



CENTRO PAULA SOUZA



ETEC "PROF^a. ANNA DE OLIVEIRA FERRAZ"

MECATRÔNICA

GABRIELA SLONGO RECALCATTI

HELENA PRISCILA DA SILVA ROQUE

RAFAEL GUSTAVO TREVISAN

RAFAELA DE FÁTIMA TERCATO MILITÃO

RENAN BORGES DE OLIVEIRA

**CORTADOR DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO
AUTOMATIZADO**

ARARAQUARA
2014

Gabriela Slongo Recalcatti
Helena Priscila da Silva Roque
Rafael Gustavo Trevisan
Rafaela de Fátima Tercato Militão
Renan Borges de Oliveira

CORTADOR DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO AUTOMATIZADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a ETEC "Prof.^a Anna de Oliveira Ferraz", do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito para a obtenção do título de Técnico em Mecatrônica sob a orientação dos Professores Flávio Tadeu Lorencetti e Jorge Sebastião Canova.

ARARAQUARA
2014

Gabriela Slongo Recalcatti
Helena Priscila da Silva Roque
Rafael Gustavo Trevisan
Rafaela de Fátima Tercato Militão
Renan Borges de Oliveira

CORTADOR DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO AUTOMATIZADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Profa. Anna de Oliveira Ferraz como exigência parcial para obtenção do título de **Técnico em Mecatrônica**, sob orientação dos professores Flávio Tadeu Lorencetti e Jorge Sebastião Canova.

Aprovado em ____ de novembro de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Orientador: Flávio Tadeu Lorencetti

Prof. Orientador: Jorge Sebastião Canova

Prof. Avaliador: Reinaldo Haddad

Dedicamos esta obra aos nossos familiares, amigos e professores e aos demais que colaboraram de forma direta ou indireta na elaboração do mesmo.

AGRADECIMENTO

Agradecemos às nossas famílias, por acreditarem e terem interesse em nossas escolhas, apoiando-nos sempre.

A todos os professores que nos apoiaram e incentivaram; em especial aos professores Flavio Tadeu Lorencetti e Jorge Sebastião Canova que nos orientaram na execução deste trabalho.

À empresa ZF Sachs, pela confiança depositada na equipe, cedendo materiais e estrutura física fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

À escola Anna de Oliveira Ferraz por nos ter concedido toda a estrutura e equipamentos para a realização do nosso projeto.

“A coisa mais indispensável a um homem é reconhecer
o uso que deve fazer do seu próprio conhecimento.”

Platão

RESUMO

Atualmente, com o avanço cada vez maior da tecnologia, muitos aparelhos eletrodomésticos e eletrônicos são criados aceleradamente. Para que seu funcionamento seja possível, é necessário principalmente, o desenvolvimento da parte elétrica de cada um, onde placas de circuito impresso (PCI) são utilizadas para o desenvolvimento do circuito. Uma das dificuldades nessa construção é o corte manual da placa, pois além de muito esforço é necessário precisão para não ocorrer erros em suas medidas. Com a elaboração manual, geralmente ocorrem alguns inconvenientes, como a poeira produzida e erros nas medidas desejadas. Este trabalho tem como objetivo construir um cortador de PCI automatizado para diminuir o tempo de elaboração do corte das placas e também a necessidade de esforço exigida quando feita manualmente. O cortador de PCI irá otimizar o tempo e a produtividade, cortando a placa na medida exata de acordo com o que foi programado.

Palavras-chave: Automação.

ABSTRACT

Currently, with the increasing advancement of technology, many appliances and electronic devices are created rapidly. So that their operation is possible, it is necessary mainly the development of the electric part of each, where printed circuit board (PCB) boards are used for the development of the circuit. One difficulty in this construction is the manual cutting of plate, as well as much effort is needed to precisely no errors occur in your measurements. With manual drafting, usually occur some drawbacks such as bugs and dust produced the desired measures. This paper aims to build an automated cutter PCB to shorten the preparation of cutting boards and also the need of effort required when done manually. The cutter PCB will optimize time and productivity, cutting the plate in the exact measure in accordance with what was programmed.

Keywords: Automation.

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Motor de passo bipolar	15
Figura 1.2 – Fuso trapezoidal	16
Figura 1.3 – Castanha	16
Figura 1.4 – Fuso trapezoidal com a castanha.....	16
Figura 1.5 - Mancal.....	17
Figura 1.6 - Acoplamentos.....	18
Figura 1.7 – Perfil de alumínio.....	18
Figura 1.8 – Corrediças telescópicas	19
Figura 1.9 – Régua metálica.....	20
Figura 1.10 - Driver motor de passo L298N.....	21
Figura 1.11 - Chapas metálicas.....	21
Figura 1.12 - Microcontrolador 16F887	23
Figura 2.1 – Perfis de alumínio cortados	23
Figura 2.2 – União dos perfis de alumínio	24
Figura 2.3 – Chapa metálica.....	24
Figura 2.4 – Mesa com a corrediça telescópica	25
Figura 2.5 – Fuso fixado na cantoneira	26
Figura 2.6 – Chapa metálica pintada.....	27
Figura 2.7 – Projeto com a fixação dos motores	27
Figura 2.8 – Projeto final.....	28
Figura 2.9 – Projeto final com a micro retífica	28
Figura 2.10 – Placa de circuito impresso feita no Ares.....	29

