

REUTILIZAÇÃO DE COMPONENTES ELETROMECCÂNICOS DE EQUIPAMENTOS EM FIM DE VIDA PARA CONSTRUÇÃO DE MÁQUINAS FERRAMENTA DIDÁTICAS DE BAIXO CUSTO.

Peixoto, Rui Manuel Martins, a46997@alunos.uminho.pt¹
Chamusca, Cátia Helena Pereira, a@alunos.uminho.pt¹
Sousa, Manuel Alexandre Carneja, a@alunos.uminho.pt¹
Monteiro, António Alberto Caetano, cmonteiro@dem.uminho.pt¹
Silva, João Pedro Mendonça A., jpmas@dem.uminho.pt¹

¹Universidade do Minho, departamento de engenharia mecânica, Campus de Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal ,

Resumo: *O modo de vida das sociedades tecnológicas é hoje em dia apoiado pela disponibilidade de um elevado número de bens, produtos ou serviços. O desenvolvimento tecnológico exige por vezes trabalho qualificado, forçando a substituição do trabalho manual por trabalho assistido por computador, fisicamente menos exigente e mais atrativo. Com o desenvolvimento de máquinas ferramenta de baixo custo que possam ser construídas pelos próprios utilizadores, em particular se forem alunos do nível secundário, pode desencadear-se o interesse pelas engenharias mecânica, eletrônica ou informática, garantindo desta forma a sustentabilidade da qualificação das novas gerações. A diminuição dos custos de computadores, interfaces e programas permite que mesmo um neófito construa a sua própria máquina ferramenta CNC. A auto-construção de uma máquina ferramenta pode ser efetuada com a utilização de componentes oriundos de equipamento eletromecânico como impressoras, fotocopiadoras, scanners, furadoras e outros. Alguns componentes individuais estão muitas vezes em bom estado, mas integrados em equipamentos avariados cuja reparação se torna insuportável em face dos baixos custos de um equipamento novo. Torna-se possível utilizar uma grande parte de componentes como motores de passo, alguns elementos de fixação e aperto, cabos elétricos, suportes dos motores, sensores, botões, rodas dentadas, veios, sistemas de alimentação e diverso material eletrônico. É importante referir que o estudo, construção e reparação de componentes de equipamentos parcialmente inoperacionais, contribui não só para manter o baixo custo, mas também para aprofundar algumas áreas como a manutenção e projeto. Os próprios hardware e software de controle podem ser obtidos a partir de modelos disponíveis na internet, gratuitos ou a baixo custo. Neste trabalho faz-se a apresentação de um modelo de máquina ferramenta de baixo custo construída nas condições e com material do tipo acima referido.*

Palavras-chave: Auto-aprendizagem; Tecnologia Mecânica; Máquinas Ferramenta; CAM/CAE; Equipamento

1. INTRODUÇÃO

A utilização de máquinas CNC em processos de manufatura teve o objetivo inicial de buscar soluções que fornecessem um aumento de produtividade e qualidade (Bigaton, 2006). Posteriormente, em função da redução da vida útil dos produtos e das exigências do mercado consumidor, surge também a necessidade de uma maior flexibilidade nesses equipamentos, para a fabricação de poucas unidades com características dimensionais diferenciadas, além de geometrias complexas.

A tecnologia CAD/CAM veio facilitar a programação de peças complexas, diminuindo o tempo de programação e permitindo que fossem eliminados erros, ainda na fase de projeto, minimizando assim trabalho e desperdício de material (Gesser, 2007). Além disso, esta ferramenta versátil permite a programação de peças que, pela sua complexidade de formas, não poderiam ser fabricadas com facilidade utilizando recursos convencionais, como no caso de peças artísticas de forma livre (ver Fig. (1)).



Figura 1. Exemplo de peça de forma livre.

Pelas suas características de flexibilidade e versatilidade, as máquinas CNC assumem um papel cada vez mais importante nas modernas empresas de fabricação, mas a tecnologia CNC tem custo elevado e, muitas vezes, torna-se difícil, em particular para fins didáticos e de no caso de atividades de modelismo amador. O desenvolvimento de máquinas ferramenta CNC que utilizem os mesmos princípios de funcionamento, mas com tecnologias que proporcionem redução de custos de fabricação e manutenção, pode contribuir para desenvolver o interesse de utilizadores amadores diversificados, em particular entre os jovens estudantes, contribuindo para aumentar a disponibilidade e os conhecimentos de potenciais futuros profissionais, que assim contribuirão para a competitividade das empresas de fabricação da sociedade a que pertencem.

