



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

(21) PI 0807454-2 A2



(22) Data de Depósito: 08/02/2008
(43) Data da Publicação: 20/05/2014
(RPI 2263)

(51) Int.Cl.:
B21D 39/03

(54) Título: PROCESSO E FERRAMENTA PARA O REBITAMENTO DE CHAPAS GROSSAS, BEM COMO, EMPREGO DA FERRAMENTA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 13/02/2007 EP 07 102274.3

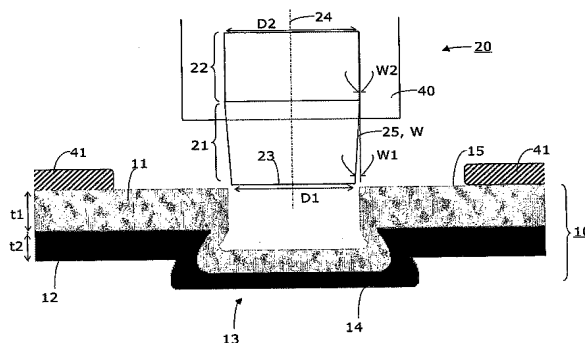
(73) Titular(es): Inventio AG

(72) Inventor(es): Andreas Trojer, Michael Matheisl, Thomas Illedits, Thomas Novacek

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT CH2008000046 de 08/02/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/098389de 21/08/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO E FERRAMENTA PARA O REBITAMENTO DE CHAPAS GROSSAS, BEM COMO, EMPREGO DA FERRAMENTA"**.

A presente invenção refere-se a uma ferramenta, para a fabricação de uma ligação com capacidade de carga, de duas peças a serem trabalhadas de metal de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1, a um processo para o rebitemento de peças a serem trabalhadas de metal, para a fabricação de uma ligação com capacidade de carga de acordo com o preâmbulo da reivindicação 10, bem como, ao emprego da ferramenta de rebitemento de acordo com o preâmbulo da reivindicação 15.

Rebitemento é um processo de ligação por conformação, que já é conhecido há muito tempo. Este processo também é designado como ligação por penetração. O rebitemento é uma tecnologia de ligação com técnica de conformação que, dependendo da forma de execução, pode ser realizada sem parte de união auxiliar.

Para o rebitemento há diversas variantes, com respeito à produção do elemento de união. Uma caracterização do rebitemento é possível da seguinte maneira:

de acordo com a execução do elemento de ligação: rebitemento com e sem parte de corte;

de acordo com a moldagem de matriz: matrizes rígidas e abertas

de acordo com a cinemática da ferramenta: rebitemento em uma e mais etapas.

A seguir, primeiramente trata-se do rebitemento sem parte de corte. Esse processo tem certas vantagens em relação aos processos convencionais, que são empregados para a ligação de chapas ou de outras peças a serem trabalhadas como, por exemplo, a soldagem, a soldagem por pontos, a ligação por meio de rebites ou rebites cegos, e o emprego de rebites estampados. Em relação aos processos de ligação convencionais, o rebitemento sem parte de corte é mais vantajoso, se forem observados os custos por ligação.

O rebitemento de chapas e outras peças a serem trabalhadas de

metal, que sejam mais grossas que 4 mm é conhecido da patente WO 2006/047848 A1. Como foi determinado no âmbito da invenção em questão, certamente as forças de aperto nestes processos conhecidos são muito elevadas, o que pode causar danos à chapa ou às peças a serem trabalhadas de metal durante a retirada do punção.

A tarefa da invenção é preparar um processo, a fim de rebitar chapas e suportes de chapas grossas, de preferência, com espessuras que sejam maiores que 4 mm, com forças de aperto menores, sendo que deve ser trabalhado com estampagem de corte traseiro e espessura de gargalo maior possível, a fim de assegurar uma alta resistência da ligação por rebitamento. Além disso, deve ser sugerida uma ferramenta correspondente, e seu emprego deve ser otimizado.

A solução da tarefa ocorre para a ferramenta, através das características da reivindicação 1; e para o processo, através das características da reivindicação 9; e para o emprego, através das características da reivindicação 14.

Exemplos de execução e aperfeiçoamentos vantajosos da invenção são descritos e definidos através das respectivas reivindicações de patente dependentes.

De acordo com a invenção, é possível rebitar chapas de aço e suportes de aço ou perfis de aço (neste caso, geralmente designados como peças a serem trabalhadas de metal) com forças de rebitamento menores, sendo que, pelo menos, um desses elementos tem uma espessura, que fica acima de 4 mm.

A fim de possibilitar isso, as ferramentas de rebitamento foram desenvolvidas completamente e otimizadas de modo correspondente. As ferramentas ou os aparelhos de acordo com a invenção são caracterizados pelo fato de que, eles possuem um punção moldado cônico com duas áreas de transição, sendo que, na área das superfícies frontais, a área de transição apresenta um ângulo maior que a área de transição superior que se liga a ela. O ângulo do flanco é maior pode ter um valor menor ou igual a 10 graus e passar para um ângulo do flanco de 5 graus até zero. O diâmetro

desse punção se situa, de preferência, na faixa entre 10 mm e 35 mm. Particularmente preferidos são os diâmetros entre 12 mm (14 mm, 16 mm, 18 mm) até 20 mm ou 25 mm, sendo que, esse diâmetro depende da espessura das peças a serem trabalhadas de metal, e da resistência necessária ou da
5 força de tração.

Por meio da presente invenção o rebitamento torna-se uma alternativa real para a soldagem, que até o momento é empregada como processo de ligação para a ligação de chapas grossas ou de peças a serem trabalhadas (por exemplo, uma chapa de St-37, St-44, St-52, St-70 ou EN-
10 S235, S275, S355, S460) ou suporte (espessura > 4 mm). O rebitamento, porém, também pode substituir as ligações por rebite e por parafusos.

De acordo com a invenção, chapas, perfis e outras partes individuais de metal ou peças a serem trabalhadas de metal, de diferente espessura e de materiais diversos, podem ser ligadas entre si. No rebitamento, a
15 ligação de duas peças a serem trabalhadas de metal surge exclusivamente e diretamente do/dos material/materiais das peças a serem trabalhadas de metal a serem ligadas. Os elementos ligados através de rebitamento, neste caso, são designados como peça a ser trabalhada rebitada.

