



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

(21) BR 112013011303-0 A2



* B R 1 1 2 0 1 3 0 1 1 3 0 3 A 2 *

(22) Data do Depósito: 10/11/2011

(43) Data da Publicação Nacional: 07/07/2020

(54) Título: SISTEMA DE ASSISTÊNCIA PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, MÉTODO PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, MÁQUINA-FERRAMENTA E PROGRAMA INFORMÁTICO

(51) Int. Cl.: B23Q 17/22.

(30) Prioridade Unionista: 10/11/2010 AU 2010904998.

(71) Depositante(es): INTERACTIVE MACHINE SYSTEMS PTY LIMITED.

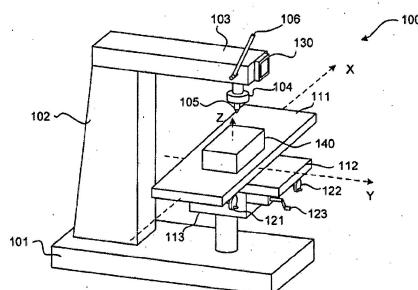
(72) Inventor(es): LOUIS CARLI.

(86) Pedido PCT: PCT AU2011001451 de 10/11/2011

(87) Publicação PCT: WO 2012/061890 de 18/05/2012

(85) Data da Fase Nacional: 08/05/2013

(57) Resumo: SISTEMA DE ASSISTÊNCIA PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, MÉTODO PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, E, MÁQUINA-FERRAMENTA A presente invenção se refere a sistemas para o comando de máquinas-ferramentas e, em particular, aos sistemas que exibem as informações a um operador de uma máquina-ferramenta. Esse sistema compreende uma ferramenta de corte por controle manual. O sistema recebe os dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte. O sistema recebe outros dados relativos à posição atual da ferramenta de corte em pelo menos duas dimensões. Um processador gera um visor a partir dos dados recebidos. O visor mostra o corte desejado a ser feito e um ícone da ferramenta de corte na posição atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado. O visor mostra ainda uma indicação do erro atual entre quer a posição atual, quer a direção de curso, da ferramenta de corte e do corte desejado. O operador não tem necessidade de olhar ao mesmo tempo a peça, nem o desenho e nem o Visor de Leitura Digital como acontece com os sistemas existentes.



SISTEMA DE ASSISTÊNCIA PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, MÉTODO PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, MÁQUINA-FERRAMENTA E PROGRAMA INFORMÁTICO

CAMPO TÉCNICO DA PRESENTE INVENÇÃO

5 A presente invenção se refere a sistemas para o comando de máquinas-ferramentas e, em particular, aos sistemas que exibem as informações a um operador de uma máquina-ferramenta.

ANTECEDENTES DA PRESENTE INVENÇÃO

10 Existem muitas e diferentes ferramentas para o corte de materiais em vários formatos e empregando diversas velocidades, requisitos econômicos e demais circunstâncias. Estas ferramentas vão desde ferramentas manuais como tesouras e serras manuais até ferramentas elétricas, as quais se podem 15 caracterizar por um motor que transmite a força de corte. As ferramentas elétricas são ainda classificadas como ferramentas elétricas portáteis, como é o caso das furadeiras manuais elétricas ou das motosserras, além de ferramentas elétricas fixas, como é o caso de fresadoras, tornos 20 mecânicos, cortadores a plasma, e ferramentas similares. As ferramentas elétricas fixas são normalmente designadas como máquinas-ferramentas. Estas ferramentas compreendem uma ferramenta de corte acionada por motor, a qual se desloca relativamente a uma peça de trabalho e remove parte do 25 material da peça.

Este movimento relativo entre a peça e a ferramenta tanto pode ser controlado por via manual por um operador que comanda a máquina-ferramenta quanto por um controlador digital por computador (CNC) ou por controle numérico (NC) 30 que comanda os atuadores, como servomotores, para deslocarem a peça ou a ferramenta de corte a fim de criar o formato desejado.

Nos casos de máquinas-ferramentas controladas

manualmente, o operador recebe a especificação na forma de um desenho impresso em papel, sendo depois solicitado a reproduzir o corte ilustrado no desenho da forma mais exata possível na peça. Com os sistemas de leitura digital já existentes, o controlador lê as coordenadas atuais da ferramenta de corte em relação à peça a partir de um visor numérico. O movimento da ferramenta de corte em diferentes eixos é controlado manualmente por meio de comandos manuais separados. O operador deverá employar estes controles manuais, enquanto observa ao mesmo tempo a ferramenta de corte, a peça, o visor e o desenho. O operador deverá ter experiência para poder obter um grau de precisão satisfatório.

SUMÁRIO DA PRESENTE INVENÇÃO

Num primeiro aspecto, a presente invenção é um sistema de assistência para o comando de uma máquina-ferramenta que compreende uma ferramenta de corte controlada manualmente, em que o sistema de assistência compreende os seguintes elementos:

Uma primeira porta de dados para a recepção dos dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte.

Uma segunda porta de dados para a recepção dos dados relativos à posição atual da ferramenta de corte em pelo menos duas dimensões.

Um processador para gerar a partir dos dados recebidos um visor que mostra os seguintes elementos:

o corte desejado a ser feito, o ícone da ferramenta de corte na posição atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado, e

uma indicação do erro atual entre quer a posição atual, quer a direção de curso, da ferramenta de corte e do corte desejado.

A presente invenção apresenta um sistema de assistência que exibe de forma gráfica o corte desejado, juntamente com o corte feito e com o erro atual. O operador pode se basear no visor, o qual, de acordo com a presente invenção, exibe todas as informações necessárias. Desta forma, o operador não tem necessidade de olhar ao mesmo tempo a peça, nem o desenho e nem o Visor Digital (DRO) como acontece com os sistemas existentes. Conforme pode ser visto, o visor apresenta informações que não se encontravam disponíveis anteriormente ao operador. Como resultado, o sistema de assistência permite que o operador possa obter um grau maior de precisão e reproduzibilidade em operações complexas com a máquina e em menos tempo, quando comparado aos sistemas convencionais de leitura.

O sistema de assistência promove a capacidade da extensão de serviço que uma máquina-ferramenta manual pode obter. Este fator permite que as empresas/operadores que não dispuserem do dinheiro, experiência técnica ou espaço para fazer a atualização para um CNC se tornem mais competitivas.

A um custo médio para um centro de usinagem por CNC, o sistema de assistência teria o 1/50º do custo com o mínimo treinamento exigido, quando comparado com um CNC.

O sistema de assistência vai permitir um aumento do controle da máquina-ferramenta por parte do operador.

Num segundo aspecto, a presente invenção é um método para o comando de uma máquina-ferramenta que comprehende uma ferramenta de corte controlada manualmente, em que o método comprehende os seguintes elementos:

a recepção dos dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte;

a recepção dos dados relativos à posição atual da ferramenta de corte em pelo menos duas dimensões;

a geração de um visor para exibir:

o corte desejado a ser feito, a posição atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado, e

uma indicação do erro atual entre quer a posição
5 aferida, quer a direção de curso, da ferramenta de corte e do corte desejado.

Num terceiro aspecto, a presente invenção é uma máquina-ferramenta que comprehende uma ferramenta de corte controlada manualmente, além de um sistema de assistência para o comando da máquina-ferramenta, em que o sistema de assistência comprehende os seguintes elementos:

Uma primeira porta de dados para a recepção dos dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte;

15 Uma segunda porta de dados para a recepção dos dados relativos à posição atual da ferramenta de corte em pelo menos duas dimensões;

Um processador para gerar a partir dos dados recebidos um visor que mostra os seguintes elementos:

20 o corte desejado a ser feito, o ícone da ferramenta de corte na posição atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado, e

uma indicação do erro atual entre quer a posição atual, quer a direção de curso, da ferramenta de corte e do
25 corte desejado.

Num quarto aspecto, a presente invenção é um programa informático [software] que, ao ser instalado num computador, faz com que o computador execute o método.

Os dados que definem o modelo com o corte desejado
30 a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte podem ser uma representação de um desenho.

Os dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte podem ser

dados de posicionamento da ferramenta de corte.

A primeira porta de dados e a segunda porta de dados podem ser combinadas para serem uma única porta.

O visor pode ainda apresentar uma indicação da 5 velocidade de avanço atual.

O visor pode igualmente exibir uma indicação do erro entre a velocidade de avanço atual e uma velocidade de avanço pré-determinada.

O visor pode ainda exibir um desvio visualmente 10 atrativo ou aumentado da ferramenta de corte em relação com o corte desejado.

O visor pode ainda mostrar uma área aumentada do corte desejado e do corte feito.

O visor também pode mostrar um trajeto de corte 15 direcional fino de volta ao corte desejado.

O visor pode exibir um trajeto histórico da ferramenta de corte relativamente à peça.

O visor também pode ilustrar os valores numéricos da posição atual aferida da ferramenta de corte.

20 O corte desejado pode ter a forma de uma ou mais linhas ou pontos.

O visor pode igualmente ilustrar a distância da ferramenta de corte a partir de um ponto pré-determinado.

O visor pode ainda exibir um ícone de parada, sendo 25 que a distância do ícone de parada a partir de um ponto pré-determinado se baseia na distância da ferramenta de corte a partir desse ponto pré-determinado.

O visor pode ser gerado periodicamente a partir de 30 valores atualizados para os dados recebidos.