2. MÁQUINA FERRAMENTA DE COMANDO NUMÉRICO

Uma máquina ferramenta é uma máquina utilizada na fabricação de peças de diversos materiais (metal, plástico, madeira, etc.), recorrendo à movimentação de um conjunto de ferramentas, sob um comando que recebe instruções organizadas num programa introduzido através de uma leitura externa (Bigaton, 2006).

A adaptação ao ambiente industrial, ou seja à utilização de máquinas ferramenta industriais como a da Fig. (2) de grande capacidade de produção e que estão equipadas com as tecnologias mais recentes, requer geralmente uma familiarização com novas tecnologias multidisciplinares, e exige tempo para adaptação, tanto maior quanto menor for o treino anterior do operador.



Figura 2. Torno CNC “Cincinnati Milacron”.¹

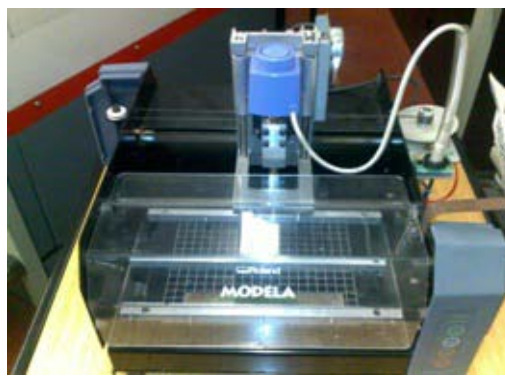


Figura 3. Fresadora Rolland MDX-20.²

O elevado custo das máquinas ferramenta industriais implica que a sua disponibilidade para tarefas de aprendizagem seja reduzida, pelo que se torna difícil contactar efetivamente com máquinas industriais e assim ganhar competências de interpretação de procedimentos e de funcionamento. Deste modo o ensino destas tecnologias pode ser facilitado através da utilização de máquinas ferramenta didáticas, Fig. (3), em que a uma escala mais pequena e com custos mais baixos se conseguem transmitir os mesmos princípios dos equipamentos industriais.

Um projeto de auto construção de uma máquina ferramenta, Fig. (4), é também uma forma de proporcionar a familiarização de várias áreas de conhecimento, incluindo informática, eletrônica e mecânica. Um projeto compacto, de baixo custo, mas que obriga a uma disponibilidade de tempo maior, pelo fato de integrar a fase de projeto e construção da máquina ferramenta é ideal para ensino na área mecânica e mecatrônica, e também oferece a oportunidade de elaboração de peças em baixíssima escala de produção (Monteiro, 2009).

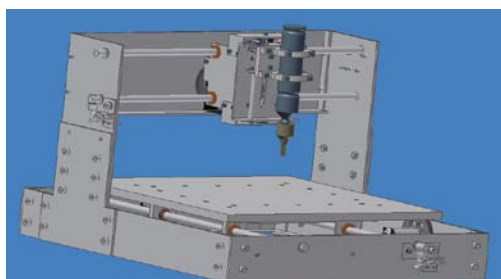


Figura 4. Fresadora de baixo custo.

Do ponto de vista do hardware, pode-se dizer que o Comando Numérico é um equipamento eletrônico capaz de receber informações através de uma entrada de dados, compilar estas informações e transmiti-las em forma de comando

¹ Torno CNC Cincinnati Milacron existente nos laboratórios de fabrico automático da Universidade do Minho.

² Fresadora/digitalizadora Rolland MDX-20 didática existente nos laboratórios de fabrico automático da Universidade do Minho.

à máquina ferramenta de modo que esta, sem intervenções do operador, realize as operações na sequência programada. Por outro lado o Comando Numérico pode ser entendido como uma forma de automação programável, baseada em aplicações que interpretam um texto compostos por símbolos, letras e números. O circuito que integra a máquina ferramenta ao Comando Numérico é denominado interface, a qual será programada de acordo com as características mecânicas da máquina (Moraes 2000).