A presente invenção possibilita empregar, em uma medida crescente, ligações de peça a ser trabalhada de metal, por exemplo, ligações de
20 aço ou ligações de perfil de chapa ou ligações de parte de chapa ou ligações de tira de chapa ou ligações de chapa bem generalizadas, então, também na construção de elevadores e de escadas rolantes, sendo que, entre outras coisas, uma parte da cabine do elevador ou do elevador, e/ou do compartimento de máquina do elevador ou da estrutura ou do suporte de teto de uma
25 escada rolante pode ser fabricada por meio da técnica de rebitamento.

Mas também podem ser fixadas diversas partes de montagem que suportam por meio da técnica de rebitamento, bem como, estruturas, armações, consoles, esculturas, chassis, painéis ou molduras que suportam
30 ou apóiam.

Com a presente invenção é criada uma ligação indissolúvel entre duas peças a serem trabalhadas de metal que, além disso, alcança grandes

forças de retenção (forças de tração e forças de cisalhamento). Sob solicitação dinâmica mostra-se que, as peças a serem trabalhadas de metal fabricadas dessa forma rebitada apresentam um comportamento de suporte nitidamente melhor que ligações soldadas por ponto.

5 De acordo com a invenção podem ser ligados entre si, sem problemas, tanto materiais revestidos como também materiais não-revestidos, o que abre novas possibilidades da escolha de material, em particular, na construção de elevadores e escadas rolantes. Assim, podem ser ligadas entre si, por exemplo, chapas e/ou cantoneiras de aço galvanizadas, pintadas
10 ou revestidas com material sintético, sem que devido ao rebitamento, o revestimento fosse ficar com danos perceptíveis.

Uma outra vantagem do rebitamento é o fato de que, para a produção da ligação não são necessárias perfurações prévias nem partes de ligação auxiliares ou partes de ligação ou material de ligação. A vantagem
15 principal do rebitamento em relação aos processos tradicionais, porém, são os baixos custos de ligação. Além disso, não ocorre nenhuma entrada de calor ou inserção de calor nas peças a serem trabalhadas a serem ligadas, de tal modo que são evitadas distorção e penetração e alterações de estrutura.

20 Outras particularidades e vantagens da invenção serão descritas a seguir, com auxílio de um exemplo de execução, e com referência ao desenho. São mostrados:

Na figura 1 o punção de uma ferramenta de rebitamento e duas peças a serem trabalhadas de metal, que foram ligadas entre si por
25 meio de rebitamento, em uma representação esquematizada bastante simplificada;

Na figura 2A uma primeira etapa do rebitamento de acordo com a invenção, em uma representação esquematizada, sendo que, as duas áreas de transição do punção não estão representa-
30 das;

Na figura 2B uma segunda etapa do rebitamento de acordo com a invenção, em uma representação esquematizada, sendo que, as

- duas áreas de transição do punção não estão representadas;
- 5 Na figura 2C uma terceira etapa do rebiteamento de acordo com a invenção, em uma representação esquematizada, sendo que, as duas áreas de transição do punção não estão representadas;
- Na figura 3A um corte através de duas peças a serem trabalhadas de metal rebiteadas;
- 10 Na figura 3B um corte parcial ou detalhe de uma área da ferramenta de rebiteamento de acordo com a invenção;
- Na figura 4A um corte, que mostra duas peças a serem trabalhadas de metal rebiteadas ou um componente de metal e uma parte da ferramenta de rebiteamento (não de acordo com a invenção), sendo que, o punção da ferramenta de rebiteamento tem um
- 15 diâmetro de 12 mm;
- Na figura 4B um corte, que mostra duas peças a serem trabalhadas de metal rebiteadas e uma parte da ferramenta de rebiteamento (não de acordo com a invenção), sendo que, o punção da ferramenta de rebiteamento tem um diâmetro de 14 mm;
- 20 Na figura 4C um corte, que mostra duas peças a serem trabalhadas de metal rebiteadas e uma parte da ferramenta de rebiteamento (não de acordo com a invenção), sendo que, o punção da ferramenta de rebiteamento tem um diâmetro de 20 mm;
- Na figura 5 um corte através de um perfil de aço no qual foi rebiteado um
- 25 perfil de chapa ou perfil de aço ou cantoneira de aço com duas ligações por rebite;
- Na figura 6A um corte através de um punção de acordo com a invenção, representado esquematicamente.

30 No contexto do requerimento de patente em questão, como já foi indicado no início, se trata do rebiteamento sem parte de corte. Esse tipo de rebiteamento é um processo de ligação por conformação pura. A ligação das peças a serem trabalhadas é realizada somente por meio de penetração em

ligação com afundamento e recalque, logo em seguida. A ideia básica durante o desenvolvimento desse processo sem parte de corte é, sobretudo, a procura por resistência de ligação aumentada, em consequência da coesão de material maior.

5 O princípio da invenção está puramente representado de modo esquemático na figura 1. São mostradas duas peças a serem trabalhadas de metal 11 e 12, que foram ligadas entre si por meio de uma ligação por rebiteamento 13. Uma parte da ferramenta de rebiteamento 20, que aqui é designada como punção, é mostrada acima da ligação por rebiteamento 10 ou do
10 ponto de rebiteamento 10.

A ferramenta de rebiteamento 20 compreende um punção e uma contraferramenta 30, que pode ser executada como matriz ou como bigorna. O punção é projetado com simetria de rotação em relação ao seu eixo de rotação 24. O punção apresenta um flanco 25 com ângulo do flanco W , disposto concêntrico ao eixo de rotação 24. Com referência a uma superfície
15 final frontal 23 do punção, de extremidade estável, no caso do flanco 25 é distinguido entre uma área de transição inferior 21 do flanco 25, adjacente à superfície final frontal 23 com ângulo do flanco $W1$, bem como, entre uma área de transição superior 22 do flanco 25, com ângulo do flanco $W2$. As
20 duas áreas de transição 21, 22 passam uma pela outra. Neste caso, como mostrado nos exemplos de execução de acordo com as figuras 1, 3B e 6A de forma inconstante, elas podem passar uma pela outra, e podem apresentar diferentes ângulos do flanco $W1$, $W2$. As peças a serem trabalhadas de metal 11, 12 (por exemplo, duas chapas de espessura diferente ou igual $t1$ e
25 $t2$) são pressionadas pelo punção, de modo similar como durante a estampagem ou o puncionamento com deformação plástica em um afundamento ou recesso ou espaço oco ou espaço de deformação 31 da matriz 30, como mostrado nas figuras de 2A até 2C. Através de uma forma especial do afundamento ou recesso ou espaço oco ou espaço de deformação 31 forma-se
30 uma ligação por rebiteamento 13, que apresenta uma forma similar a um botão de pressão ou similar a um ponto de puncionamento ou similar a um ponto de estampagem. A ligação por rebiteamento 13 liga as peças a serem

trabalhadas de metal 11, 12 entre si com fecho devido à forma e à força, como indicado esquematicamente nas figuras 1, 2C e 3A e 4.