A segunda porta de dados pode ser uma porta USB (*Universal Serial Bus*, ou Barramento em Série Universal) conectada a um dispositivo de obtenção de dados de alta velocidade para receber os sinais de codificadores lineares

ou rotativos e para enviar pacotes de dados ao processador através da USB sempre que essa informação for exigida pelo sistema de assistência.

A máquina-ferramenta pode ser uma fresadora, cortador a plasma, broca, furadeira, furadeira radial, torno mecânico, máquina para marcenaria, cortador de plásticos ou cortador de tecidos.

O material da peça pode ser metal, madeira, plástico ou tecido.

A aparência da indicação do erro atual pode se basear em se a posição atual da ferramenta de corte cruzou ou não o corte desejado.

A indicação do erro atual pode compreender uma indicação de uma tolerância pré-determinada.

A indicação do erro atual pode compreender um marcador e uma escala e a posição do marcador relativamente à escala pode se basear no erro.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os exemplos da presente invenção passarão agora a ser descritos, tendo como referência os desenhos em anexo e nos quais:

A Figura 1(a) ilustra uma fresadora.

A Figura 1(b) ilustra os componentes físicos de um sistema de assistência para o comando de uma máquina-ferramenta.

A Figura 2 ilustra um visor gráfico em que a ferramenta de corte segue uma linha com o corte desejado.

A Figura 3 ilustra o visor onde a ferramenta de corte se desvia da linha com o corte desejado.

A Figura 4 ilustra o visor onde é especificada uma compensação [offset] da ferramenta de corte a partir da linha com o corte desejado e em que a ferramenta de corte se desvia do corte desejado.

A Figura 5 mostra outro exemplo do visor em que a seta de direção aponta de volta ao corte desejado.

A Figura 6 ilustra outro exemplo no qual o operador selecionou um nível elevado de zoom para a aproximação e para 5 o acompanhamento da curvatura do corte desejado.

A Figura 7 ilustra o visor para os furos de perfuração nos locais especificados.

A Figura 8 ilustra um segundo exemplo do visor para os furos de perfuração.

10 A Figura 9 ilustra o visor em que a ferramenta de corte segue uma linha com o corte desejado e se aproxima de um ângulo agudo.

REALIZAÇÕES PREFERENCIAIS DA PRESENTE INVENÇÃO

A Figura 1(a) ilustra uma fresadora 100 que 15 comprehende uma base 101 e uma coluna 102 que assenta sobre a base 101. O braço superior 103 se estende a partir da parte superior da coluna 102 e sustenta um fuso 104, o qual aponta para baixo a partir do braço superior 103 e que recebe a ferramenta de corte 105. A alavanca 106 está montada de forma 20 rotativa na lateral do braço superior 103. A mesa 111 se encontra localizada sob a ferramenta de corte 105, encaixando de forma corrediça com um carro de torno 112 e se desloca na direção dos eixos -x- e -y-. O carro de torno 112 está montado sobre um joelho 113, o qual está fixado na base 101 e 25 se desloca na direção do eixo -z-. O volante manual de avanço da mesa 121 se estende sob a mesa 111. O volante manual de avanço cruzado 122 e a manivela de avanço vertical 123 se estendem a partir do joelho 113. A tela de toque 130 está montada sobre o braço superior 103 e a peça de trabalho 140 30 está fixada na mesa 111.

Durante a operação, o fuso e a ferramenta de corte giram acionadas por um motor elétrico (não ilustrado) dentro da fresadora 100. O operador utiliza os volantes manuais 121

e 122 além da manivela 123 para ajustar a posição da mesa e da alavanca 106 para baixar a ferramenta de corte.

A mesa pode ser regulada em três dimensões. A posição na direção -x- é ajustada, utilizando o volante manual de avanço da mesa 121, na direção -y- utilizando o volante manual de avanço cruzado 122, e, na direção -z- utilizando a manivela de avanço vertical 123. O operador move a peça no sentido ascendente na ferramenta de corte rotativa 105 até se alcançar a profundidade de corte desejada. O operador comanda então a ferramenta de corte 104 através da peça para criar o formato desejado. O operador pode igualmente posicionar primeiro a peça 140 sob a ferramenta de corte 105 e em seguida rodar a alavanca 106 para acionar a ferramenta de corte 105 no sentido descendente para a peça 140.

A posição atual da peça de trabalho nas direções -x-, -y- e -z- é aferida por codificadores de linha (não mostrados) e os dados de posicionamento são exibidos na tela de toque 130.

Os sistemas de Leitura Digital [*Digital Read Out*, ou DRO] atualmente disponíveis mostram a posição atual da peça na forma de números no visor. Isto é útil quando se desloca a peça somente em uma única direção. No entanto, os cortes que apresentam formatos complexos incluem direções que não estão em paralelo com nenhum dos três eixos. Desta forma, o operador precisará operar com mais de um volante manual ao mesmo tempo. Em especial, é bastante comum ter que operar com o volante manual de avanço da mesa 121 e com o volante manual de avanço cruzado 122 ao mesmo tempo sem alterar a profundidade da fresagem com a manivela de avanço vertical 123. O operador observa constantemente como a ferramenta de corte 105 se desloca através da peça 140 e pode ter alguns marcadores na peça 140 tal como linhas delimitadas para

seguir. Além disso, o operador também lê o visor com as informações de posicionamento e relaciona esta informação às especificações para se certificar de que os requisitos são atendidos. Havendo apenas a disponibilidade de valores 5 numéricos, torna-se difícil para o operador poder determinar se o percurso atualmente seguido pela ferramenta de corte 105 através da peça 140 atende ou não aos requisitos.

Assim sendo, a presente invenção provê um sistema de assistência que exibe de forma gráfica um modelo 10 informatizado do percurso desejado da ferramenta de corte 105 através da peça 140, juntamente com um modelo informatizado do corte feito e do erro da posição atual ou da direção de percurso, conforme descrito nos parágrafos seguintes. O operador pode se basear completamente no visor, o qual, de 15 acordo com a presente invenção, exibe todas as informações necessárias. Desta forma, o operador não precisará olhar para a peça 140, para um desenho e para a tela 130 ao mesmo tempo. Conforme pode ser visto, o visor apresenta informações que não se encontravam disponíveis anteriormente ao operador. 20 Como resultado, o sistema de assistência permite que o operador possa obter um grau maior de precisão e reproduzibilidade em operações complexas com a máquina e em menos tempo, quando comparado aos sistemas convencionais de leitura (DRO).

25 A Figura 1(b) ilustra os componentes físicos de um sistema de assistência para o comando de uma máquina-ferramenta que compreende um sistema informatizado 132 e uma tela de toque 130. O sistema informatizado 132 inclui um processador 133, o qual está conectado a uma primeira porta 30 de dados 134 e a uma segunda porta de dados 135. O processador também está conectado a uma memória 138, e a uma porta do visor 139. A tela de toque 130 está conectada à porta do visor 139. Neste exemplo, a primeira porta de dados

134 é uma porta Ethernet enquanto que a segunda porta de dados é uma porta de dados de barramento em série universal (USB). A porta USB está conectada a um dispositivo de aquisição de dados 150, o qual por sua vez está conectado a 5 três codificadores 151, 152, e 153. Além disso, o processador 133 pode estar conectado ao dispositivo de aquisição de dados por meio da porta Ethernet e de uma rede de área local. Como outra alternativa, o processador 133 pode estar diretamente conectado aos codificadores, utilizando uma porta de dados do 10 processador 133 para cada codificador. Estas portas de dados do processador 133 também podem incluir conversores analógico/digital para a recepção de sinais analógicos provenientes dos codificadores 151, 152, e 153.

Durante a utilização, o processador 133 opera 15 mediante as instruções do programa informático, programa esse que está armazenado na memória 138. O processador 133 recebe da porta Ethernet 134 uma representação eletrônica de um desenho com o corte desejado e armazena este desenho na memória 138. O processador 133 elabora então um modelo 20 informático do corte desejado que será feito na peça 140. Em seguida, o processador 133 recebe mediante pedido os pacotes de dados provenientes do dispositivo de aquisição de dados de alta velocidade que lê os sinais dos codificadores 151, 152, e 153 para fornecer a posição atual da ferramenta de corte 25 105 na posição da direção -x-, -y-, -z- respectivamente. O processador 133 armazena estes valores na memória 136 e elabora um modelo informático do corte que será feito pela ferramenta de corte na peça 140. Em seguida, o processador 133 gera uma visualização para a tela de toque 130 para 30 exibir o corte desejado que será feito, a posição aferida atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado, o corte feito, além de uma indicação do erro atual entre quer a posição aferida, quer a direção de curso, da ferramenta de

corte e do corte desejado. O visor inclui ainda as áreas que representam os botões na tela de toque 130. Quando tocar na tela 130 nestas áreas, o operador ativa os botões que são visualizados na tela 130. Desta forma, o operador configura o 5 visor, conforme descrito mais abaixo em maior detalhe.

As figuras abaixo mostram vários visores para o sistema de assistência ora proposto para utilização em diferentes situações. Neste exemplo, o operador elaborou um desenho num computador pessoal (PC), utilizando um programa 10 informático para desenhos técnicos. Após o operador ter exportado o desenho para um formato que seja compatível com o sistema de assistência, o operador conecta o computador pessoal à porta de dados 134 do sistema de assistência. A conexão pode ser estabelecida por meio de um cabo Ethernet ou 15 por uma conexão sem fio [wireless]. O computador pessoal e o sistema de assistência podem estar ambos conectados à Internet e a comunicação se estabelecer via Internet.