Lista de Tabela

Tabela 1 - Cronograma.....30
Tabela 2 - Orçamento31

SUMÁRIO

Introdução	12
1 Materiais e Métodos.....	13
1.1 Materiais utilizados	13
1.1.1 Motor de passo bipolar	13
1.1.2 Fusos trapezoidais e castanhas	15
1.1.3 Mancais	16
1.1.4 Acoplamentos para os motores	17
1.1.5 Perfil de alumínio	18
1.1.6 Corrediça telescópica	19
1.1.7 Régua metálica	20
1.1.8 Driver motor de passo L298N.....	20
1.1.9 Chapas metálicas	21
1.1.10 Microcontrolador 16F887.....	22
2 Métodos	23
2.1 Softwares utilizados	28
2.1.1 Proteus	28
2.1.2 MikroC	28
2.2 Cronograma	30
2.3 Orçamento	31
Conclusão	32
Referências	33
Apêndice A.....	34

INTRODUÇÃO

A automação surgiu como o caminho para a redução da participação da mão humana sobre os processos industriais. Pode-se dizer que a utilização em larga escala do moinho hidráulico para fornecimento de farinha, no século X, foi uma das primeiras criações humanas com o objetivo de automatizar o trabalho, ainda que de forma arcaica. Esse desenvolvimento da mecanização teria impulsionado mais tarde o surgimento da automação.

A disseminação do moinho hidráulico pela Europa Ocidental levou a um crescimento da produção de alimentos nunca antes observado. Na época, um moinho era capaz de substituir o trabalho de dez a vinte homens. Desde então o homem tem direcionado seu conhecimento para o desenvolvimento de tecnologias que desonem suas atividades braçais.

A automação permite produzir mais produtos, em menor tempo e com maior qualidade, com a menor intervenção humana possível. Também, é possível aperfeiçoar os processos usando os equipamentos responsáveis pela produção, de forma a obter seu melhor rendimento e diminuir a carga em horários de ponta, quando a energia é mais cara, e diminuir os gastos com a concessionária.

A realização dos cortes nas placas de circuito impresso (PCI) é feita manualmente. Com a elaboração manual, geralmente ocorrem alguns inconvenientes, como a poeira produzida e a falta de precisão na realização do corte.

O cortador de PCI automatizado pretende diminuir o tempo de elaboração do corte das placas, e otimizar o tempo, promovendo bons resultados de aproveitamento de tarefas tanto no trabalho quanto nas escolas técnicas.

1 MATERIAIS E MÉTODOS

1.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados para a elaboração do projeto cortador de placa de circuito impresso automatizado foram:

- 2 motores de passo bipolar;
- 2 Fusos trapezoidais e castanhas;
- Mancais;
- Acoplamentos para os motores;
- Perfis de alumínio;
- Corrediças telescópicas;
- 2 Régua metálicas;
- 2 Drivers motor de passo L298n;
- Chapas metálicas;
- Microcontrolador 16F887.

1.1.1 MOTOR DE PASSO BIPOLAR

Os motores de passo são dispositivos eletromecânicos que convertem pulsos elétricos em movimentos mecânicos que geram variações angulares discretas. O rotor ou eixo de um motor de passo é rotacionado em pequenos incrementos angulares, denominados “passos”, quando pulsos elétricos são aplicados em uma determinada sequência nos terminais deste.

A rotação de tais motores é diretamente relacionada aos impulsos elétricos que são recebidos, bem como a sequência a qual tais pulsos são aplicados reflete diretamente na direção a qual o motor gira. A velocidade que o rotor gira é dada pela frequência de pulsos recebidos e o tamanho do ângulo rotacionado é diretamente relacionado com o número de pulsos aplicados (BRITES, SANTOS; 2008).

O número de passos é dado pelo número de alinhamentos possíveis entre o rotor e as bobinas. Ou seja, para aumentar o número de passos de um motor usa-

se um maior número de bobinas, maior número de pólos no rotor (para isso usa-se uma roda dentada).

Quanto à sua forma de operação os motores podem ser unipolares e bipolares. Os motores bipolares têm um único enrolamento por fase. A corrente em um enrolamento precisa ser invertida a fim de inverter um pólo magnético, assim o circuito de condução é um pouco mais complicado, usando um arranjo de ponte H. Há duas ligações por fase, nenhuma está em comum. Os efeitos de estática da fricção que usam uma ponte são observados em determinadas topologias de movimentação. Como os enrolamentos são mais bem utilizados, são mais poderosos do que um motor unipolar do mesmo peso.

Um motor de passo pode ser uma boa escolha sempre que movimentos precisos são necessários. Eles podem ser usados em aplicações onde é necessário controlar vários fatores tais como: ângulo de rotação, velocidade, posição e sincronismo. O ponto forte de um motor de passo não é a sua força (torque), tampouco sua capacidade de desenvolver altas velocidades- ao contrário da maioria dos outros motores elétricos - mas sim a possibilidade de controlar seus movimentos de forma precisa. Por conta disso este é amplamente usado em impressoras, scanners, robôs, câmeras de vídeo, brinquedos, automação industrial entre outros dispositivos eletrônicos que requerem precisão (BRITES, SANTOS; 2008).