As figuras de 2A até 2C mostram em três estágios a formação da ligação por rebitemento 13 sem parte de corte, com uma contraferramenta 30, que é executada como matriz, essa matriz apresenta um recesso ou espaço oco ou espaço de deformação ou afundamento (31) na área da superfície de processamento. Sendo que, o punção deforma as peças a serem trabalhadas de metal 11, 12 dispostas sobre a superfície de processamento em uma área de sobreposição ou de transição acima do recesso ou espaço oco ou espaço de deformação ou afundamento 31, de tal modo que devido ao escoamento radial dos materiais para o recesso ou espaço oco ou espaço de deformação ou afundamento 31 se forma um corte traseiro local. Em uma primeira etapa de acordo com a figura 2A pode ser reconhecido que, a primeira peça a ser trabalhada de metal 11 e a segunda peça a ser trabalhada de metal 12 são colocadas uma na outra (isto é, são posicionadas uma sobre a outra). Então as duas peças a serem trabalhadas de metal 11, 12 colocadas uma sobre a outra são preparadas em conjunto sobre uma superfície de processamento da contraferramenta 30, em forma de uma matriz. Na figura 2B é mostrado como o punção da ferramenta de puncionar 20 é entregue, e já foi afundado em parte nas peças a serem trabalhadas 11 e 12. Em uma área de intersecção ou de sobreposição, as peças a serem trabalhadas 11 e 12 se deformam sob a alta pressão do punção e o material "flui" para o recesso, ou espaço oco, ou espaço de deformação, ou afundamento 31 da matriz 30. O afundamento ou a compressão do punção ocorre até que o lado inferior 14 da segunda peça a ser trabalhada de metal 12 se encoste consideravelmente contra o fundo do recesso, ou espaço oco, ou espaço de deformação, ou afundamento 31 da matriz 30. Em uma outra etapa, então, o punção é extraído (essa etapa corresponde, em essência, à situação mostrada na figura 1).

De acordo com a invenção, durante a separação, de preferência, é empregado um raspador ou recalque 40, que facilita a separação do punção após a conformação das peças a serem trabalhadas de metal 11 e 12.

Um raspador ou recalque 40 desse tipo é particularmente vantajoso, então, se em virtude das forças e das deformações de material, que surgem durante a conformação, o punção tiver que ser apertado na ligação por rebitemento 13. O raspador 40 se apóia (quase) contra a superfície 15 da peça a ser trabalhada de metal 11 no lado do punção, enquanto que o punção é retraído ou recolhido. Com conhecimento da presente invenção o especialista naturalmente também pode realizar um raspador no lado da matriz, ao invés de um raspador no lado do punção.

De preferência, as peças a serem trabalhadas de metal 11 e 12 a serem ligadas através de um recalque, que na figura 1 está caracterizado através do número 41, são comprimidas contra ou na matriz 30. A ferramenta de puncionar 20 compreende um cilindro de pressão (por exemplo, um cilindro hidráulico, cilindro de gás de compressão, cilindro pneumo-hidráulico, cilindro servoelétrico), que causa o denominado avanço do punção na direção das peças a serem trabalhadas 11 e, em seguida, 12. Em uma primeira fase do avanço do punção o punção é entregue (figura 2A), então, ocorre a fase de afundamento, e essas peças são recalçadas e deformadas (figuras 2B e 2C). Concluindo, ocorre uma fase designada como curso de retorno do punção (vide a figura 1).

Em consequência da pressão de recalque durante o afundamento ocorre um escoamento transversal do material das peças a serem trabalhadas de metal 11, 12, pelo que a matriz 30, com o recesso ou espaço oco ou o espaço de deformação ou o afundamento 31 é preenchida, o máximo possível ou completamente, por exemplo, em forma de uma ranhura anular (embutida), e de um corte traseiro da peça a ser trabalhada de metal 11 no lado do punção é produzido na peça a ser trabalhada de metal 12 no lado da matriz (ver figura 3A). Para a avaliação de uma ligação por rebitemento 13, como mostrado na figura 3A, o corte traseiro f e a espessura da garganta t_n são mais importantes ou mais significativos, uma vez que, a capacidade de carga da ligação por rebitemento 13 está em correlação direta com estas grandezas características. Uma ligação por rebitemento 13 e as peças a serem trabalhadas 11, 12 podem ser caracterizadas adicionalmente através

das seguintes indicações: diâmetro interno do elemento de união ou do punção d_i , altura de projeção h , espessura do fundo residual t_{b2} da peça a ser trabalhada de metal 12 no lado da matriz, espessura do fundo residual t_{b1} da peça a ser trabalhada de metal 11 no lado do punção, espessura da peça a ser trabalhada de metal no lado da matriz t_2 , espessura da peça a ser trabalhada de metal no lado do punção t_1 e espessura da peça a ser trabalhada total t_t . Um valor típico para o corte traseiro f tem o valor de 0,5 mm, e um valor típico para a espessura da garganta t_n tem o valor de 1,5 mm.

Foram feitos vários ensaios e experiências a fim de otimizar o processo de rebatamento em si conhecido para, deste modo, modificar, de tal modo que, também possam ser rebatadas peças a serem trabalhadas de metal 11, 12, que são mais espessas que 4 mm sem que surgissem forças de aperto muito altas. Foram feitas simulações e, em seguida, foram produzidas várias ferramentas e ensaios de união a fim de poder comparar (na experiência) as seções transversais, as forças de união e de recalque determinadas com a referência da simulação. Como critério dos ensaios para o projeto da ferramenta foram usados princípios de configuração de ferramenta para o rebatamento sem parte de corte com matriz 30 rígida.