2.1. Regras de conceção das máquinas ferramenta.

Qualquer estudo de uma máquina ferramenta deve ser conduzido com o objetivo de assegurar:

- 1º A correção geométrica das superfícies maquinadas em conformidade com as especificações dos desenhos que as definem;
- 2º A comodidade de execução dessas superfícies do duplo ponto de vista da utilização de mão-de-obra fácil de formar e do custo mínimo;
- 3º A manutenção das qualidades de origem, isto é a limitação do desgaste e a facilidade de conservação.

2.2. Estudo dos elementos que asseguram a correção geométrica das superfícies maquinadas.

É conveniente realizar uma enumeração sucinta dos fatores de correção geométrica das superfícies maquinadas antes de se iniciar o estudo detalhado.

- 1º O movimento de corte e o movimento de avanço são os fatores essenciais da geração teórica de uma superfície. O movimento de corte pode ser retilíneo ou circular, e o movimento de avanço pode ser contínuo ou intermitente.
- 2º Os dispositivos porta peças e os dispositivos porta ferramenta têm influência na conformidade entre a maquinagem real e a maquinagem teórica.
- 3º Os guiamentos dos movimentos de todos os dispositivos móveis são a única garantia de conformidade entre as trajetórias reais e as trajetórias teóricas.
- 4º A estrutura suporta todos os dispositivos e mantém a posição relativa destes.

3. CADEIA CINEMÁTICA

3.1. Estrutura

A construção deste órgão é de extrema importância porque a sua rigidez determinará a capacidade da máquina atingir determinadas velocidades e suportar as vibrações e esforços causados pelas forças de maquinagem. Assim, é necessário que este corpo assegure a posição relativa dos vários componentes da máquina e permita facilidade de instalação e de serviço. A estrutura estabelece simultaneamente a ligação com os órgãos móveis, o equilíbrio dos esforços e dos momentos necessários à realização da maquinagem, opondo resistência às deformações originadas.

Utilizando perfis metálicos correntes (Fig. (4)), podem ser montadas facilmente estruturas e mesas de forma simples e robusta. O construtor necessitará apenas de um dispositivo de furação e elementos de aperto como parafusos facilmente encontrados no mercado para obter uma estrutura rígida capaz de suportar os elementos da máquina ferramenta e sem despende muito dinheiro.

3.2. Órgãos de transmissão de movimento

São elementos de vital importância numa máquina ferramenta, pois determinam a precisão geométrica da máquina. Cabe a eles a responsabilidade de deslocar os carros porta ferramentas de forma precisa.

Várias formas de guias e barramentos podem ser utilizados, visando reduzir o atrito e desgaste. A escolha de materiais adequados, tais como guias em material polimérico, ou o uso de aditivos no óleo lubrificante podem ajudar na solução do problema. Há soluções de guias de baixo custo, atrito e desgaste reduzidos, de elevada disponibilidade como os veios (ver Fig. (5)) que integram equipamentos correntes como impressoras, digitalizadoras e fotocopiadoras, que por motivos diversos (obsolescência ou avaria de reparação de custo não compensador) hoje se encontram com facilidade.



Figura 5. Veios retirados de impressoras.

3.3. Guiamento de movimentos

A trajetória da ferramenta em relação à peça a maquinar resulta da combinação de um movimento de corte e de um movimento de avanço.

Para que a superfície obtida corresponda à definição fornecida pelo desenho da peça há que garantir que os guiamentos do movimento sejam geometricamente adequados e que mantenham a sua correção.

Qualquer guiamento de movimento compreende um dispositivo de guiamento que garanta os deslocamentos com folga reduzida e preveja a sua correção, neutralize ou minimize o desgaste (porque as folgas provocam vibrações, ruídos mecânicos e incorreções geométricas) (Dupont, 2003).

O desalinhamento da corrediça em relação à guia é inaceitável. Assim é necessário reduzir sempre que possível a folga lateral, e a folga originada pela inversão de movimento. A resolução deste problema passa nas máquinas industriais pela utilização de fusos de esferas recirculáveis (Fig. (6)).

