

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
TECNOLOGIA EM ELETRÔNICA
MODALIDADE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

DILERMANDO REIS DOS SANTOS
ELIO VAZ CHIQUITO
FERNANDO JOSÉ ROSSI BORGUEZANI

OUTRAS APOSTILAS EM:
www.projetoderedes.com.br

**ROTULADOR DE ANILHAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE CABOS E
DISPOSITIVOS ELETRO-ELETRÔNICOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2008

DILERMANDO REIS DOS SANTOS
ELIO VAZ CHIQUITO
FERNANDO JOSÉ ROSSI BORGUEZANI

**ROTULADOR DE ANILHAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE CABOS E
DISPOSITIVOS ELETRO-ELETRÔNICOS**

Trabalho de conclusão do curso apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Tecnólogo em Eletrônica, modalidade Automação de Processos Industriais, no Curso de Tecnologia em Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Curitiba
Orientador: Prof. Juliano Mourão Vieira.

CURITIBA
2008

DILERMANDO REIS DOS SANTOS
ELIO VAZ CHIQUITO
FERNANDO JOSÉ ROSSI BORGUEZANI

ROTULADOR DE ANILHAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE CABOS E DISPOSITIVOS
ELETRO-ELETRÔNICOS

Este Trabalho de Diplomação para Tecnologia foi julgado e aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica, modalidade Automação Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, de de 2008.

Profª. MSc. Simone Massulini Acosta
Coordenadora de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

Profª. Dra. Denise Elizabeth Hey David
Responsável pelo Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Juliano Mourão Vieira
Orientador

Prof. MSc. Guilherme Alceu Schneider

Prof. MSc. Rubens Alexandre de Faria

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a todos àqueles que acreditam que a ousadia e o erro são caminhos para as grandes realizações e, desta forma, não acumulam fracassos mas sim experiências.

Dilermando Reis Dos Santos

Elio Vaz Chiquito

Fernando José Rossi Borguezani

AGRADECIMENTOS

Sobretudo, a Deus, pela conclusão desta etapa em nossas vidas.

A todos os professores do departamento de Eletrônica da UTFPR, campus Curitiba, que com paciência transmitiram seus conhecimentos. Em especial ao professor Juliano Mourão Vieira, que nos guiou, com muita sabedoria, em todas as fases deste projeto.

Gostaríamos de agradecer a nossos pais e mães que, graças a seus esforços, pudemos chegar a este momento.

Aos membros da diretoria do departamento de Eletrônica que sempre foram muito prestativos e responsáveis na sua luta pela melhoria do ensino da instituição.

Gostaríamos de agradecer, carinhosamente, às nossas companheiras, que foram sempre muito compreensivas e nos apoiaram nos momentos mais difíceis.

EPÍGRAFE

“Não existe vento favorável para aquele que não sabe para onde vai”.

(A. Schopenhauer, 1788-1860)

“Duas coisas indicam a fraqueza: calar-se quando é preciso falar; e falar quando é preciso calar-se.”

(Adágio árabe)

*“É melhor tentar e falhar,
que preocupar-se e ver a vida passar;
é melhor tentar, ainda que em vão,
que sentar-se fazendo nada até o final.
Eu prefiro na chuva caminhar,
que em dias tristes em casa me esconder.
Prefiro ser feliz, embora louco,
que em conformidade viver ...”*

Martin Luther King (1929-1968)

“O único limite de nossas realizações do amanhã são nossas dúvidas do hoje.”

Franklin Roosevelt (1882- 1945)

RESUMO

SANTOS, Dilermando Reis dos; CHIQUITO, Elio Vaz; BORGUEZANI, Fernando José Rossi. **Rotulador de Anilhas para Identificação de Cabos e Dispositivos Eletro-Eletrônicos. 2008.** Trabalho de Diplomação (Graduação em Tecnologia Eletrônica com Ênfase em Automação de Processos Industriais) – Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

O presente projeto refere-se à construção de um dispositivo capaz de rotular anilhas (de material plástico) com o objetivo de identificar cabos elétricos e dispositivos eletro-eletrônicos, facilitando, desse modo, o trabalho de manutenção, especialmente em indústrias. O processo automatizado de escrita garantirá uma identificação clara, padrão e confiável se comparado a processos manuais, e com baixo custo em relação aos aparelhos existentes atualmente no mercado.

Palavras-chave: Rotular, Identificar, Cabos e Dispositivos Eletro-eletrônicos, Manutenção, Baixo Custo.

ABSTRACT

This text reports the construction of a device capable to write on plastic labels, the purpose of which is identifying electric cables and eletro-electronic devices, making maintenance work easier, especially in industry. The automated process of writing will guarantee a clear, standardized, and reliable identification, when compared to manual processes, and cost lower than available commercial options.

Keywords: Label, Identifying, Cables and Eletro-electronic Devices, Maintenance, Low Cost.

SUMÁRIO

RESUMO	07
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMAS E PREMISSAS	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
2 EMBASAMENTO PARA EXECUÇÃO DO ROTULADOR	18
2.1 VISÃO GERAL SOBRE A AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	18
2.2 ELETROÍMÃS	18
2.3 MOTOR DE PASSO	19
Tipos de Motores de Passo	19
2.4 LINGUAGEM C	21
2.5 PORTA PARALELA	21
Endereços da Porta Paralela	21
Conector DB25	21
2.6 FONTES DE ALIMENTAÇÃO	23
2.7 ENGRENAGENS	24
2.8 ROLAMENTOS	25
2.9 POLIAS	26
2.10 CORREIAS	26
3 ROTULADORES COMERCIAIS	28
4 CONFECÇÃO DO ROTULADOR	31
4.1 ESTRUTURA MECÂNICA	31
4.1.1 Esboço da Estrutura	31
4.1.2 Seleção dos Materiais	31
Motores	31
Base da Estrutura	32
Transferência de Força	33
4.1.3 Montagem da Estrutura Mecânica	35
4.2 CIRCUITO ELETRÔNICO	39
4.2.1 Alimentação	39
4.2.2 Circuito de Proteção da Paralela	40
4.2.3 Circuito de Controle do Movimento dos Motores	41

4.2.4	Controle para Liberação dos Motores.....	44
4.2.5	Circuito de Acionamento da Caneta	45
	Eletroíma.....	46
4.2.6	Circuito de Controle da Caneta.....	47
4.2.7	Acionamento dos Motores	48
4.2.8	Esquema Completo do Circuito Eletrônico	52
4.3	DESENVOLVIMENTO DE <i>SOFTWARE</i>	54
4.3.1	Organização das Telas de Interface	54
	Tela Principal.....	54
	Tela Setup Árvore.....	55
	Tela de Referenciamento	56
	Tela de Operação	56
4.3.2	Controle de Movimentação.....	57
4.3.3	Obtenção dos Parâmetros da Árvore de Anilhas	59
4.3.4	Referenciamento	61
4.3.5	Impressão	64
5	RESULTADOS OBTIDOS.....	66
5.1	FUNCIONAMENTO DO ROTULADOR	66
5.2	CARACTERÍSTICAS DA ESCRITA E DA FONTE	67
6	DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	70
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
7.1	SUGESTÕES PARA IMPLEMENTAÇÕES FUTURAS.....	71
	REFERÊNCIAS.....	73
	ANEXO A – MANUAL TÉCNICO DO DEMULTIPLEXADOR 74139.....	75
	ANEXO B – MANUAL TÉCNICO DO DISPOSITIVO L293D.....	77
	ANEXO C – ORÇAMENTO - PHOENIX CONTACT.....	80
	ANEXO D– MANUAL TÉCNICO DOS REGULADORES LM78XX.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esboço do Rotulador	15
Figura 2 - Eletroímã ao Gerar um Campo Magnético	18
Figura 3 - Diagrama de um Motor com Duas Bobinas e Quatro Fases	19
Figura 4 - Diagrama do Motor Bipolar	20
Figura 5 - Ilustração dos Enrolamentos Internos do Motor de Passo	20
Figura 6 - Ilustração do Conector DB25 Localizado Atrás do Gabinete do Computador.....	22
Figura 7 - Esquema Ilustração do Conector Macho do Cabo Paralelo	22
Figura 8 - Aspecto Físico do Conector DB25 Macho do Cabo Paralelo	22
Figura 9 - Esquema de uma Fonte de Alimentação Linear Simplificada	23
Figura 10 - Esquema de Fonte Chaveada Simplificada	24
Figura 11 - Engrenagem Cilíndrica de Dentes Retos	25
Figura 12 - Transmissão por Engrenagens Cilíndricas de Dentes Retos	25
Figura 13 - Esquema de um Sistema de Transmissão por Correia	26
Figura 14 - Esquema Detalhado das Partes que Compõe uma Correia Trapezoidal ou em “V”	27
Figura 15 - Ilustração dos Detalhes Mecânicos da Correia Dentada	27
Figura 16 - Anilhas Comerciais Rotuladas	28
Figura 17 - Exemplo de Rotulador de Anilhas Comercial Modelo IP220	29
Figura 18 - Rotulador de Anilhas Comercial - Modelo CMS-P1-Plotter	29
Figura 19 - Motores de Passo Utilizados	32
Figura 20 - Peças de Nylon	32
Figura 21 - Acrílico	33
Figura 22 - Polia Lisa.....	34
Figura 23 - Encaixe da Correia Dentada na Engrenagem do Motor	34
Figura 24 - Rolamento em um Invólucro de Nylon Deslizando sobre Eixo Metálico Lubrificado ...	35
Figura 25 - Serra Arco	36
Figura 26 - Furadeira	36
Figura 27 - Brocas	37
Figura 28 - Limas Utilizadas no Projeto	37
Figura 29 - Membro da Equipe Desgastando uma Peça de Acrílico no Esmeril	38
Figura 30 - Parafusos Allen Cilíndricos (detalhe) e Respectivas Chaves Allen	38
Figura 31 - Vira - Macho	39
Figura 32 - Circuito de Alimentação do Rotulador	40
Figura 33 - Circuito de Proteção da Porta Paralela	41
Figura 34 - Circuito Lógico de Controle de Movimento dos Motores	42
Figura 35 - Decodificador 74139	43
Figura 36 - Circuito de Habilitação dos Motores	45
Figura 37 - Circuito de Acionamento da Caneta	46
Figura 38 - Circuito de Controle da Caneta	47
Figura 39 - Mola de Retorno à Posição de Repouso da Caneta	48
Figura 40 - Acionamento do Motor X	49
Figura 41 - Acionamento do Motor Y	50
Figura 42 - Detalhe da Ponte H	51
Figura 43 - Esquema Elétrico do Rotulador de Anilhas	53
Figura 44 - Menu Principal	54
Figura 45 - Menu Setup da Árvore	55
Figura 46 - Menu de Operação	57
Figura 47 - Fluxograma de captura de dados	60
Figura 48 - Ponto de Referência para a Escrita nas Anilhas	62
Figura 49 - Fluxograma de referência do dispositivo	63
Figura 50 - Motores e Efetuador do Rotulador	66
Figura 51 - Eletroímã	67

Figura 52 - Árvore contendo Anilhas	68
Figura 53 - Dimensionamento das Pabas na Árvore	69
Figura 54 - Eletroímã Refugado	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de Materias Usados na Construção do Rotulador	30
Tabela 2 - Relação dos Bits da Paralela com as Saídas do Demultiplexador para o Motor X.....	43
Tabela 3 - Relação dos Bits da Paralela com as Saídas do Demultiplexador para o Motor Y.....	44
Tabela 4 - Seqüência de Polarização das Bobinas dos Motores	52

1 INTRODUÇÃO

Desde as primeiras invenções eletroeletrônicas, fez-se necessário o uso de cabos. Estes cabos são responsáveis pelo transporte dos elétrons (corrente elétrica) utilizados para o seu funcionamento(CAPELLI, 2002).

Com a acentuada evolução na indústria eletro-eletrônica ocorrida no último século, principalmente após a utilização dos semicondutores, os dispositivos tornaram-se cada vez mais complexos sendo compostos por vários componentes e necessitando de inúmeros cabos, especialmente para comunicação. Tornou-se, então, necessária uma rotulação de cada condutor, viabilizando, assim, uma identificação rápida e facilitando a manutenção e compreensão das plantas e esquemáticos (CAPELLI, 2002).

1.1 PROBLEMAS E PREMISSAS

Com base na grade curricular do curso de Tecnologia em Eletrônica com ênfase em Automação de Processos Industriais, ministrado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, desenvolveu-se um sistema capaz de inserir letras e/ou números em anilhas (com superfícies plásticas). O papel possui uma grande facilidade para impressão, porém o plástico necessita de equipamentos especiais para inserção de caracteres em sua superfície. O projeto visa uma rotulagem com redução de custos, se comparado aos grandes dispositivos, e com melhorias do ponto de vista produtivo e qualitativo, se comparado aos processos manuais.

Propôs-se uma base mecânica de apoio, conforme a figura 1, dotada de motores com exatidão de posicionamento supervisionados por um sistema computadorizado cujas informações de escrita, ou seja, posicionamento, são obtidas a partir de uma interface informatizada com o usuário. O dispositivo será composto por dois eixos com deslocamento linear e será capacitado a executar a tarefa de escrita através de seu efetuator (à base de nanquim).

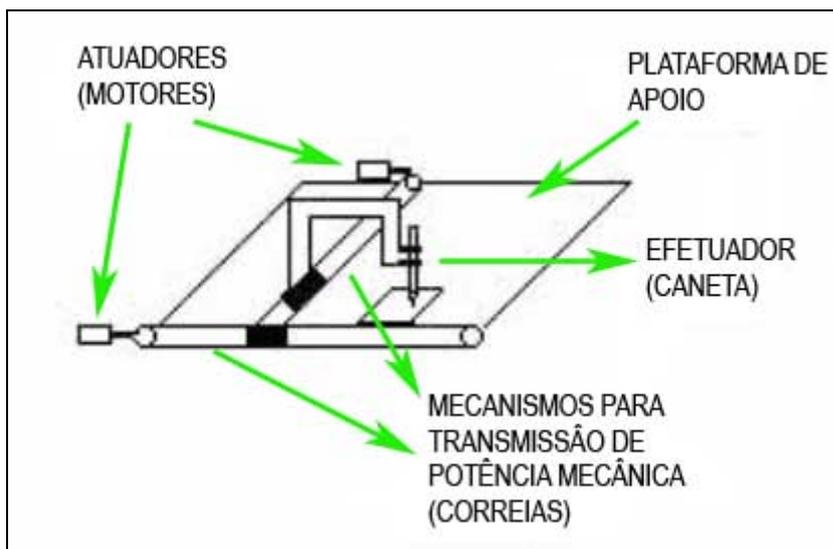


Figura 1 - Esboço do Rotulador

Fonte: Autores, 2007

A identificação de cabos elétricos em sistemas industriais, residenciais ou comerciais é um bom exemplo de aplicação. Sabe-se que a identificação dos cabos elétricos, no meio industrial, é de suma importância nas atividades de manutenção, implementação e modificação dos sistemas elétricos. Porém, devido aos espaços disponíveis, normalmente pequenos, a inscrição, muitas vezes, é inviável às mãos humanas. O efetuador, a base de tinta, substituiria, com sucesso, a mão humana no processo de escrita.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Construir um sistema robótico de dois eixos e um efetuador vertical para a aplicação de inserção de letras e/ou números em superfícies plásticas de anilhas para rotulação de cabos ou dispositivos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Rotulação de anilhas de forma legível e padrão.

- Implementação da estrutura mecânica.
- Obtenção de um rotulador de baixo custo.
- Estruturação do programa em linguagem C (Borland C-Dos version. 3.1).

1.3 JUSTIFICATIVA

O Rotulador visa facilitar o trabalho de manutenção, principalmente em indústrias automatizadas, através de uma identificação clara e padrão de cabos e dispositivos.

Quando ocorrem problemas de origem eletroeletrônica em indústrias, especialmente os que acarretam paradas da linha de produção, faz-se necessário identificar com agilidade e precisão fios e componentes organizados e dispostos conforme plantas e esquemáticos. Nestes momentos, percebemos a relevância de uma correta e legível rotulação.

O projeto a ser desenvolvido terá baixo custo. Caso o aparelho seja produzido comercialmente, será acessível a empresas de porte médio e microempresas, que não teriam condições de adquirir os modelos existentes no mercado hoje, pois são extremamente caros, como descrito no capítulo 3.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi, inicialmente, bibliográfica. Esta proporcionou um embasamento teórico necessário à execução do projeto. Durante a construção do protótipo, visou-se sempre o baixo custo, tanto na parte de *software* quanto de *hardware*.

Antes da construção fez-se o levantamento e dimensionamento dos componentes necessários para a construção do protótipo, através de pesquisas, caracterizando-se como experimental e bibliográfica.

Paralelamente à obtenção dos dispositivos necessários, foi elaborado o programa em linguagem C. Em seguida, foram desenvolvidas a parte mecânica do projeto, e o circuito eletrônico. Em todas as fases coletava-se dados teóricos necessários para a futura elaboração do projeto escrito, com seus devidos diagramas e desenhos.

Na última etapa foram realizados os testes finais. Verificou-se que o sistema estava funcionando de acordo com o que foi proposto e foram feitos os devidos ajustes, como forma de validação.

2 EMBASAMENTO PARA EXECUÇÃO DO ROTULADOR

2.1 VISÃO GERAL SOBRE A AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Automatizar um sistema significa fazer uso de funções lógicas, representadas por portas lógicas que podem ser implementadas, independentemente da tecnologia, seja com o uso de relés, diodos, transistores, circuito integrado, etc (NATALE, 2000, p. 29).

Far-se-á uma breve revisão bibliográfica, conceituando os principais tópicos da automação industrial empregada atualmente no mercado e focando na tecnologia e não na abordagem matemática.

2.2 ELETROÍMÃS

São constituídos por uma barra de ferro ao redor da qual é enrolado um condutor e, passando corrente por ele, a espira se submete a uma tensão, o que gerará um campo magnético (Figura 2), sendo que a intensidade do campo e a distância que ele atingirá a partir do eletroímã dependerão da intensidade da corrente aplicada e do número de voltas da espira, fazendo com que a barra de ferro fique imantada (TV CULTURA, 2008).

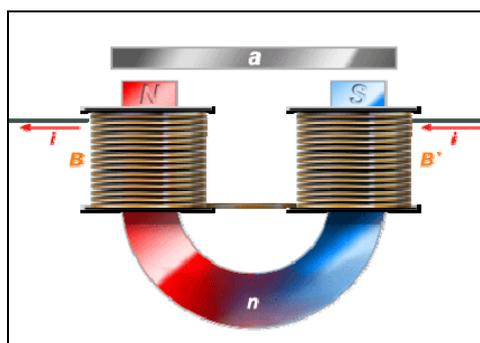


Figura 2 - Eletroímã ao Gerar um Campo Magnético

Fonte: TV CULTURA, 2008

2.3 MOTOR DE PASSO

O motor de passo é um motor controlado por pulsos, de forma que seu deslocamento angular mínimo é chamado de passo. É, portanto, um transdutor de energia elétrica para movimentos discretos. Suas vantagens em relação aos outros motores (DC e AC) são: custo baixo, tamanho reduzido, controle digital e estabilidade (LOBOSCO, 1997).