Neste projeto foram utilizados dois motores de passo bipolar (figura 1.1), sendo um de 6 kgf e outro de 7,5 kgf.



Figura 1.1. Motor de passo bipolar.

1.1.2 FUSOS TRAPEZOIDAIS E CASTANHAS

Foram utilizados dois fusos trapezoidais de 11 mm com passo de 3 mm (figura 1.2). Um dos fusos apresenta 410 mm e o outro 260 mm. Para cada fuso foi utilizada uma castanha com polyacetel e com mancal (figura 1.3).

Os fusos trapezoidais são utilizados na execução de praticamente todos os processos e aplicações industriais. O fuso trapezoidal dispõe de uma rosca trapezoidal isósceles, e esse é um dos motivos pelo qual o fuso trapezoidal é um componente necessário em estruturas padrões (AVA, 2014).

É projetado para auxiliar na realização de movimentos rotativos e de auto travamento, geralmente em baixa eficiência linear. Além disso, o fuso trapezoidal é extremamente necessário tanto para a fricção, quanto para a lubrificação de material que está na superfície roscada, sendo essa uma de suas atuações.

Há também de se considerar que o fuso trapezoidal tem capacidade para tolerar unicamente cargas axiais apropriadas para o mesmo e, também, torque - já que, no diz respeito à folga que existe entre a porca e o parafuso, isso é necessário por uma questão de design e diferenciação. Empregado na movimentação de máquinas operatrizes (para transmissão de movimento suave e uniforme), fusos e prensas de estampar (balancins mecânicos).

De uma forma geral, as vantagens de se optar pelo uso do fuso trapezoidal é que o objeto pode proporcionar a operação de lubrificação da peça em questão, sendo também a peça-chave para fazer o ajuste necessário que somente a engenharia poderia dispor (AVA, 2014). Na figura 1.4 é possível visualizar o fuso e a castanha.



Figura 1.2. Fuso trapezoidal.



Figura 1.3. Castanha.



Figura 1.4. Fuso trapezoidal com a castanha.

1.1.3 MANCAIS

São elementos de máquinas que permitem um movimento relativo entre os componentes de uma máquina. Mancais são um suporte de apoio aos eixos ou rolamentos, que são elementos rotativos em máquinas. É sua função posicionar um elemento de máquina que gira em relação a outro (GENEROSO, 2009). Na figura 1.5 é possível visualizar o mancal utilizado neste trabalho.



Figura 1.5. Mancal.

1.1.4 ACOPLAMENTOS PARA OS MOTORES

Foram utilizados dois acoplamentos (figura 1.6), um para cada motor de passo.

Diferentes tipos de acoplamento entre o motor de passo e o sistema de translação podem ser utilizados. Um acoplamento direto entre o motor de passo e o parafuso micrométrico de um estágio de translação linear acarreta num deslocamento determinado pelo número de passos por revolução e o deslocamento por revolução do parafuso micrométrico. Para se conseguir menor deslocamento por passo, e consequentemente conseguir maior precisão de deslocamento, devem-se utilizar sistemas de redução mecânica ou desenvolver sistema eletrônicos de micro passos (micro step).

Os acoplamentos mecânicos devem possibilitar a correção de eventuais desalinhamentos entre as partes moveis, sem, no entanto, introduzir folgas. É essencial para corrigir eventuais excentricidades do fuso que introduz oscilação na extremidade. Um acoplamento rígido causa maior desgaste nas buchas e rolamentos, e desperdício de potência do motor, com aquecimento do mesmo e dos drives.

Ao mesmo tempo em que o acoplamento deve ceder para absorver os desalinhamentos, isto deve ser realizado sem que seja introduzida uma folga, o que introduziria um erro no posicionamento, ou seja, o acoplamento deve ceder apenas o necessário para corrigir o desalinhamento. Outra vantagem do acoplamento flexível é absorver os pequenos trancos produzidos pelo motor de passo, reduzindo assim o desgaste de toda máquina.



Figura 1.6. Acoplamentos.

1.1.5 PERFIL DE ALUMÍNIO

O perfil de alumínio extrudado (figura 1.7) possui propriedades únicas como versatilidade e leveza. Com grande capacidade de absorver impacto e alta resistência à corrosão, este produto é um excelente condutor elétrico e térmico. Além disso, por não ser magnético e contar com alta refletividade, o perfil de alumínio age como um escudo contra radiação, luz, ondas de rádio e raios infravermelhos. Pode ser utilizada em ambientes inflamáveis por não soltar faíscas, nem ser combustível. O produto conta com diversas propriedades mecânicas por conta de sua vasta gama de ligas e têmperas com diferentes composições químicas. Possibilita ainda diversos acabamentos, como: pintura, anodização, polimento, cromação, niquelação, entre outros (ALCOA, 2014). Neste trabalho foram utilizados quatro perfis de alumínio de 45 x 90 mm, seis perfis de 30x30mm e dois perfis de 45x45mm.



Figura 1.7. Perfil de alumínio.

1.1.6 CORREDIÇA TELESCÓPICA

A corrediça telescópica (figura 1.8) possui um sistema de rolamentos com esferas metálicas que permite o deslizamento suave e silencioso.