Num projeto de baixo custo a redução das folgas pode passar pela utilização de sistemas mais económicos já muito utilizados, como o sistema de cabo Fig. (7). Esta é uma solução eficaz de eliminação da folga porque todo o cabo fica permanentemente sob tensão, ajustável por meio de um esticador fixado à estrutura da máquina. Um outro sistema de eliminar, ou pelo menos reduzir a folga na inversão do movimento é o sistema de porca mola (como pode ver-se na Fig. 8)). A mola que se encontra entre as porcas afasta-as de forma que cada uma delas se encontra em contato permanente com os perfis opostos do fuso de acionamento, garantindo atuação imediata quando da inversão de movimento. Estes sistemas podem ser encontrados em equipamentos eletromecânicos em fim de vida, e a utilização dos seus componentes permite eliminar (ou pelo menos reduzir) as folgas sem efetuar grandes despesas.



Figura 6. Fuso de esferas.



Figura 7 Sistema de cabo



Figura 8 sistema porca mola

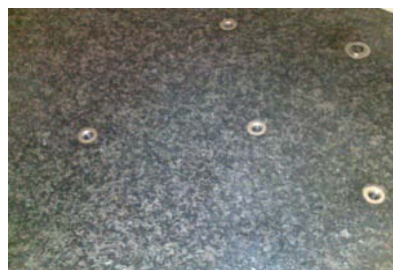
3.4. Mesa de trabalho

A mesa de trabalho de uma fresadora pode ter as medidas que o construtor/utilizador desejar, indo ao encontro das suas necessidades. Contudo o aumento da área desta leva a um aumento do custo ou da dificuldade de encontrar materiais em fim de vida que possam servir para este fim (veios, fusos).

Tratando-se de um órgão com uma forma geométrica simples, é possível encontrar com alguma facilidade componentes tais como vidro (de um digitalizador ou fotocopiadora, por exemplo), chapa (de um CPU), ou tampas e outros componentes em plástico, passíveis de serem utilizados, em que apenas se exige alguma qualidade geométrica para que se obtenham produtos com o rigor pretendido. Os problemas que decorrem da necessidade de fixar as peças são frequentemente resolvidos à custa da utilização de adesivos de dupla face. Podem também ser resolvidos de forma eficaz pela utilização de furos roscados executados diretamente na mesa quando possível (Fig. (9a)) ou utilizando insertos metálicos roscados embutidos na mesa (Fig. (9b)) quando a roscagem directa é problemática.



(a)



(b)

Figura 9. Superfície furada: a) em metal, b) em pedra

3.5. Sistemas de fixação das peças

A fixação da peça à mesa é então realizada com auxílio de grampos de aperto (Fig. (10)). Qualquer suporte de peças comportará necessariamente: uma superfície de referência em contato com a da máquina; um dispositivo de alinhamento em relação aos movimentos da máquina; um dispositivo de fixação à máquina; superfícies de referência sobre as quais as superfícies da peça serão apoiadas; um dispositivo de bloqueio da peça ao suporte.



Figura 10. Grampos de aperto

3.6. Órgãos de acionamento

3.6.1. Acionamento dos eixos

O motor é o órgão que fornece à máquina ferramenta os movimentos necessários à realização das superfícies. Tendo presente o objetivo de manter o custo baixo, torna-se imperativa a opção por motores de passo, facilmente encontrados em equipamento de impressão ou digitalização abandonados. Este tipo de motores convertem a energia elétrica fornecida sob a forma de impulsos, em energia mecânica, o que resulta num movimento de rotação não contínuo. São capazes de concretizar sequências de passos em ambos os sentidos de rotação. O controle dos motores de passo (Fig. (11)) é feito digitalmente.



Figura 11. Motor de passo.



Figura 12. Servomotor.

A sua utilização apresenta muitas vantagens, entre as quais são de salientar o custo, a disponibilidade a fiabilidade e o bom desempenho no controle de posição, a resposta direta às instruções de controle, a capacidade de manter uma velocidade constante, e ainda uma vida útil longa.

Também é possível utilizar servomotores (Fig. (12)), que contudo não se encontram com tanta facilidade, como no caso dos motores de passo. Os servomotores são constituídos basicamente por um pequeno motor de corrente contínua (CC), um circuito eletrônico de controle, um pequeno potenciômetro que roda solidário com o eixo do servomotor, um conjunto de engrenagens e 3 condutores para ligação (Francisco 2009).

3.6.2. Acionamento da Árvore

Este órgão é geralmente dotado de um movimento circular contínuo e tem frequentemente seleção de velocidade variável. Este movimento é directamente utilizável pela máquina, não sendo necessário transmiti-lo modificando quer a forma quer a velocidade. Pode recorrer-se a dispositivos equipados com um motor de CC, como por exemplo um berbequim como o da Fig. (13) que facilmente se encontram em lojas de bricolagem, existindo mesmo modelos de velocidade variável, e com velocidade de rotação e potência satisfatórias para as aplicações de qualquer máquina ferramenta de baixo custo.