Tipos de Motores de Passo

- Motores de Passo Unipolares: possuem um *center-tape* entre o enrolamento de suas bobinas que é utilizado para alimentar o motor, que é controlado aterrando-se as extremidades dos enrolamentos. A figura 3 nos mostra o diagrama de um motor que possui duas bobinas e quatro fases (LOBOSCO, 1997).

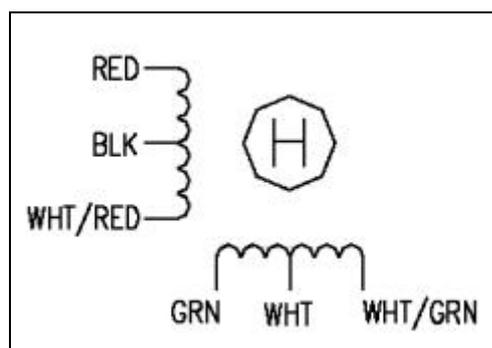


Figura 3 - Diagrama de um Motor com Duas Bobinas e Quatro Fases

Fonte: LOBOSCO, 1997

- Motores de Passo Bipolares: por ter os enrolamentos separados, necessita de polarização reversa para que o passo ocorra e apresenta como vantagem maior torque e melhor proporção entre tamanho e torque, porém exigem circuitos de controle mais complexos. A figura 4 nos mostra o diagrama de um motor bipolar (LOBOSCO, 1997).

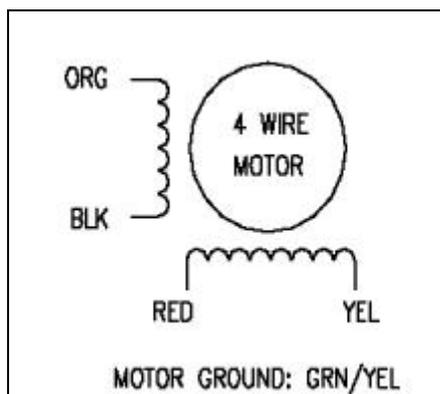


Figura 4 - Diagrama do Motor Bipolar

Fonte: LOBOSCO, 1997

Internamente, os motores de passo têm seus enrolamentos similares à figura 5.

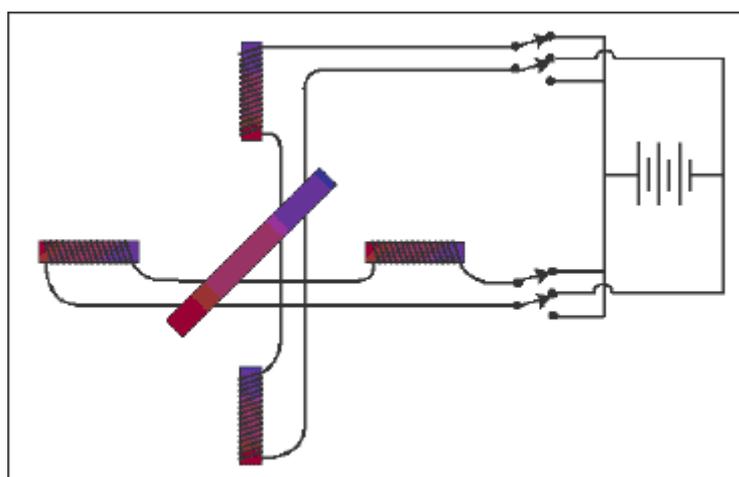


Figura 5 - Ilustração dos Enrolamentos Internos do Motor de Passo

Fonte: LOBOSCO, 1997

Ao energizar uma e somente uma bobina de cada vez, produz-se um pequeno deslocamento no rotor e este deslocamento ocorre simplesmente pelo fato de o rotor ser magneticamente ativo e a energização das bobinas criar um campo magnético intenso que atua no sentido de se alinhar com as pás do rotor. Com isso, ao polarizar de forma adequada as bobinas, podemos movimentar o rotor somente entre as bobinas (passo inteiro), ou entre as bobinas e alinhadas com as mesmas (meio passo) (GAJSKI, 1997).

2.4 LINGUAGEM C

A linguagem C é o que se chama de linguagem compilada e, para que o programa torne-se executável, é preciso que ele passe por um compilador. O C é uma linguagem de propósito geral, sendo adequada à programação estruturada e apresenta algumas vantagens em relação a outras linguagens, tais como: portabilidade, modularidade, compilação separada, recursos de baixo nível, geração de código eficiente, reduzido e flexível, confiabilidade, regularidade, simplicidade e facilidade de uso (HANCOCK, 1985).

Após pesquisas sobre diversas linguagens de programação, optou-se por desenvolver o *software* deste projeto em Linguagem C, levando-se em conta as inúmeras vantagens, já mencionadas, que ela apresenta, e que possibilitam fácil entendimento e manutenção.

2.5 PORTA PARALELA DO PC

É uma interface de comunicação entre um computador e um periférico. A transmissão pode ser unidirecional, podendo chegar a uma taxa de transmissão de dados a 150KB/s utilizando um BUS de dados de 8 bits e pode ser bidirecional atingindo uma taxa de transferência de 2 MB/s utilizando um BUS de dados de 32 bits (TORRES, 2008).

Endereços da Porta Paralela

Os endereços utilizados para a transmissão de dados são chamados de 378h (usado para enviar um byte de dados pela porta), 378+1h (para receber um valor através da porta) e 378+2h (para enviar dados) (ROGERCOM, 2008).

Conector DB25

A ligação do computador com o cabo da porta paralela é feita com um conector DB25, localizado atrás do gabinete. Por este cabo trafegam os dados de entrada e saída, seguindo uma pinagem que pode ser vista nas figuras 6 a 8 (ROGERCOM, 2008).

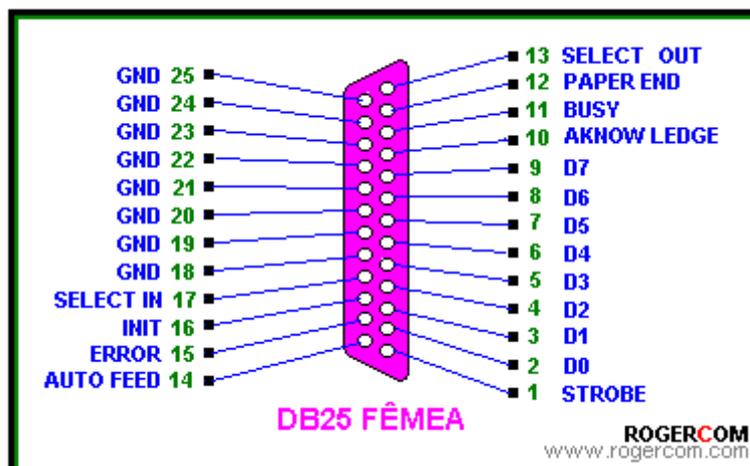


Figura 6 - Ilustração do Conector DB25 Localizado Atrás do Gabinete do Computador

Fonte: ROGERCOM, 2008

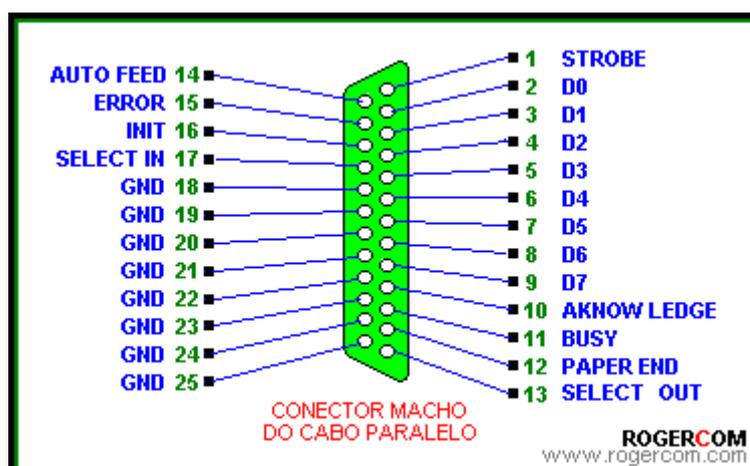


Figura 7 - Ilustração do Conector Macho do Cabo Paralelo

Fonte: ROGERCOM, 2008



Figura 8 – Aspecto Físico do Conector DB25 Macho do Cabo Paralelo

Fonte: ROGERCOM, 2008

2.6 FONTES DE ALIMENTAÇÃO

Existem dois tipos principais de fontes de alimentação: as lineares e as chaveadas. A fonte de alimentação linear surgiu primeiro, sendo a mais comum e a mais utilizada. A figura 9 apresenta um esquema modelo de uma fonte de alimentação linear simplificada.

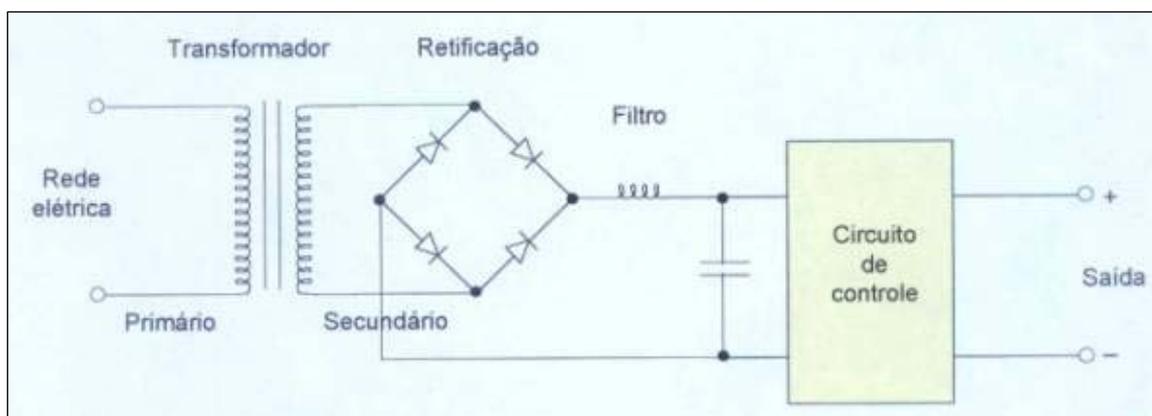


Figura 9 - Esquema de uma Fonte de Alimentação Linear Simplificada

Fonte: BYKNIRSCH, 2008

É constituída por quatro partes básicas: transformador, circuito de retificação, de filtragem e de controle. Após transformar a tensão alternada da rede ao nível que se deseja, o circuito de retificação transforma a tensão alternada do secundário do transformador em uma tensão contínua com *ripple*, onde o circuito de filtragem tem a função de retirar o *ripple* sobre a tensão contínua e o circuito de controle mantém a tensão de saída constante e estabilizada, mesmo quando há variações na tensão alternada da entrada ou da rede (BYKNIRSCH, 2008).

A figura 10 traz um esquema modelo de uma fonte de alimentação chaveada simplificada

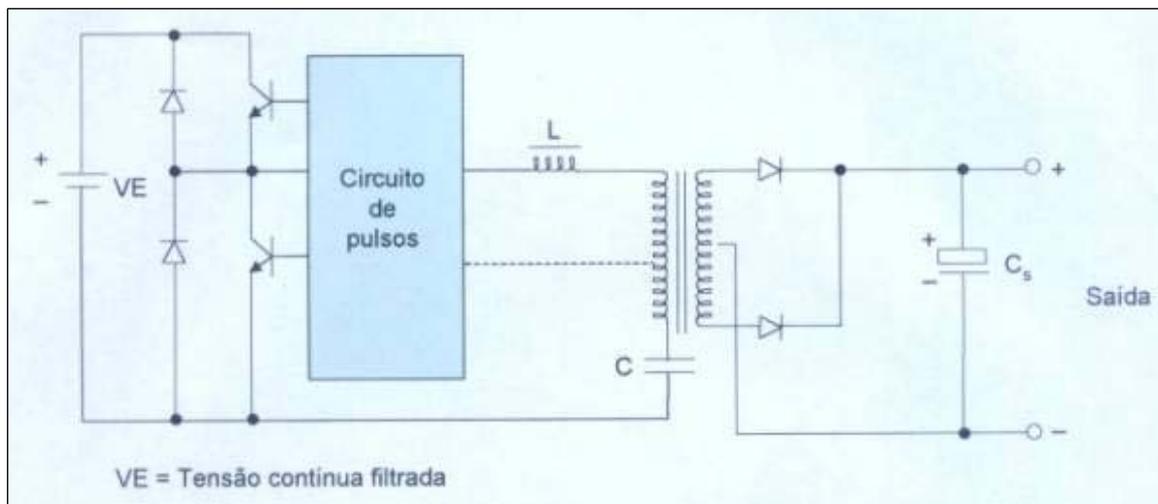


Figura 10 - Esquema de Fonte Chaveada Simplificada

Fonte: BYKNIRSCH, 2008

Já a fonte chaveada é mais completa, pois a partir da rede elétrica e com um chaveamento em alta frequência, produz uma tensão contínua estabilizada. Quando o circuito LC que está em série com o primário do transformador é excitado por pulsos de tensão através dos transistores (em sistema de corte e saturação), na frequência de ressonância do conjunto, é criada uma onda senoidal que é transferida ao secundário do transformador e, logo após a retificação e filtragem, esta onda gera uma tensão contínua estabilizada (BYKNIRSCH, 2008).

2.7 ENGRENAGENS

São rodas com dentes padronizados que servem para transmitir movimento e força entre dois eixos e são usadas para variar o número de rotações e o sentido da rotação de um eixo para o outro. Consistem basicamente de dois cilindros nos quais são fabricados dentes e a transmissão se dá através do contato entre eles (ANTUNES, 2002).

A figura 11 mostra o tipo mais comum de engrenagem, chamada de engrenagem cilíndrica de dentes retos.

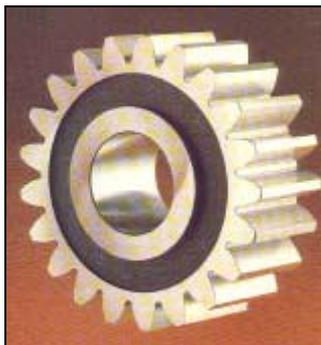


Figura 11 - Engrenagem Cilíndrica de Dentes Retos

Fonte: ANTUNES, 2002

Quando duas engrenagens estão em contato, chamamos de pinhão a menor delas e de coroa a maior, sendo que elas sempre trabalham em conjunto e podem ter tamanhos diferentes. A figura 12 mostra uma transmissão por engrenagens cilíndricas de dentes retos, onde quando o elemento da direita gira, transmite potência para o da esquerda (ANTUNES, 2002).

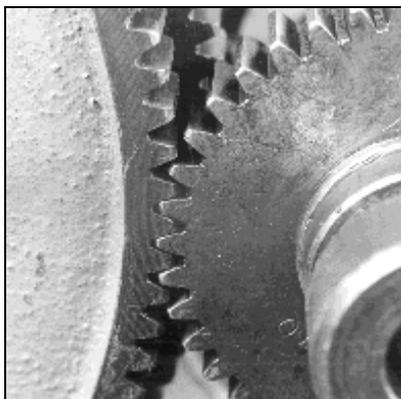


Figura 12 - Transmissão por Engrenagens Cilíndricas de Dentes Retos

Fonte: ANTUNES, 2002

2.8 ROLAMENTOS

São constituídos por anéis, corpos rolantes e gaiola, e principalmente, em função da direção da carga que irão apoiar, são divididos em rolamentos radiais e axiais. Ainda, em função do tipo de corpo rolante é possível separar em rolamentos de esferas e rolamentos de rolos, podendo também ser classificados em função da configuração e a aplicação específicas destes (SENAI, 2006).

Para que os rolamentos trabalhem de maneira confiável é necessário que sejam lubrificados adequadamente a fim de evitar contato metálico direto entre os corpos rolantes, pistas e gaiolas, prevenir desgaste e proteger as superfícies do rolamento contra a corrosão. A escolha de um lubrificante depende basicamente das condições de operação: velocidade e temperatura, podendo ser usados com graxa ou óleo (SENAI, 2006).

2.9 POLIAS

São peças cilíndricas, movimentadas pela rotação do eixo do motor e pelas correias e são constituídas de uma face na qual se enrola a correia, sendo que esta é ligada a um cubo de roda mediante um disco ou braços. Existem dois tipos de polias: planas e trapezoidais, de acordo com o formato da sua secção transversal. (EPCAPELAS, 2008).

A figura 13 apresenta um esquema de um Sistema de Transmissão por Correia.

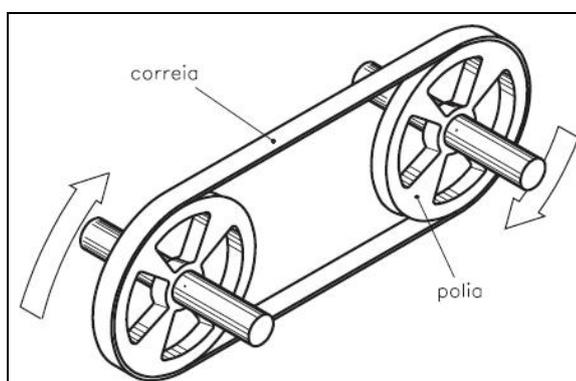


Figura 13 - Esquema de um Sistema de Transmissão por Correia

Fonte: EPCAPELAS, 2008

2.10 CORREIAS

Existem correias planas, trapezoidais e dentadas. A correia em V ou trapezoidal é inteiriça, fabricada com seção transversal em forma de trapézio e é feita de borracha revestida de lona e é formada no seu interior por cordonéis vulcanizados para suportar as forças de tração (EPCAPELAS, 2008).

A figura 14 apresenta o esquema detalhado das partes que compõe uma Correia Trapezoidal ou em “V”.

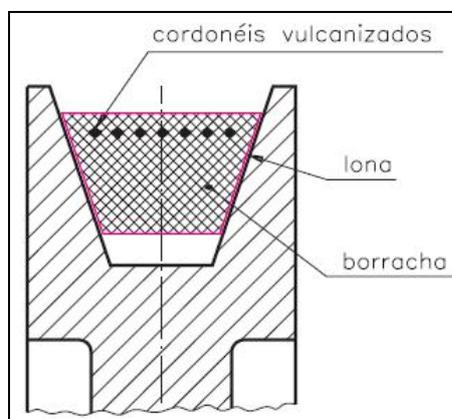


Figura 14 - Esquema Detalhado das Partes que Compõe uma Correia Trapezoidal ou em “V”

Fonte: EPCAPELAS, 2008

O emprego da correia trapezoidal ou em V é preferível ao da plana porque praticamente não apresenta deslizamento, permitindo o uso de polias bem próximas e elimina os ruídos e os choques, típicos das correias planas. Outra correia utilizada é a correia dentada, para casos em que não se pode ter nenhum deslizamento e apresentam as seguintes vantagens: não alongam, não escorregam, não necessitam de força de pré-tensão, pois não se baseiam no princípio do atrito, transmitem potência a uma razão de velocidade constante, não dependem da pré-tensão da correia, não necessitam de lubrificação e apresentam funcionamento mais silencioso que as correntes. Os materiais empregados para fabricação destas correias são: couro, materiais fibrosos e sintéticos e material combinado (couro e sintéticos) (EPCAPELAS, 2008).