Assim que a conexão é estabelecida, o operador faz a transferência [upload] do desenho para o sistema de 20 assistência. O processo de transferência [uploading] pode ser promovido pelo processador 133 com o fornecimento de um sítio na Internet [web site]. O sítio ou site da Internet é visualizado pelo computador pessoal assim que o operador tiver introduzido o endereço de Internet do sistema de 25 assistência. O site da Internet inclui um campo de texto para inserir o nome de arquivo do desenho exportado além de um botão que ativa a transferência assim que o operador clicar no referido botão. O site da Internet também pode fornecer um navegador [browser] de arquivos gráficos para a seleção do 30 arquivo que será transferido. Num exemplo diferente, o operador cria o desenho diretamente no sistema de assistência, quer por meio de um programa informático padrão CAD, quer por um programa informático CAD de engenharia

reversa para fins específicos, qualquer um dos quais integrado no sistema de assistência. Conforme ilustrado na Figura 1(a), a máquina-ferramenta compreende controles manuais. Estes controles manuais são utilizados como dispositivos de entrada de forma similar a um mouse de computador para criar e manusear os desenhos. Esta ferramenta é particularmente útil para a replicação de formatos que foram já criados em uma peça modelo. A peça modelo é fixada na mesa 111 na Figura 1(a) e a ferramenta de corte é desativada, de maneira a que não corte a peça modelo em contato com a mesma. O operador desloca a ferramenta de corte ao longo dos formatos da peça modelo e o programa informático CAD cria o desenho a partir dos dados recebidos dos codificadores, armazenando o desenho na memória 136. Após ter criado o desenho a partir da peça modelo já existente, o operador retira a peça modelo da mesa 111.

Assim que o operador procedeu à transferência ou criou o desenho, o mesmo fixa a peça 140 na mesa 111 e dá início à produção dos formatos a partir do desenho.

No exemplo constante da Figura 2, o operador segue uma linha com o corte desejado de forma exata na velocidade recomendada, enquanto observa a visualização na tela de toque 130. A visualização na tela de toque 130 é atualizada periodicamente de acordo com uma frequência de atualização pré-determinada, como por exemplo, de 10Hz. Os exemplos a seguir ilustram resumos da visualização atualizada periodicamente. A Figura 2 ilustra um visor gráfico 200 que compreende uma representação de linha vetorial do corte desejado 201 a ser feito na peça, um ícone da ferramenta de corte 202 que representa a posição aferida da ferramenta de corte 105 na Figura 1(a) relativamente ao corte desejado 201, além de uma representação do corte feito 203, ou seja, do material que foi removido pela ferramenta de corte 105.

Igualmente visualizada é a informação relativa à ferramenta de corte 105 incluindo uma visualização numérica da coordenada -x- 204 da posição -x- atual da ferramenta de corte 105, uma visualização numérica da coordenada -y- 205 da posição -y- atual da ferramenta de corte, além de uma visualização do diâmetro 206 da ferramenta de corte. O visor 200 inclui ainda um acessório [widget] de assistência 210 que compreende uma seta de direção 211, uma escala angular 212, um indicador da velocidade de avanço 213 e um marcador da velocidade de avanço ideal 214. O visor também inclui um primeiro interface de configuração 220 para a visualização 221, aumento 222, e diminuição 223 da resolução angular da escala angular 212 e um segundo interface de resolução 230 para a visualização 231, aumento 232, e diminuição 233 do nível de zoom de visualização do corte desejado 201, do corte feito 203, e do ícone da ferramenta de corte 202.

Após o desenho ter sido transferido [*uploaded*] para o sistema de assistência, um modelo informático do corte desejado na forma de uma linha 201 deriva do referido desenho. O operador comanda então a ferramenta de corte 105 com a operação do volante manual de avanço da mesa e o volante manual de avanço cruzado 121 e 122. O operador observa o visor, a fim de se certificar que o ícone da ferramenta de corte 202 segue a linha do corte desejado 201 o mais próximo possível. O operador mantém o centro do ícone da ferramenta de corte 202 afastado da linha do corte desejado 201 no raio da ferramenta de corte, o qual é metade do valor exibido pelo visor do diâmetro 206. Nos parágrafos seguintes, esta compensação do corte será considerada automaticamente pelo sistema de assistência, salvo referência expressa em contrário. Utilizando os sistemas de leitura atualmente ao dispor, o operador lê a visualização da coordenada -x- 204 e a visualização da coordenada -y- 205 para obter a posição

atual da ferramenta de corte 105.

A visualização gráfica do corte desejado 201, o ícone da ferramenta de corte 202, e o corte efetuado 203 além do widget de assistência 210 fornecem ao operador mais 5 informações acerca da direção e velocidade atuais da ferramenta de corte 105 do que os sistemas já existentes. O operador poderá alterar o nível de zoom para visualizar uma região menor do modelo informático com maior nível de detalhamento, ativando o botão de aumento 232 do segundo 10 interface de configuração 230. Além disso, o operador também poderá ativar o botão de diminuição 233 do segundo interface de configuração 230 para visualizar uma região maior do modelo informático com menos nível de detalhamento.

A seta de direção 211 indica a direção atual da 15 ferramenta de corte 202. Num exemplo diferente, a seta indica a distância do corte desejado. O sentido da seta de direção 211 é determinado por um algoritmo que cria um trajeto de corte perpendicular à compensação [offset] da ferramenta. A escala angular 212 indica a direção ideal por meio de um 20 marcador central em destaque, bem como o grau de desvio para ambos os lados. Se o corte desejado 201 não for em linha reta, o marcador central em destaque gira de acordo com a direção atual do corte desejado quando o operador comandar a ferramenta de corte 105 ao longo do corte desejado 201. O 25 operador observa o widget de assistência 210 e emprega os volantes manuais 121 e 122 para comandar a ferramenta de corte na direção indicada pelo marcador em destaque da escala angular 212.

Se o operador seguir o corte desejado 201 com 30 exatidão, a seta de direção 211 vai apontar para o marcador em destaque da escala angular 212. Por outro lado, se o operador se desviar do corte desejado 201, a seta 211 mudará de direção para informar o operador de que se faz necessária

a correção. O operador pode determinar a partir do visor e de maneira quantitativa e qualitativa qual o grau de precisão com que o corte feito 203 segue pelo corte desejado 201. Se o cortador se desviar do corte desejado o bastante para que os 5 marcadores na escala angular 212 não possam representar essa quantidade de movimento, o sistema de assistência irá fazer girar o ícone para orientar o operador de volta ao percurso do corte desejado 201.

O operador ajusta a resolução da escala angular 212 10 utilizando o primeiro interface de configuração 220. No caso dos primeiros cortes gerais, a precisão não é o principal problema, pelo que o operador define a resolução da escala angular 212 para um nível mais grosso, como na escala de 1:1 ou superior, ativando o botão de aumento 222. O visor de 15 resolução 221 exibe a resolução atual da escala angular. Como resultado de uma resolução mais grossa, a seta de direção 211 muda a direção para um grau inferior para desvios pequenos. O operador consegue perceber grandes desvios em relação ao corte desejado 201, porém pequenos desvios não são facilmente 20 visíveis. No caso de cortes mais precisos, como gravações finas, o operador ajusta a resolução da escala angular para um nível mais fino, como o de 0,05mm, ativando o botão de diminuição 223. Com uma resolução assim tão fina, o operador consegue perceber alterações mais acentuadas da seta de 25 direção 211 quando ocorrer somente um leve desvio em relação ao corte desejado 201. Os desvios mais acentuados fazem com que a seta alcance os limites da escala angular 212.

A definição de 220 também vai reger a direção, distância e a curvatura da escala angular 212 para calcular o 30 trajeto de corte a fim de orientar o operador a deslocar o cortador 105 de volta ao corte desejado 201. Os ajustes finos de 0,05mm vão criar um retorno abrupto ao corte desejado, ao passo que um retorno mais suave ao trajeto de corte ocorreria

num ajuste mais grosso de 0,1mm.

O operador observa ainda o indicador da velocidade de avanço 213 para manter um acompanhamento da velocidade de avanço atual da ferramenta de corte 105 ao longo da peça 140.

5 O operador tenta manter o indicador da velocidade de avanço 213 o mais próximo possível do marcador da velocidade de avanço ideal 214. Se o operador comandar a ferramenta de corte 105 demasiado rapidamente ao longo da peça 140, o marcador da velocidade de avanço 213 vai se deslocar no sentido da ponta da seta de direção 211. E vice versa, se o operador se mover demasiado lentamente, o indicador da velocidade de avanço 213 se desloca no sentido da base da seta de direção 211. No caso da Figura 2, o operador segue o corte desejado exatamente na velocidade recomendada. Com a 10 presente invenção, a precisão do corte efetuado é constantemente avaliada pelo operador sem necessidade de olhar para a peça. O visor mostra as informações quantitativas e qualitativas necessárias para acompanhar o corte desejado.