Figura 13. Berbequim Dremel.³



Figura 14 Cardan usado em modelismo para transmissão de movimento rotativo

³ Berbequim Dremel existente nos laboratórios de fabrico automático da Universidade do Minho.

Para este tipo de projeto não há a necessidade de controlar este motor eletronicamente, sendo suficiente proceder à sua ligação através do interruptor que já tem incorporado sempre que for necessário.

Tendo em conta as cargas radiais e axiais a que a árvore porta ferramentas fica sujeita, torna-se inadequado utilizar diretamente a bucha do berbequim para fixar a ferramenta. Uma forma de contornar esse problema é desenvolver uma árvore porta ferramenta independente, ligada ao berbequim por uma junta homocinética (cardan Fig. (14)). Esta solução permite absorver possíveis desalinhamentos, e capacitar a máquina para receber qualquer berbequim disponível sem a necessidade de um alinhamento muito cuidado. A árvore porta ferramenta tem que ficar solidária ao dispositivo de movimento do eixo Z, mas deve ser construída com algum cuidado, pois terá que suportar as cargas exercidas durante a maquinação (radiais e axiais), e apresentar bom desempenho em toda a amplitude de velocidade de rotação.

3.7. Comando

Para o comando da maquina pode ser usada um placa eletrônica dentre a oferta diversificada e acessível que se encontra facilmente na internet. Na Fig. (15) pode ver-se uma placa de comando μ com4X (Iprocam.com, 2010). A placa⁴, permite controlar até 4 eixos, possui 3 saídas para relés de 10A/240 V comandados por software, já tem incorporada uma fonte de alimentação de 220 V e uma saída RS232 para ligar a um computador. Existe ainda a possibilidade de desenvolver as próprias placas de controle, desde que se possuam alguns conhecimentos de eletrônica, e equipamento adequado.



Figura 15. Placa μ com4X.

3.8. Controlador para motores de passo

Para controlar os motores de passo, com uma placa deste tipo, é necessário adquirir um controlador para cada motor. Recebem os sinais da placa eletrônica e transmitem os impulsos necessários para que o motor rode na direção pretendida.

Este tipo de controlador é utilizado em vários tipos de máquinas (máquinas de etiquetagem, cortadores de laser, etc.), porque apresenta precisão elevada, permite velocidades muito variáveis e produz pouco ruído e não aquece demasiado.

Controladores do tipo apresentado na (Fig. 16) podem também ser adquiridos na internet no mesmo portal (Leadshine, 2010), mas existem muitas alternativas, incluindo a auto-construção. Possuem um alto desempenho, necessitam de uma tensão de alimentação de 20 V a 50 V CC, têm uma saída de 4,2 A e uma entrada de frequência de pulso até 300 kHz, com 15 resoluções seleccionáveis em decimal e binário.



Figura 16. Driver Leadshine M542.⁵

⁴ A placa de comando apresentada faz parte do equipamento existente no laboratório de fabrico automático da Universidade do Minho

⁵ Controlador Leadshine M542 existente nos laboratórios de fabrico automático da Universidade do Minho.

3.9. Ligações elétricas de potência e sinal

Para a ligação do hardware são necessários fios de ligação que podem ser obtidos em qualquer ponto de venda de material eletrônico, ou até mesmo em equipamentos eletrônicos em desuso utilizados, mas que podem ainda satisfazer as necessidades do projeto.

São necessários:

Uma tomada de alimentação de 220 V mais conhecida como cabo de potência (Fig. (17));

Um cabo série RS-232 para ligar a placa eletrônica ao computador (Fig. (18));

Fio rígido (Fig. (19)), formado por um único fio;

Cabo flexível, formado por vários filamentos, (Fig. (20)).



Figura 17. Tomada de alimentação de 220 V.



Figura 18. Cabo RS-232/porta série.



Figura 19. Fio rígido.



Figura 20. Cabo flexível.