A figura 15 ilustra de forma detalhada as principais características mecânicas de uma correia dentada.

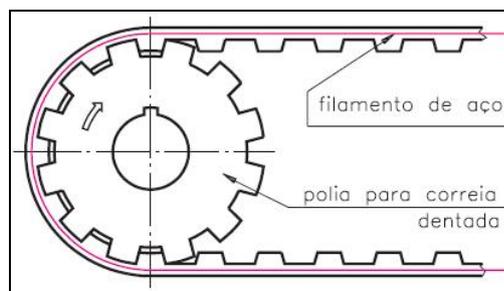


Figura 15 - Ilustração dos Detalhes Mecânicos da Correia Dentada

Fonte: EPCAPELAS, 2008

3 ROTULADORES COMERCIAIS

Praticamente não existem atualmente, no mercado brasileiro, fabricantes de rotuladores de anilhas. Geralmente, as anilhas são compradas já rotuladas (Figura 16) pela grande maioria das empresas. Compram-se anilhas contendo todo o alfabeto alfa-numérico, montando-se em seguida, letra a letra, o código desejado.



Figura 16 - Anilhas Comerciais Rotuladas

Fonte: LIDERCON,2008

As empresas que comercializam anilhas rotuladas possuem equipamentos rotuladores, geralmente importados, que são extremamente caros e produzem em larga escala.

Este tipo de identificação de anilhas possui o inconveniente de elas serem vendidas por lotes (maços), como podemos verificar na figura 16, sendo que cada *kit* com 100 anilhas coloridas Hellerman, numeradas de 0 a 9, saem pelo valor de R\$ 39,00 (Lidercon, 2008). Então, se por acaso precisar somente de algumas, tem que comprar todo o pacote. Ou ainda, se for utilizado mais um símbolo do que outros, quando este se esgotar, precisa-se comprar todo um novo lote para usarmos somente o símbolo desejado.

Por isso, certas empresas preferem comprar rotuladores próprios (Figura 17 e 18), de pequeno porte, em comparação aos de larga escala. Dessa maneira, escrevem diretamente seus códigos nas anilhas evitando desperdício de material e proporcionando maior agilidade e praticidade no processo.

Estes aparelhos não apresentam grande robustez física (uma pessoa é capaz de transportá-los) e são muito caros. Fizemos um orçamento com a empresa TDM Representações Comerciais Ltda, representante da Phoenix Contact, como apresentado no Anexo C deste trabalho. O rotulador modelo CMS-P1, igual ao da figura 18, custa R\$

8.823,52 + 15% de IPI, resultando em R\$ 10.147,05. Por esta razão, é raro encontrarmos tais equipamentos em empresas de pequeno e médio porte.



Figura 17 - Exemplo de Rotulador de Anilhas Comercial Modelo IP220

Fonte: DBS Manutenção, 2008

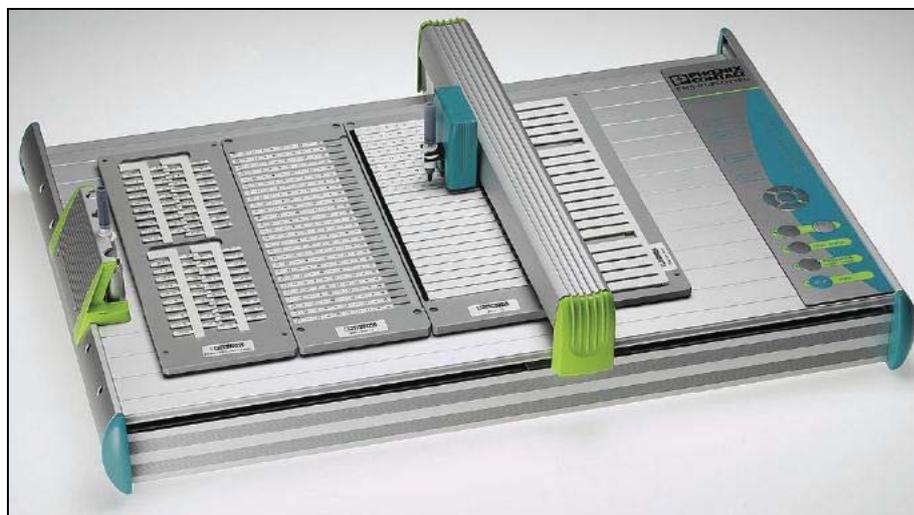


Figura 18 - Rotulador de Anilhas Comercial – Modelo CMS-P1-Plotter

Fonte: Phoenix Contact, 2008

Este projeto tem como alvo, justamente, estas empresas. Elas não conseguem adquirir os atuais modelos comerciais de rotuladores, devido ao seu alto preço. Usualmente, recorrem aos modelos convencionais de anilhas pré-fabricadas (pacotes rotulados) desperdiçando tempo e dinheiro, como foi exposto anteriormente.

O Rotulador de Anilhas aqui proposto será de um custo bastante reduzido, acessível, até mesmo, às empresas mais modestas.

Na construção do rotulador gasta-se em torno de R\$ 500,00, conforme tabela 1, em materiais. Comercializando o produto, mesmo com uma margem de lucro considerável, teremos um equipamento barato, se comparado aos encontrados no mercado.

Tabela 1 - Lista de Materias Usados na Construção do Rotulador

DISPOSITIVO	QUANTIDADE	R\$/PEÇA	VALOR (R\$)
EIXOS	4	30,00	120,00
ROLAMENTOS	4	30,00	120,00
ELETROÍMÃ	1	30,00	30,00
CANETA	1	5,00	5,00
NYLON	2 Kg	20,00	40,00
ACRÍLICO	4 Peças	11,75	47,00
TRAFO	1	45,00	45,00
PARAFUSOS	1 Pacote	10,00	10,00
TRANS. DARLING.	16	1,50	24,00
OPTOACOPLADORES	6	0,50	3,00
74139	1	1,00	1,00
CORREIAS	2	8,00	16,00
RELÉ	1	1,00	1,00
TRANS. BIPOLARES	13	0,60	7,80
REGULADORES	6	1,00	6,00
MOTORES DE PASSO	2	5,00	10,00
		TOTAL	R\$ 485,80

Fonte: Autores, 2008

4 CONFECÇÃO DO ROTULADOR

Este capítulo refere-se à descrição geral do processo de desenvolvimento e confecção do rotulador.

Para facilitar a apresentação, dividir-se-á o capítulo nos seguintes subitens: Estrutura Mecânica, Circuito Eletrônico e Desenvolvimento de *Software*.

4.1 ESTRUTURA MECÂNICA

4.1.1 Esboço da Estrutura

A estrutura mecânica foi definida desde os primeiros esboços do projeto, tal como aparece na figura 1 (Capítulo 1).

A estrutura proposta seria composta por dois motores: um no eixo x e outro no eixo y que movimentariam, por transmissão, um efetuador que faria a escrita na anilha.

4.1.2 Seleção dos Materiais

Os objetivos fundamentais do processo construtivo foram: simplicidade, baixo custo e facilidade de operação.

Motores

Apesar do baixo custo, se precisaria obter uma resolução de escrita razoavelmente boa, pois as letras escritas nas anilhas correriam o risco de ficar ilegíveis. Para isso, optamos pela utilização de motores de passo (Figura 19).

Os motores são do tipo bipolar (4 fios) e estão configurados para realizarem passos completos. Eles foram obtidos em uma revenda de peças usadas de produtos de informática.



Figura 19 - Motores de Passo Utilizados

Fonte: Autores, 2008

Base da Estrutura

A base da estrutura é composta principalmente por dois tipos de materiais: o nylon plástico e o acrílico.

Selecionamos o nylon (Figura 20) por apresentar uma grande versatilidade e facilidade no seu manuseio, além de ser muito baixo o seu custo. Este material é facilmente cortado, perfurado e desgastado, características essas, que contribuíram muito para o progresso estrutural do rotulador. Porém, no decorrer do desenvolvimento do projeto, percebemos que o nylon possuía uma desvantagem: para peças com pouca espessura, o material empenava e apresentava certa maleabilidade.

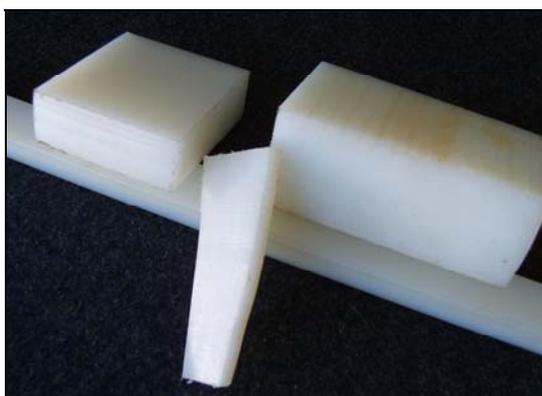


Figura 20 - Peças de Nylon

Fonte: Autores, 2008

Tendo em vista este ponto fraco apresentado pelo nylon, a necessidade fez buscar outro tipo de material: o acrílico (Figura 21).

O acrílico não empena nem é maleável como o nylon, sendo excelente para aplicações em peças que exigiam precisão. Diferentemente do nylon, o acrílico, devido à sua rigidez, requer certos cuidados em seu manuseio, pois este material costuma trincar facilmente durante cortes e perfurações.

Esteticamente o acrílico é mais agradável: é liso e transparente. Porém apresenta um custo um pouco superior ao do nylon.

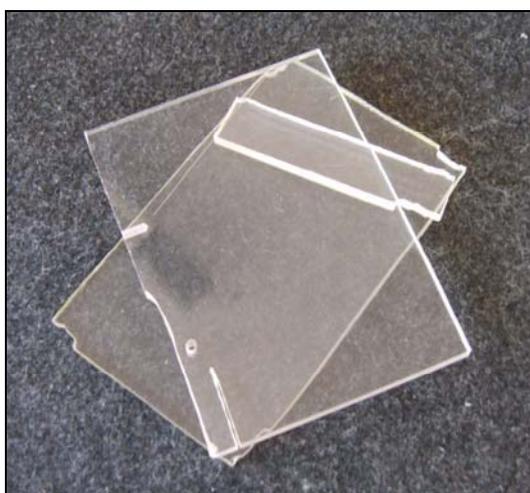


Figura 21 - Acrílico

Fonte: Autores, 2008

Transferência de Força

A transferência de potência dos motores é feita através de correias, que movimentam rolamentos que, por sua vez, deslizam sobre eixos metálicos lubrificados.

No lado contrário ao do motor, ou seja, na outra ponta da correia, existe uma polia lisa fixada. A polia lisa (figura 22) oferece pouco atrito, rodando livremente e deixando todo o controle dos movimentos a cargo dos motores.

A escolha pelo uso de correias dentadas se deu pelo fato de os motores de passo utilizados possuírem, em seu eixo, engrenagens cujos dentes encaixam perfeitamente aos da correia. Ademais, o encaixe entre as engrenagens e as correias (figura 23) proporciona um controle preciso do movimento executado.



Figura 22 - Polia Lisa

Fonte: Autores, 2008

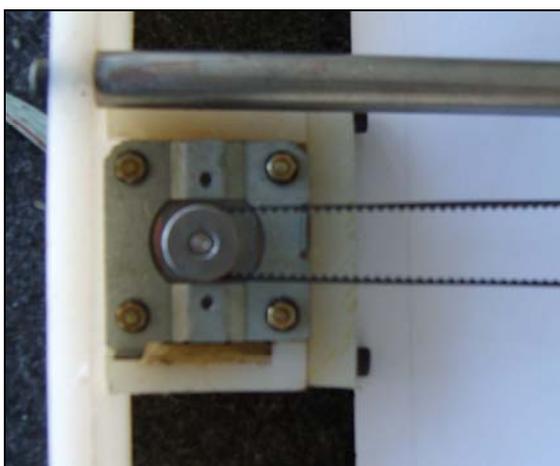


Figura 23 - Encaixe da Correia Dentada na Engrenagem do Motor

Fonte: Autores, 2008

As correias, ao longo de sua extensão, são presas a um rolamento através de um encapsulamento de nylon (Figura 24). Uma movimenta a base que contém o outro motor (Motor Y) e, a outra movimenta o efetuador, a caneta propriamente dita (Motor X).

Como a base superior possui uma massa considerável - comporta além do motor, o eletroímã e a caneta - optamos por movimentá-los através de rolamentos e eixos (Figura 50).

Os rolamentos deslizam em eixos metálicos, lubrificados, de formato cilíndrico. Eles são robustos e conseguem movimentar uma carga considerável, com um atrito bastante reduzido.

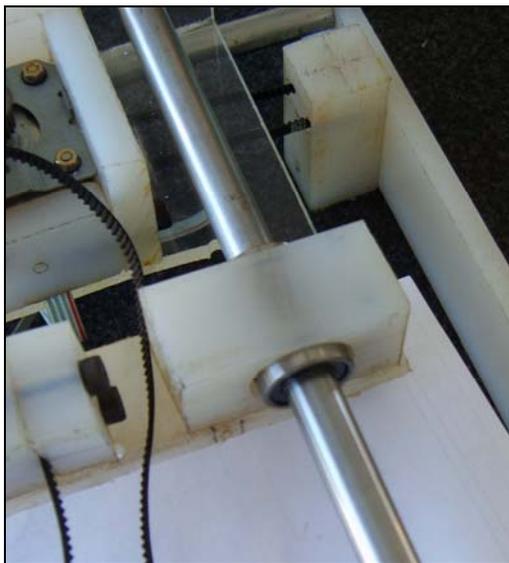


Figura 24 - Rolamento em um Invólucro de Nylon Deslizando sobre um Eixo Metálico Lubrificado

Fonte: Autores, 2008

4.1.3 Montagem da Estrutura Mecânica

Para a montagem da estrutura não foi utilizado nenhum equipamento industrial ou sofisticado: usaram-se somente ferramentas simples, encontradas em qualquer loja de materiais de construção. Portanto, o Rotulador nasceu de uma produção totalmente artesanal e caseira.

O dimensionamento das peças foi feito por meio de uma fita métrica e de um paquímetro. As definições das espessuras, comprimentos, localização e profundidade dos furos, etc., partiram, basicamente, da experimentação prática por tentativa.

A confecção da estrutura baseou-se no corte, perfuração e desgaste dos materiais (nylon, acrílico e eixos de aço).

Para o corte, utilizou-se uma serra arco manual (Figura 25). Com ela foi cortado, inclusive, objetos metálicos, como parafusos e a placa fixadora do eletroímã.



Figura 25 - Serra Arco

Fonte: Autores, 2008

A perfuração dos objetos foi realizada através de uma furadeira (Figura 26). A sua principal função foi realizar todos os furos para inserção dos parafusos, até mesmo as perfurações dos eixos de aço.



Figura 26 - Furadeira

Fonte: Autores, 2008

Necessitamos de diversos diâmetros de furos, portanto usamos diversas brocas (Figura 27) com espessuras diferentes.



Figura 27 - Brocas

Fonte: Autores, 2008

O desgaste dos materiais se deu através de limas (Figura 28) e de um esmeril (Figura 29). Muitas peças necessitaram ser desgastadas para se atingir a medida desejada, quando não obtida diretamente com o corte.



Figura 28 - Limas Utilizadas no Projeto

Fonte: Autores, 2008



Figura 29 - Membro da Equipe Desgastando uma Peça de Acrílico no Esmeril

Fonte: Autores, 2008

Após o corte, perfuração e desgaste, as peças eram fixadas através de parafusos Allen cilíndricos (Figura 30). Optamos por este modelo, pelo fácil manuseio e facilidade no aperto, realizado por meio de chaves Allen (Figura 30).



Figura 30 - Parafusos Allen Cilíndricos (detalhe) e Respectivas Chaves Allen

Fonte: Autores, 2008

Para que os parafusos fossem inseridos com aperto, necessitávamos fazer roscas nos buracos feitos pela furadeira. Para esta função, utilizávamos um Vira - Macho (Figura 31).



Figura 31 - Vira - Macho

Fonte: Autores, 2008

4.2 CIRCUITO ELETRÔNICO

O circuito eletrônico completo do Rotulador ficou bastante extenso. Para compreender melhor seu funcionamento, ele foi dividido em sete partes (Circuitos): Alimentação, Proteção da Paralela, Controle de Movimento dos Motores, Liberação dos Motores, Acionamento da Caneta, Controle da Caneta e Acionamento dos Motores.

4.2.1 Alimentação

No circuito de alimentação utilizou-se um transformador robusto (12+12 5A), com derivação central (Figura 32), pois as bobinas dos motores de passo demandam uma corrente considerável (0,8 A cada uma). A retificação se faz através de uma ponte de diodos 1N4007 seguida de um capacitor eletrolítico para filtragem (Figura 32).

Este projeto requer três níveis distintos de tensão: 24V para o efetuator da caneta, 12V para o acionamento dos motores e 5V para os circuitos digitais. Portanto, usou-se três diferentes reguladores: LM7824, LM7812 e LM7805, como mostrado na figura.

Para conciliar os três níveis de potenciais através do mesmo circuito retificador foi necessário criar dois referenciais diferentes. Um utilizou-se para a alimentação de 24V e outro para a alimentação de 12V e 5V.

Essa medida foi tomada por dois motivos: primeiro, a limitação de fornecimento de corrente do LM7824 em 1A, o que supera o consumo das cargas utilizadas, impossibilitando a ligação em série dos demais reguladores. Segundo, devido à deficiência do componente LM7812 em trabalhar com níveis de tensão superior a 19V em sua entrada. De acordo com o

fabricante o valor máximo de tensão suportável na entrada é de 27V (conforme Anexo D). Considerando a utilização de um transformador 12V + 12V a 15% de tolerância, chega-se ao somatório eficaz de tensão de 27,6V, ultrapassando o limite máximo do componente.

Devido a esta análise e aos ensaios práticos, adequou-se o circuito de maneira que fornecesse para a entrada do componente regulador de 12V apenas 50% da tensão oferecida pelo transformador.

Outro artifício foi alimentar cada bobina dos motores de passo com um regulador diferente (de 12V), ligados em paralelo (Figura 32). Desta forma, não há sobrecarga nas correntes.