20 A Figura 3 mostra novamente o visor 200, embora desta vez o operador não tenha seguido com exatidão o corte desejado. O visor 200 mostra a forma mediante a qual o ícone da ferramenta de corte 202 se desviou em relação ao corte desejado 201. Existe uma folga entre o corte que foi feito 25 203 e o corte desejado 201. Como resultado do desvio em relação ao corte desejado, a seta de direção 211 do widget de assistência 210 não aponta mais para o marcador em destaque da escala angular. A escala angular 212 rodou para criar um trajeto de corte de volta ao corte desejado. O operador pode 30 claramente determinar até onde a ferramenta de corte 105 se desviou em relação à direção ideal. Conforme referido acima, a seta de direção 211 mudará mais se a resolução for definida para um nível fino, mudando menos se a resolução for definida

para um nível grosso. O operador compensa agora o desvio e comanda a ferramenta de corte 105 mais próximo ao corte desejado 201. Neste exemplo, o indicador da velocidade de avanço 213 também não está alinhado com o marcador da velocidade de avanço ideal 214. Isto mostra que o operador está se deslocando rapidamente demais e que deve ir mais lentamente para poder atingir a velocidade recomendada de avanço.

A Figura 4 mostra um visor similar 200 ao descrito acima, embora agora também inclua um visor de compensação 407. O valor no visor de compensação 407 representa a compensação desejada, a qual é uma distância constante entre o trajeto de corte final e o trajeto de corte atual. Desta forma, o operador não segue o corte desejado de perto, embora mantenha uma distância constante do ícone da ferramenta de corte 202 em relação ao corte desejado 201. Neste exemplo, a compensação foi definida para 1,0mm. Também se pode ver neste caso que o operador optou por uma resolução angular que é menos exata do que aquela nas figuras anteriores. A visualização da resolução 221 mostra um valor de 0,1 e como resultado, a escala angular 212 compreende mais marcadores que estão mais perto uns dos outros.

Conforme descrito acima, o operador se desvia da direção desejada mostrada pela seta de direção 211 e a velocidade de avanço é igualmente demasiado elevada, como mostra o indicador da velocidade de avanço 213. A escala angular 212 mostra agora uma reorientação mais gradual de volta ao corte desejado do que o ilustrado na Figura 3.

A Figura 5 mostra outro exemplo do visor 200 em que o widget de assistência 210 opera segundo uma forma ligeiramente diferente. O operador se desvia do corte desejado 201 embora, no caso deste exemplo, a seta de direção 211 aponte para uma direção de volta ao corte desejado 201. O

widget de assistência 210 está igualmente localizado em proximidade estreita com o ícone da ferramenta de corte 202.

A escala angular gira mais do que a seta de direção, de maneira a que a distância entre a ponta da seta de direção 211 e o marcador em destaque da escala angular 212 indique a distância do ícone da ferramenta de corte 202 em relação ao corte desejado. Esta indicação é amplificada para maior grau de precisão de acordo com a definição da resolução, tal como visualizada pelo visor de resolução 221.

10 O operador pode seguir a seta de direção 211, independentemente do fato de o operador se desviar ou não do corte desejado 201 ou de o seguir exatamente. No caso ideal, quando o operador segue o corte desejado 201 com exatidão, a seta de direção 211 está em paralelo com o corte desejado 201 15 e aponta para o marcador em destaque da escala angular 212.

O ponto central para a rotação tanto da seta de direção 211 quanto da escala angular 212 se localiza ao centro do ícone da ferramenta de corte 202. Como resultado, a seta de direção 211 sempre vai apontar para fora do ícone da ferramenta de corte 202, sendo fácil de ser seguida pelo operador.

Na maior parte das aplicações, o desvio em relação ao corte desejado 201 para fora da peça é menos crítico do que um desvio para dentro da peça. Para indicar o grau de incidência crítica de se deslocar para dentro da peça, os marcadores da escala angular podem ter códigos de cores de forma a que os marcadores que indicam o corte para dentro da peça possuam uma cor distinta, como o vermelho. No exemplo constante da Figura 5, os marcadores localizados no sentido 25 horário a partir do marcador central em destaque têm a cor vermelha. Quando o operador desloca o ícone da ferramenta de corte 202 sobre o corte desejado 201 e, desta forma, corta demasiado dentro da peça, a seta de direção 211 passa para 30

uma cor distinta, como por exemplo, a cor vermelha.

Se a distância em relação ao corte desejado 201 for grande demais para ser representada pela escala angular 212 na definição atual da resolução, a escala angular 212

5 desaparece do visor 200.

No exemplo constante da Figura 5, o operador comanda o ícone da ferramenta de corte 202 de volta ao corte desejado 201 de acordo com o widget de assistência 210, seguindo depois o corte desejado 201 até a ferramenta de 10 corte 202 alcançar a esquina 501. À medida que o ícone da ferramenta de corte 202 se desloca sobre a esquina, atinge um ponto no qual o operador terá de parar e mudar bruscamente de direção. Neste ponto, a seta de direção 211 e a escala angular 212 rodam de maneira a que a seta de direção 211 15 aponte para uma nova direção. Neste exemplo, a nova direção está no sentido verticalmente descendente.

Naturalmente, o operador não poderá parar no ponto exato em que a direção muda, mas prossegue horizontalmente um pouco mais até o operador se aperceber da mudança da seta de 20 direção 211. Neste caso, a seta de direção 211 gira ligeiramente no sentido do corte desejado para orientar o operador para a correção do erro de se ter deslocado demais na direção horizontal. Na medida em que o operador atinge o corte desejado 201 antes de a ferramenta de corte se ter 25 deslocado no sentido descendente mais do que o raio da ferramenta de corte, a esquina 501 do corte desejado 201 é cortada ainda assim de forma exata.

A Figura 6 mostra outro exemplo no qual o operador optou por um nível de zoom elevado para a aproximação e o 30 acompanhamento da curvatura do corte desejado 201. Desta forma, com um nível de zoom elevado, a seta de direção 211 nas figuras anteriores não é prática, uma vez que o objetivo principal não é o de seguir a direção do corte desejado 201,

mas o de se aproximar do corte desejado 201. A Figura 6 mostra o *widget* de assistência 610 para a indicação da distância do ícone da ferramenta de corte 202 em relação ao corte desejado 201. O *widget* de assistência 610 comprehende um marcador 611 e uma escala linear 612. A escala linear 612 representa o aumento da distância entre o ícone da ferramenta de corte 202 e o corte desejado 201.

Quando o operador se aproxima do corte desejado 201 com a ferramenta de corte 202, o marcador 611 também se desloca para baixo na escala linear 612. Em função do aumento, o marcador 611 se desloca a uma distância superior à da ferramenta de corte 202. Isto permite um comando com mais precisão por parte do operador. Quando a extremidade da ferramenta de corte 202 está localizada exatamente no corte desejado 201, o marcador 611 está alinhado com a linha inferior da escala linear 612. Se o operador comandar a ferramenta de corte 202 longe demais e sobre o corte desejado 201, o marcador se move para fora da escala 612 e muda de cor para avisar o operador.

A escala linear 612 se estende em uma direção perpendicular ao corte desejado 201, ou seja, perpendicular a uma tangente do corte desejado no ponto sobre o corte desejado 201 que está mais próximo da ferramenta de corte 202. Como resultado, a escala linear 612 gira à medida que o operador se move ao longo da curvatura do corte desejado 201.

Diversas especificações para cortes contemplam ainda a especificação de uma tolerância, como é o caso de +0,2mm / -0,1mm, ou a especificação de um grau de tolerância, como de H7. Reportando-se novamente à Figura 5, um setor da escala angular 212 representa um desvio em relação ao corte desejado 201 que se encontra dentro da tolerância especificada. Este setor pode estar a sombreado para indicar ao operador que o desvio se deve manter dentro da área

sombreada. De forma análoga, referindo-se agora à Figura 6, uma seção da escala linear 612 pode estar a sombreado para indicar a tolerância para o erro de distância ao se aproximar do corte desejado 201 com um nível elevado de zoom. A seta de 5 direção 211 constante da Figura 5 e o marcador 611 na Figura 6 mudam de cor caso os mesmos se desloquem para fora do setor ou seção sombreados.

A Figura 7 mostra um visor diferente 700 para auxílio ao operador. Neste exemplo, a tarefa não é a de 10 seguir a linha com o corte desejado, mas a de fazer os furos nas posições pré-definidas. O processo para o operador é ligeiramente diferente à medida que o operador posiciona a ferramenta de corte 105 enquanto a mesma se encontra colocada acima da peça 140. Assim que a ferramenta de corte 105 15 estiver posicionada, o operador desloca a peça 140 na ferramenta de corte 105, operando a manivela de avanço vertical 123 ou deslocando a ferramenta de corte 105 no sentido descendente para a peça 140 com a operação da alavanca 106. O movimento rotatório da alavanca 106 está 20 limitado a um intervalo constante, como de 45 graus e, para cada furo, o operador gira a alavanca ao longo do intervalo integral. Como resultado, sempre que a ferramenta de corte se deslocar para baixo, ela vai mover-se à mesma distância e, por conseguinte, a ferramenta de corte 105 produzirá 25 orifícios com uma profundidade constante sempre que o operador girar a alavanca. Utilizando a alavanca, o operador pode deslocar a ferramenta de corte para cima e para baixo mais rapidamente e, desta forma, produzir os orifícios de perfuração mais rapidamente do que com o emprego da manivela 30 de avanço vertical 123. Ao deslocar a peça para cima ou para baixo com a utilização da manivela de avanço vertical 123 antes de ativar a alavanca 106, o operador consegue ajustar a profundidade dos orifícios.

A par de alguns dos recursos citados anteriormente, como é o caso do ícone da ferramenta de corte 202 e do *widget* de assistência 210, o visor 700 inclui marcadores para as posições desejadas dos orifícios 701, marcadores para os 5 orifícios já feitos 703, um primeiro ícone de parada preferencial (x-PESI) 741 além de um segundo ícone de parada preferencial (y-PESI) 742. De referir que a compensação do cortador é removida automaticamente para operações como é o caso de perfuração.

