície de rebaixo 50 é deformada quando contata a superfície da peça. Por conta da resiliência do coxim de fluido 70, que é deformável, em particular no lado 80 voltado à direção da projeção, e que se ajusta continuamente de modo justo sobre a superfície da peça de trabalho 100. Até agora, não foi provida nenhuma montagem ou fixação separada para o coxim de fluido 70 no corpo portador 60, a extremidade do corpo portador 60 que aponta para baixo, i.e. na direção da peça de trabalho 100, que também pode ser fechada com um material flexível 61, em particular uma lâmina metálica deformável (ver figura 5). Uma modificação da segunda configuração está ilustrada na figura 6. Ademais, no corpo portador 60 corpos soltos de enchimento 71 são arranjados entre o corpo livremente formável 70 e a extremidade aberta do corpo portador 60. Corpos soltos de enchimento deste tipo são esferas, por exemplo, que podem ser esferas de metal

duro, cerâmicas, ou plásticas, e deslocáveis pelo menos na direção axial. Neste caso, a superfície de rebaixo 50 é constituída de corpos soltos de enchimento 71. O arranjo, de acordo com a figura 6, similarmente garante
 5 que, quando se introduz a projeção rotativa 4, a superfície 50 do corpo portador 60 se ajusta automaticamente à forma da peça de trabalho 100 e suporta continuamente a superfície da peça de trabalho 100. Ademais, como descrito em conexão com a figura 5, a
 10 extremidade aberta do corpo portador 60 pode ser fechada com um material flexível, que, no entanto, não está ilustrado na figura 6.

A figura 7 mostra a direita uma vista em corte transversal de um rebaixo 30 preenchido com corpos soltos
 15 de enchimento 71, que são esferas soltas, preferivelmente arranjadas envolvendo a projeção em forma de haste 4 concentricamente, desta forma garantindo um ajuste ótimo aos componentes curvados. Os corpos soltos 71 podem ter, dependendo da posição, diferentes resistências e/ou
 20 podem ser atuados por diferentes pressões.

Lista de Símbolos de Referência

- 1- Ferramenta de fricção-rotativa
- 2- Corpo portador
- 3- Rebaixo
- 25 4- Projeção em forma de haste
- 5- Superfície de Rebaixo
- 6- Corpo portador
- 7- Elemento individual
- 8- Superfície de Elemento Individual
- 30 9- Elementos de mola
- 30- Rebaixo
- 50- Superfície de Rebaixo
- 60- Corpo Portador
- 70- Coxim de Fluido
- 35 71- Corpos de enchimento
- 80- Superfície de coxim de fluido
- 100- Peça de trabalho

REIVINDICAÇÕES

- 1- Ferramenta de fricção-rotativa, compreendendo um corpo de ferramenta de acionamento rotativo (2), em cuja extremidade na direção contrária do acionamento é
5 provido um rebaixo (3; 30), a partir do qual se estende na direção daquela extremidade do corpo portador (2) que é voltada para a direção contrária do acionamento, uma projeção em forma de haste rotativa (4) com menor diâmetro que do rebaixo (3; 30), caracterizada pelo fato
10 de o rebaixo (3;30) compreender um corpo portador (6; 60), que é, pelo menos parcialmente, aberto na direção da projeção (4), e no qual é arranjado pelo menos um elemento (7; 70), que é axialmente deslocável e/ou cujo lado (80) que aponta pelo menos na direção da projeção
15 (4) é feito resiliente, de modo que a superfície (5; 50) do rebaixo (3; 30) que aponta na direção da projeção (4) tenha uma forma adaptável.
- 2- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a superfície de rebaixo (5; 50) que aponta na direção da projeção (4) ser deformável reversivelmente.
- 3- Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo fato de os elementos (7; 70) serem arranjados de modo a envolver
25 a projeção (4) concentricamente.
- 4- Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 ou 3, caracterizada pelo fato de, no corpo portador (6) ser arranjada uma pluralidade de elementos axialmente deslocáveis (7), cujos lados (8) que
30 apontam na direção da projeção (4) formam a superfície de rebaixo (50) que aponta na direção da projeção (4).
- 5- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de os elementos (7) serem projetados como segmentos em forma de haste, cujos eixos
35 longitudinais são orientados essencialmente na direção axial, e de as seções transversais destes segmentos em forma de haste envolverem a projeção (4), formando

anéis concêntricos circulares.

6- Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 ou 5, caracterizada pelo fato de cada elemento (7) ser conectado ao corpo portador (6) através
5 de um elemento mola (9), resiliente na direção axial.

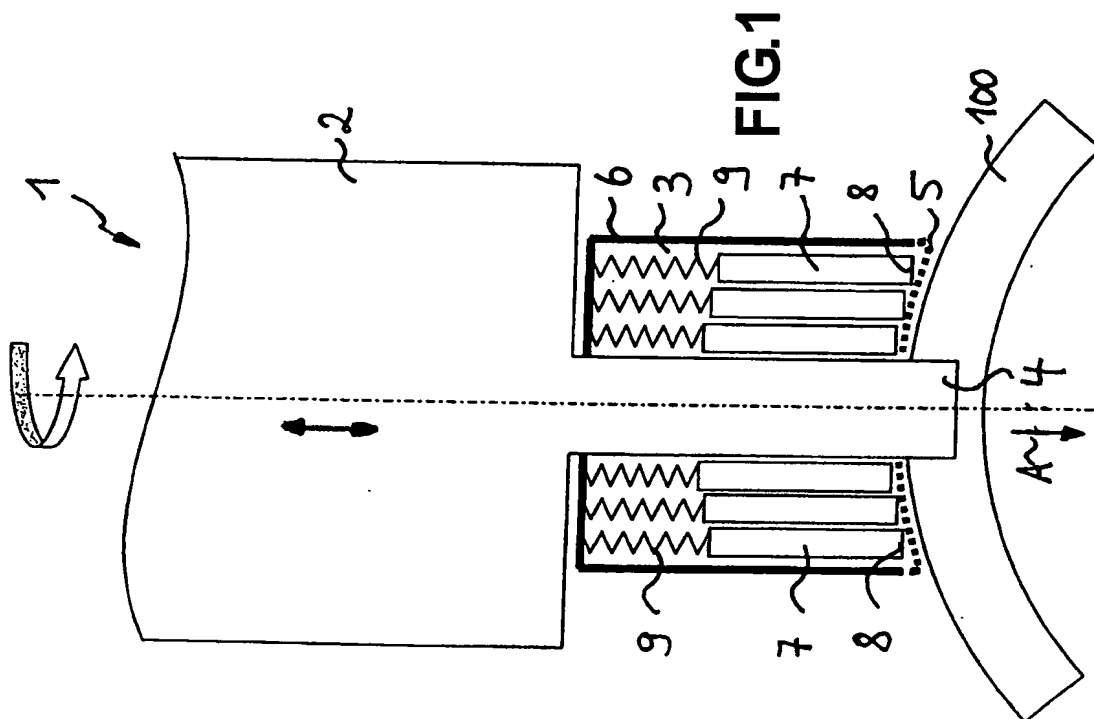
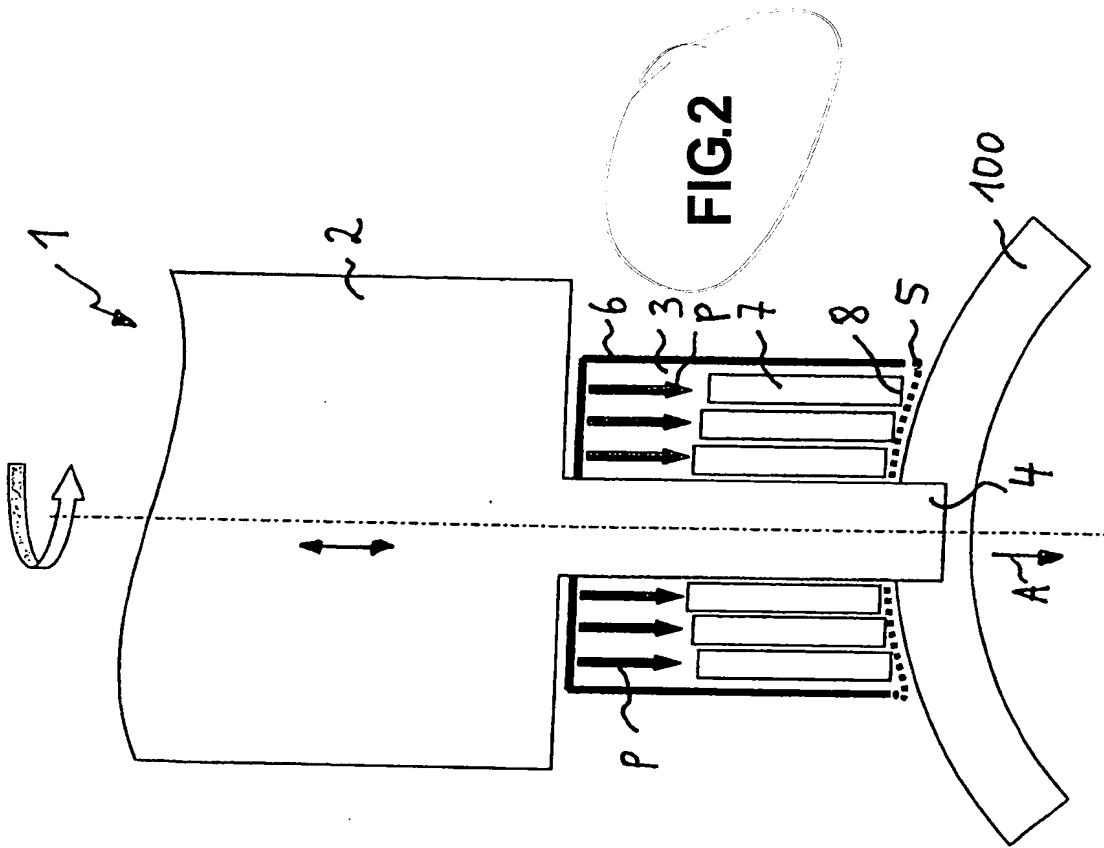
7- Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizada pelo fato de pelo menos um corpo livremente formável (70), em particular um coxim de fluido, ser arranjado no corpo portador (60).