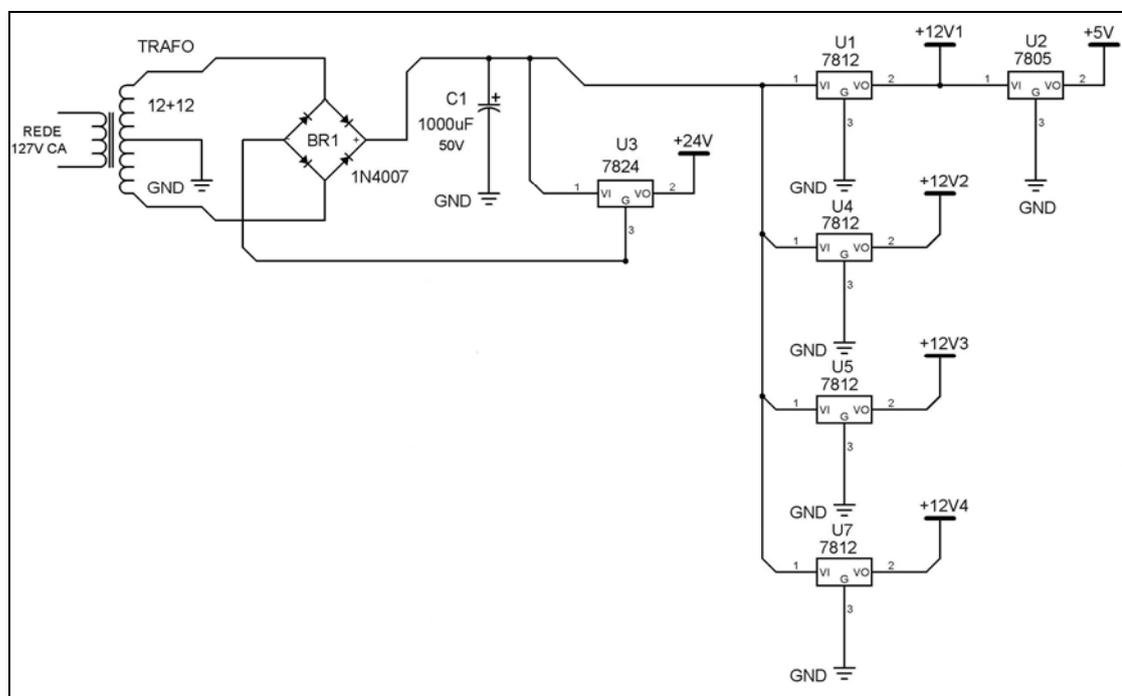


Figura 32 - Circuito de Alimentação do Rotulador

Fonte: Autores, 2008

4.2.2 Circuito de Proteção da Porta Paralela

Cada *bit* da porta paralela, utilizado no projeto, é protegido por um circuito contendo um opto-acoplador 4N25 (Figura 33). O pino GND1 é conectado apenas aos catodos dos optos, isolando eletricamente o restante do circuito. Caso ocorra um curto circuito, o opto-acoplador será danificado e não a porta paralela.

A saída do opto está ligada à base de um transistor que funciona em regime de corte ou saturação, ou seja, como uma chave liga-desliga eletrônica.

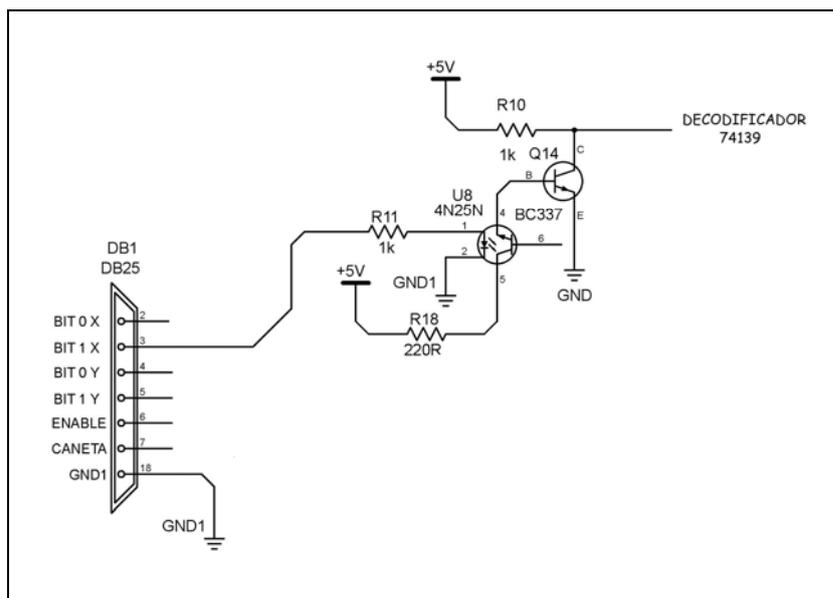


Figura 33 - Circuito de Proteção da Porta Paralela

Fonte: Autores, 2008

4.2.3 Circuito de Controle do Movimento dos Motores

O controle do movimento dos motores se faz através de quatro bits da porta paralela. Dois (BIT 0 X e BIT 1 X) para movimentar a caneta no eixo x e outros dois (BIT 0 Y e BIT 1 Y) para movimentá-la no eixo y.

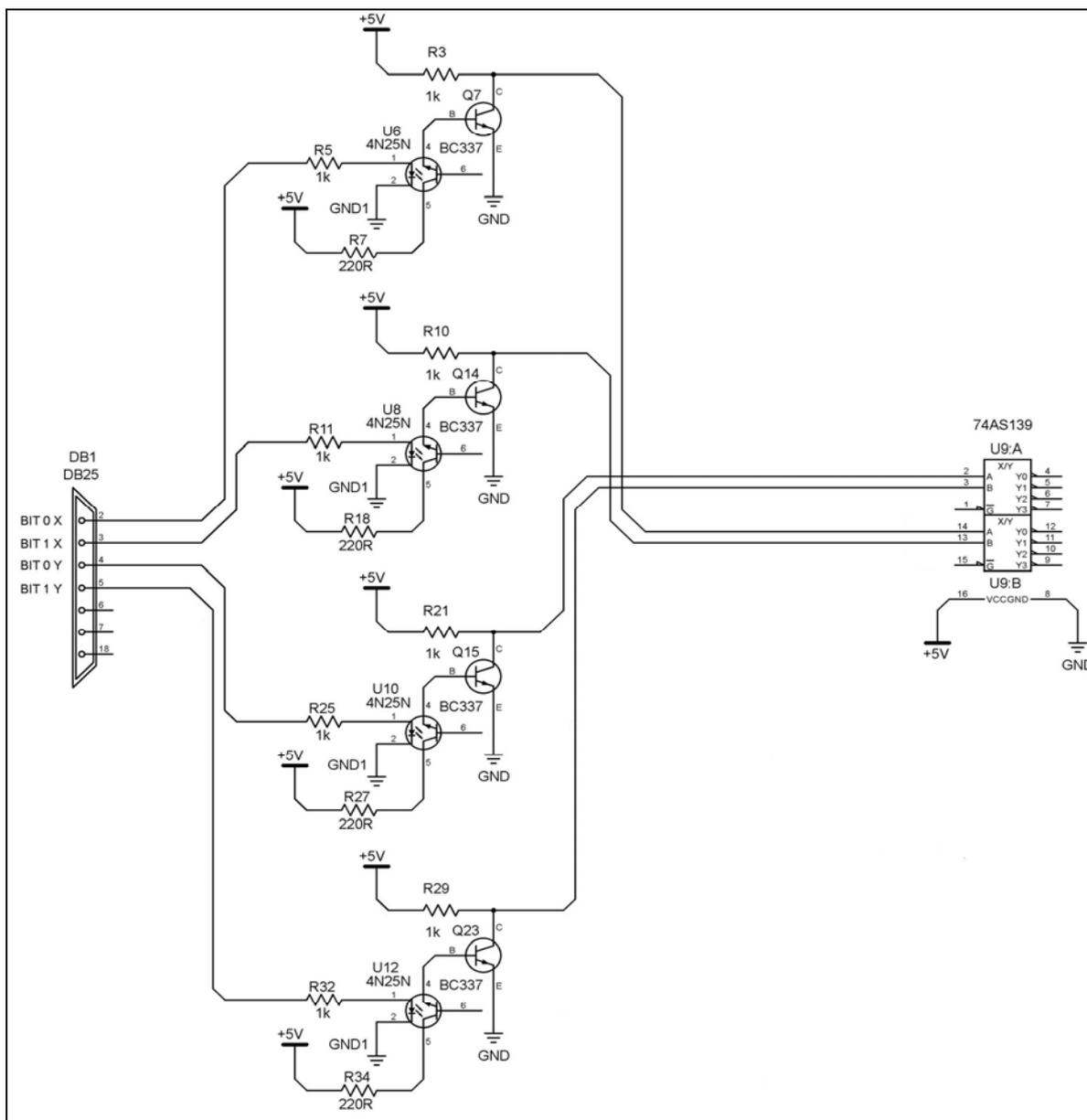


Figura 34 - Circuito Lógico de Controle de Movimento dos Motores

Fonte: Autores, 2008

O motor que movimentava a caneta no eixo x denomina-se Motor X e o que a movimentava no eixo dos y, Motor Y. Estes bits, antes de decodificados, passam pelo circuito de proteção, como mencionado anteriormente. O coletor do transistor BC337, da saída do circuito de proteção, está ligado na entrada do decodificador 74139, conforme podemos verificar na figura 34.

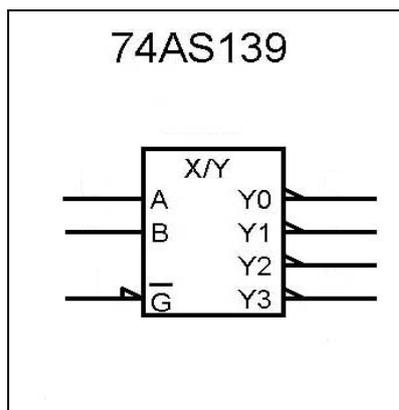


Figura 35 - Decodificador 74139

Fonte: Autores, 2008

O circuito integrado 74139 possui, internamente, dois decodificadores com duas entradas (A e B) e quatro saídas (Y0 ao Y3), conforme figura 35. Para cada uma das quatro combinações, binárias, possíveis de A e B, somente uma única saída Y será acionada, desde que o pino de *enable* esteja ativado (G').

Quando, por exemplo, o pino 2 da porta paralela (BIT 0 X) estiver em nível alto (1), acionará o opto-acoplador que, por sua vez, saturará o transistor fazendo com que o pino 14 (entrada A do decodificador ligado ao Motor X) fique com lógico baixo (0). Suponhamos agora, que a entrada B (pino 13) já esteja com o nível lógico baixo; nesta situação, a saída Y0 (pino 12) seria acionada ficando com nível lógico 0 (zero), pois a saída é negada, e as demais saídas permaneceriam com nível lógico 1 (um). Deixamos claro, que o circuito integrado 74139 é composto por 2 (dois) decodificadores U9:A e U9:B (Figura 34), sendo cada um deles usado respectivamente pelo Motor Y e Motor X.

A tabela 2 e 3 demonstra a lógica das saídas do demux em função dos bits da porta paralela, considerando os pinos de *enables* ativados, respectivamente para o Motor X e Motor Y.

Tabela 2 - Relação dos Bits da Porta Paralela com as Saídas do Demultiplexador para o Motor X

PORTA PARALELA		74139 (U9:A)			
BIT 1 X	BIT 0 X	Y0	Y1	Y2	Y3
0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

Fonte: Autores, 2008

Tabela 3 - Relação dos Bits da Porta Paralela com as Saídas do Demultiplexador para o Motor Y

PORTA PARALELA		74139 (U9:B)			
BIT 1 Y	BIT 0 Y	Y0	Y1	Y2	Y3
0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

Fonte: Autores, 2008

4.2.4 Controle para Liberação dos Motores

Existem alguns momentos em que necessita-se movimentar manualmente a caneta, seja para posicioná-la na referência inicial ($X=0$ e $Y=0$) ou trocar de árvore, ou ainda, para ajustar o curso da caneta. Para isso, precisa-se que nenhuma bobina dos motores esteja magnetizada.

O pino denominado de *ENABLE* da porta paralela (pino 6 do DB25), está ligado ao circuito de proteção, como anteriormente mencionado, e a saída deste está conectado diretamente aos *enables* dos decodificadores (pino 1 e 15 do 74139), como na figura 36.

Quando o *ENABLE* do DB25 estiver com nível baixo, o opto-acoplador não estará conduzindo e então o transistor ficará cortado (sem corrente em sua base) e conseqüentemente teremos nível alto nos *enables* dos demux. Nesta situação, como os *enables* do 74139 são negados, os decodificadores estarão desabilitados e todas as saídas Y ficarão em nível alto independentemente dos valores em suas entradas. Isto ocorrendo, os motores estarão livres para movimentá-los manualmente, pois nenhuma das suas bobinas estarão magnetizadas, como veremos posteriormente.

Porém se o *ENABLE* do DB25 ficar com nível alto, ocorrerá o contrário: o opto conduzirá e o transistor ficará saturado, deixando os pinos de habilitação do demux com nível baixo. Neste caso, uma das saídas Y será habilitada (nível lógico 0), conforme os bits de suas entradas.

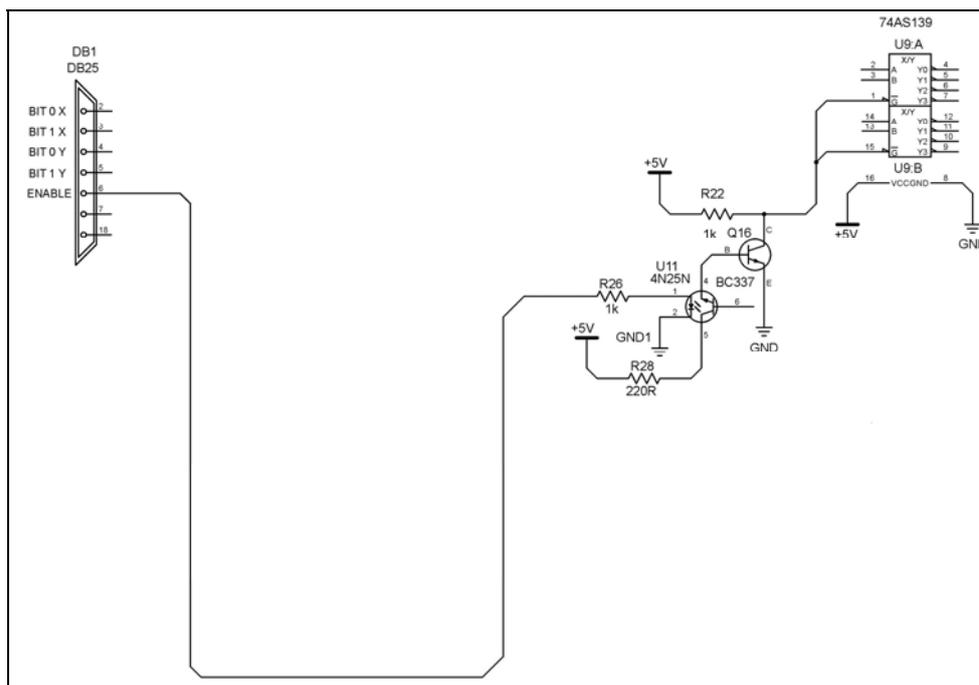


Figura 36 - Circuito de Habilitação dos Motores

Fonte: Autores, 2008

4.2.5 Circuito de Acionamento da Caneta

A caneta está ligada a um eletroímã que, quando acionado, faz sua ponta entrar em contato com a superfície da anilha, para então proceder à escrita.

O eletroímã consome uma corrente de 0.6A e a sua tensão é o resultado da alimentação de 24V menos a queda de tensão nos resistores R4 e R6, conforme figura 37. A determinação do valor destes resistores resultou da experimentação prática. Teve-se que encontrar um valor que proporcionasse uma descida suave da caneta, para que ela não jogasse tinta e não estragasse sua ponta. Concluímos por utilizar um valor de 30Ω ($R4 + R6$), e de potência de 5W (Figura 37), para que eles suportassem tranquilamente a corrente que circula nesta malha.

O eletroímã é acionado através do contato K1:B (Figura 37) do relé.

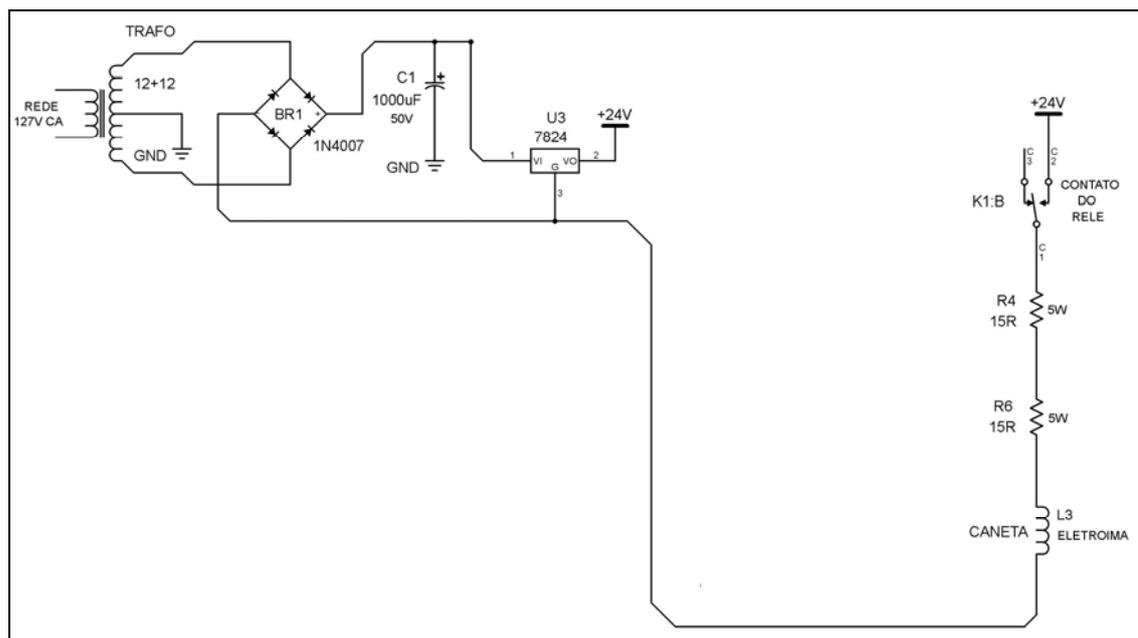


Figura 37 - Circuito de Acionamento da Caneta

Fonte: Autores, 2008

Eletroímã

O efetuator final do dispositivo possui como tarefa a movimentação vertical do elemento de escrita, a caneta. Esse componente posiciona a ponta da caneta, de modo rápido e suave, sobre a superfície de escrita, durante a confecção das letras e algarismos.

Baseado no princípio do eletromagnetismo, o elemento utilizado é composto de um enrolamento em forma de carretel com uma cavidade central, na qual se aloja um pino de 10mm de espessura. Esse pino conecta-se a um braço mecânico onde está fixado o suporte de encaixe para caneta e todo o conjunto conecta-se a uma chapa de alumínio.

Quando o enrolamento é alimentado, um campo magnético é gerado atraindo o pino central para cima; o braço mecânico, então, eleva sua extremidade traseira para cima e a dianteira para baixo, auxiliado por um pino posicionado no centro do braço. Desta maneira, o suporte de encaixe da caneta desce e conseqüentemente a caneta atinge a posição necessária. Ao retirar-se a alimentação do enrolamento uma mola e a ação da gravidade retornam o braço mecânico à sua posição de origem.