10 Os dois PESI são anotados com números que indicam ao operador a distância da ferramenta de corte 105 em relação ao orifício desejado. Assim que o operador tiver comandado a ferramenta de corte 105 para a posição desejada do orifício, ambos os números passam a zero e os PESI se intersectam 15 exatamente na posição do orifício. Neste exemplo, o operador utilizou o volante manual de avanço da mesa 121 para alinhar a posição -x- atual da ferramenta de corte 105 com a posição -x- do orifício. Desta forma, o PESI -x- 741 se sobrepõe ao orifício e é anotado com 0.0, o que indica ao operador que 20 não é necessário nenhum outro ajuste com o volante manual de avanço da mesa 121. O PESI -y- 742 não está alinhado com o orifício para indicar ao operador que a ferramenta de corte 202 precisa ser posicionada mais na direção do eixo -y- utilizando o volante manual de avanço cruzado 122.

25 À medida que o operador direciona mais o ícone da ferramenta de corte 202 no sentido do orifício desejado, o operador observa a forma mediante a qual o PESI -y- 742 também se desloca no sentido do orifício desejado e a anotação do PESI -y- 742 diminui. Assim que o PESI -y- 742 30 ficar igualmente alinhado com o orifício desejado e que a anotação do PESI -y- 742 tiver diminuído para 0.0, o operador interrompe o movimento da ferramenta de corte 105 e desloca a ferramenta de corte no sentido descendente para a peça,

ativando a alavanca 106 para fazer o furo. De referir que os PESI 741 e 742 se deslocam mais rapidamente do que o ícone da ferramenta de corte para a posição desejada, uma vez que começam de um ponto mais distante.

5 A vantagem é a de que o operador pode utilizar um nível de zoom razoavelmente grosso para visualizar uma formação inteira de orifícios e, assim que o operador posiciona o ícone da ferramenta de corte 202 mais próximo da posição desejada do orifício, os PESI 741 e 742 se movem no visor. Observando a posição dos PESI 741 e 742, o operador determina a distância da ferramenta de corte 202 a partir da posição desejada do orifício para um nível mais fino de zoom do que a visualização subjacente dos orifícios. Como resultado, são visualizados desvios finos em relação à posição desejada, desvios esses que de outra forma não estariam visíveis no nível de zoom atual.

20 A Figura 8 ilustra um segundo exemplo de um visor 800 para furos de perfuração, como é o caso do furo 201. De forma similar aos exemplos citados anteriormente, o visor 800 compreende o corte desejado 201 na forma de um orifício, o ícone da ferramenta de corte 202 e um *widget* de assistência 810 localizado ao centro da ferramenta de corte 202. Neste exemplo, o *widget* de assistência 610 inclui um marcador redondo 811 e uma escala circular 812. Como pode ser visto na Figura 8, a diferença entre o centro da escala circular 812 e o marcador redondo 811 é a distância de aumento entre o centro do ícone da ferramenta de corte 202 e o centro do orifício 201.

25 À medida que o operador comanda a ferramenta de corte 202 mais próximo do orifício 201, o marcador redondo 811 se desloca para mais perto do centro da escala circular 812. Quando o marcador redondo 811 está localizado ao centro da escala circular 812, o orifício 201 e o ícone da

ferramenta de corte 202 ficam alinhados e o operador baixa a broca para a peça.

A Figura 9 mostra ainda outro visor 900 que comprehende novamente o corte desejado 201, o qual consiste 5 neste caso de dois segmentos em linha reta 901 e 901', um ícone da ferramenta de corte 202, um corte efetuado 203, um widget de assistência 210, além de um visor de compensação 407. Além disso, é mostrado um PESI 941. Neste exemplo, o corte desejado 201 inclui um ângulo agudo entre as duas 10 linhas 901 e 901' e, como resultado, o ícone da ferramenta de corte redondo 202 não pode seguir completamente a linha do corte desejado 201. Se o ícone da ferramenta de corte 202 seguisse a linha 901 a partir da posição ilustrada na figura, seria cortado eventualmente através da linha 901' antes de 15 alcançar o ponto de virada em que as duas linhas se encontram. O operador precisa se aproximar da linha 901' ao mesmo tempo em que segue a linha 901 e interrompe quando a distância da ferramenta de corte 202 a partir da linha 901' for exatamente o valor de compensação que é mostrado no visor 20 de compensação 901. Assim que o operador comanda o ícone da ferramenta de corte 202 adjacente à linha 901', o operador vai perceber que o PESI 941 se desloca para o visor 900 para avisar o operador sobre a aproximação à linha 901'. Neste exemplo, isto ocorre quando a ferramenta de corte 105 se 25 encontra no intervalo de 17mm antes de a usinagem de uma linha que não está sendo acompanhada pelo widget de assistência. De forma similar à da Figura 5, o PESI 941 mostra a distância entre a ferramenta de corte 202 e a linha 901' de acordo com um nível mais fino de zoom do que o do 30 corte desejado 201 e o da ferramenta de corte 202 que são mostrados. À medida que vai comandando a ferramenta de corte 202 mais próximo à linha 901', o operador se apercebe de que o PESI 941 está se deslocando mais próximo da linha

proveniente da direção oposta. Assim que a anotação do PESI 941 mostra o valor de compensação, que é de 0,1 mm neste exemplo, e assim que o PESI estiver alinhado com a linha 901', o operador muda de direção para seguir a linha 901'.
5 Como alternativa, o operador pode alterar a ferramenta de corte 202 para uma ferramenta com um diâmetro menor de maneira a se deslocar mais no ângulo agudo entre as linhas 901 e 901'.

O sistema ora proposto determina a necessidade de efetuar PESI automaticamente a partir dos desenhos e a posição atual aferida da ferramenta de corte 105. Como resultado, o operador pode se assegurar de que assim que o desenho tiver sido carregado na fresadora, o visor informará o operador a respeito de eventuais pontos de parada, ou 15 pontos de virada que serão encontrados durante o processamento da peça.

Assim que a fresagem da peça 140 tiver sido concluída, o corte feito 203 é armazenado como gráfico vetorial e associado a uma determinada peça de trabalho 104.
20 Este trajeto histórico do ponto ou face de corte relativamente à peça pode ser utilizado posteriormente para avaliação e monitoramento da qualidade.

O sistema de assistência conforme descrito acima pode ser utilizado de maneira similar para diferentes tipos 25 de máquinas-ferramentas, tais como cortadores a plasma, brocas, furadeiras, furadeiras radiais, tornos mecânicos e equipamentos semelhantes. O sistema de assistência requer como dispositivo de entrada um desenho com o corte desejado enquanto desenho vetorial e, como dispositivo de saída, 30 codificadores lineares para determinar a posição atual da ferramenta de corte. Os equipamentos montados com leitura digital (DRO) possuem codificadores lineares já incorporados aos mesmos. Desta forma, o sistema de assistência pode ser

instalado em conjunto com novas instalações DRO ou como atualização de um DRO. O sistema de assistência pode ainda ser instalado em equipamentos recondicionados, como tornos mecânicos ou furadeiras radiais. É evidente que equipamentos 5 novos como cortadores a plasma, máquinas para marcenaria, cortadores de plásticos ou cortadores de tecidos também podem ser equipados com o sistema de assistência ora descrito.

Os especialistas na técnica levarão em conta que podem ser feitas diversas variações e/ou modificações à 10 presente invenção, conforme ilustrado nas realizações preferenciais específicas, sem contudo haver nenhum desvio ao escopo da presente invenção, conforme descrito em termos gerais. Deve entender-se que as técnicas apresentadas na presente descrição podem ser implementadas, empregando-se 15 para o efeito diversas tecnologias. Por exemplo, os métodos descritos neste documento podem ser implementados por uma série de instruções executáveis por computador que residam num suporte adequado de leitura informática. Os suportes adequados de leitura informática podem incluir uma memória 20 volátil (por exemplo, RAM) e/ou uma memória não volátil (por exemplo, ROM, disquete), ondas portadoras e mídia de transmissão. Exemplos de ondas portadoras podem assumir a forma de sinais elétricos, eletromagnéticos ou sinais ópticos que transportem correntes de dados digitais através de uma 25 rede local ou de uma rede de acesso público, como é o caso da Internet.

Também se deve ter ciente que, salvo especificação expressa em contrário, conforme emergir da análise feita a seguir, se deve ter em conta que ao longo da descrição, as 30 análises que empregarem termos como "processamento" ou "informática" ou "cálculo", "construção" ou "previsão" ou "estimativa" ou "determinação" ou "visualização" ou "identificação" ou "recepção" ou termos similares, se referem

às ações ou processos de um sistema informático, ou a um dispositivo similar de cálculo eletrônico, o qual processa e transforma os dados representados como quantidades físicas (eletrônicas) dentro dos registros e memórias do sistema 5 informático em outros dados representados de forma similar enquanto quantidades físicas dentro das memórias ou registros informáticos ou ainda outros dispositivos de armazenamento, transmissão ou visualização das informações.