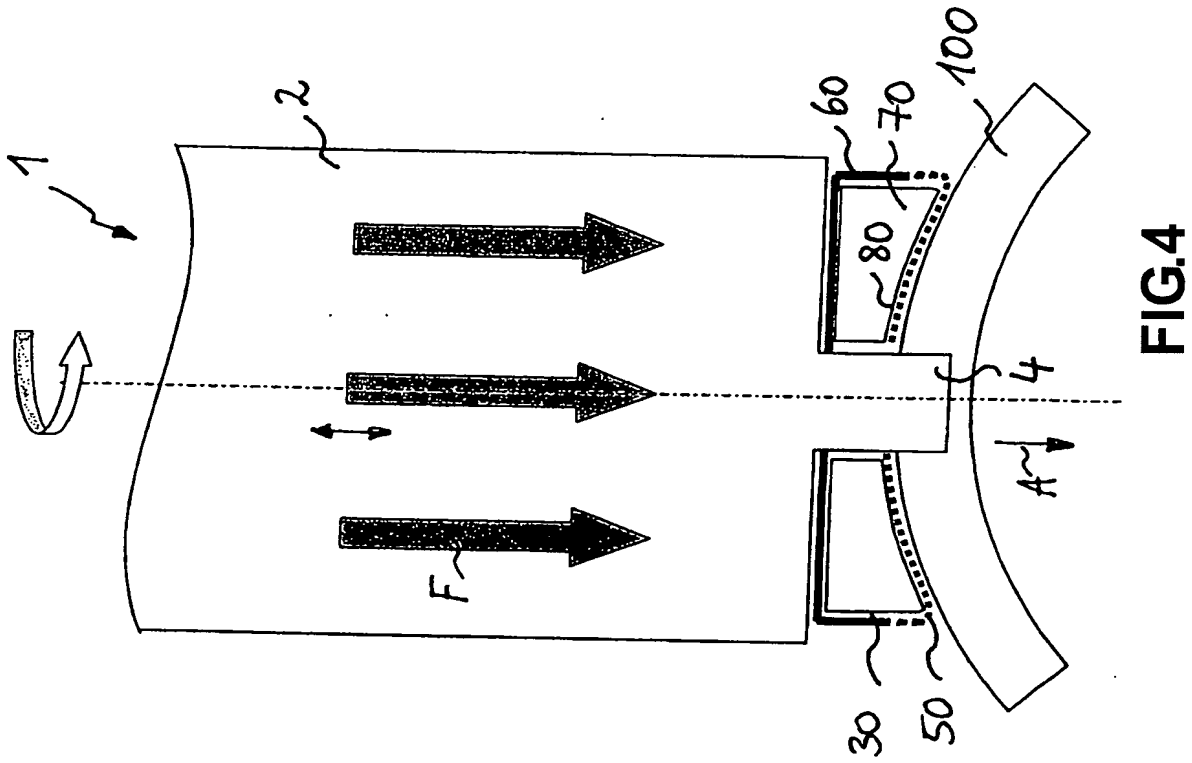
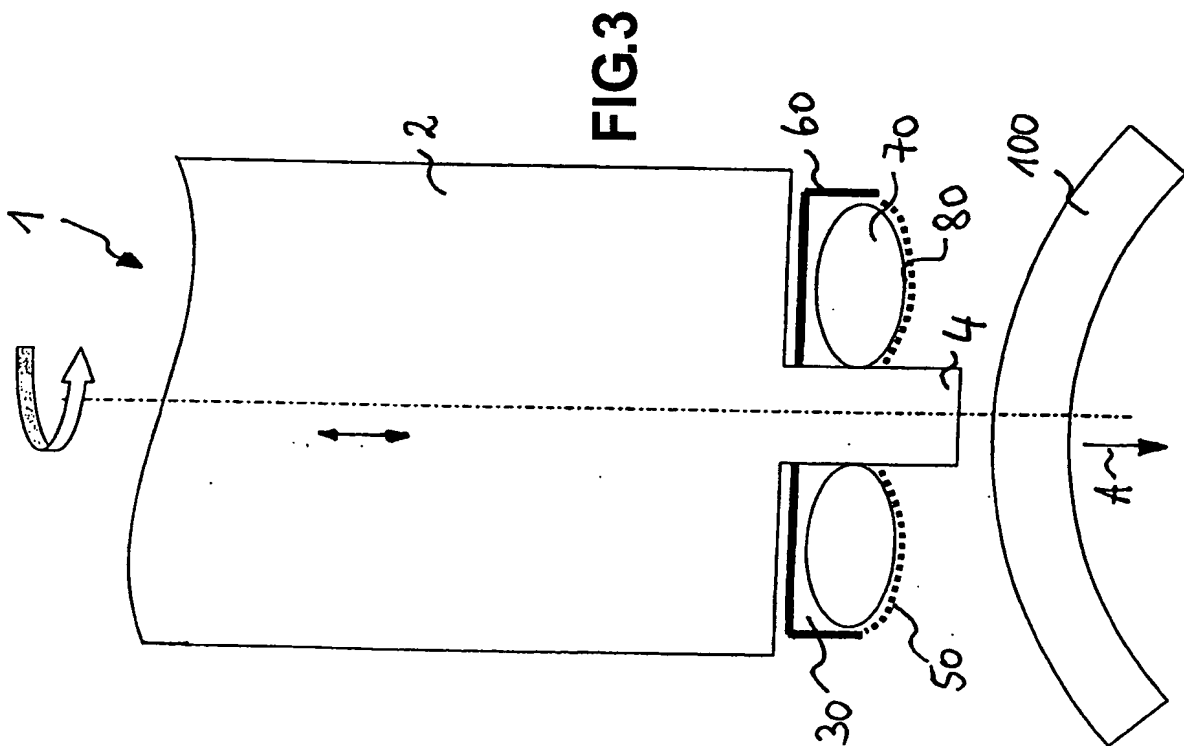
10 8- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de aquele lado (80) do pelo menos um corpo livremente formável (70) que aponta na direção da projeção (4) ser resiliente e formar a superfície de rebaixo (50) que aponta na direção da projeção (4).