Essa tarefa executa-se em um determinado período de tempo e, devido às condições do processo, não pode ser executada ao mesmo tempo da movimentação dos eixos dos motores, pois isso gera falha no formato dos caracteres. Por essa necessidade, há tempos de

espera entre os movimentos do dispositivo, o que garante as características de escrita, porém retardam o processo.

4.2.6 Circuito de Controle da Caneta

O relé é controlado através do pino denominado CANETA, pino 7 do DB25 (Figura 38). Este pino também possui um circuito de proteção (Figura 33), antes de ser ligado efetivamente no relé.

A bobina do relé será magnetizada com 24V quando o pino CANETA estiver com nível lógico alto. Quando isto ocorrer, o contato K1:B (Figura 37) será acionado e então o eletroímã atuará fazendo a caneta baixar seu curso.

Quando o pino 7 da paralela apresentar nível baixo, o opto-acoplador e o transistor Q24 (Figura 38) estarão cortados e, então, a bobina do relé não se magnetizará e conseqüentemente o contato K1:B ficará aberto, impedindo a circulação de corrente no eletroímã. Nesta situação, a caneta é mantida em seu estado de repouso através da ação de uma mola acoplada ao eixo do indutor, como mostra a figura 39.

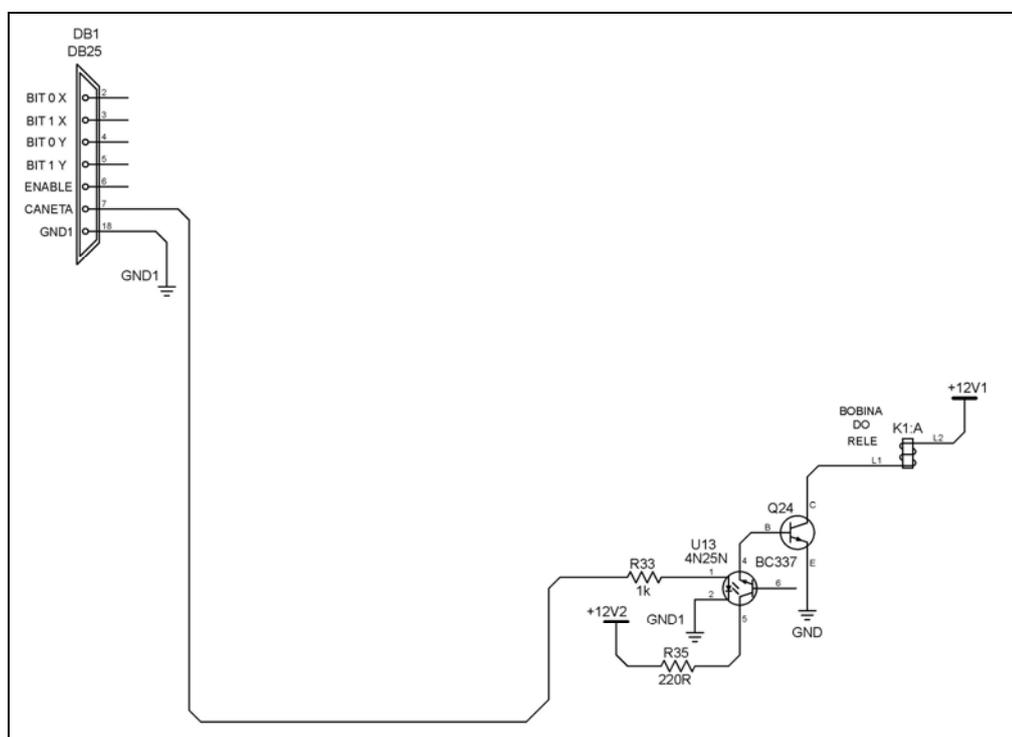


Figura 38 - Circuito de Controle da Caneta

Fonte: Autores, 2008



Figura 39 - Mola de Retorno à Posição de Repouso da Caneta

Fonte: Autores, 2008

4.2.7 Acionamento dos Motores

O Rotulador de Anilhas possui dois motores de passo do tipo bipolar (4 fios), um para movimentar a caneta no eixo x e outro no eixo y.

Cada motor de passo é composto por duas bobinas, para o Motor X, denominou-se BOBINA 1 X e BOBINA 2 X (Figura 40) e para o Motor Y, BOBINA 1 Y e BOBINA 2 Y (Figura 41).

O acionamento das bobinas, e conseqüentemente a movimentação dos motores, se faz através do decodificador 74139 (Figura 40 e 41).

Como visto anteriormente, nas tabelas 2 e 3, apenas uma única saída Y de cada um dos dois decodificadores estará habilitada, ou seja, em nível baixo, conforme os bits de entrada da paralela.

No acionamento do Motor X (Figura 40) as saídas do demux (do pino 9 ao 12) estão ligadas nas bases de transistores bipolares, BC337, de forma que apenas um por vez será cortado. O transistor cortado possibilitará a saturação do transistor NPN Darlington, TIP122 polarizando positivamente um lado da bobina do motor. Enquanto, os demais três transistores estarão saturados, com o transistor PNP Darlington, TIP127 conduzindo, e deste modo, deixando com potencial nulo (gnd) os demais lados das bobinas dos motores. O acionamento do Motor Y (Figura 41) usa a mesma lógica.

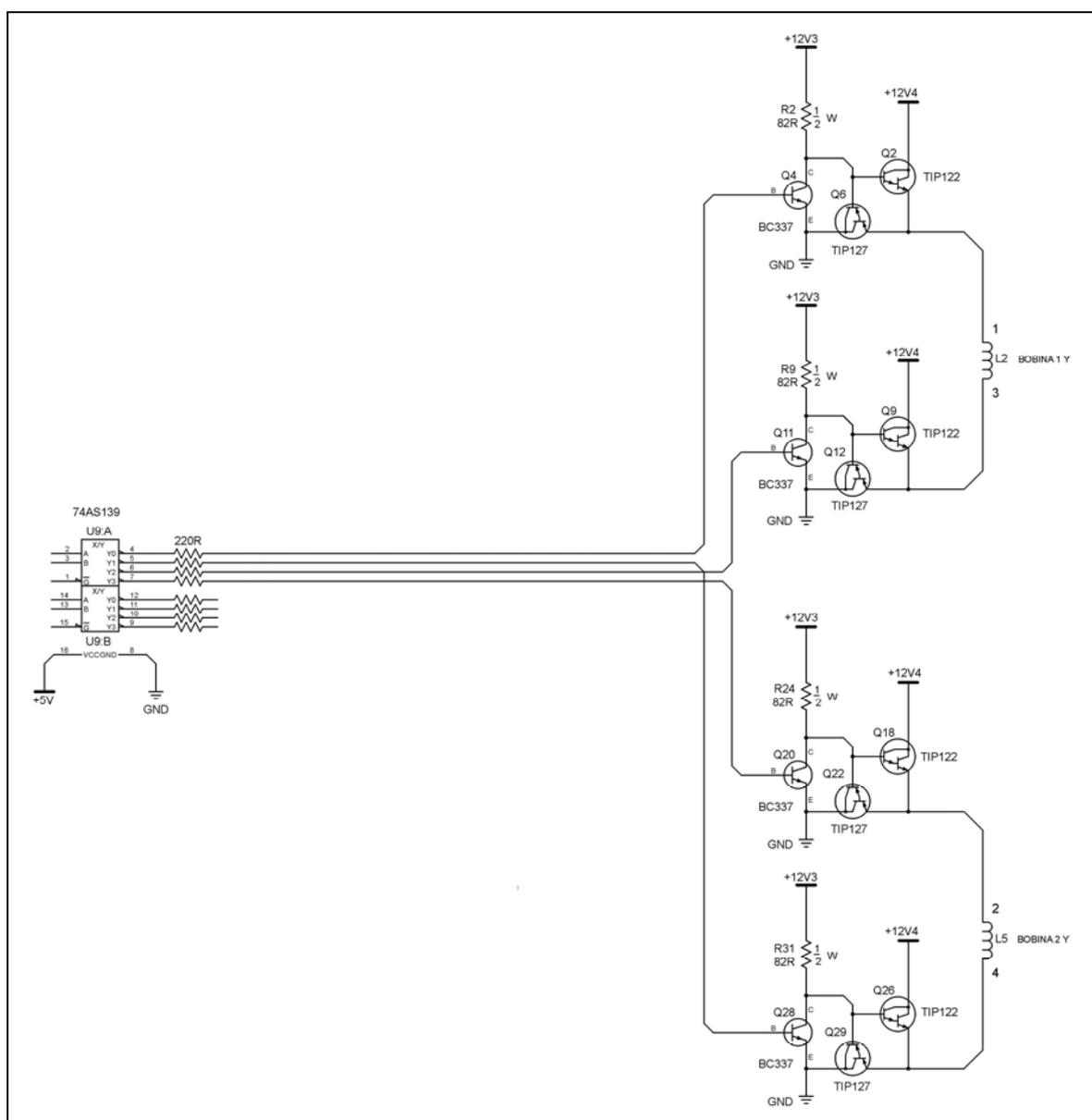


Figura 41 - Acionamento do Motor Y

Fonte: Autores, 2008

Esta alternância de polaridade, que ocorre em cada um dos indutores, só é possibilitada devido ao fato deles estarem ligados de uma forma chamada PONTE H.

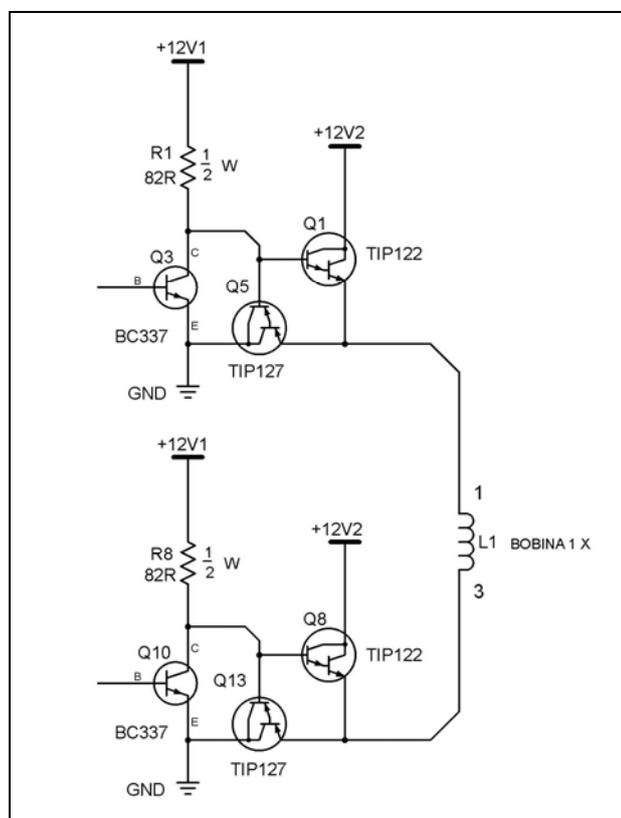


Figura 42 - Detalhe da Ponte H

Fonte: Autores, 2008

No detalhe da PONTE H (Figura 42), quando Q3 estiver cortado (com 0 na base), Q1 irá conduzir (TIP122) e Q5 estará cortado, ficando a BOBINA 1X em seu lado 1 positivo. Como dito anteriormente, somente teremos uma saída com nível baixo em cada demux por vez, então na base de Q10 teremos nível alto. Estando Q10 saturado, Q13 irá conduzir, e Q8 estará cortado. Com isto então, teremos no lado 3 da BOBINA 1 X um potencial negativo. Ou seja, resumindo, estando na base de Q3 nível 0 e na, de Q10 nível 1 teremos no lado 1 da BOBINA 1 X pólo + e no lado 3 da BOBINA 1 X pólo negativo. Se invertêssemos os níveis nas bases de Q3 e Q10, inverteríamos também a polaridade da BOBINA 1X.

O deslocamento do potencial positivo entre os terminais das bobinas dos motores de passo possibilita a rotação do rotor, ou seja, a mudança do passo. Os motores utilizados são do tipo bipolar de passo completo, tendo cada um, 4 terminais, numerados de 1 a 4 (Figura 40 e 41).

A movimentação dos motores é feita através da rotina de 4 passos, nos quais teremos um único terminal com potencial positivo a cada passo.

A seqüência de magnetização das bobinas, tanto para o Motor X (Figura 40) quanto para o Motor Y (Figura 41), segue a ordem 1, 4, 3, e 2 em seus terminais, conforme tabela 4.

Tabela 4 - Seqüência de Polarização das Bobinas dos Motores

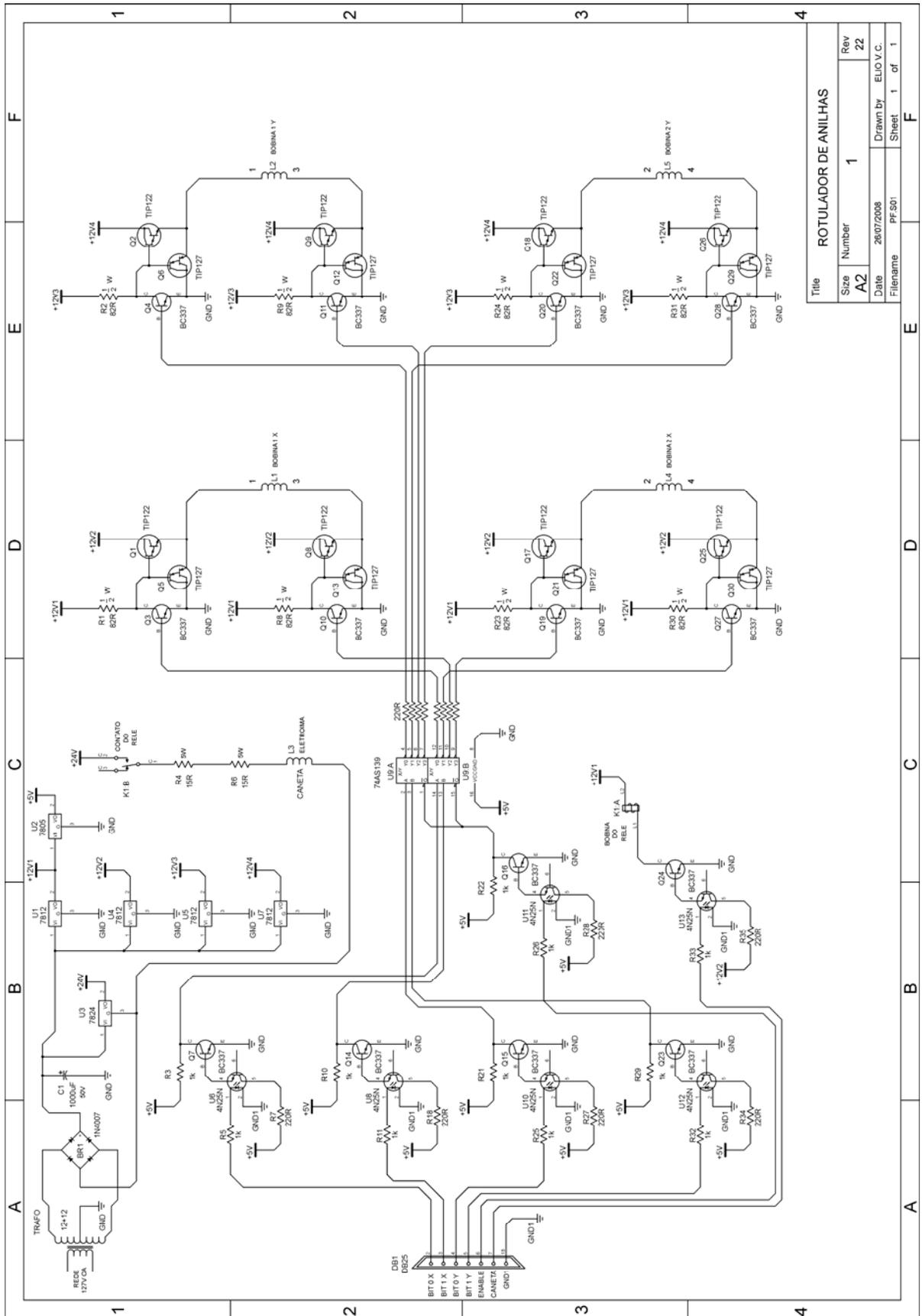
TERMINAIS DOS MOTORES				
PASSO	1	2	3	4
1	+	-	-	-
2	-	-	-	+
3	-	-	+	-
4	-	+	-	-

Fonte: Autores, 2008

No primeiro passo, teremos o terminal 1 com polarização positiva, e os demais com negativa. No segundo, o terminal 4 será o positivo e os demais negativos, e assim por diante conforme a tabela 4.

4.2.8 Esquema Completo do Circuito Eletrônico

O esquema elétrico ficou bastante extenso. Ele foi confeccionado originalmente em uma folha de tamanho A2, na figura 43 está reduzido a uma A4.



Title		ROTULADOR DE ANILHAS	
Size	Number	Rev	
A2	1	22	
Date	Drawn by		ELIO V.C.
Filename	PF501	Sheet	1 of 1

Figura 43 - Esquema Elétrico do Rotulador de Anilhas

Fonte: Autores, 2008

4.3 DESENVOLVIMENTO DE *SOFTWARE*

O programa de interface e controle do dispositivo foi desenvolvido com o aplicativo Borland C em modo DOS, e suas funções objetivas possibilitam ao usuário um modo de navegação simples e fácil.

Com o objetivo de ser o controlador dos movimentos do dispositivo, o software encarrega-se de, via porta paralela, enviar as coordenadas de movimentação aos elementos eletrônicos do sistema. Suas telas de interface são utilizadas para obtenção das características da árvore de anilhas (itens da figura 53), referência do dispositivo e impressão das anilhas.

4.3.1 Organização das Telas de Interface

As telas de interface com o usuário estão organizadas da seguinte forma:

Tela Principal

A tela principal é o meio de acesso aos menus do programa e ao comando de encerramento do mesmo. A organização e acesso a esses menus dá-se da seguinte forma:

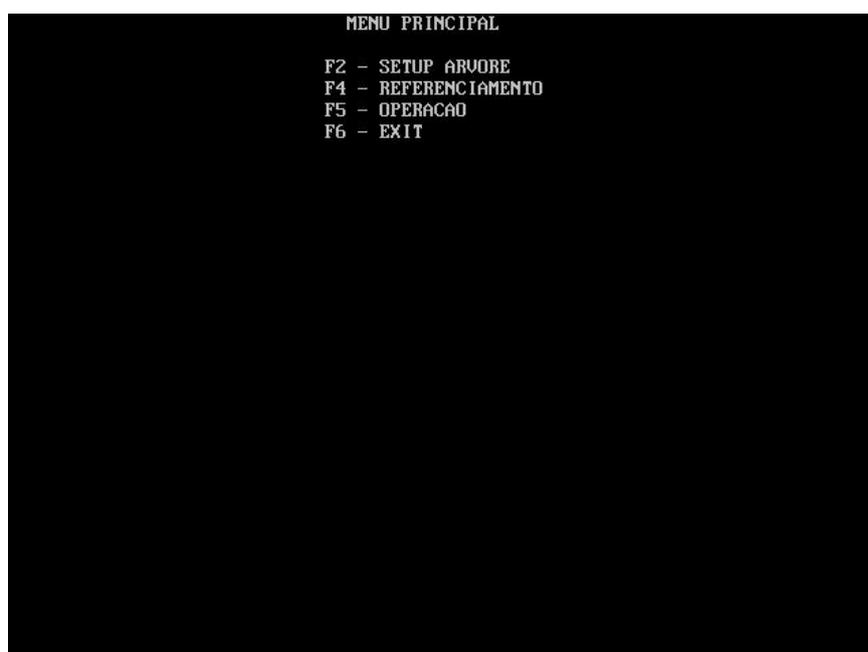


Figura 44 - Menu Principal

Fonte: Autores, 2008

Simple e objetivo, o menu principal dá acesso as demais funções através da teclas F2, F4, F5 e finaliza a execução do programa através da tecla F6.