4. Software

Existe uma enorme diversidade de software CNC de baixo custo para controlar máquinas ferramenta acionadas por motores de passo. Para cada hardware encontram-se vários softwares compatíveis, desde os mais econômicos e limitados aos mais dispendiosos e completos, dentro da gama de software CNC a baixo custo. Para cada caso concreto terá que se estudar as necessidades e limitações da máquina ferramenta a projetar para uma escolha coerente do software a adquirir. O hardware μcom4x é compatível com vários tipos de software de baixo custo. Um exemplo muito completo é o NINOS, que tanto pode controlar um torno como uma fresadora CNC, como ambos, independentemente (Azevedo, 2007). Inclui um conjunto de programas que permitem projeto, construção e impressão de circuitos de eletrônica (PCB), a criação de relevos em peças a partir da leitura de uma imagem, a criação e simulação de trajetórias de corte para a maquinagem de peças a partir de um ficheiro contendo a informação geométrica tridimensional (por exemplo em formato STL⁶), entre outros.



Figura 21. Imagem do painel inicial do NINOS.

⁶ STL formato de arquivo de informação geométrica tridimensional, que traduz uma representação do objeto a ser produzido, utilizando uma malha de triângulos.

5. CONSTRUÇÃO DA MÁQUINA FERRAMENTA

A figura (FIG 22), mostra o modelo protótipo em construção no laboratório da Universidade do Minho. Foi desenhado utilizando o software Inventor da AutoDesk®. Seguidamente descreve-se o método de construção que está a ser seguido.

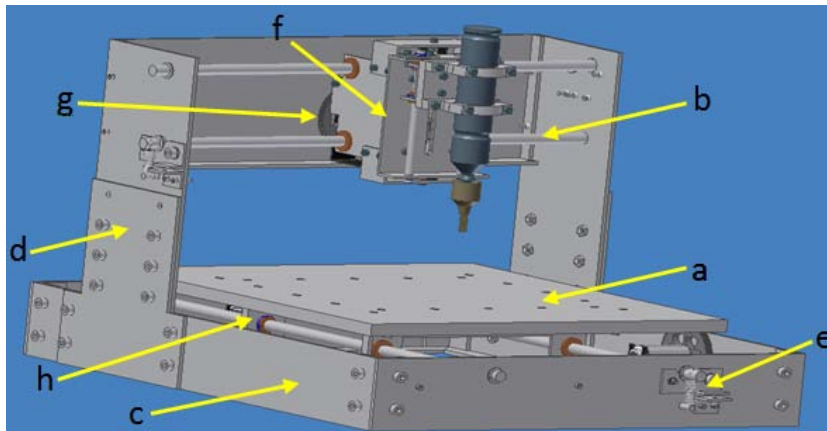


Figura 22. Imagem em CAD 3D do protótipo para construção. (a): mesa; (b): guias; (c): chapas estruturais para a base; (d); chapas estruturais para o pórtico; (e): sistema de afinação; (f): fixação do porta ferramentas; (g): motores; (h): casquilhos dos veios

5.1. Material necessário

Mesa de fixação: obtida a partir de qualquer material rígido, como metal, madeira, polimetilmetacrilato (acrílico), e com uma superfície plana com furos roscados para a fixação das peças a serem maquinadas.

Guias: para este projeto é necessário 6 guias (2 por cada eixo). Na tabela 1 é possível tomar conhecimentos das dimensões dos veios mais comuns que se encontram em equipamentos eletrônicos. São usados veios de impressoras A3 para os eixos dos X e Y. Para o eixo dos Z foi usado um veio de impressora A4, que foi cortado para se obter um curso mais pequeno.

Tabela 1. Dimensões mais comuns de veios retirados de impressoras.

Tipo de equipamento	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
A4	38	9
A4	32,4	8
A4	28,7	6
A3	46,3	12
A3	46,3	6

Estrutura para base e pórtico: facilmente se obtém chapa ou perfil tubular, e sem recorrer a grandes operações de maquinagem, é possível construir a base com a rigidez necessária. Recorrendo a cantoneiras consegue-se a fixação entre as chapas com o ângulo reto desejado. O construtor pode tomar a liberdade de escolher o comprimento da estrutura, mas tomando como dimensões máximas o comprimento das guias.

Motores: quando retirados de equipamentos eletrônicos, na sua grande maioria cumprem os requisitos necessários, contudo é importante confirmar pelo datasheet dos motores de passo as suas características e se estas estão dentro dos valores limite do controlador utilizado.