Os primeiros ensaios resultaram que, para a fabricação de uma ligação por rebatamento 13, para um diâmetro de punção menor (diâmetro $D_2 = 12$ mm ou 14 mm), devem ser empregadas forças de união desde cerca de 400 kN até 510 kN, e para o diâmetro de punção maior ($D_2 = 20$ mm) forças desde cerca de 670 kN (ambos inclusive força de recalque). Estes resultados em si estão na faixa do resultado a ser esperado. (Certamente, apesar da lubrificação da ferramenta houve um aperto forte do punção na ferramenta).

Exames mais exatos em relação ao aperto do punção mostraram que, o aperto é causado por uma tensão radial que atue sobre o flanco do punção. Foi mostrado que, em particular, na área de transição 22 superior do flanco 25 ocorrem tensões radiais muito elevadas. Agora, em uma outra etapa de otimização a geometria do punção foi alterada de forma visada, de tal modo que, sobre o flanco 25 atua uma tensão radial menor. Devido ao

fato de que, nas primeiras variantes de ferramentas as espessuras da garganta t_n e os valores do corte traseiro f dos punções com os diâmetros $D_2 = 12$ mm e $D_2 = 14$ mm eram aproximadamente os mesmos, foram realizadas outras otimizações. Neste caso, também foram feitos exames em peças a serem trabalhadas com diversas espessuras da peça a ser trabalhada total t_t , e com peças a serem trabalhadas 11, 12 que apresentam, respectivamente, espessuras distintas t_1 e t_2 . Neste caso foi mostrado que, punções de uso comercial ou convencional apresentam não somente a forte tendência para prender quando se usa espessuras de peça a ser trabalhada total $t_t > 8$ mm, porém que, na área entre as peças a serem trabalhadas 11, 12 se forma um espaço oco (ver X na figura 4C). Este espaço oco X prejudica e reduz a resistência da correspondente ligação por rebitemento 13 correspondente.

As diversas etapas de otimização conduziram ao reconhecimento que, a execução dos flancos do punção tem uma influência direta sobre o aperto e a formação do espaço oco X. A fim de reduzir estes dois efeitos negativos, ou de impedir completamente foram desenvolvidos e testados punções que são executados, pelo menos parcialmente, cônicos. No caso de uma seleção apropriada do ângulo do flanco W , W_1 , W_2 correspondente o aperto pôde ser reduzido ou completamente evitado, sem que se chegasse a uma formação de espaço oco perceptível. Foi mostrado que, estes dois efeitos estão parcialmente relacionados e até mesmo se comportam parcialmente contrários. Através da seleção de uma área angular apropriada os dois efeitos puderam ser minimizados.

Nos exames mostrados nas figuras de 4A até 4C e descritos a seguir, o punção não de acordo com a invenção possui, respectivamente, um ângulo do flanco de punção constante $W = 5^\circ$, isto é, $D_1 < D_2$. Ou, expresso em outras palavras, pelo menos, aquela parte do punção, que entra em contato com as peças a serem trabalhadas 11 e 12 durante o afundamento, se reduz para baixo (isto é, na direção da extremidade do punção no lado da peça a ser trabalhada).

Alguns aspectos dos diversos exames estão representados nas

figuras de 4A até 4C, porque eles valem de modo análogo para o punção de acordo com a invenção. É mostrado o comportamento de escoamento das peças a serem trabalhadas 11, 12 durante o emprego de punções com vários diâmetros. Na figura 4A é mostrado como as duas peças a serem trabalhadas de metal 11, 12 se deformam, quando o punção apresenta um diâmetro de 12 mm. Na figura 4B é mostrado como as duas peças a serem trabalhadas de metal 11, 12 se deformam, quando o punção apresenta um diâmetro de 14 mm. A figura 4C mostra como as duas peças a serem trabalhadas de metal 11, 12 se deformam, quando o punção apresenta um diâmetro de 20 mm. Em todas as três ilustrações é mostrada uma imagem instantânea antes do retrocesso do punção.

Por meio das figuras de 4A até 4C pode-se reconhecer que o diâmetro D2 do punção tem uma influência sobre o escoamento transversal dos materiais ou das peças a serem trabalhadas de metal. No caso do punção com diâmetro de 12 mm o material da peça a ser trabalhada de metal 12 não escoia completamente para o espaço oco formado pelo recesso ou pelo espaço de deformação ou afundamento 31, como pode ser reconhecido através da área caracterizada com Y. No caso de um punção com diâmetro de 14 mm ocorre um bom "enchimento" do recesso ou espaço oco, ou espaço de deformação ou afundamento 31. Caso se empregue um punção com 20 mm de diâmetro, então é mostrado um espaço oco (na figura 4C designado com X) entre as peças a serem trabalhadas 11 e 12.

Como mostraram vários exames e pesquisas, o diâmetro do punção é somente um de diversos parâmetros, que tem uma influência direta sobre o processo de rebitamento e a resistência da ligação por rebitamento 13. Tem-se mostrado que, durante o rebitamento de peças a serem trabalhadas espessas com $t > 8$ mm, a execução do flanco 25 tem um papel particularmente importante e significativo.

Portanto, a invenção em questão se caracteriza pelo fato de que o punção, que é afundado nas peças a serem trabalhadas de metal 11 e 12 durante a conformação, é moldado cônico. A forma cônica do punção se estende, pelo menos, sobre uma parte (designada como áreas de transição 21,

22) daquele comprimento L do punção, que é afundada ou comprimida nas peças a serem trabalhadas 11, 12. A forma cônica resulta pelo fato de que, o flanco 25 do punção, ver figura 3B, pelo menos, na área de transição 21 inferior para a superfície final frontal 23 é moldada cônica, e apresenta um ângulo do flanco W1 que é menor ou igual a 10 graus, de preferência, menor ou igual a 5 graus. Como mostrado, além disso, na figura 1, bem como, na figura 6A, o ângulo do flanco W2 da área de transição 22 superior é, de preferência, igual a zero graus ou eventualmente, de preferência, menor ou igual a 5 graus (exemplos de execução de acordo com as figuras de 4A até 4C, bem como, 6B).

Foram comprovados, em particular, punções com um diâmetro D2 entre 10 mm e 20 mm, e com um ângulo do flanco W, W1, W2 que passa de um primeiro ângulo W1 para um segundo ângulo W2, sendo que, o primeiro ângulo W1 é menor ou igual a 10 graus e, de preferência menor ou igual a 5 graus, e o segundo ângulo W2 é menor ou igual a 2 graus, e, de preferência, é de 0 a 1 grau. Neste caso, o primeiro ângulo W1 se encontra diretamente na área de transição 21 (inferior) em relação à superfície final frontal 23 (isto é, na área da extremidade do punção no lado da peça a ser trabalhada) e o segundo ângulo W2 se encontra na área de transição 22 (superior) (isto é, na área do punção no lado da ferramenta) que conduz para longe e mantendo parar fora e sobressaindo para fora da peça a ser trabalhada de metal 11, 12.