Nestas corrediças os elementos de movimento são em esferas de aço ou plástico, e estão alojados em caixas, impedindo que a poeira atrapalhe o movimento, ou se acumule no rolamento, como pode acontecer com corrediças leves. São divisíveis em duas partes, e podem melhorar de forma significativa o aproveitamento de espaço. Algumas corrediças telescópicas podem ser instaladas também na horizontal (HAFELE, 2014). Algumas corrediças telescópicas também possuem amortecedor integrado, permitindo fechamento suave. Neste projeto foram utilizadas quatro corrediças telescópicas, sendo duas de 400 mm e duas de 250 mm.



Figura 1.8. Corrediças telescópicas.

1.1.7 RÉGUAS METÁLICAS

Foram utilizadas duas réguas metálicas (figura 1.9), de 15 e 30 cm, para a medição da quantidade de centímetros que se deseja mover o motor de passo, tanto no sentido vertical como horizontal.



Figura 1.9. Régua metálica.

1.1.8 DRIVER MOTOR DE PASSO L298N

O circuito integrado L298 (figura 1.10) é composto por duas pontes H, que permitem comandar os dois solenóides de um motor de passo.

A ponte H é um circuito eletrônico que permite que um motor rode tanto para um sentido quanto para o outro. Estes circuitos são geralmente utilizados em robótica e estão disponíveis em circuitos prontos ou podem ser construídos por componentes. O nome ponte H é dado pela forma que assume o circuito quando montado. O circuito é construído com quatro “chaves” (S1-S4) que são acionadas de forma alternada (S1 e S4 ou S2 e S3). Para cada configuração das chaves o motor gira em um sentido. As chaves S1 e S2 assim como as chaves S3 e S4 não podem ser ligadas ao mesmo tempo, pois podem gerar um curto circuito. Para construção da ponte H pode ser utilizado qualquer tipo de componente que simule uma chave liga-desliga como transistores, relés, mosfets. Para que o circuito fique protegido, é aconselhável que sejam configuradas portas lógicas com componentes 7408 e 7406 a fim de que nunca ocorram as situações de curto circuito descritas acima. Outro melhoramento que pode ser feito à ponte, seria a colocação de diodos entre as “chaves”, pois quando a corrente não tem onde circular, no caso de o motor parar, ela volta para a fonte de alimentação economizando assim o gasto de energia de uma bateria, por exemplo, (BRITES, SANTOS; 2008).

As características mais importantes que devemos ter atenção para controlar um motor de passo são a tensão de alimentação e a corrente elétrica que suas bobinas suportam.

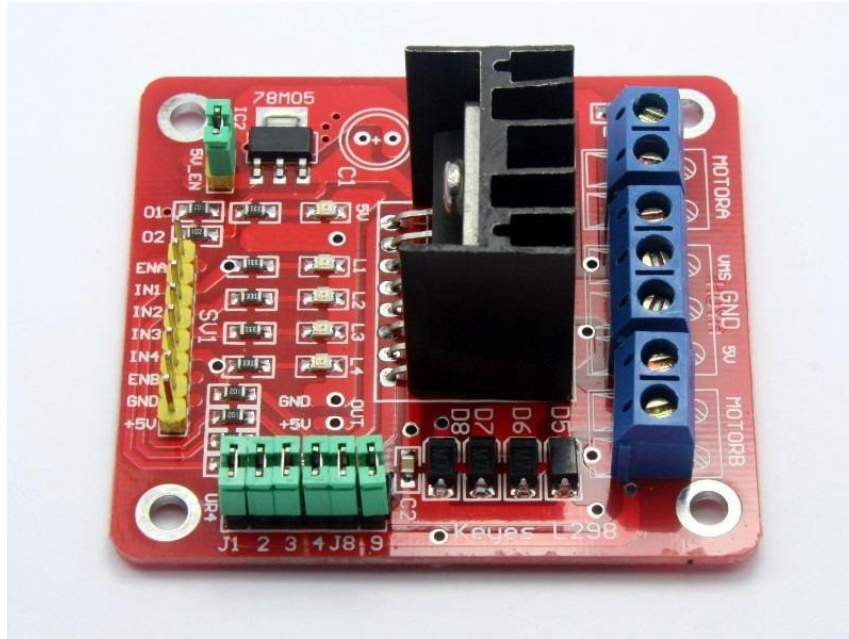


Figura 1.10. Driver motor de passo L298n.

1.1.9 CHAPAS METÁLICAS

Foram utilizadas duas chapas metálicas de 125x400mm, para a elaboração da mesa (figura 1.11).

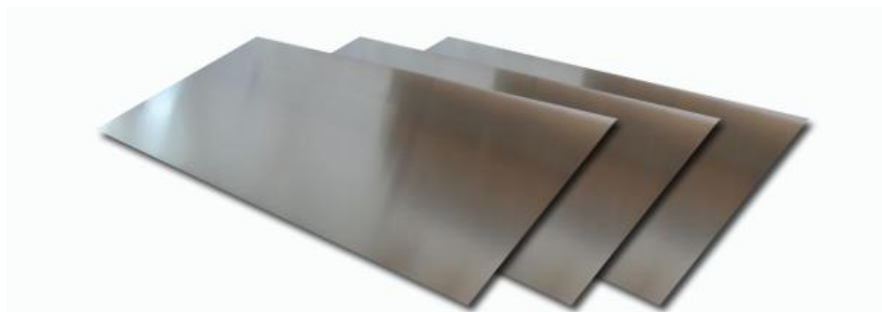


Figura 1.11. Chapas metálicas.