Tela Setup Arvore

Essa é a tela em que o usuário entra com os dados dimensionais da árvore de Pabas. As medidas podem ser observadas na figura 53.

Os campos estão organizados da forma mostrada pela figura 45 e são descritos a seguir.

```
          SETUP ARVORE
Código da Arvore.....: 1
Altura da PABA em mm *10.....: 35
Largura da PABA em mm *10.....: 140
Distancia vertical entre PABAS em mm *10.: 55
Distancia horizont. entre PABAS em mm *10: 250
Número de PABAS.....: 20

          F1 - ALTERARACAO DADO          ESC - CANCELAR ALTERACAO
          F12 - MENU PRINCIPAL
```

Figura 45 - Menu Setup da Árvore

Fonte: Autores, 2008

- Código da Árvore

Parâmetro em que o usuário atribui um código à configuração que está carregando.

- Comprimento da Paba em mm*10

Parâmetro em que o usuário deve dizer qual o comprimento da anilha em décimos de milímetros. Por exemplo, se o comprimento for de 10 milímetros o usuário deverá inserir o valor 100 neste campo.

- Largura Da Paba Em mm*10

Parâmetro em que o usuário deve dizer qual a largura da anilha em décimos de milímetros.

- Distancia Vertical entre Pabas em mm*10

Nesse campo o usuário deve informar qual é a distância vertical que separa consecutivamente duas anilhas em décimos de milímetros.

- Distancia Horizontal entre Pabas em mm*10

Dado que orienta sobre a distância horizontal que separa duas anilhas, deve ser informado em décimos de milímetros.

- Número de Pabas

Informa o número de anilhas que existem na árvore.

- Alteração de Dado

Com o cursor selecionado sobre o campo desejado, a tecla F1 habilita ao usuário alterar o dado selecionado. Ao finalizar a alteração e com a confirmação da tecla ENTER, o usuário grava um novo valor no campo selecionado e não pode recuperar o anterior. Para desfazer uma alteração e retorná-la a seu valor original é necessário o acionamento do comando ESC antes do ENTER.

- F12-Menu Principal

A tecla F12 retorna ao menu principal.

Tela de Referenciamento

Trata-se de uma rotina que guia o usuário no modo de referência do dispositivo, modo que se não realizado, desabilita a tela de operação, inibindo qualquer forma de impressão. Veja 4.3.4.

Tela de Operação

É o menu, através do qual o usuário insere as letras e algarismos que deseja imprimir nas anilhas (figura 46). Trabalha de acordo com os dados inseridos no menu “SETUP

ARVORE”. Ao fim da inserção dos caracteres, o comando F10-IMPRIMIR inicia a impressão dos caracteres.

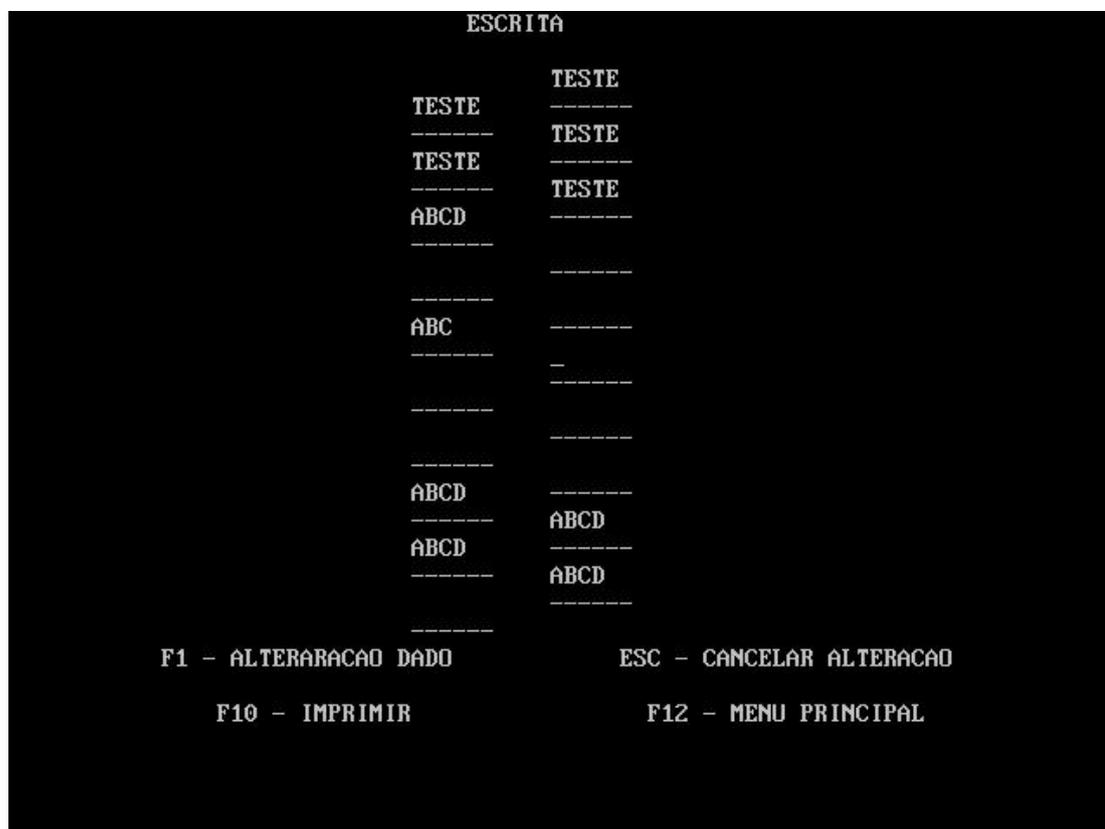


Figura 46 - Menu de Operação (inserção de caracteres)

Fonte: Autores, 2008

4.3.2 Controle de Movimentação

Para que o *software* possa administrar a movimentação do dispositivo, algumas informações sobre a mecânica são necessárias. Tendo como objetivo final dessas informações obter a distância percorrida em cada passo do motor, alguns dados foram levantados.

Através de um paquímetro foi medido o diâmetro da engrenagem dentada acoplada ao eixo do motor de passo, obtendo-se o valor de 13,55 milímetros. Sabendo que a resolução do motor é de 1,8° por passo, ou seja, 200 passos por revolução, foi possível levantar os seguintes dados:

Equação 1:

$$\text{Distância percorrida p/ revolução} = 2 * \pi * \text{Raio}$$

$$\text{Distância percorrida p/ revolução} = 13,55\text{mm} * \pi$$

Distância percorrida p/ revolução = 42,6mm.

Equação 2:
$$\text{Distância percorrida p/ passo} = \frac{\text{Distância percorrida p/ revolução}}{\text{Número de passos p/ revolução}}$$

$$\text{Distância percorrida p/ passo} = \frac{42,6\text{mm}}{200}$$
Distância percorrida p/ passo = 0,213mm.

Equação 3:
$$\text{Número de passos p/ milímetro} = \frac{1}{\text{Distância percorrida p/ passo}}$$

$$\text{Número de passos p/ milímetro} = \frac{1}{0,213}$$
Número de passos p/ milímetro = 4,695 passos.

Devido ao fato do curso de movimentação do eixo y executar trajetórias de até 110mm, as casas decimais desse fator multiplicativo são indispensáveis, pois pequenos erros geram somatórias que crescem conforme o eixo afasta-se do ponto zero. Por exemplo, se fosse usado 4,6 como fator multiplicativo, para chegar-se a 110mm, teria-se 506 passos ao invés de 516,45 que se tem com o fator atual. Um erro de 10,45 passos, ou seja, 2,27mm em um espaço de 3,5mm é inaceitável.

A equação 3 determina a principal informação para o *software*: a quantidade de passos que este enviará à eletrônica do sistema afim de que o dispositivo desloque-se 1 (um) milímetro. Essa informação é utilizada como um fator multiplicativo dos parâmetros da árvore de anilhas, durante a função de impressão.

Como o dispositivo utiliza-se de dois motores de passo, um para coordenadas do eixo x e outro para coordenadas do eixo y, a quantidade de passos necessários para atingir as posições de escrita dependem diretamente dos parâmetros da árvore de anilhas inseridos pelo usuário e do ponto zero, ou seja, a referência do dispositivo.

Inseridos os parâmetros e com a referência executada, o *software* passa a controlar seus movimentos a partir de um plano cartesiano. Através da porta paralela, uma seqüência de pulsos é enviado ao decodificador 74LS139 fazendo com que os motores movimentem-se, no sentido horário ou anti-horário, até atingir as coordenadas x e y solicitadas.

4.3.3 Obtenção dos Parâmetros da Árvore de Anilhas

Através do menu “SETUP ARVORE” o usuário informa ao sistema as características dimensionais da árvore de anilhas a ser utilizada. Esse menu é uma lista de campos cujos valores inseridos são guardados em um vetor.

A função “monitoracao_teclas” encarrega-se de capturar os valores dos menus de inserção de dados. Toda vez que um desses menus é acessado, a primeira função do software é imprimir na tela as mensagens pertinentes àquele menu, logo em seguida a função “monitoracao_teclas” é chamada e a ela são transferidos os parâmetros pertinentes àquele menu.

A figura 47 demonstra como ocorre o acesso e a transferência de dados entre as funções de parametrização e a função de captura de dados “monitoração_teclas”.

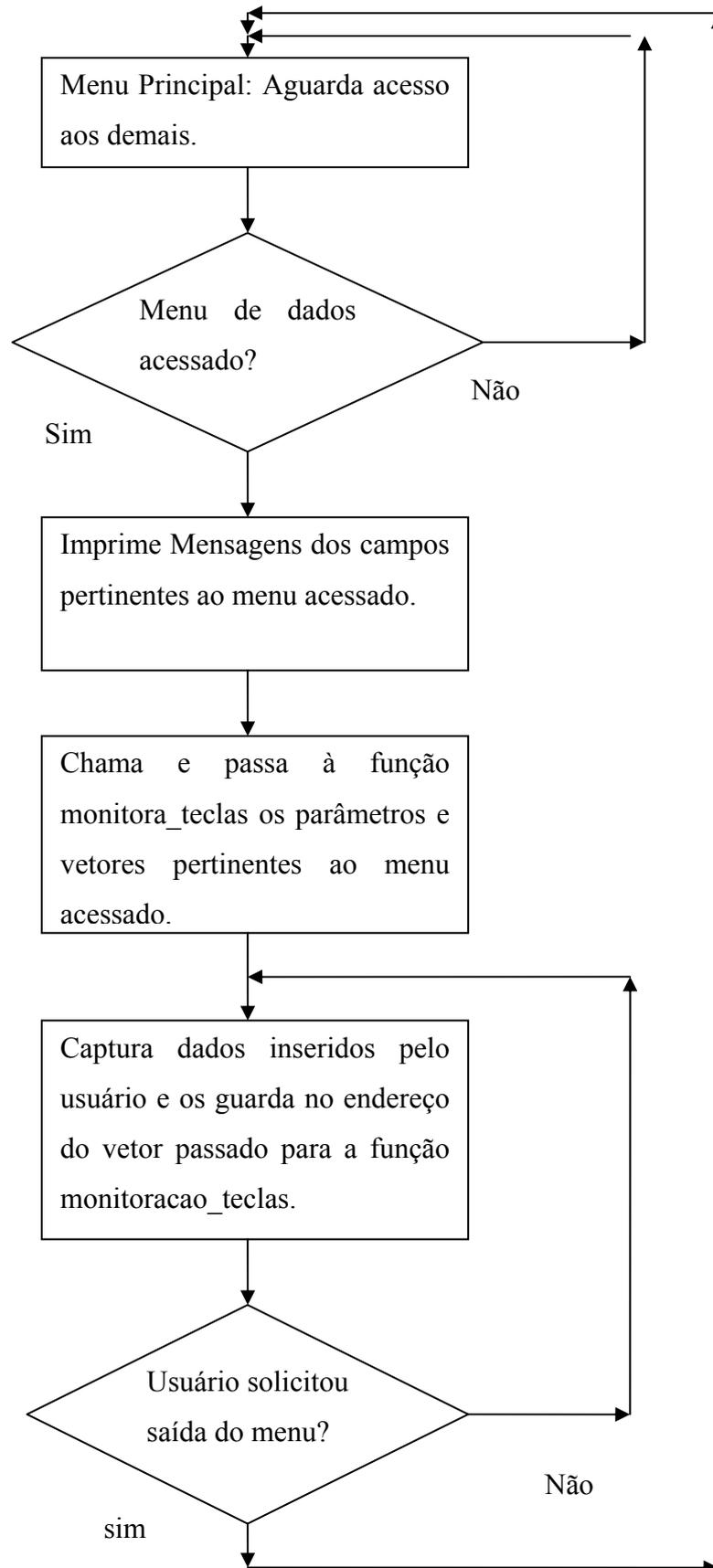


Figura 47 - Fluxograma de Captura de Dados

Fonte: Autores, 2008

Os dados obtidos do menu “SETUP ARVORE” são utilizados para determinar as posições de impressão. Como pode ser visto na figura 53 (Dimensionamento das Pabas na arvore) existe uma padronização nas distâncias e nas dimensões das anilhas; essa padronização, porém, varia de acordo com o modelo de árvore escolhido. No protótipo, o modelo utilizado denomina-se como PABA 15, suas distâncias e dimensões devem ser medidas e inseridas pelo usuário para que a impressão possa ser realizada corretamente. Uma vez inseridos, esses dados são gravados em um arquivo texto, fazendo com que da próxima vez em que o usuário abrir o *software* de interface não seja necessário inserir tais dados novamente, a não ser que haja modificação no modelo de anilha utilizado.

Apenas os dados dimensionais da árvore de anilhas e a relação de deslocamento linear de cada passo do motor não são suficientes para determinar as posições de impressão. Para que isso ocorra, faz-se necessário referenciar o dispositivo, ou seja, dizer-lhe onde está o ponto zero de coordenadas.

4.3.4 Referenciamento

O aplicativo desenvolvido carrega um valor padrão de referência, uma variável pré-ajustada no programa que busca a melhor aproximação da marca zero do dispositivo. Essa referência, contudo, não é suficientemente capaz de determinar o ponto zero do plano cartesiano. Sendo uma exigência indispensável para garantia do posicionamento de escrita, o ponto zero do dispositivo deve ser confirmado e ajustado pelo usuário, e para isso a execução da rotina de referência é solicitada, podendo o dispositivo entrar em modo de impressão somente ao fim de sua execução.

A rotina utiliza os dados pré-ajustados de referência e os parâmetros da árvore de anilhas para realizar a aproximação do ponto zero das coordenadas. Assim que o usuário entra no menu uma série de adaptações manuais são solicitadas, e depois que todas as exigências forem concluídas, o dispositivo entra em movimento buscando o ponto central da primeira anilha (ver figura 48).

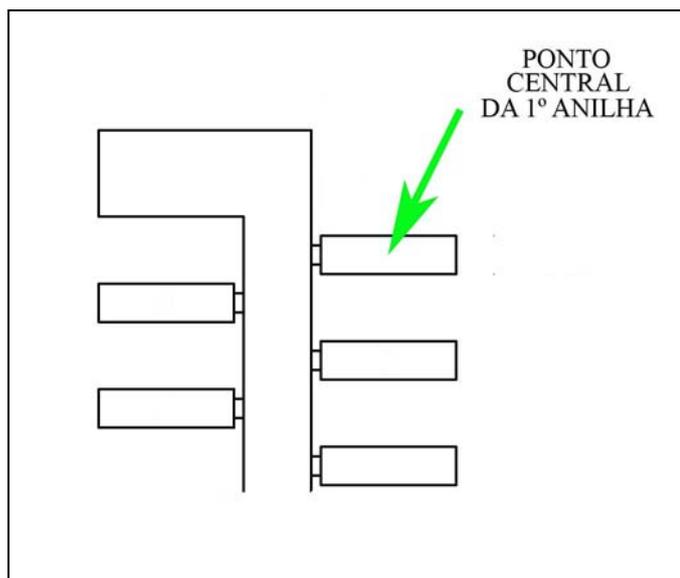


Figura 48 – Ponto de Referência para a Escrita nas Anilhas

Fonte: Autores, 2008

Ao fim da primeira movimentação do dispositivo, o usuário é interrogado quanto à exatidão do ponto central da anilha. Se o dispositivo atingir com exatidão o ponto central, a referência é aceita e a partir desse momento o dispositivo está pronto para impressão; caso contrário, um reposicionamento é solicitado ao usuário.

O reposicionamento trata-se de uma função de ajuste de coordenadas, em que o usuário modifica com a resolução de 0,213mm (um passo) a posição central da escrita na anilha. Sendo necessário esse reposicionamento, os valores pré-ajustados de referência são descartados e a última posição confirmada pelo usuário é aceita, substituindo os valores padrões.

A figura 49 demonstra como é processada a função de referência.