Sistema de afinação: Quando se colocam dois veios é necessário que estes estejam paralelos e no mesmo plano, para que a corredeira tenha um movimento com o mínimo de atrito possível. Através da utilização de uma chapa com um rasgo, uma cantoneira e parafusos (Fig. (23)), é possível obter uma afinação com qualidade para este projecto. Existem em alguns modelos de impressoras que possuem este tipo de afinação (um por impressora).

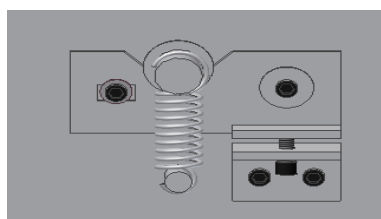


Figura 23. Sistema de afinação utilizado neste projeto.

Fixação do porta ferramentas: devido às forças empregues durante a fresagem, o sistema de fixação tem que garantir uma imobilização total do porta ferramentas. Neste protótipo utiliza-se abraçadeiras, uma vez que estão disponíveis numa grande quantidade de tamanho, e são suficientes para garantir as especificações necessárias.

Casquilhos para as guias: Com uma geometria simples (por exemplo cúbica), com 2 furos roscados e 1 furo perpendicular ao diâmetro das guias obtêm-se estes dispositivos. No total são necessários 12 casquilhos, tendo em conta que são necessários 2 por cada guia.

Transmissão do movimento: como se pode ver pela Fig. (24), o princípio utilizado é simples, eficaz e sem grande dificuldade de montagem. As 4 roldanas necessárias, encontram-se em todas as impressoras, os 2 cabos de aço e os 2 esticadores são facilmente adquiridos numa superfície de bricolagem.

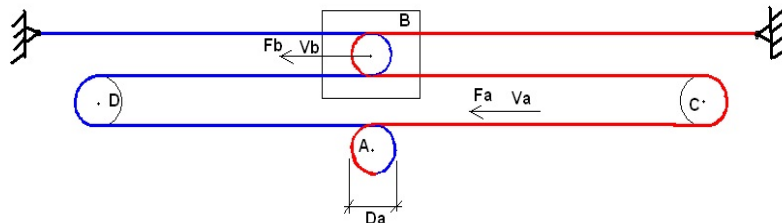


Figura 24. Esquema simplificado do sistema de cabo.

5.2. Ferramentas necessárias

Para a construção deste protótipo foram utilizados as seguintes ferramentas: fresadora, serra de corte, engenho de furar, e um kit de roscagem.

5.3. Passos para construção

Abaixo seguem-se os passos para a montagem deste protótipo. Alguns podem ser realizados simultaneamente, e assim reduzir o tempo de montagem.

- 1- Estrutura da base;
- 2- Estrutura do pórtico;
- 3- Casquilhos das guias eixo do Y;
- 4- Guias eixo Y;
- 5- Mesa de fixação;
- 6- Sistema afinação eixo Y;
- 7- Roldanas para transmissão do movimento do eixo do Y;
- 8- Casquilhos das guias eixo do X;
- 9- Guias eixo do X;
- 10- Suporte porta ferramentas parte 1/2;
- 11- Sistema de afinação eixo do X;
- 12- Roldanas para transmissão do movimento do eixo do X;
- 13- Casquilhos das guias eixo do Z;
- 14- Guias eixo Z;
- 15- Suporte porta ferramentas parte 2/2;
- 16- Sistema de afinação eixo Z;
- 17- Roldanas para transmissão do movimento do eixo do Z;
- 18- Motores eixo do X, Y, Z;
- 19- Montagem do sistemas de transmissão do movimento por cabo;
- 20- Porta ferramentas;
- 21- Ligações dos motores dos eixos aos respectivos controladores;
- 22- Ligação do motor porta ferramentas à placa de controlo;
- 23- Ligação dos controladores à placa de controlo.

6. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Finda a etapa de análise e planeamento, está em curso a fase de montagem, e seguir-se-ão as fases de teste e verificação da máquina ferramenta, e preve-se a elaboração do manual faça “você mesmo”, e a sua divulgação junto das escolas de nível secundário com o intuito de atrair jovens para a mecânica e a eletrônica.

7. CONCLUSÃO

A disponibilidade de Hardware, Software e informação atingiu no presente uma dimensão tão grande que não deve ser ignorada, mas aproveitada para o desenvolvimento de ideias, vontades ou até necessidades.