1.1.10 MICROCONTROLADOR 16F887

Um microcontrolador é um microprocessador que enfatiza a alta integração, ou seja, eles são utilizados em dispositivos para controlar as funções ou ações do produto.

Dentro do universo dos microcontroladores existe a série 8-bit PIC da Microchip o qual possui uma arquitetura poderosa, uma tecnologia flexível de memórias, ferramentas de fácil compreensão e uso, e um ambiente unificado de desenvolvimento para toda a sua linha de produtos (USP, 2008).

A maioria dos microcontroladores PIC é de baixo consumo e possuem vários recursos como portas I/O, entradas analógicas e interfaces de comunicação como a USB. Possuem memória de programação tipo Flash podendo ter sua programação modificada sempre que necessária (USP, 2008).

Para gravação da memória é necessário um gravador de PIC como o Labtools ICD2, e programas de desenvolvimento e gravação cedidos pela Microchip como o Mplab. O tempo de gravação é relativamente rápido e nos PICs que usam memória flash podem ser facilmente apagados e regravados proporcionando ao programador a opção de fazer inúmeros testes.

Quando um pino é configurado como entrada, ele pode ser conectado a algum sensor para detectar sinais digitais através de variação da tensão de 0 e 5V. Quando um pino é configurado como saída, o programa poderá acioná-lo, e com isso gerar uma corrente baixa (max. 20 mA) com os níveis de tensão de 0V ou 5V (CORTELETTI, 2014).

A letra F (PIC16F887) identifica que o microcontrolador em questão utiliza a tecnologia FLASH, ou seja, pode ser regravado.

Outros modelos da família 16 (como o PIC16F870, PIC16F628, PIC16F84, etc.) possuem variações em termos de recursos (com mais ou com menos pinos de I/Os, entradas analógicas, memória ROM, memória RAM, etc.), mas todos podem ser programados com a mesma linguagem.

Os microcontroladores PIC são indicados para aplicações mais simples, que não necessitem de grande volume de dados manipulados, e que não necessitem processamento em tempo real de alta performance (CORTELETTI, 2014).



Figura 1.12. Microcontrolador 16F887.

2 MÉTODOS

Inicialmente foram cortados quatro pedaços de perfil de alumínio, sendo dois deles com 250 mm e os outros com 400 mm, para formar a base da mesa. Todas as barras foram cortadas com um ângulo de 45°, para que ao uni-las, ficassem nas mesmas medidas e com um melhor acabamento (Figura 2.1).

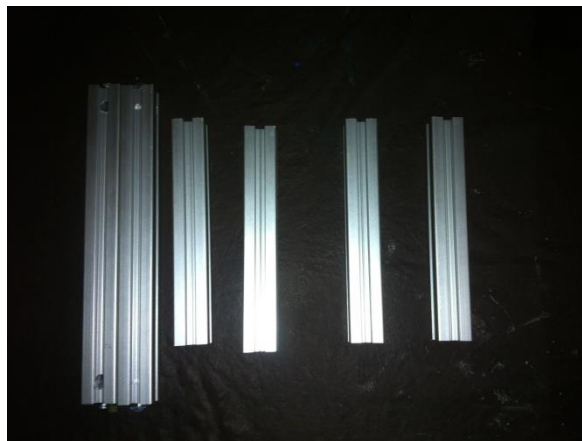


Figura 2.1. Perfis de alumínio cortados.

Após o corte, os perfis foram unidos com duas peças de conexão de aperto rápido. Para melhor fixação, foram utilizados parafuso T e porca flangeada. Depois de posicionadas as uniões, as porcas foram apertadas com chave fixa, finalizando a parte inferior da estrutura da mesa (Figura 2.2).



Figura 2.2. União dos perfis de alumínio.

Logo em seguida, utilizaram-se duas chapas metálicas, ambas com a mesma medida. Para cobrir toda superfície da mesa elas foram soldadas ao meio com três pontos de solda e, com auxílio da lixadeira, todo o excesso de material foi retirado. A ferrugem da estrutura foi removida com o disco flap.

Para fixar a chapa à estrutura de perfil de alumínio foram feitos seis furos, que foram escareados em três mm para que os parafusos não ficassem em alto relevo sobre a chapa (Figura 2.3).



Figura 2.3. Chapa metálica.

Com a parte de sustentação finalizada, as corrediças telescópicas de 400 mm foram fixadas com parafusos, em cada lateral da mesa. Para deixar o movimento de ambas as corrediças simultâneo, foram cortadas com o mesmo equipamento, seis

peças de perfil de alumínio, utilizando-se conexão de 0° para fixar uma à outra, e parafusos para prender o suporte à mesa.

Sobre esse suporte, em sua parte interna foram fixadas com parafusos as duas corrediças telescópicas de 250 mm no sentido contrário ao das corrediças anteriormente fixadas (Figura 2.4).



Figura 2.4. Mesa com a corrediça telescópica.