Esta execução de punções cônicos mostra uma tendência consideravelmente menor para prender, e não se forma quaisquer (ou fracamente marcados) espaços ocos X. A vantagem da tensão radial menor e, com isto, da tendência menor para prender é, contudo, "adquirida" através do surgimento do espaço oco X entre as peças a serem trabalhadas de metal 11, 12. Isto significa que, o ângulo do flanco W, W1, W2 não pode ser escolhido à vontade, uma vez que, neste caso, o espaço oco X iria ser grande demais, e a resistência da ligação por rebitemento iria ser muito pequena.

Ideais são formas de execução do punção, nas quais a retirada do flanco ou redução do flanco produzida pelo ângulo do flanco não seja

grande demais, uma vez que, com a retirada do flanco ou redução do flanco muito grande, a pressão radial direcionada sobre as peças a serem trabalhadas 11, 12 fica muito pequena e, com isto, o escoamento transversal dos materiais ou das peças a serem trabalhadas de metal se reduz.

5 Os valores de ângulos indicados para W, W1, W2 também foram comprovados porque, as ligações por rebitemento produzidas com estes punções apresentam valores similares, comparáveis para a espessura da garganta t_n , e para o corte traseiro f , como os punções de chapa fina puramente cilíndricos usuais, de uso comercial. Isto condiz com uma resistência
10 à tração idêntica comparável que corresponde à ligação por rebitemento 13.

A forma cônica do punção se estende, pelo menos, através das áreas de transição 21, 22 com aquele comprimento L do punção, que é a-
fundado nas peças a serem trabalhadas 11, 12. No caso de peças a serem trabalhadas de metal, cuja espessura da peça a ser trabalhada total $t_t > 8$
15 mm, este comprimento L pode ser obtido como a seguir: $0,3 t_t \leq L \leq 2 t_t$. Isto é, as áreas de transição 21, 22 moldadas cônicas correspondem entre três décimos da espessura da peça a ser trabalhada total t_t e ao dobro da espessura da peça a ser trabalhada total t_t .

20 As diversas formas de punção de acordo com a invenção serão esclarecidas resumidamente, a seguir, por meio das figuras 1 e 6A.

Forma de execução	1	2
Figura	1	6A
Diâmetros Típicos	$D1 < D2$ e $10 \text{ mm} \leq D2 \leq 30 \text{ mm}$	$D1 < D2$ e $10 \text{ mm} \leq D2 \leq 30 \text{ mm}$
Comprimento L das áreas de transição 21, 22	$0,3 t_t \leq L \leq 2 t_t$	$0,3 t_t \leq L \leq 2 t_t$
Ângulos	$W1 \leq 10$ graus na área de transição inferior 21 e $W2 = 0$ na área de transição 22 superior	$W1 \leq 10$ graus na área de transição inferior 21 e $0 \text{ grau} \leq W2$ na área de transição 22 superior, sendo que, $W1 > W2$

As resistências alcançadas, que são obtidas com os punções de

acordo com a invenção, por exemplo, com um punção com 12 mm de diâmetro, e um flanco de punção de 5° a 0° (forma de execução 2, figura 6A), têm um valor em média de mais que 50 kN ou 55 kN. Em condições escolhidas de modo particularmente cuidadoso, a força de tração se até se situa até mesmo em cerca de 58 kN, e se dispersa somente um pouco em torno de poucos percentuais.

Com a ferramenta de punção 20 de acordo com a invenção também se pode colocar duas ligações por rebatamento 13 uma ao lado da outra (ver figura 5), a fim de aumentar ainda mais a resistência à tração e a resistência ao cisalhamento. Neste caso, tem-se comprovado que, a resistência pôde ser aumentada para valores que são quase o dobro de uma ligação por rebatamento 13 simples. Os corpos de prova puderam ser solicitados em média com cerca de 118 kN.

Uma ferramenta de rebatamento 20 particularmente vantajosa apresenta dois punções do mesmo tipo, que estão dispostos um ao lado do outro e a primeira peça a ser trabalhada de metal 11 com a segunda peça a ser trabalhada de metal 12 estão na condição de serem ligadas através de duas ligações por rebatamento. Neste caso, com um movimento de entrega e um movimento de afundamento são produzidas simultaneamente duas ligações por rebatamento, uma ao lado da outra. O exemplo de uma correspondente ligação por rebatamento dupla é mostrado na figura 5. No exemplo mostrado pode ser reconhecido que, de acordo com a invenção, por exemplo, um suporte de perfil de aço 11 mais espesso (primeira peça a ser trabalhada de metal) pode ser ligado com uma chapa mais fina ou aço plano ou ferro plano ou perfil de aço ou perfil de chapa ou cantoneira de perfil de chapa 12 (segunda peça a ser trabalhada de metal) através de duas ligações por rebatamento 13 situadas uma ao lado da outra.

Para a configuração de força de raspagem do raspador 40 devem ser considerados dois critérios. Por um lado, a força de raspagem ou força do raspador precisa ser maior que a força de aperto do punção. Logicamente este valor é bastante dependente da geometria do punção empregado, como foi descrito, mas também da lubrificação ou do revestimento da

ferramenta. Forças de ejeção máximas de 30 kN até 40 kN conduziram a resultados muito confiáveis. No caso de uma execução ótima do ângulo do flanco W ou da conicidade do punção são forças de ejeção suficientes de 25 kN. Para o punção de 0° a 5° (forma de execução 2, figura 6A) pode ser considerada até mesmo uma outra redução da força de ejeção, uma vez que, neste caso, o punção nunca iria ocorrer um aperto do punção.

Em uma forma de execução particularmente vantajosa o raspador 40 também funciona simultaneamente como recalque (41), e está dimensionado, de tal modo que, as peças a serem trabalhadas de metal 11, 12 sofrem uma deformação menor possível, a fim de manter a distorção das peças a serem trabalhadas 11, 12 a mínima possível, ou manter livre.