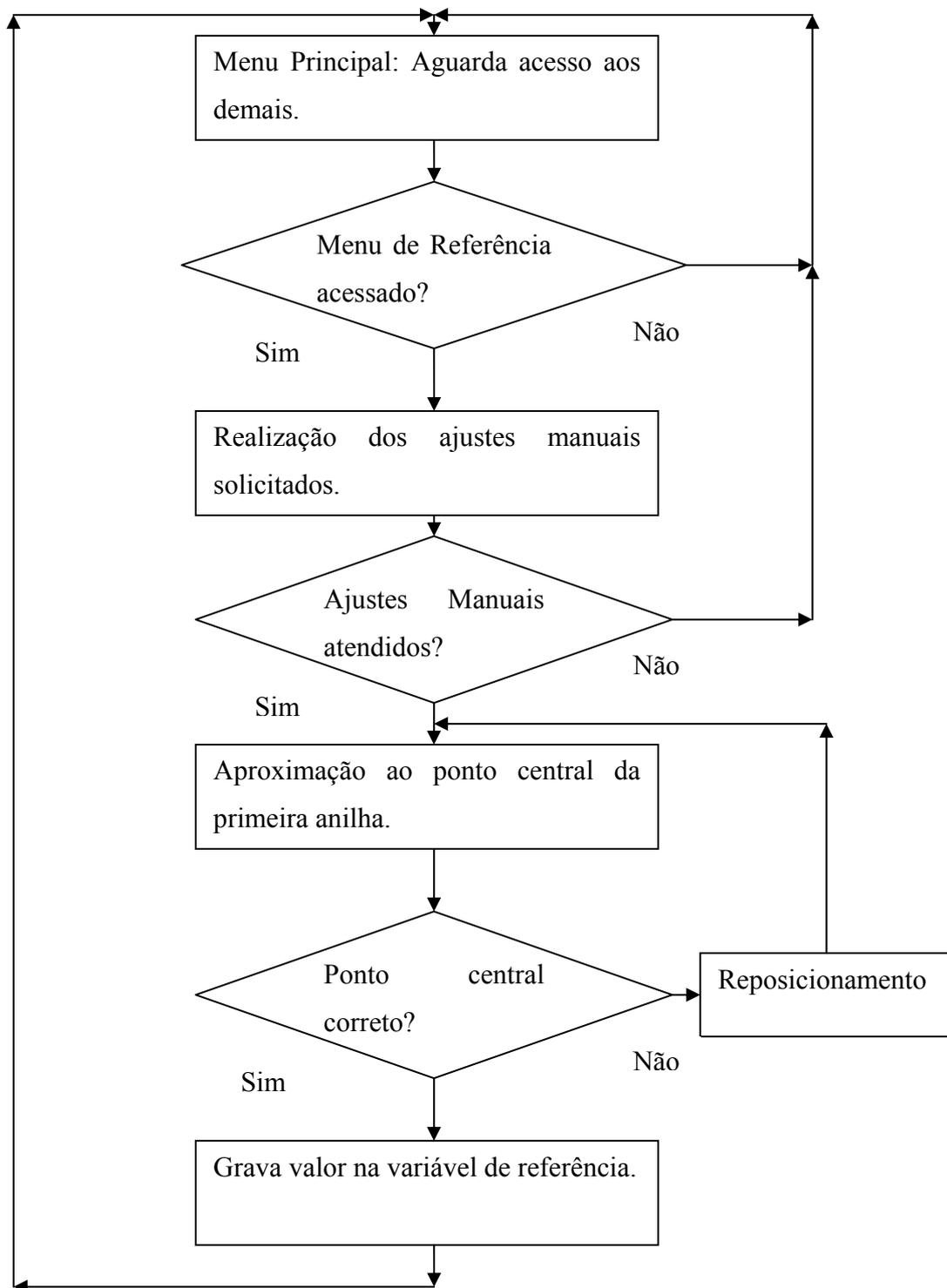


Figura 49 - Fluxograma de Referência do Dispositivo

Fonte: Autores, 2008

4.3.5 Impressão

Sendo o objetivo final do dispositivo, a impressão é a parte do programa que possui o maior número de funções e instruções relacionadas.

O menu “OPERAÇÃO” é definido, igualmente ao “SETUP ARVORE”, como um menu de inserção de dados, portanto a função de captura de dados “monitoração_teclas” também é chamada. O diferencial é que os dados passam a ser monitorados como caracteres e não mais como valores.

Cada campo inserido na tela de operação será definido como uma *string* e ao final de todas inserções esse grupo de *strings* definirá uma matriz.

Ao ser dado o comando de impressão F10, a matriz de *string* é transferida para a função impressão. Essa função encarrega-se de administrar o posicionamento e a escrita dos caracteres da *string* de acordo com sua posição na matriz. Segue um excerto de código para ilustração.

```
int impressao(char PabaImpressao[20][6])
{
    char Texto[6]={""};
    int LetraEscrever=0;
    int PonteiroPaba=0;
    int PonteiroTexto=0;
    int TamanhoTexto=0;
    comando=0;
    outportb(0x378,comando);

    for (PonteiroPaba=0;PonteiroPaba<20;PonteiroPaba++)
    {
        strcpy(Texto,PabaImpressao[PonteiroPaba]);
        TamanhoTexto=strlen(Texto);

        if(Texto[0]!=0)aproximacao(PonteiroPaba,TamanhoTexto);

        for (PonteiroTexto=0;PonteiroTexto<TamanhoTexto;PonteiroTexto++)
        {
```

```

LetraEscrever=Texto[PonteiroTexto];
switch (LetraEscrever)
{
    case (65): AlfaNumA(); break;
    case (66): AlfaNumB(); break;
    case (67): AlfaNumC(); break;
    case (68): AlfaNumD(); break;
    case (69): AlfaNumE(); break;
    case (76): AlfaNumL(); break;
    ...
}
}
}

```

A função “*impressao*” utiliza-se da função “*aproximacao*” para deslocar a caneta até o ponto de escrita correspondente e calcular a centralização da escrita. Para que esta movimentação obtenha êxito, é extremamente importante que os dados de parametrização da árvore e o referenciamento estejam corretos, pois isso garantirá o posicionamento da escrita.

Ao atingir a posição de escrita, a função “*impressao*” compara cada símbolo da *string* e chama as trajetórias de escrita individualmente.

Para cada elemento do alfabeto foi criada uma rotina de movimentação que determina como e quando a caneta de escrita deve deslocar-se sob a superfície das anilhas.

5 RESULTADOS OBTIDOS

Este capítulo visa demonstrar o funcionamento prático do Rotulador, evidenciando que obtive-se sucesso ao tornar concreto aquilo que se preconizou no projeto teórico.

5.1 FUNCIONAMENTO GERAL DO ROTULADOR

O Rotulador, basicamente, movimenta uma caneta, de tinta nanquim, horizontalmente (eixo x) e verticalmente (eixo y) através de dois motores de passo: Motor X e Motor Y respectivamente, escrevendo em anilhas de material plástico (Figura 50).

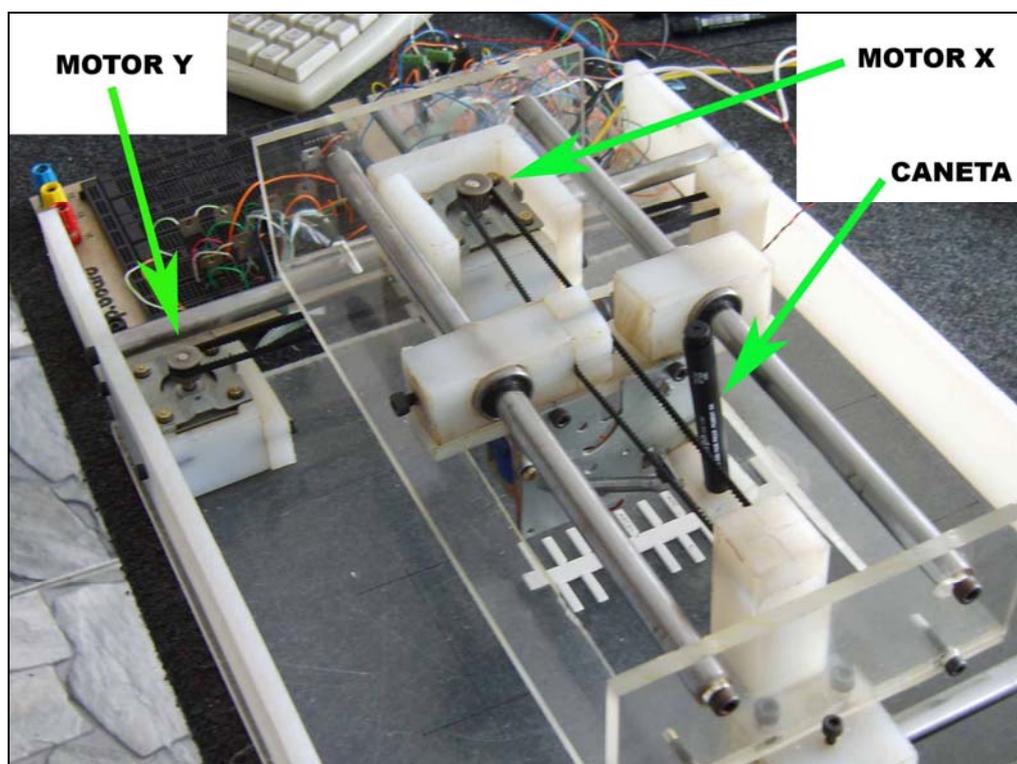


Figura 50 - Motores e Efetuador do Rotulador

Fonte: Autores, 2008.

Através de “pequenos movimentos” horizontais e verticais podemos escrever qualquer tipo de fonte. Estes “pequenos movimentos” correspondem aos passos dos motores.

O controle é realizado pelo *software*, que através de um circuito eletrônico, movimenta os motores e a caneta. Esta é ligada a um eletroímã (Figura 51) que, quando

acionado, faz sua ponta entrar em contato com a superfície da paba. Desta forma, obtemos a escrita do rótulo desejado.

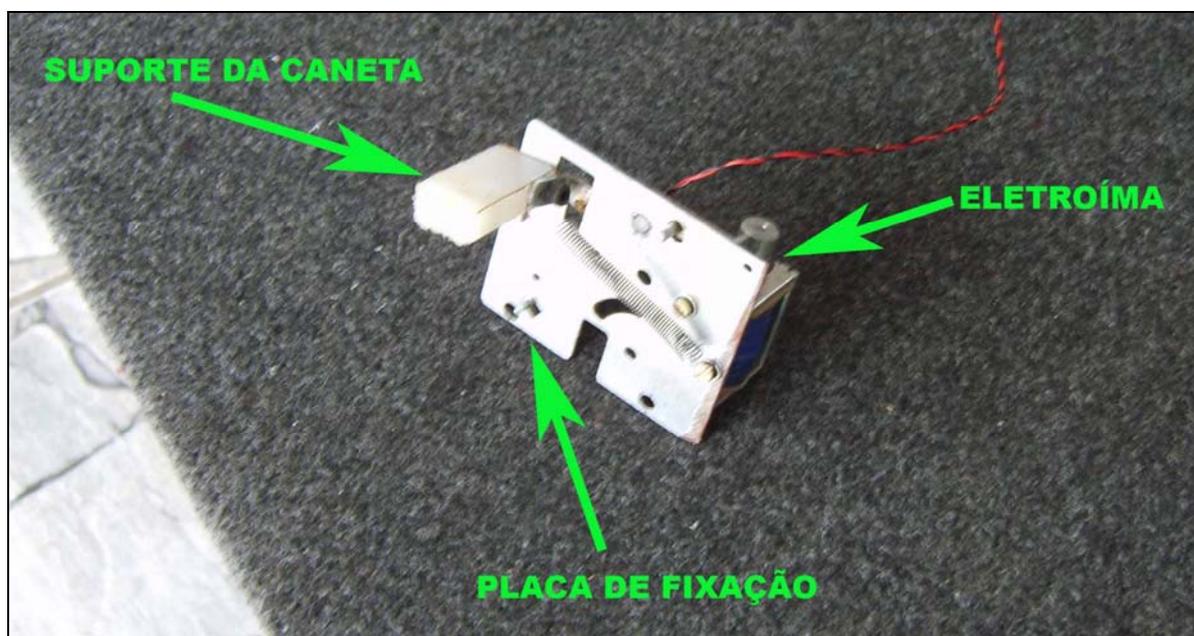


Figura 51 - Eletroímã

Fonte: Autores, 2008

5.2 CARACTERÍSTICAS DA ESCRITA E DA FONTE

O Rotulador escreve em anilhas (Figura 52) que estão ligadas a uma árvore (Figura 52). Uma árvore tem um total de 20 anilhas.

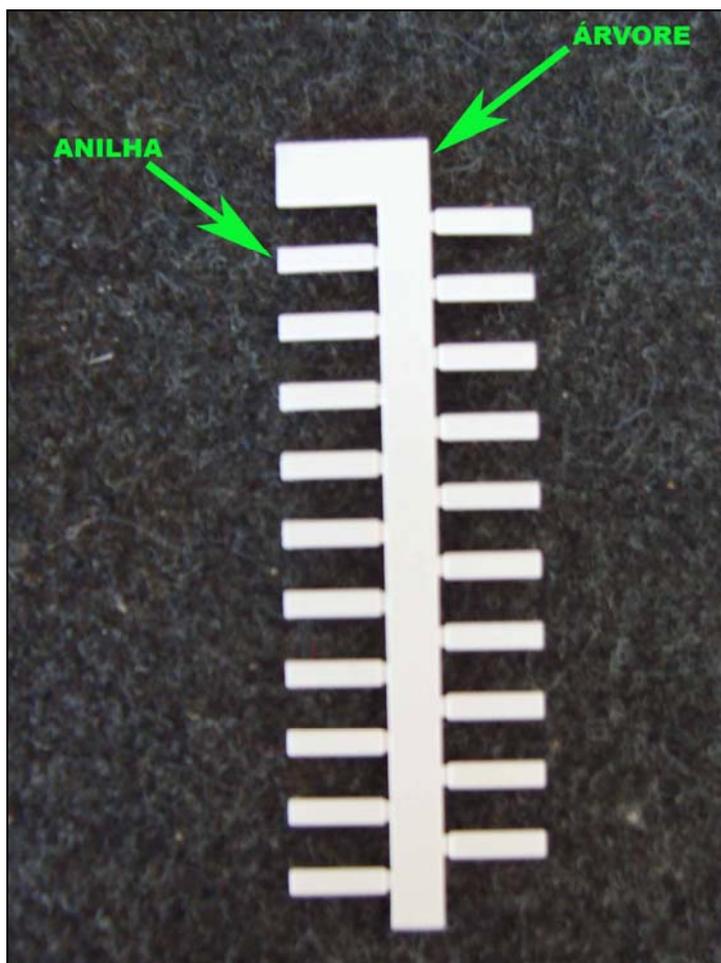


Figura 52 - Árvore contendo Anilhas

Fonte: Autores, 2008

Em cada anilha escrevemos um total de 4 caracteres, que correspondem ao código do cabo elétrico a ser rotulado. Os caracteres são escritos dentro de um espaço de medida 8x8 passos. Todos os caracteres estão contidos dentro das dimensões deste quadro.

A fonte do Rotulador engloba letras de A a Z, maiúsculas, e números de 0 a 9, além do caractere “espaço”.

A ordem de escrita das 20 anilhas segue a seqüência numérica da Figura 53, ou seja, começa pela da direita e, em seguida, vai para a da esquerda e, assim sucessivamente.

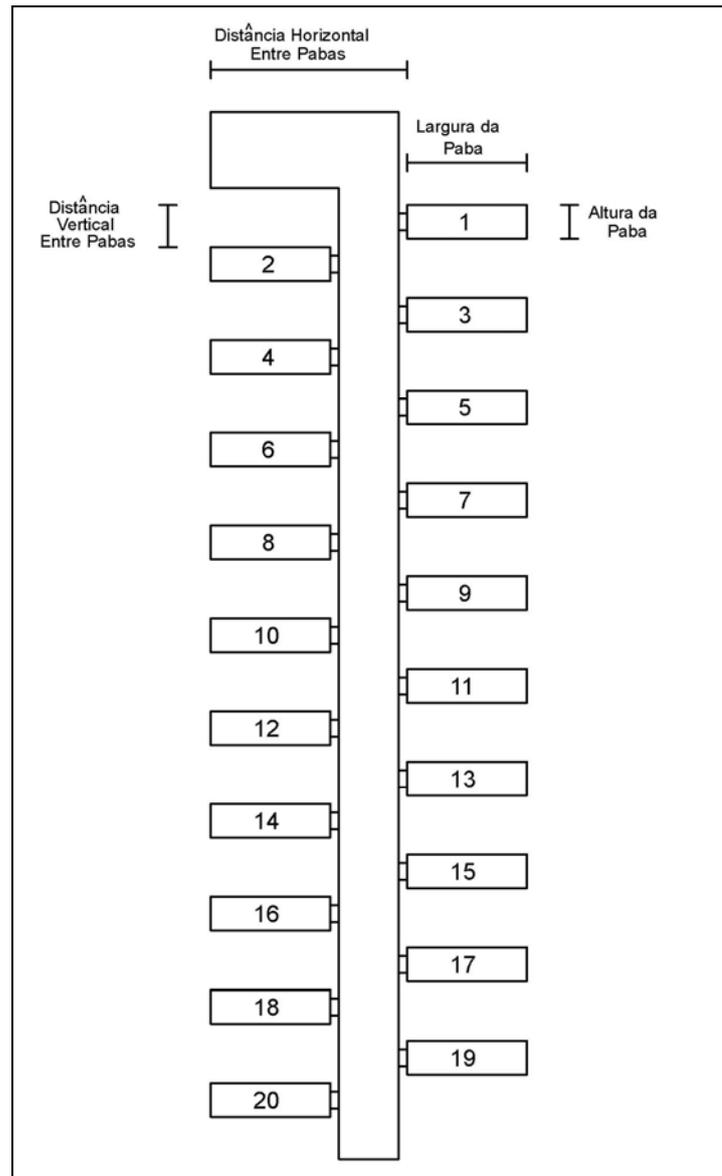


Figura 53 - Dimensionamento das Pabas na Árvore

Fonte: Autores, 2008

6 DIFICULDADES ENCONTRADAS

O projeto foi desenvolvido de forma inteiramente artesanal e caseira. Como já foi visto anteriormente, no item 4.1.3, para a montagem da estrutura mecânica não se usou quaisquer equipamentos sofisticados ou industriais, somente ferramentas simples.

Devido a estes fatores, encontramos bastante dificuldade na confecção das peças de *nylon* e acrílico. Os cortes nem sempre ficavam exatamente na medida pretendida, às vezes saíam tortos. O mesmo ocorria com os furos. Então, tinha que desgastar o material ou, como ocorreu algumas vezes, perdia-se a peça.

Outro obstáculo, no desenvolvimento do projeto, foi o pouco embasamento, teórico e prático, que tínhamos a respeito dos elementos mecânicos utilizados. Levando em consideração que nossa formação base era voltada à eletrônica, buscamos em outros projetos acadêmicos semelhantes, experiências e soluções para nossas indagações.

Porém, a maior dificuldade encontrada foi, sem dúvida, a crucial definição do eletroímã acoplado à caneta. Primeiramente tentamos fabricar um eletroímã a partir das peças de um contator junto com partes de nylon (Figura 54). O resultado foi um fracasso. Era totalmente impreciso, o curso travava e, como se não bastasse, era muito grande e pesado.

Perdeu-se um bom tempo tentando fazê-lo funcionar. Até que então, foi decidido usar um já construído. Usamos um eletroímã de um outro equipamento eletrônico. Adaptou-se este, serrando a carcaça e acoplando uma mola, de modo que se teve sucesso no controle da caneta (Figura 51)

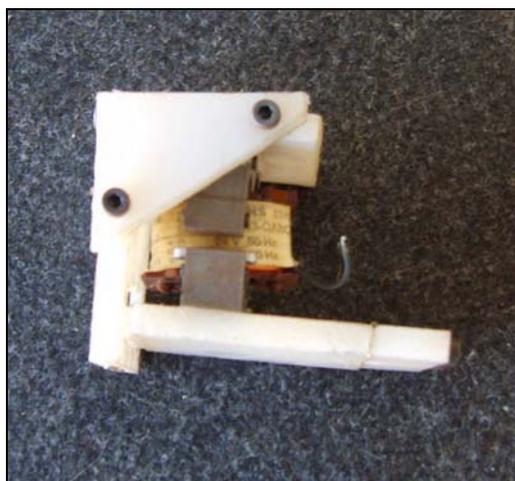


Figura 54 - Eletroímã Refugado

Fonte: Autores, 2008

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo tipo de sistema, para ser bem sucedido, deve possuir eficientes métodos de organização. Com esse projeto observou-se a possibilidade de ter uma solução flexível e barata para o processo de identificação de fios e cabos, método organizacional largamente utilizado no meio elétrico industrial. Ao contrário das anilhas vendidas previamente rotuladas, o equipamento desenvolvido traz a possibilidade de arranjar, de acordo com a necessidade, letras e números em um único elemento, além de ter um custo bem abaixo dos similares encontrados no mercado.