Na porção inferior da mesa já finalizada, foram fixados dois perfis de alumínio para prender os mancais do fuso trapezoidal de 410 mm. Depois de parafusados os dois exemplares, uma cantoneira de uma polegada foi cortada com 45 mm, para permitir a fixação dos acoplamentos na mesma. Assim, quatro furos foram feitos em um lado e no outro apenas um furo para prender no fuso. Em uma das cantoneiras foi necessário realizar um furo no centro, para que a ponta do fuso passasse por ele para ser acoplada ao motor de passo

Dessa forma, após a fixação dos dois acoplamentos às peças cortadas de cantoneira, estas foram parafusadas com uma barra chata de alumínio no perfil, e o fuso foi alinhado (Figura 2.5).



Figura 2.5. Fuso fixado na cantoneira.

Por fim, foi necessário cortar mais um pedaço da cantoneira para fixar a castanha do fuso à estrutura que estava fixada na corrediça telescópica, para que com o giro do motor fosse possível mover o carro. Para prender a cantoneira foram utilizados parafusos e porcas. Assim, a estrutura superior esta fixa ao fuso trapezoidal, necessitando do motor para realizar o movimento.

Na parte superior do suporte foram fixadas duas cantoneiras com as mesmas medidas dos anteriores e mesmos furos, pois os mancais são de mesma medida. Foi necessário colocar embaixo de cada cantoneira uma barra chata de alumínio a fim de obter a altura para alinhá-la ao motor.

Para evitar a oxidação da chapa metálica que forma a mesa, foi realizada uma pintura nesta estrutura com tinta, obtendo também, melhor design do projeto (Figura 2.6).



Figura 2.6. Chapa metálica pintada.

Para fixar o motor localizado na parte da estrutura da mesa foi preciso fixar uma peça de perfil de alumínio, na lateral com acesso à ponta do fuso, para obter um espaço de alinhamento e fixação do mesmo (Figura 2.7).

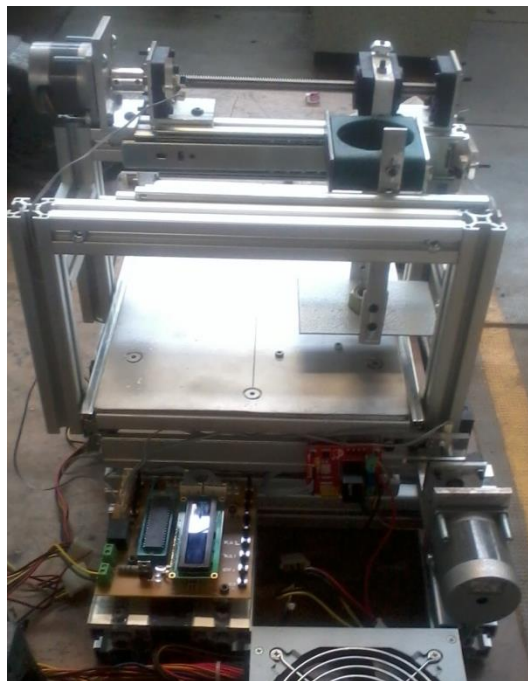


Figura 2.7. Projeto com a fixação dos motores.

Por fim, a micro retifica foi fixada, e foram realizados os testes e ajustes finais. O projeto final pode ser visto nas figuras 2.8 e 2.9.

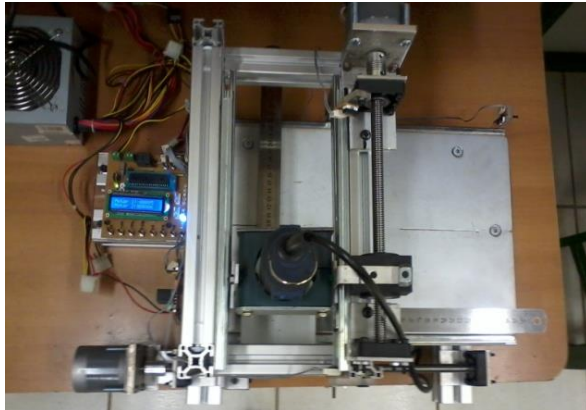


Figura 2.8. Projeto final com a micro retífica.

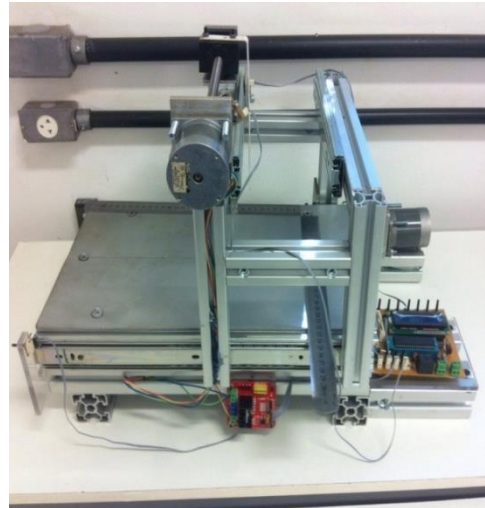


Figura 2.9. Projeto final.

2.1 SOFTWARES UTILIZADOS

2.1.1 PROTEUS

O Proteus é uma ferramenta completa para o design de projetos eletrônicos e placas de circuito impresso. É constituído de dois principais softwares: ISIS que possui capturador esquemático, simulação SPICE, e simulação de microcontroladores da família PIC; e o software ARES, criado exclusivamente para o desenvolvimento de placas de circuito impresso. O Proteus oferece uma extensa biblioteca de componentes e Packages, permitindo ao próprio desenvolvedor criar e configurar novos itens da biblioteca.