Com os punções e as ferramentas de rebatamento de acordo com a invenção podem ser fabricadas respectivas máquinas de rebatamento que apresentam ou possuem correspondentes punções, componentes e grupos de construção e elementos de construção particularmente estáveis e com capacidade de carga de modo e tipo mais simples, mínimo de esforço, mais em conta e mais confiáveis. Os custos para estes componentes e grupos de construção e elementos de construção com ligações por rebatamento 13 estão abaixo daqueles de ligações soldadas, rebatadas, ou aparafusadas. Os custos de material de união para componentes e grupos de construção e elementos de construção com ligações por rebatamento 13 estão próximos de zero. Além disso, o tempo de trabalho está limitado a um mínimo, ou reduzido ou estrangulado.

De acordo com a invenção, ligações por rebatamento 13 sem parte de corte também podem ser produzidas com matriz que abre. Neste caso, as lamelas da matriz apoiadas com molejo são pressionadas para fora após o processo de afundamento através do escoamento radial do material da peça a ser trabalhada abaixo do punção e, com isto, é possível a formação do corte traseiro.

Além das vantagens do rebatamento convencional também pode ser empregado o rebatamento sem matriz, no qual, como contraferramenta 30 é empregada uma bigorna com superfície de processamento rasa, sendo

que, o punção deforma as partes individuais de metal ou as partes de metal ou as peças a serem trabalhadas de metal dispostas na superfície de processamento para formar uma área de intersecção ou área de sobreposição, de tal modo que, primeiramente seja formada uma elevação no lado da bigorna e, então, através de escoamento radial dos materiais é formado um corte traseiro local. Em virtude de seu princípio de funcionamento especial, o rebitamento sem matriz apresenta as seguintes vantagens:

- 5 - Um desalinhamento entre o punção (de união) e a contraferramenta (bigorna) não prejudica a qualidade da ligação 13. Com isto são redu-
- 10 zidas as exigências de precisão para a máquina de união.
 - Podem ser dispensados trabalhos de instalação demorados.
 - O desgaste abaixa e a segurança do processo aumenta, uma vez que não pode mais ocorrer nenhuma ruptura no canto da matriz.
 - Para todas as tarefas de união pode ser empregada a mesma
 - 15 bigorna. Uma troca de matriz durante a troca da tarefa de união como, por exemplo, durante o rebitamento tradicional não é mais necessária.
 - As ligações por união 13 são mais rasas e atrapalham menos que as ligações produzidas com o rebitamento convencional.
 - Uma alteração da espessura da chapa é possível sem a troca
 - 20 da ferramenta, e poupa tempo de trabalho precioso.
 - Uma alteração do emparelhamento de material pode ser realizada sem dispêndio.
 - O rebitamento sem matriz aumenta o número das ligações por rebitamento ou pontos de união por conjunto de ferramentas ou por punção
 - 25 (de união).

REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta de rebiteamento (20) para a fabricação de uma ligação com capacidade de carga de uma primeira peça a ser trabalhada de metal (11) com uma segunda peça a ser trabalhada de metal (12), sendo que, a ferramenta de rebiteamento (20) abrange uma ferramenta de puncionar e uma contraferramenta (30) que juntas, através da conformação das duas peças a serem trabalhadas de metal (11, 12) formam uma ligação por rebiteamento (13), que liga entre si a primeira peça a ser trabalhada de metal (11) com a segunda peça a ser trabalhada de metal (12), e sendo que, a ferramenta de puncionar apresenta um punção (21, 22), que é executado com simetria de rotação em relação a um eixo de rotação (24) do punção, e apresenta um flanco (25) disposto concêntrico ao eixo de rotação, e uma superfície final frontal (23), que fica perpendicular ao eixo de rotação (24), sendo que, pelo menos, na área de transição inferior (21), o flanco (25) do punção é moldado cônico em relação à superfície final frontal (23), e apresenta um ângulo do flanco (W, W1, W2) que é menor ou igual a 10 graus, de preferência, menor ou igual a 5 graus, caracterizada pelo fato de que, o ângulo do flanco (W, W1, W2) passa de um primeiro ângulo (W1) diretamente na extremidade da área de transição inferior (21), que conduz à superfície final frontal (23), para um segundo ângulo (W2) de uma área de transição superior (22), sendo que, o primeiro ângulo (W1) é maior que o segundo ângulo (W2) e, pelo fato de que, durante a conformação, o punção também na área de transição (22) superior, pelo menos, parcialmente é afundado nas peças a serem trabalhadas de metal (11, 12).

2. Ferramenta de rebiteamento (20) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que, o comprimento total (L) do punção, que é afundado durante a conformação nas peças a serem trabalhadas de metal (11, 12), é moldado cônico.

3. Ferramenta de rebiteamento (20) de acordo com a reivindicação 1 e 2, caracterizada pelo fato de que, o primeiro ângulo (W1) é menor ou igual a 10 graus e, de preferência, menor ou igual a 5 graus, e o segundo ângulo (W2) é menor ou igual a 2 graus e, de preferência, tem um valor em-

tre 0 e 1 grau.

4. Ferramenta de rebitamento (20) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que, o punção tem um diâmetro (D2) que tem um valor entre 10 e 30 mm ou 35 mm, sendo que, de preferência, o diâmetro (D2) está situado entre 12 e 20 mm ou 25 mm (inclusive).

5. Ferramenta de rebitamento (20) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que, a contraferramenta (30) é executada como bigorna, que apresenta uma área ou superfície de processamento rasa ou regular ou plana ou horizontal.

6. Ferramenta de rebitamento (20) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que, a contraferramenta (30) é executada como matriz, que apresenta um recesso ou um espaço oco ou um espaço de deformação ou afundamento (31).

7. Ferramenta de rebitamento (20) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que, ela inclui ou apresenta ou abrange um recalque (41, 40) para a fixação das peças a serem trabalhadas de metal (11, 12) e um raspador (40) para a separação do punção após a conformação das peças a serem trabalhadas de metal (11, 12).

8. Ferramenta de rebitamento (20) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que, ela apresenta dois punções do mesmo tipo, que estão dispostos um ao lado do outro, e a primeira peça a ser trabalhada de metal (11) com a segunda peça a ser trabalhada de metal (12) estão ou está na condição de se ligar através de duas ligações por rebitamento (13).