Assim sendo, as presentes realizações preferenciais 10 devem ser interpretadas a todos os níveis como ilustrativas e não restritivas.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, caracterizado por compreender uma ferramenta de corte controlada manualmente, o sistema de 5 assistência compreende:

uma primeira porta de dados para a recepção dos dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte;

10 uma segunda porta de dados para a recepção dos dados relativos à posição atual da ferramenta de corte em pelo menos duas dimensões;

um processador para gerar a partir dos dados recebidos um visor que mostra:

15 o corte desejado a ser feito, o ícone da ferramenta de corte na posição atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado, e

uma indicação do erro atual entre quer a posição atual, quer a direção de curso, da ferramenta de corte e do corte desejado.

20 2. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado em que os dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte serem uma representação de um desenho.

25 3. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado em que os dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte serem dados de posicionamento da ferramenta de corte.

30 4. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado em que a primeira porta de dados e a segunda porta de dados estão combinadas em uma única porta de dados.

5. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer

uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado em que o visor mostra igualmente uma indicação da velocidade de avanço atual.

6. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado em que o visor mostra igualmente uma indicação do erro entre a velocidade de avanço atual e uma velocidade de avanço pré-determinada.

7. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado em que o visor pode igualmente exibir um desvio visualmente atrativo ou aumentado da ferramenta de corte em relação ao corte desejado.

8. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado em que o visor mostra igualmente uma área aumentada do corte desejado e do corte feito.

9. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado em que o visor mostra igualmente um trajeto de corte direcional fino de volta ao corte desejado.

10. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado em que o visor apresenta um trajeto histórico da ferramenta de corte relativamente à peça.

11. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado em que o visor mostra igualmente os valores numéricos da posição aferida atual da ferramenta de corte.

12. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado em que o corte desejado é feito do formato de uma ou mais linhas ou pontos.

13. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado em que o visor

mostra ainda a distância da ferramenta de corte em relação a um ponto pré-determinado.

14. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado em que o visor pode igualmente exibir um ícone de parada, sendo que a distância do ícone de parada a partir de um ponto pré-determinado se baseia na distância da ferramenta de corte a partir desse ponto pré-determinado.

15. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado em que o visor é gerado periodicamente a partir de valores atualizados para os dados recebidos.

16. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado em que a segunda porta de dados é uma porta USB (*Universal Serial Bus*, ou Barramento em Série Universal) conectada a um dispositivo de obtenção de dados de alta velocidade para receber os sinais de codificadores lineares ou rotativos e para enviar pacotes de dados ao processador através da USB sempre que essa informação for exigida pelo sistema de assistência.

17. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado em que a máquina-ferramenta é uma fresadora, um cortador a plasma, uma broca, uma furadeira, uma furadeira radial, um torno mecânico, uma máquina para marcenaria, um cortador de plásticos ou um cortador de tecidos.

18. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, caracterizado em que o material da peça de trabalho é metal, madeira, plástico ou tecido.

19. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado em que o aparecimento da indicação do erro atual se baseia em se a

posição atual da ferramenta de corte cruzou ou não o corte desejado.

20. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado em que a 5 indicação do erro atual compreende uma indicação de uma tolerância pré-determinada.

21. SISTEMA DE ASSISTÊNCIA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizado em que a indicação do erro atual compreende um marcador e uma escala e 10 em que a posição do marcador relativamente à escala se baseia no erro.

22. MÉTODO PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, caracterizado por compreender uma ferramenta de corte controlada manualmente, o método compreende:

15 a recepção dos dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte;

a recepção dos dados relativos à posição atual da ferramenta de corte em pelo menos duas dimensões;

20 a geração de um visor para exibir:

o corte desejado a ser feito, a posição atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado, e

uma indicação do erro atual entre quer a posição aferida, quer a direção de curso, da ferramenta de corte e do 25 corte desejado.

23. MÁQUINA-FERRAMENTA, caracterizado por compreender uma ferramenta de corte controlada manualmente e um sistema de assistência para o comando da máquina-ferramenta, o sistema de assistência compreende:

30 uma primeira porta de dados para a recepção dos dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte;

uma segunda porta de dados para a recepção dos

dados relativos à posição atual da ferramenta de corte em pelo menos duas dimensões;

um processador para gerar a partir dos dados recebidos um visor que mostra:

5 o corte desejado a ser feito, o ícone da ferramenta de corte na posição atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado, e

10 uma indicação do erro atual entre quer a posição atual, quer a direção de curso, da ferramenta de corte e do corte desejado.

24. PROGRAMA INFORMÁTICO [*SOFTWARE*], caracterizado por ao ser instalado num computador, fazer com que o computador execute o método.