Neste trabalho, foi utilizado o Proteus para simulação da parte eletrônica do cortador automatizado, e o Ares para elaboração do desenho das placas de circuito impresso. Na figura 2.3 encontra-se a placa de circuito impresso feita no Ares.

2.1.2 MIKROC

O compilador MikroC foi desenvolvido pela Mikroelektronika e com ele foi desenvolvida a programação deste trabalho.

O mikroC organiza as aplicações dentro de projetos, e nele é possível ter vários arquivos fonte. A compilação do arquivo fonte somente poderá ser realizada se fizer parte de um projeto. O compilador MikroC é uma ótima ferramenta de

2.2 CRONOGRAMA

	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Planejamento	3 ^a e 4 ^a semanas				
Desenvolvimento		1 ^a e 2 ^a semanas			
Compra dos componentes mecânicos		1 ^a e 2 ^a semanas			
Montagem da mesa		3 ^a e 4 ^a semanas			
Compra dos componentes eletrônicos			1 ^a e 2 ^a semanas		
Programação			3 ^a e 4 ^a semanas		
Elaboração das placas de circuito impresso				1 ^a e 2 ^a semanas	
Instalação de componentes eletrônicos			3 ^a e 4 ^a semanas	1 ^a e 2 ^a semanas	
Monografia			3 ^a e 4 ^a semanas	Mês todo	1 ^a e 2 ^a semanas
Testes de funcionamento				1 ^a e 2 ^a semanas	
Acabamento final				3 ^a e 4 ^a semanas	1 ^a e 2 ^a semanas
Apresentação do TCC					4 ^a semana

2.3 ORÇAMENTO

Produto	Quantidade	Preço
Motor de passo	2	R\$ 67,00
Acoplamento	2	R\$ 29,00
Corrediça telescópica	4	R\$ 18,80
Fusos Trapezoidais	2	R\$70,00
Tinta	1	R\$ 10,00
Castanha	2	R\$90,00
Mancal	4	R\$72,00
Driver Motor de passo	2	R\$ 50,00
Régua	2	R\$20,00
Gravador de Pic	1	R\$54,90
Componentes eletrônicos		R\$42,00
Frete	Todos	R\$82,40
TOTAL		R\$606,10

CONCLUSÃO

O homem sempre esteve em uma eterna busca de meios que lhe proporcionassem um menor esforço na fabricação de seus produtos, além de buscar, com o passar de tempo, um melhor acabamento e homogeneização dos mesmos. Com isto conseguiu mais conforto e segurança na execução de suas tarefas laborais, além de uma melhoria na qualidade do produto final. Desde o advento da Revolução Industrial até os nossos dias, há uma superação constante dos desafios a que o homem moderno se impôs a solucionar. Sem dúvida alguma, a automação serviu de alicerce para a edificação de todo o complexo sistema de informação que permeia todo processo produtivo atualmente. Este trabalho, através da automatização de um cortador de placa de circuito impresso, permitiu a obtenção de uma placa com maior precisão de medidas, em um menor tempo, tornando o processo mais moderno e eficaz.

REFERÊNCIAS

- ALCOA. **Perfis extrudados**. Janeiro 2014. Disponível em: https://www.alcoa.com/brasil/pt/info_page/perfis.asp. Acesso em: 18 set. 2014.
- AVA. **Fusos trapezoidais**. Junho 2014. Disponível em: <http://www.avasistema.com.br/fuso-trapezoidal.php>. Acesso em: 18 set. 2014.
- BRITES, Felipe G.; **SANTOS**, Vinicius P. A. **Motor de Passo**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/228950422/Conceitos-Motor-de-Passo>. Acesso em: 15 set. 2014.
- CORTELETTI, Daniel. **Conhecendo o PIC16F887: microcontrolador de 8 bits da Microchip Co.** Disponível em: <http://www.mecatronica.org.br/disciplinas/programacao/002/pic.pdf>. Acesso em: 22 set. 2014.
- GENEROSO, Daniel J. **Elementos de Máquinas**. Agosto 2009. Disponível em: https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/9/9c/Apostila_elementos_de_maquinas.pdf. Acesso em 18 set. 2014.
- GOEKING, Weruska. **Da máquina a vapor aos softwares de automação**. Portal o Setor Elétrico, edição 52, Maio de 2010. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-empresa/343-xxxx.html>. Acesso em: 29 set. 2014.
- HAFELE. **Gavetas funcionais: modelos e aplicação de corrediças e sistemas**. Abril 2014. Disponível em: <http://www.hafele.com.br/noticias/artigos-tecnicos/gavetas-funcionais-modelos-e-aplicacao-de-corredicas-e-sistemas.asp>. Acesso em: 19 set. 2014.
- ROMERO, André. **Desenvolvimento de um Controle para Motores de Passo**. Disponível em: <http://stoa.usp.br/anderomero/files/-1/11859/Motor-Passo.pdf>. Acesso em: 19 set. 2014.
- SOUZA, DIEGO R.; WANG, RODRIGO D. **Ambiente de realidade virtual para treinamento de videolaparoscopia**. Dezembro, 2009. Disponível em: <http://www.expounimedcuritiba.com.br/painelgpa/uploads/imagens/files/EngComputacao/Projetos%20Finais/2009/AMBIENTE%20DE%20REALIDADE%20VIRTUAL%20PARA%20TREINAMENTO%20DE%20VIDEOLAPAROSCOPIA.pdf>. Acesso em: 29 set. 2014.