9. Processo para o emprego de uma tecnologia de ligação com técnica de conformação para a fabricação de uma ligação com capacidade de carga, de uma primeira peça a ser trabalhada de metal (11) com uma segunda peça a ser trabalhada de metal (12), sendo que, por meio de uma ferramenta de puncionar (20) e de uma contraferramenta (30) é moldada uma ligação por rebitamento (13) através da uma conformação local que une a

primeira peça a ser trabalhada de metal (11) com a segunda peça a ser trabalhada de metal (12) com as etapas:

- sobreposição e preparação ou alinhamento da primeira peça a ser trabalhada de metal (11) e da segunda peça a ser trabalhada de metal (12) sobre uma superfície de processamento da contraferramenta (30),
 - colocação de um punção da ferramenta de puncionar (20),
 - afundamento do punção nas duas peças a serem trabalhadas de metal (11, 12) unidas uma à outra até que o lado inferior (14) da segunda peça a ser trabalhada de metal (12) encoste em uma área da contraferramenta (30),
 - retirada do punção,
caracterizada pelo fato de que, a ferramenta de puncionar apresenta um flanco (25) que, pelo menos, em uma área de passagem inferior (21) está moldado cônico para formar uma superfície final frontal (23) e apresenta um ângulo do flanco (W, W1, W2) que é menor ou igual a 10 graus, de preferência menor ou igual a 5 graus, sendo que o primeiro ângulo (W1) é maior que o segundo ângulo (W2) e, pelo fato que, durante o afundamento do punção, também a área de transição (22) superior, pelo menos, parcialmente penetra nas peças a serem trabalhadas de metal (11, 12).
10. Processo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que, é colocado um raspador (40) durante a retirada do punção para tornar possível uma separação durante um aperto do punção ou da ferramenta de puncionar (20) nas peças a serem trabalhadas de metal (11, 12).
11. Processo de acordo com a reivindicação 9 e 10, caracterizado pelo fato de que, o raspador (40) é colocado contra uma superfície (15) da primeira peça a ser trabalhada de metal (11) antes da separação, e que durante a separação é exercida uma força contra as peças a serem trabalhadas de metal (11, 12) por meio do raspador (40) enquanto que uma força que atua na direção contrária puxa o punção para trás.
12. Processo de acordo com a reivindicação 9, 10 ou 11, caracterizado pelo fato de que, a contraferramenta (30) é executada como matriz, que na área da superfície de processamento apresenta um recesso ou um

espaço oco ou um espaço de conformação ou afundamento (31), sendo que, o punção conforma, em (uma área de intersecção ou de sobreposição acima do) recesso ou espaço oco ou espaço de conformação ou afundamento (31), as peças a serem trabalhadas de metal (11, 12) dispostas na superfície de processamento, de tal modo que, devido ao escoamento radial dos materiais no recesso ou espaço oco ou espaço de conformação ou afundamento (31) seja formado um corte traseiro local.

13. Processo de acordo com a reivindicação 9, 10 ou 11, caracterizado pelo fato de que, como contraferramenta (30) pode ser empregada uma bigorna com área ou superfície de processamento rasa ou regular ou plana ou horizontal ou vertical, sendo que, o punção conforma as peças a serem trabalhadas de metal (11, 12), dispostas e alinhadas na superfície de processamento, para formar uma área de intersecção e de sobreposição, de tal modo que, primeiramente seja formada uma elevação no lado da bigorna e, então, através de escoamento radial dos materiais é formado um corte traseiro ou intersecção traseira (f) local menor.

14. Emprego de uma ferramenta de rebitemento (20) como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que, a ferramenta de rebitemento (20) é empregada para ligar fixamente entre si duas peças a serem trabalhadas de metal (11) através de, pelo menos, uma intersecção traseira (13) local, sendo que, as duas peças a serem trabalhadas de metal (11, 12) apresenta uma espessura total (tt) que é maior que 8 mm.

15. Emprego de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que, a primeira peça a ser trabalhada de metal (11) é mais espessa que a segunda peça a ser trabalhada de metal (12).

16. Emprego de acordo com a reivindicação 14 e/ou 15, caracterizado pelo fato de que, ou no caso da primeira peça a ser trabalhada de metal (11) ou no caso da segunda peça a ser trabalhada de metal (12) trata-se de um perfil de aço, ou perfil de chapa, ou de cantoneira de aço, ou de aço em barra ou ferro chato, ou de tubo de molde, ou de parte de chapa, ou tira de chapa, ou de um suporte de aço.