15 9- Ferramenta, de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de o corpo portador (6) incluir entre o pelo menos um corpo livremente formável (70) e a extremidade aberta do corpo portador (60), corpos soltos de enchimento (71) deslocáveis na direção axial e
20 formando a superfície de rebaixo (50) que aponta na direção da projeção (4).

10- Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizada pelo fato de a extremidade pelo menos parcialmente aberta do corpo
25 portador (6; 60) poder ser fechada com um material flexível (61).

11- Uso da ferramenta de fricção-rotativa, definida em qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de se destinar à solda de
30 fricção-rotativa ou ao processamento de fricção-rotativa.





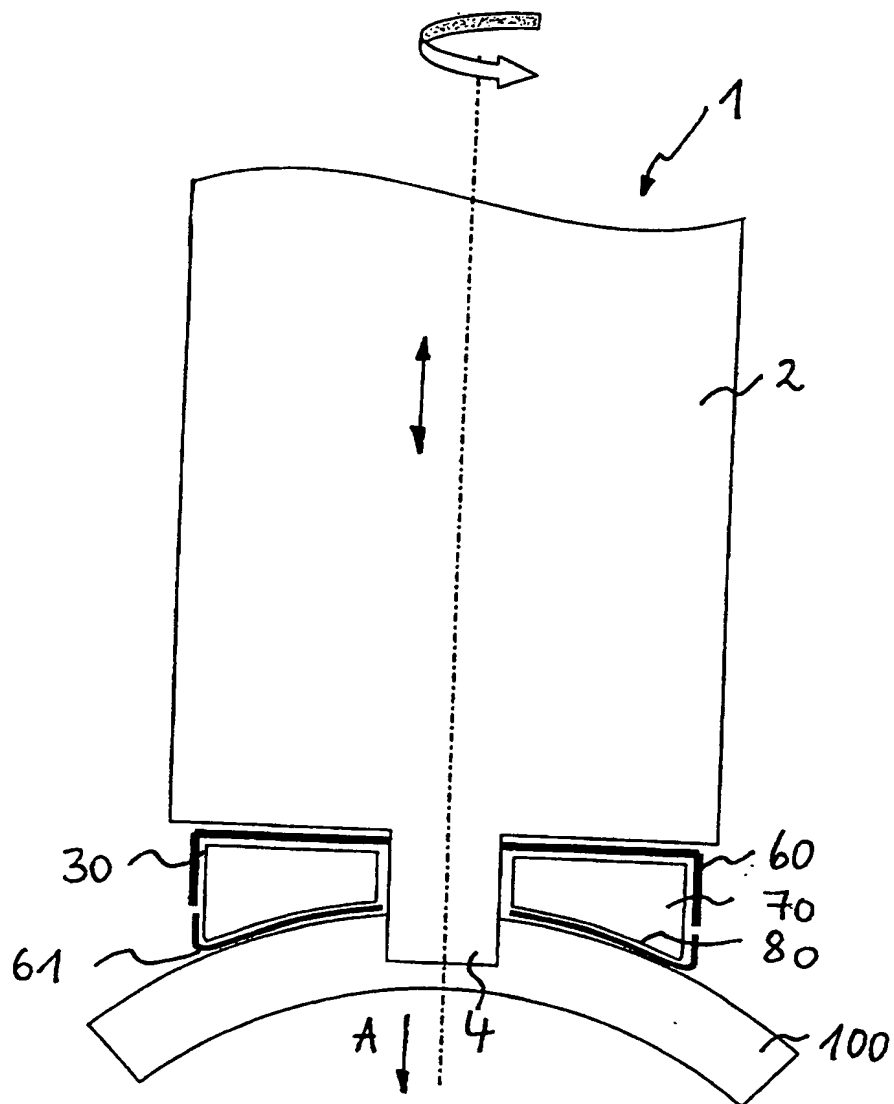


FIG.5

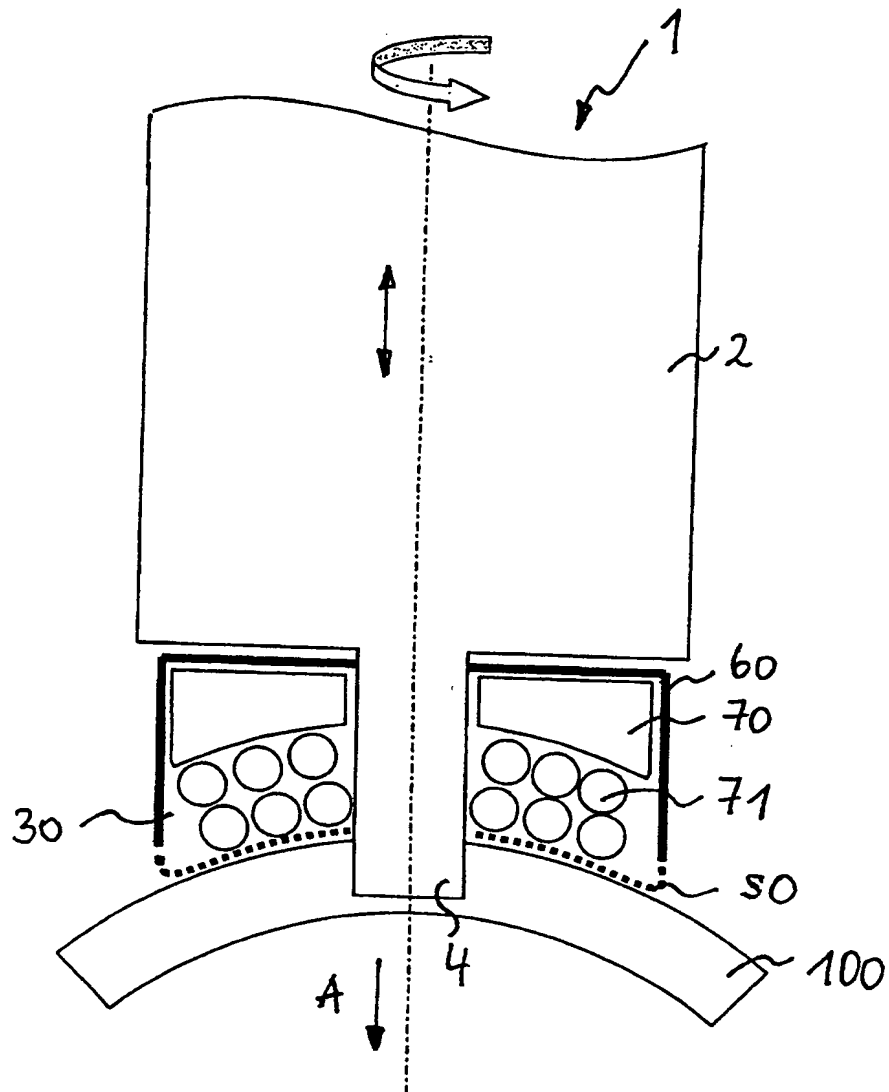


FIG. 6

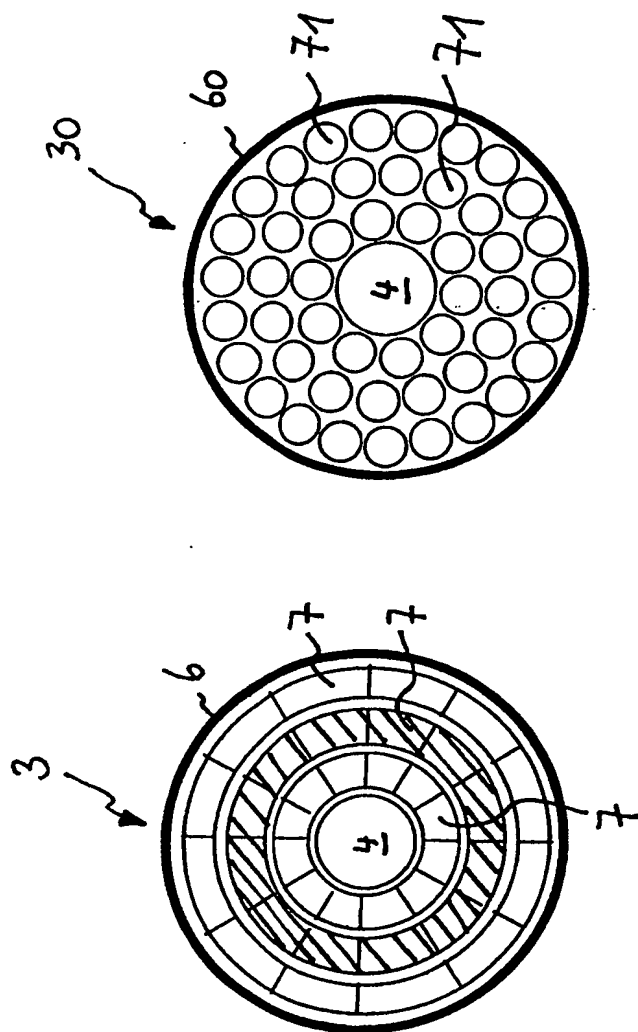


FIG. 7

RESUMO

"FERRAMENTA DE FRICÇÃO-ROTATIVA E USO DA FERRAMENTA DE FRICÇÃO-ROTATIVA".

A presente invenção se relaciona a uma ferramenta de
5 fricção-rotativa (1) compreendendo um corpo de ferramenta
de acionamento rotativo (2), em cuja extremidade voltada
para a direção contrária do acionamento é provido um
rebaixo (3; 30), a partir do qual se estende uma projeção
(4) em forma de haste rotativa com diâmetro menor que
10 do rebaixo (3; 30), caracterizado pelo fato de a
superfície (5; 50) do rebaixo (3; 30) que aponta na
direção da projeção (4) ser de forma adaptável.