Apêndice A – Código Fonte

```

sbit ENa1 at RB6_bit;
sbit LED1a at RB7_bit;
sbit LED1c at RB1_bit;
sbit LED1d at RB2_bit;
sbit LED2c at RB3_bit;
sbit LED2d at RB4_bit;
sbit LED2b at RA0_bit;
sbit ENb1 at RA1_bit;
sbit LED1b at RA2_bit;
sbit LED2a at RA3_bit;
sbit FC_1 at RA4_bit;
sbit FC_2 at RA5_bit;
sbit FC_3 at RA6_bit;
sbit FC_4 at RA7_bit;
sbit RELE at RC0_bit;
sbit ENa2 at RB0_bit;
sbit ENb2 at RB5_bit;
sbit BT_4 at RD4_bit;
sbit BT_3 at RD5_bit;
sbit BT_2 at RD6_bit;
sbit BT_1 at RD7_bit;
sbit BT_EN1 at RD1_bit;
sbit BT_EN2 at RD0_bit;
sbit BT_RST1 at RC3_bit;
sbit BT_RST2 at RC2_bit;

// pinagem LCD
sbit LCD_RS at RD2_bit;
sbit LCD_EN at RD3_bit;
sbit LCD_D4 at RC4_bit;
sbit LCD_D5 at RC5_bit;
sbit LCD_D6 at RC6_bit;
sbit LCD_D7 at RC7_bit;
sbit LCD_RS_Direction at TRISD2_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISD3_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISC4_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISC5_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISC6_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISC7_bit;

bit
    motor1on,motor2on,oldstate1,oldstate2;
char
    aux[10],
    cont1 = 1, cont2 = 1,
    passo1, passo2,
    sequencia[5] = {0b00000000,0b00000001,0b00000100,0b00000010,0b00001000};
int
    contador1, contador2;

void main()
{
    INTCON = 0x00;
    OPTION_REG = 0x80;
    ADON_bit = 0;
    C1ON_bit = 0;
    C2ON_bit = 0;
    ANSEL = 0;
    ANSELH = 0;

    contador1 = 0; contador2 = 0; motor1on = 0; motor2on = 0; oldstate1 = 0;
    oldstate2 = 0;

    TRISA = 0b11110000; PORTA = 0;
    TRISB = 0; PORTB = 0;
    TRISC = 0b00001100; PORTC = 0;

```

```

TRISD = 0b11110011; PORTD = 0;
TRISE = 0b0000;
PORTE = 0;
LCD_INIT();
LCD_CMD(_LCD_CLEAR);
LCD_CMD(_LCD_CURSOR_OFF);
LCD_OUT(1,1,"Motor 1:");
LCD_OUT(2,1,"Motor 2:");
ENa1 = 0;
ENb1 = 0;
ENa2 = 0;
ENb2 = 0;

while(1)
{
    if (!oldstate1 && BT_EN1)
    {
        oldstate1 = 1;
        motor1on = !motor1on;
    }
    if (!BT_EN1) oldstate1 = 0;

    if (!oldstate2 && BT_EN2)
    {
        oldstate2 = 1;
        motor2on = !motor2on;
    }
    if (!BT_EN2) oldstate2 = 0;
    ENa1 = motor1on; ENb1 = motor1on;
    ENa2 = motor2on; ENb2 = motor2on;

    RELE = BT_1 || BT_2 || BT_3 || BT_4;
    if (!BT_1 && !BT_2 && !BT_3 && !BT_4 && BT_RST1) contador1 = 0;
    if (!BT_1 && !BT_2 && !BT_3 && !BT_4 && BT_RST2) contador2 = 0;

    if (BT_1 && !BT_2 && !BT_3 && !BT_4 && !FC_1 && motor1on)
    {
        cont1++; if (cont1>4) cont1 = 1;
        contador1++;
    }
    if (BT_2 && !BT_1 && !BT_3 && !BT_4 && !FC_2 && motor1on)
    {
        cont1--; if (cont1<1) cont1 = 4;
        contador1--;
    }
    if (BT_3 && !BT_1 && !BT_2 && !BT_4 && !FC_3 && motor2on)
    {
        cont2--; if (cont2<1) cont2 = 4;
        contador2++;
    }
    if (BT_4 && !BT_1 && !BT_2 && !BT_3 && !FC_4 && motor2on)
    {
        cont2--; if (cont2<1) cont2 = 4;
        contador2--;
    }

    passo1 = sequencia[cont1];
    LED1a = passo1.B0; LED1b = passo1.B1; LED2a = passo1.B2; LED2b = passo1.B3;
    passo2 = sequencia[cont2];
    LED1c = passo2.B0; LED1d = passo2.B1; LED2c = passo2.B2; LED2d = passo2.B3;
    //delay_us(500);
    IntToStrWithZeros(contador1,aux);
    LCD_OUT(1,9,aux);
    IntToStrWithZeros(contador2,aux);
    LCD_OUT(2,9,aux);
}
}

```