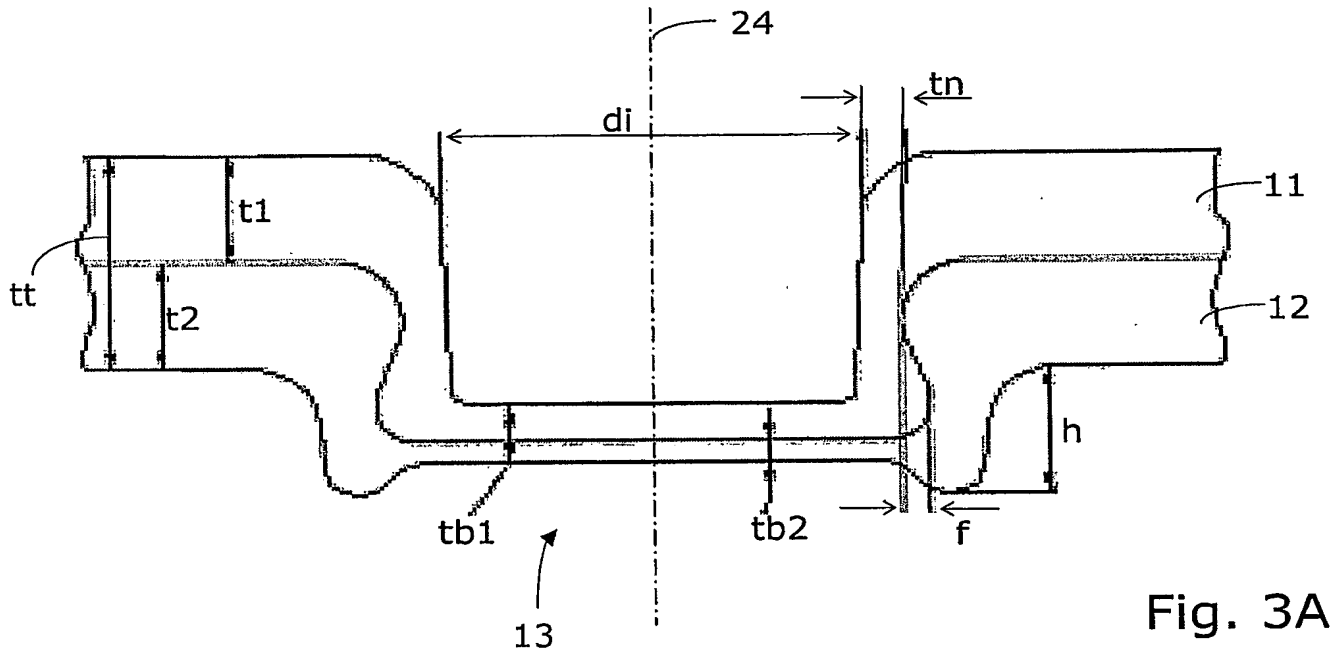


Fig. 3A

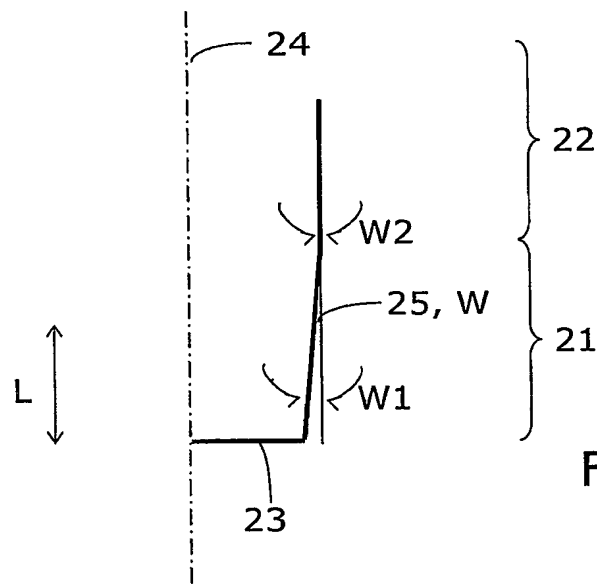


Fig. 3B

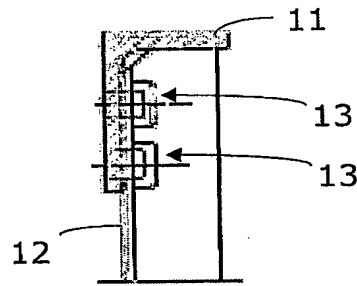
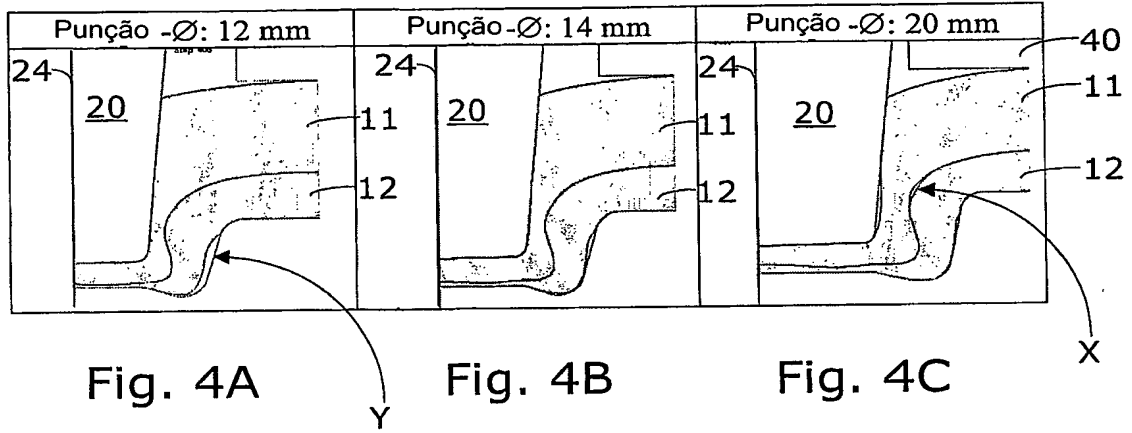


Fig. 5

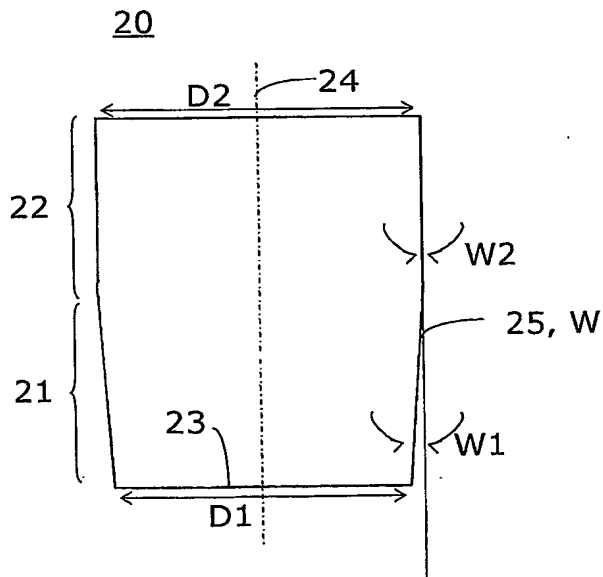


Fig. 6A

RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO E FERRAMENTA PARA O REBITAMENTO DE CHAPAS GROSSAS, BEM COMO, EMPREGO DA FERRAMENTA"**.

5 A presente invenção refere-se a uma ferramenta de rebiteamento (20) para a fabricação de uma ligação estável com capacidade de carga e suporte de uma primeira peça a ser trabalhada de metal (11) com uma segunda peça a ser trabalhada de metal (12). A ferramenta de rebiteamento (20) abrange uma ferramenta de puncionar (20) e uma contraferramenta (30) que
10 juntas, através da deformação ou da conformação plástica local das peças a serem trabalhadas de metal (11, 12) moldam e unem uma ligação por rebiteamento (13), que liga, ou liga de modo permanente, a primeira peça a ser trabalhada de metal (11) com a segunda peça a ser trabalhada de metal (12). A ferramenta de puncionar (20) apresenta um punção, que possui um
15 flanco (25), que está disposto concêntrico ao eixo de rotação (24). O flanco (25) apresenta uma superfície final frontal (23), que está perpendicular ao eixo de rotação (24). Pelo menos, na área de transição inferior (21), o flanco (25) é moldado cônico em relação à superfície final frontal (23), e apresenta um ângulo do flanco (W, W1, W2), que é menor ou igual a 10 graus, de preferência, menor ou igual a 5 graus.
20