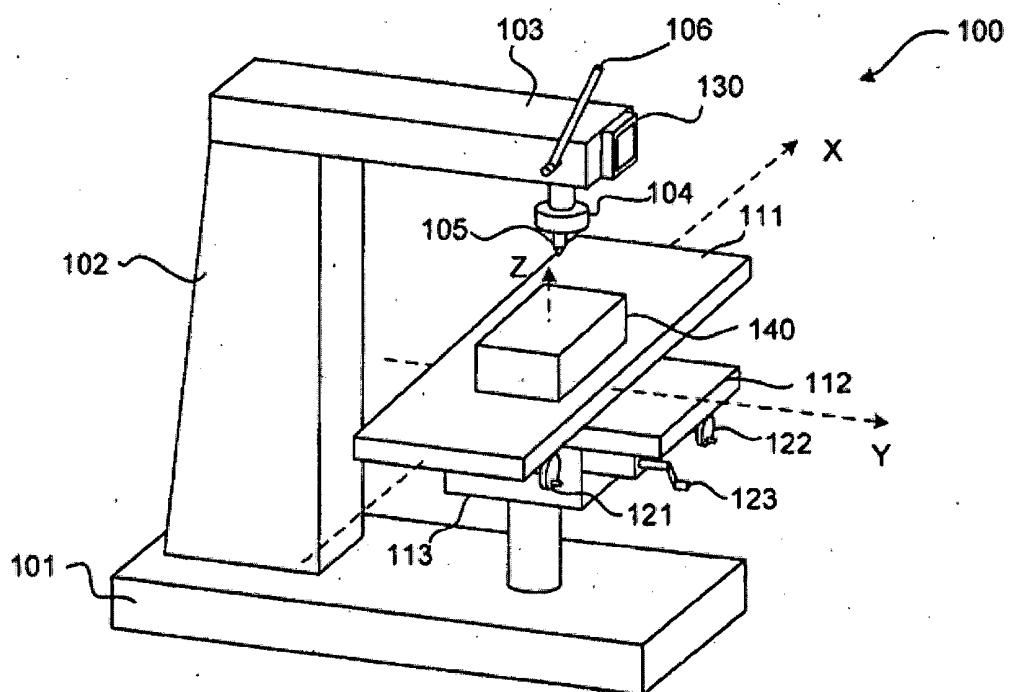


Fig. 1a

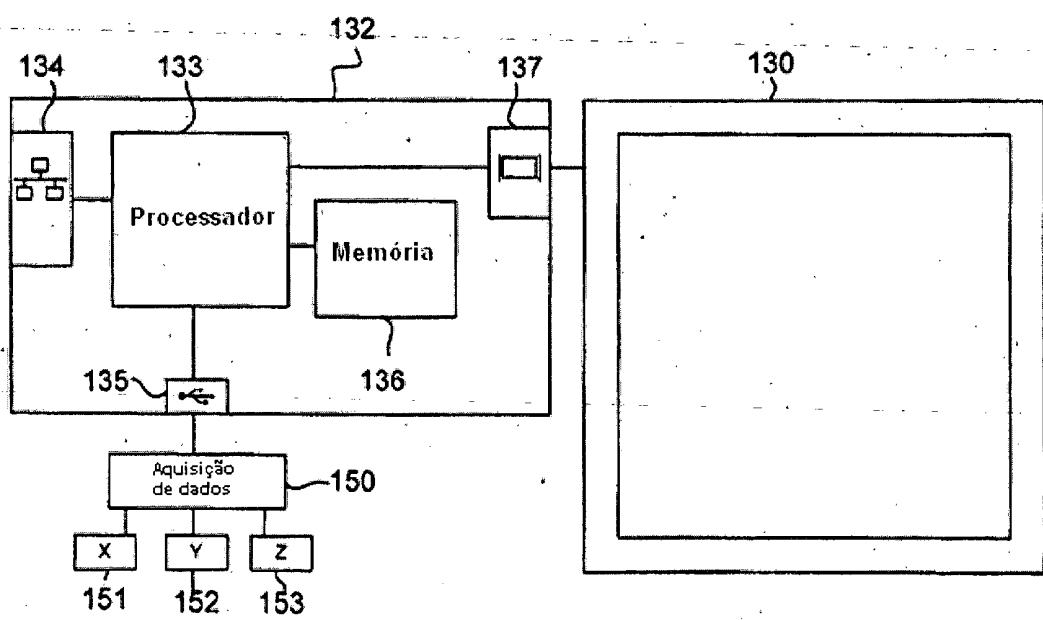


Fig. 1b

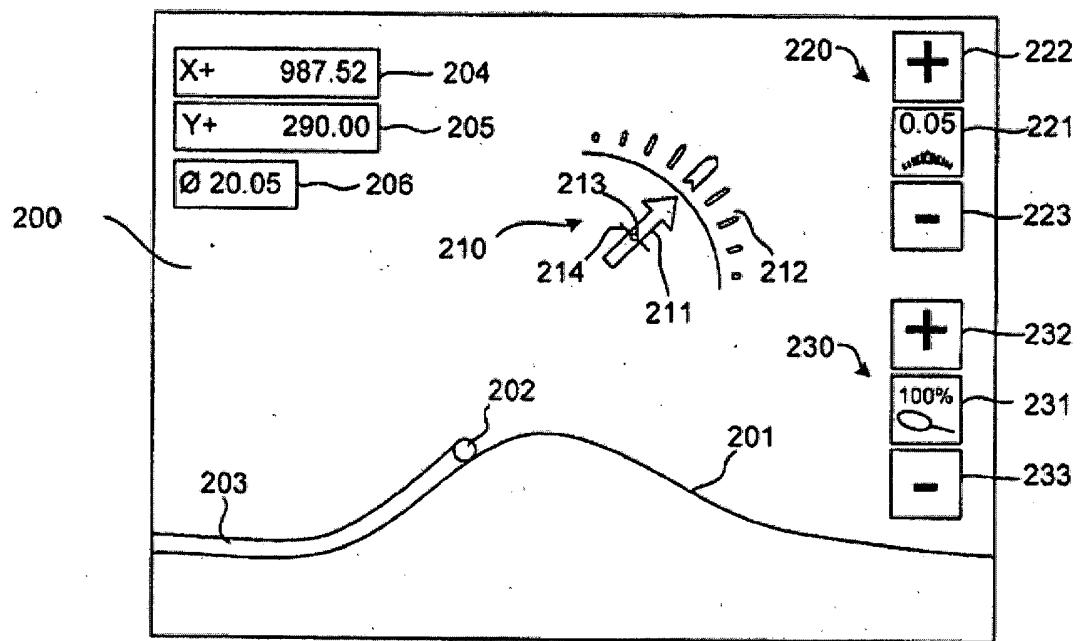


Fig. 2

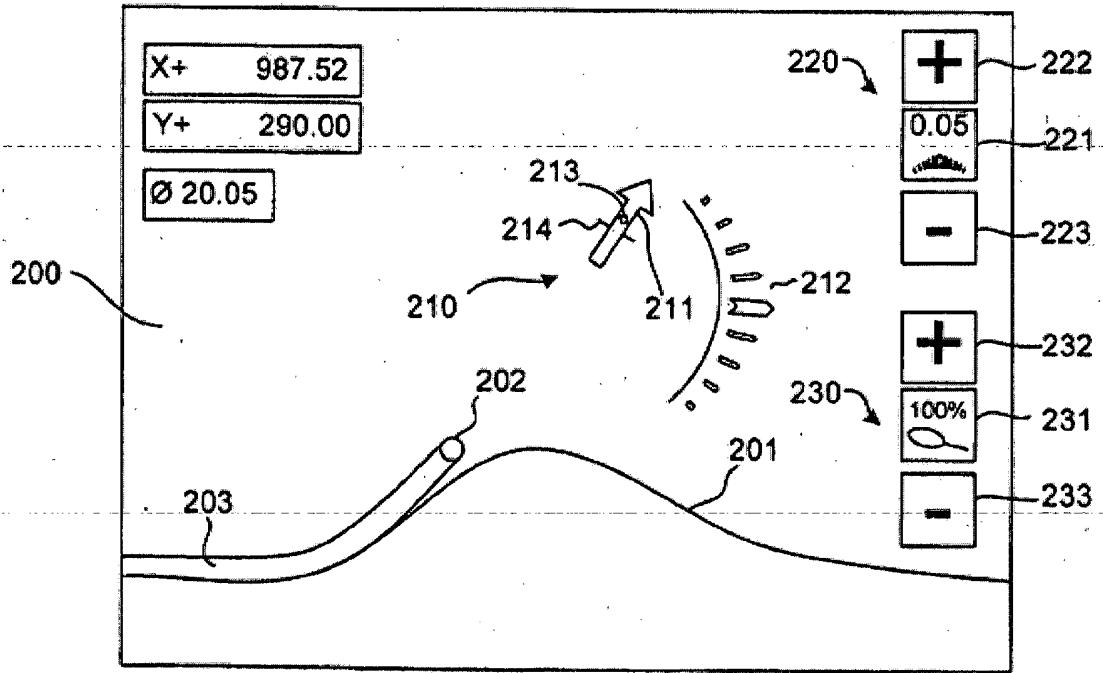


Fig. 3

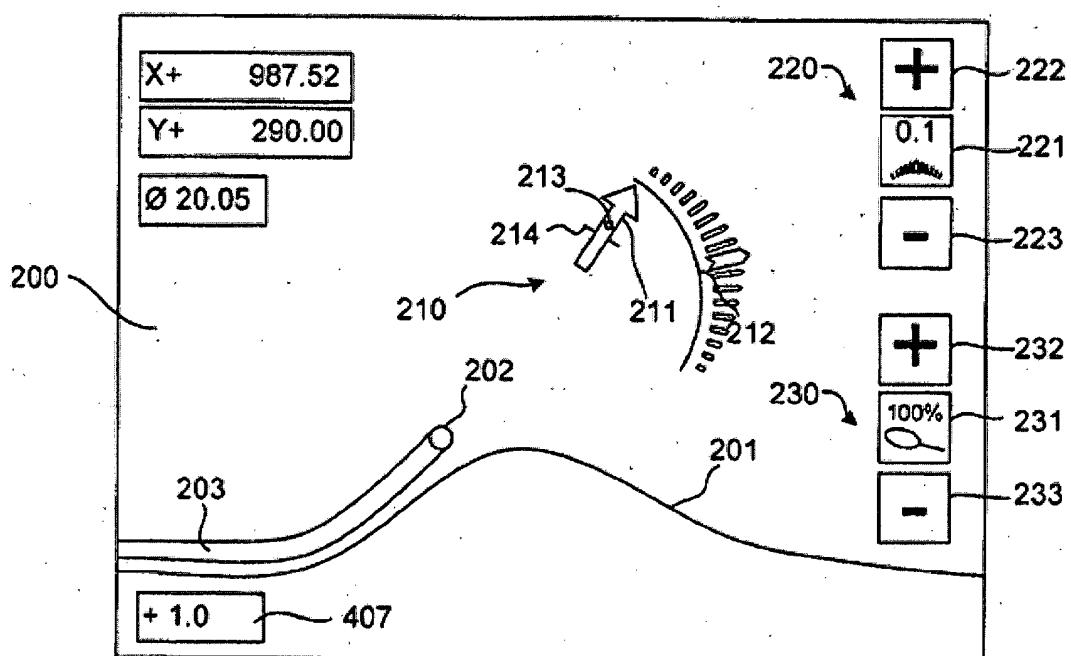


Fig. 4

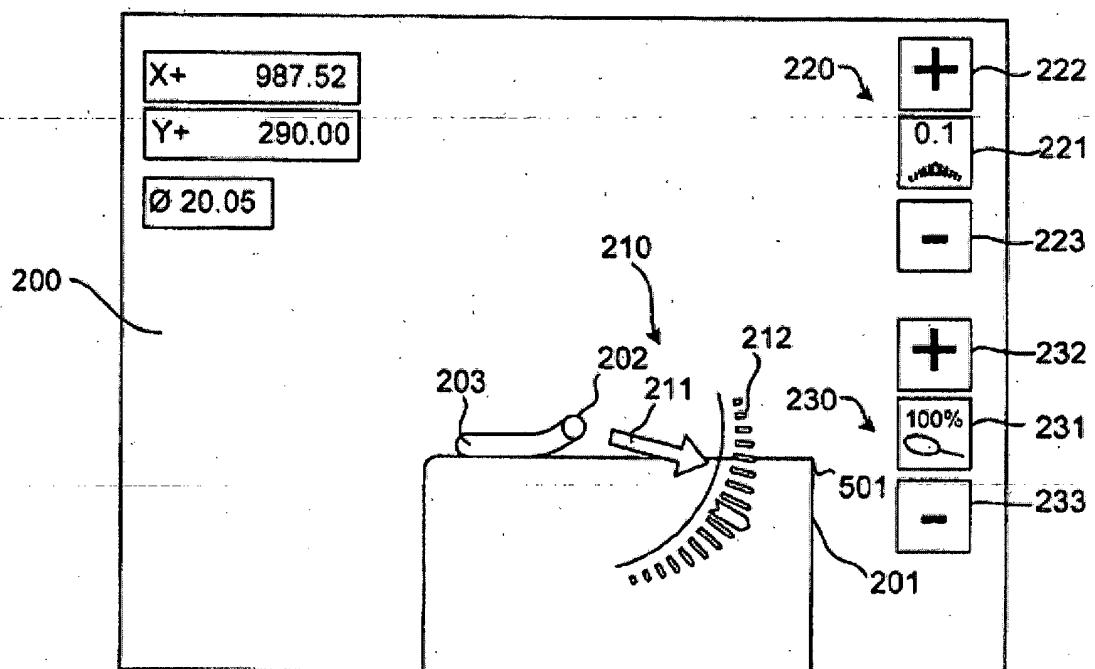


Fig. 5

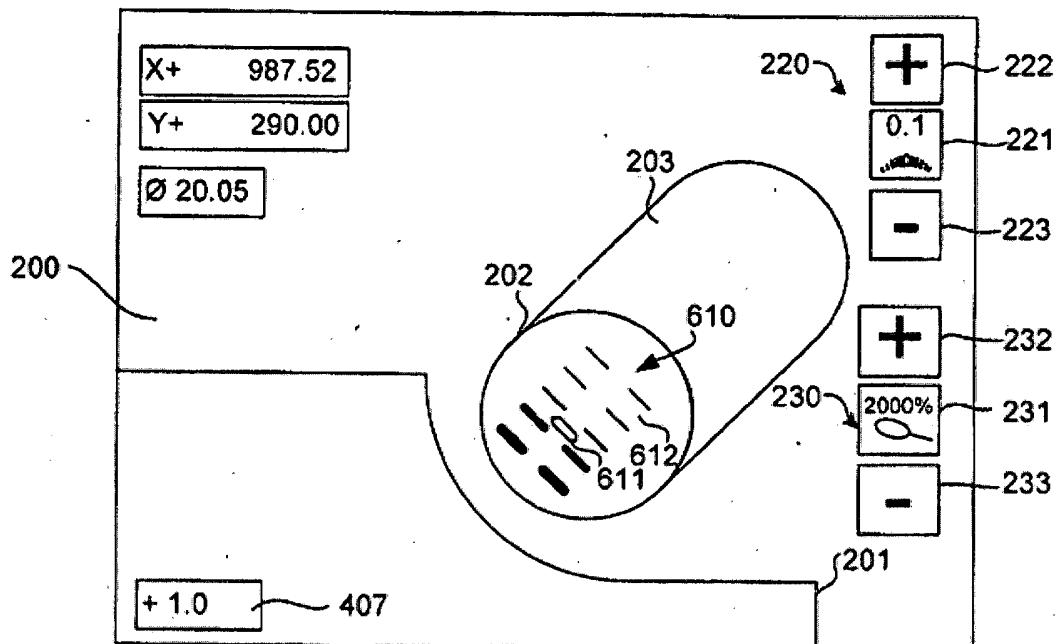


Fig. 6

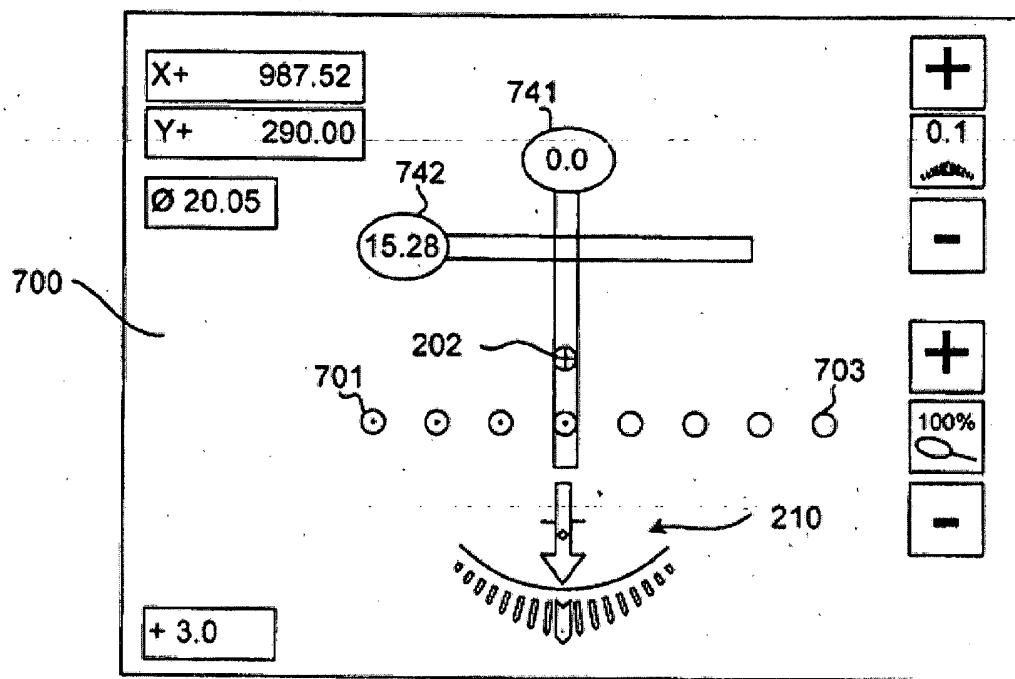


Fig. 7

5 / 5

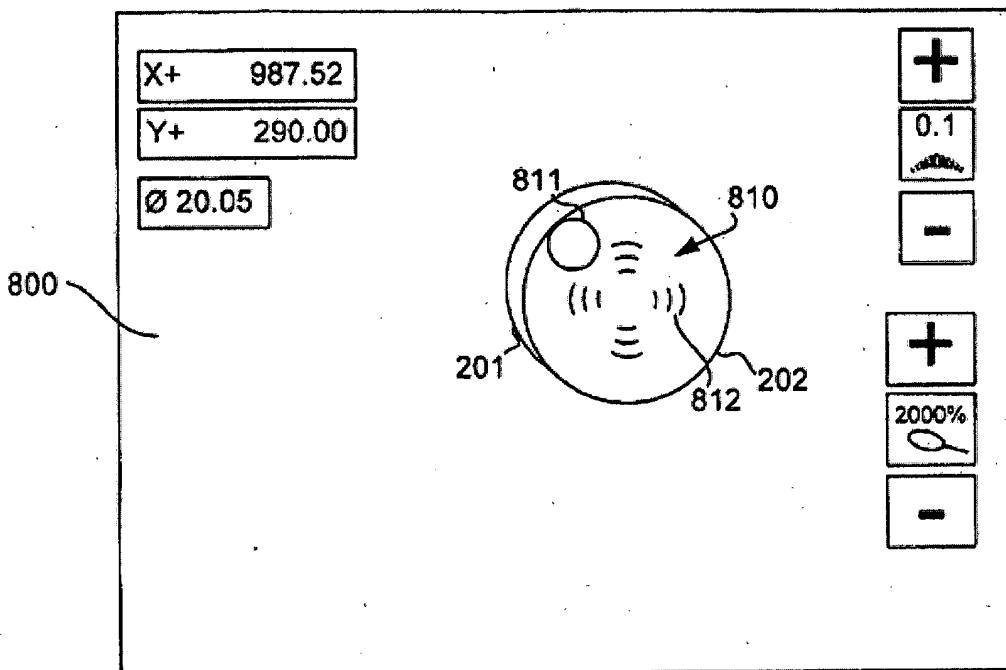


Fig. 8

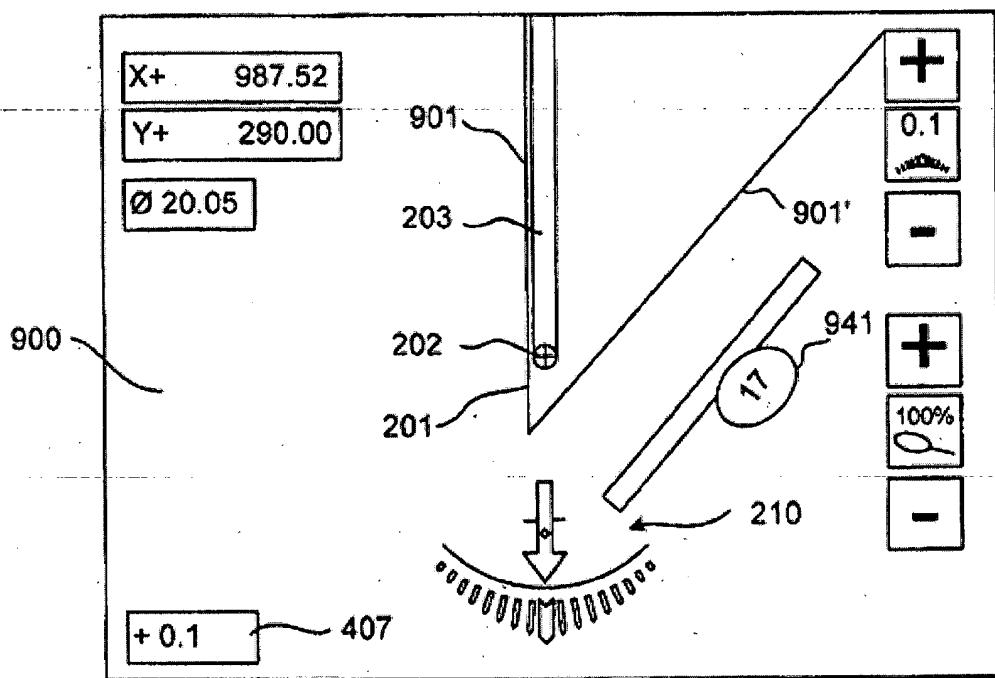


Fig. 9

RESUMO

SISTEMA DE ASSISTÊNCIA PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, MÉTODO PARA O COMANDO DE UMA MÁQUINA-FERRAMENTA, MÁQUINA-FERRAMENTA E PROGRAMA INFORMÁTICO

A presente invenção se refere a sistemas para o comando de máquinas-ferramentas e, em particular, aos sistemas que exibem as informações a um operador de uma máquina-ferramenta. Esse sistema compreende uma ferramenta de corte por controle manual. O sistema recebe os dados que definem o modelo com o corte desejado a ser feito em uma peça pela ferramenta de corte. O sistema recebe outros dados relativos à posição atual da ferramenta de corte em pelo menos duas dimensões. Um processador gera um visor a partir dos dados recebidos. O visor mostra o corte desejado a ser feito e um ícone da ferramenta de corte na posição atual da ferramenta de corte relativamente ao corte desejado. O visor mostra ainda uma indicação do erro atual entre quer a posição atual, quer a direção de curso, da ferramenta de corte e do corte desejado. O operador não tem necessidade de olhar ao mesmo tempo a peça, nem o desenho e nem o Visor de Leitura Digital como acontece com os sistemas existentes.