Com um planejamento bem definido e sem incorrer em grandes despesas, pode ser possível a construção de uma máquina ferramenta, bastando para tal recorrer a componentes eletromecânicos de equipamentos em fim de vida tais como impressoras, fotocopiadoras ou digitalizadoras. Os órgãos passíveis de ser obtidos com a utilização de componentes incluem elementos da estrutura, as guias de movimentos, os dispositivos de aperto e os cabos de ligação. Com a evolução da informática, os softwares de controle de CNC estão disponíveis em grande quantidade, a um custo reduzido, e permitem uma aprendizagem efectiva porque os comandos são equivalentes das máquinas profissionais.

8. AGRADECIMENTOS

À Universidade do Minho pela permissão em utilizar as suas instalações, equipamentos e documentação os meus agradecimentos.

9. REFERÊNCIAS

- Azevedo, P., 2007, Tese “Desenvolvimento de máquinas ferramenta CNC de baixo custo”, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho
- Bigaton, C., Pozzobon, F. R., Bonacorso, N. G., Silva, R., 2006, “Automação CNC”, Centro Paula Souza, 1 p.
- Dupont, A., Castell, A., 2003, “Étude fonctionnelle des machines outils”, Desforges Paris.
- Francisco, Francisco, A., 2009, “Motores Eléctricos”, ETEP, pp. 101-153.
- Gesser, F. J., 2007, “Desenvolvimento e construção de uma fresadora cnc de baixo custo destinada a confecção de pranchas de surf”.
- Iprocam 2010 Placa de comando μ com4X disponível em: <<http://www.iprocam.com/shopaccessoire/page7.htm>>. Acesso em: 14 de Janeiro de 2010
- Leadshine Controlador Leadshine M542 disponível: < <http://www.iprocam.com/shopaccessoire/page8.htm>>. Acesso em: 17 de Janeiro de 2010.
- Moraes, T. O., 2000, “Ferramentaria de Injeção”, 3 p.
- Monteiro, A. A. C., Silva, J. P. M. A., Machado, J., 2009, “Low Cost Machines Shaping The Future Of Technological AI Societies”, 20th International Congress of Mechanical Engineering, Gramado, RS, Brazil.

10. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.



REUTILIZATION OF COMPONENTS OF ELECTROMECHANICAL EQUIPMENT END OF LIFE BUILDING MACHINE TOOLS TEACHING LOW COST

Peixoto, Rui Manuel Martins, a46997@alunos.uminho.pt¹
Chamusca, Cátia Helena Pereira, a@alunos.uminho.pt¹
Sousa, Manuel Alexandre Carneja, a@alunos.uminho.pt¹
Monteiro, António Alberto Caetano, cmonteiro@dem.uminho.pt¹
Silva, João Pedro Mendonça A., jpmas@dem.uminho.pt¹

¹Universidade do Minho, departamento de engenharia mecânica, Campus de Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal ,

Abstract: *The lifestyle of technological societies is now supported by the availability of a large number of goods, products or services. Technological development sometimes requires skilled labor, forcing the replacement of manual labor by computer-assisted work, physically less demanding and more attractive. With the development of low cost machine tools that can be built by the users themselves, particularly if they are students at secondary level (of middle school), can develop interest in mechanical, electronic and computer engineering, ensuring the sustainability of the new generations qualification. The successive decrease in the cost of computers, programs and interfaces allows even a beginner to build a CNC machine.*

The self-construction of a machine tool can be made using components from electromechanical equipment such as printers, copiers, scanners, drills and others.

Some individual components are often in good condition, but also embedded in damaged equipment, which repair is unbearable compared to the cost of a new equipment.

It is possible to use a large amount of components such as stepper motors, some fasteners, power cables, engine brackets, sensors buttons, gears, shafts, power systems and miscellaneous electronic equipment. It important to notice that the study, construction and repair of components belonging to an equipment partially inoperable, contributes not only to maintain the low cost, but also to discuss some areas such as maintenance and design. The hardware and control software can be obtained from the models available on the internet, completely free or at low cost.

This work is the presentation of a model of low cost machine tool, built in accordance with the type of materials mentioned above

Keywords: *Self-didactic, mechanical technology, machine tool, CAM/CAE, equipment.*

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.