Esse projeto exigiu conhecimentos relacionados, basicamente, a três ramos da automação: mecânica, eletrônica e programação.

Como descrito no item 4.1.3, o processo de desenvolvimento mecânico foi realizado com o auxílio de ferramentas manuais, porém o resultado obtido foi satisfatório, atingindo o objetivo proposto. As alterações mecânicas ao longo do projeto foram realizadas de forma experimental, e conforme surgiam as dificuldades, novas alternativas eram implementadas aprimorando os conceitos envolvidos.

Para o desenvolvimento eletrônico e de programação, foram utilizados os conceitos aprendidos durante o Curso de Tecnologia em Eletrônica, aplicando soluções simples de conhecimento da área.

Essa monografia possibilitou o enriquecimento dos conhecimentos práticos, gerenciais e mercadológicos para desenvolvimento de projetos e comprovou que não são necessárias estruturas complexas para tornar-se competitivo no mercado.

Em síntese, considerando o custo final do equipamento, obteve-se um produto capaz de concorrer no mercado de rotuladores de anilhas.

7.1 SUGESTÕES PARA IMPLEMENTAÇÕES FUTURAS

Sugerem-se as seguintes implementações futuras, visando o aprimoramento do Rotulador de Anilhas:

- Desenvolver uma placa de circuito impresso para a estrutura eletrônica. O circuito eletrônico, atualmente, apresenta-se em dois *proto-boards*. Esta alteração não foi realizada por questões de prazo.

- A utilização do circuito integrado L293 (Anexo B) para a ligação em Ponte H das bobinas dos motores de passo. Este dispositivo substituiria os transistores Darlington (TIP 122 e TIP 127) reduzindo significativamente o circuito de acionamento dos motores. Este dispositivo não foi utilizado por custar relativamente caro, e a equipe já possuía os transistores.
- Programar em um *software* que permita produzir uma interface gráfica mais amigável.

REFERÊNCIAS

AXELSON, Jan. **Parallel Port Complete**, 1ª Edição, Madison, USA, Lakeview Reserarch, 1999.

BOYLESTAD, Robert L. NASHELSKY, Louis. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**, Rio de Janeiro, Prentice Hall, 1998.

CAPELLI, Alexandre. **Mecatrônica Industrial**, São Paulo, Saber, 2002.

Elementos Mecânicos. Disponível em: <<http://www.globalspec.com/>>. Acesso em 05/04/2008.

Eletróima. <<http://www.tvcultura.com.br/x-tudo/eletrioima.htm>>. Acesso em 05/05/2008.

Fontes de Alimentação. Disponível em: <<http://www.byknirsch.com.br/artigos.shtml>>. Acesso em 03/04/2008.

GAJSKI, Daniel. **Principles of Digital Design**, Prentice-Hall, 1997.

HANCOCK, Les e KRIEGER. **Manual de Linguagem C**, Rio de Janeiro, Campus, 1985.

Lidercon. <<http://200.143.15.30/sites/lidercon/>>. Acesso em 15/05/08.

LOBOSCO, Orlando Silvio & Dias, José Luiz P. da Costa. **Seleção e Aplicação de motores Elétricos**. São Paulo, Mcgraw-Hill, 1997.

Motores de Passo. Disponível em: <<http://www.doc.ic.ac.uk/~ih/doc/stepper/>>. Acesso em 12/06/2008.

Motor de Passo. Disponível em: <http://www.ee.washington.edu/circuit_archive/text/ddmotor.html>. Acesso em: 01/05/2008.

Pinagem da Porta Paralela. Disponível em: <<http://www.eng.morgan.edu/~malone/dskdrv/dskdrv.html>>. Acesso em 15/05/2008;

PLAUGER, P.J. e BRODIE J. **Standard C: guia de referência básica**. São Paulo, Mcgraw-Hill, 1991.

Polias e Correias. Disponível em: <<http://www.epcapelas.com/>>. Acesso em 03/06/2008.

Porta Paralela. Disponível em: <<http://www.rogercom.com/pparalela/introducao.htm>>. Acesso em 07/06/2008.

Rolamentos e Engrenagens. Disponível em: <<http://www.es.senai.br/nocoos/mecanica>>. Acesso em 02/05/2008.

Rotuladores de Anilhas. Disponível em: <<http://www.phoenixcontact.com.br>>. Acesso em 03/07/2008.
SANTOS, João Maria Ferreira. SILVA, Alcides Rui Da. SOUZA, Amarildo Genheveski De. **Sistema Automático para Furação de Placas de Circuito Impresso**, Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Eletrônica da UTFPR, Curitiba, 2006.

SCHILD, Herbert. **Turbo C: Guia do Usuário**, São Paulo, McGraw-Hill, 1988, 414p; Makron Books, 1997.

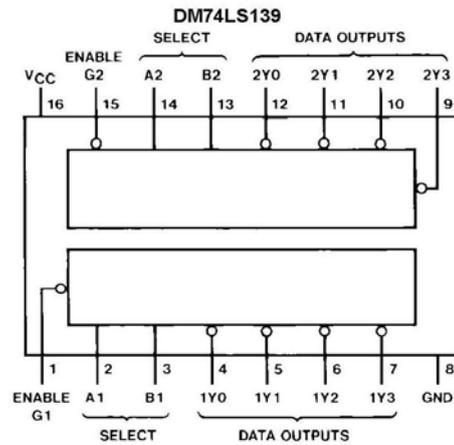
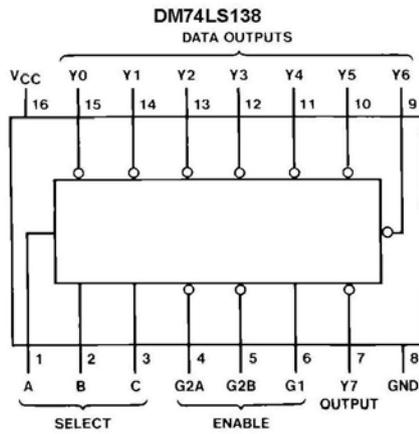
TAUB, Herbert. **Circuitos Digitais e Microprocessadores**, McGraw-Hill, 1984.

TORRES, Gabriel. **Hardware - Curso Completo**, 2a Edição, Rio de Janeiro-RJ, Axcel Books do Brasil Editora, 2008.

ANEXO A - CARACTERÍSTICAS LÓGICAS E ELÉTRICAS DO DEMUX 74139

DM74LS138 • DM74LS139

Connection Diagrams



Function Tables

DM74LS138

Inputs		Outputs										
Enable		Select			Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
G1	G2 (Note 1)	C	B	A								
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	L
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L

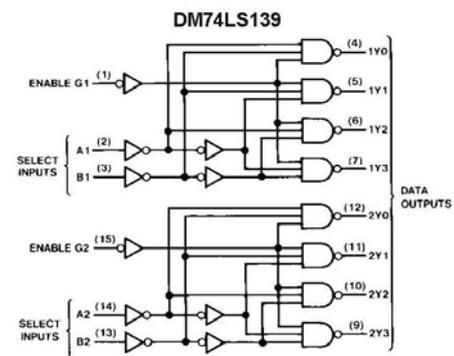
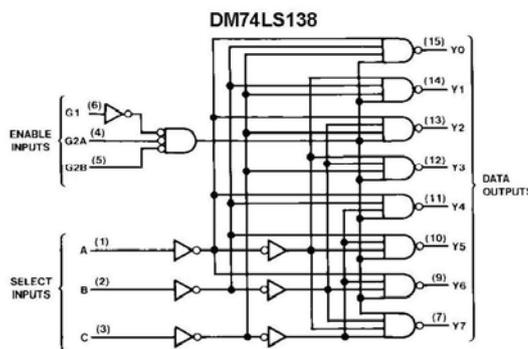
DM74LS139

Inputs			Outputs			
Enable		Select	Y0	Y1	Y2	Y3
G	B	A				
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Level
L = LOW Level
X = Don't Care

Note 1: G2 = G2A + G2B

Logic Diagrams



Absolute Maximum Ratings(Note 2)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 2: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

DM74LS138 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V _{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I _{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I _{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

DM74LS138 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 3)	Max	Units
V _I	Input Clamp Voltage	V _{CC} = Min, I _I = -18 mA			-1.5	V
V _{OH}	HIGH Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OH} = Max, V _{IL} = Max, V _{IH} = Min	2.7	3.4		V
V _{OL}	LOW Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OL} = Max, V _{IL} = Max, V _{IH} = Min		0.35	0.5	V
		I _{OL} = 4 mA, V _{CC} = Min		0.25	0.4	
I _I	Input Current @ Max Input Voltage	V _{CC} = Max, V _I = 7V			0.1	mA
I _{IH}	HIGH Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 2.7V			20	μA
I _{IL}	LOW Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 0.4V			-0.36	mA
I _{OS}	Short Circuit Output Current	V _{CC} = Max (Note 4)	-20		-100	mA
I _{CC}	Supply Current	V _{CC} = Max (Note 5)		6.3	10	mA

Note 3: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 4: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 5: I_{CC} is measured with all outputs enabled and OPEN.

DM74LS138 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	Levels of Delay	R _L = 2 kΩ				Units
				C _L = 15 pF		C _L = 50 pF		
				Min	Max	Min	Max	
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output	2		18		27	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output	2		27		40	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output	3		18		27	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output	3		27		40	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output	2		18		27	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output	2		24		40	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output	3		18		27	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output	3		28		40	ns

ANEXO B – MANUAL TÉCNICO DO DISPOSITIVO L293D


L293D
L293DD
PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

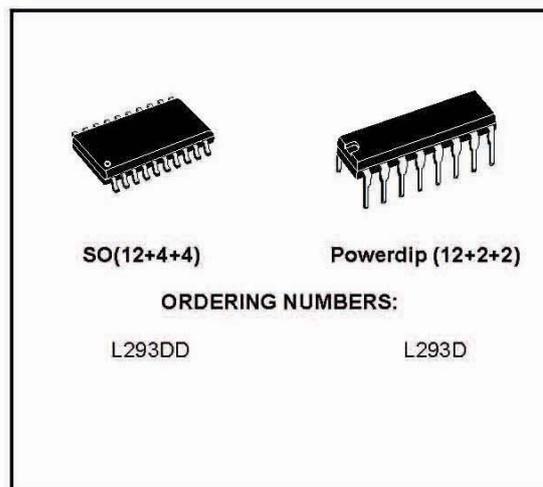
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

DESCRIPTION

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoides, DC and stepping motors) and switching power transistors.

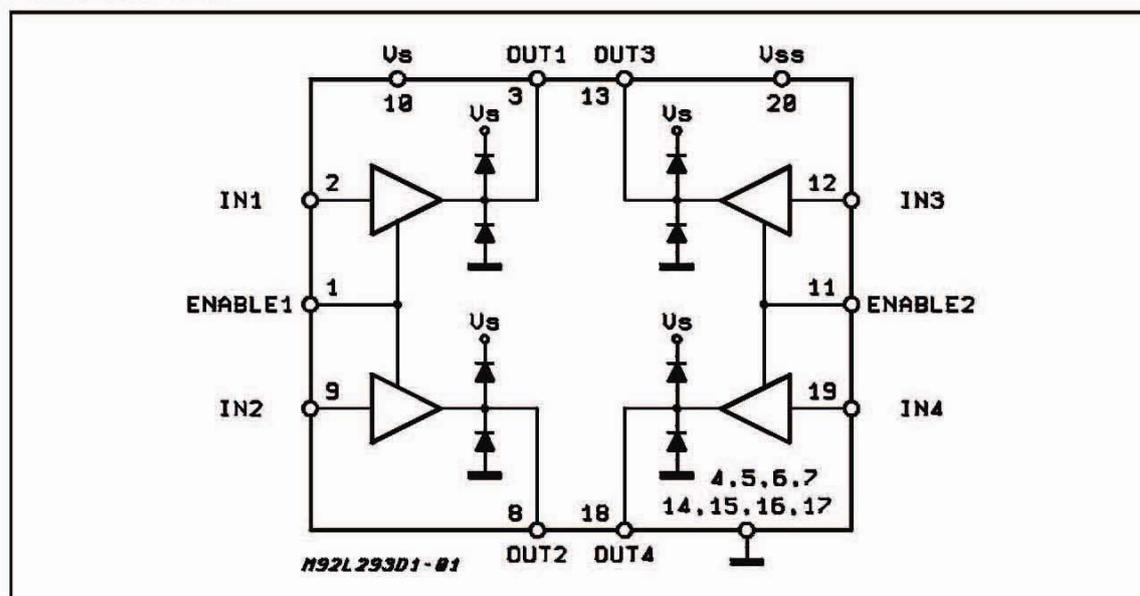
To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

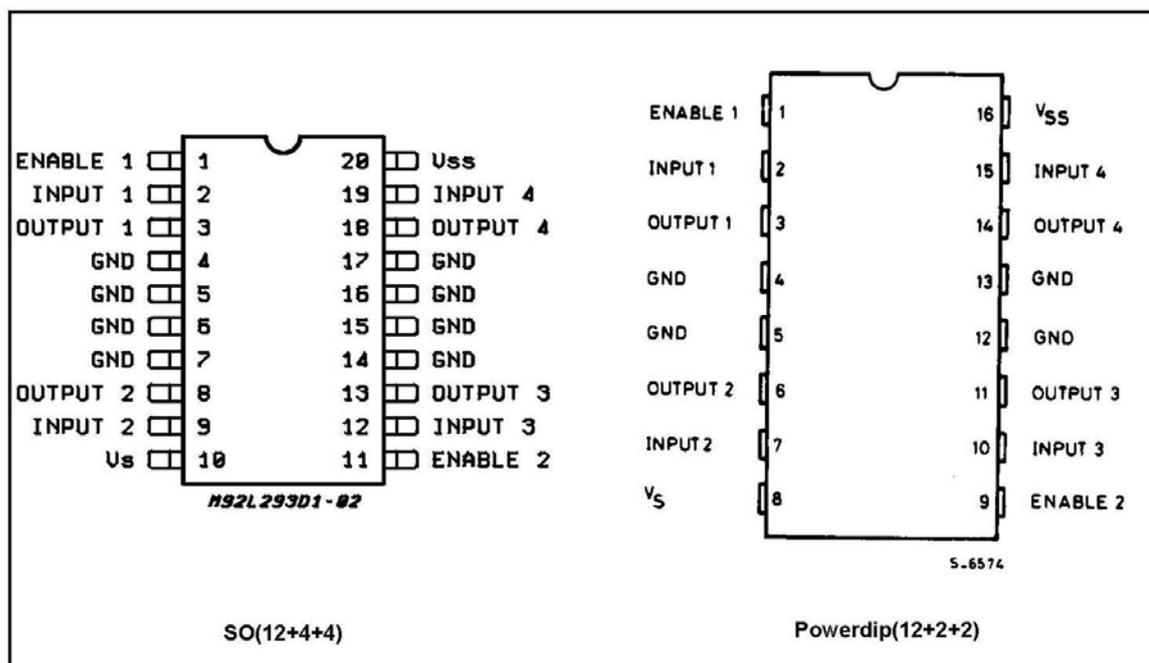
BLOCK DIAGRAM


L293D - L293DD

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Supply Voltage	36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	36	V
V_i	Input Voltage	7	V
V_{en}	Enable Voltage	7	V
I_o	Peak Output Current (100 μ s non repetitive)	1.2	A
P_{tot}	Total Power Dissipation at $T_{pins} = 90\text{ }^\circ\text{C}$	4	W
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	$^\circ\text{C}$

PIN CONNECTIONS (Top view)



THERMAL DATA

Symbol	Description	DIP	SO	Unit
$R_{th\ j-pins}$	Thermal Resistance Junction-pins	max.	14	$^\circ\text{C/W}$
$R_{th\ j-amb}$	Thermal Resistance junction-ambient	max.	50 (*)	$^\circ\text{C/W}$
$R_{th\ j-case}$	Thermal Resistance Junction-case	max.	-	

(*) With 6sq. cm on board heatsink.

L293D - L293DD

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (for each channel, $V_S = 24\text{ V}$, $V_{SS} = 5\text{ V}$, $T_{\text{amb}} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 10)		V_{SS}		36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
I_S	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_I = L$; $I_O = 0$; $V_{\text{en}} = H$		2	6	mA
		$V_I = H$; $I_O = 0$; $V_{\text{en}} = H$		16	24	mA
		$V_{\text{en}} = L$			4	mA
I_{SS}	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_I = L$; $I_O = 0$; $V_{\text{en}} = H$		44	60	mA
		$V_I = H$; $I_O = 0$; $V_{\text{en}} = H$		16	22	mA
		$V_{\text{en}} = L$		16	24	mA
V_{IL}	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
V_{IH}	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
I_{IL}	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{IL} = 1.5\text{ V}$			-10	μA
I_{IH}	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	μA
$V_{\text{en}L}$	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{\text{en}H}$	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{\text{en}L}$	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{\text{en}L} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	μA
$I_{\text{en}H}$	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{\text{en}H} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			± 10	μA
$V_{\text{CE(sat)H}}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{\text{CE(sat)L}}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
t_r	Rise Time (*)	0.1 to 0.9 V_O		250		ns
t_f	Fall Time (*)	0.9 to 0.1 V_O		250		ns
t_{on}	Turn-on Delay (*)	0.5 V_I to 0.5 V_O		750		ns
t_{off}	Turn-off Delay (*)	0.5 V_I to 0.5 V_O		200		ns

(*) See fig. 1.

ANEXO C – ORÇAMENTO PHOENIX CONTACT

De: Tadao - TDM Representações [mailto:vendas@tdmpr.com.br]
Enviada em: quinta-feira, 4 de setembro de 2008 10:48
Para: 'Dilermando'
Assunto: Orçamento - Phoenix Contact

Curitiba, 04/09/2008

Dilermando, Bom Dia

Conforme solicitação, segue abaixo proposta dos produtos da Phoenix Contact.

01 pç. Plotter CMS-P1-PLOTTER-KIT - 5144628 P. Unit. R\$ 8.823,52 + 15% IPI

CONDIÇÕES COMERCIAIS :

Faturamento: Phoenix Contact / SP (CNPJ: 68.404.912/0001-62)

Pagamento: Antecipado

IPI: À incluir

ICMS: 12% (Incluso)

Entrega: 30 dias

Frete: FOB / SP

Validade: Setembro / 2008

Esperando que a presente proposta possa atendê-los satisfatoriamente, permanecemos à disposição para demais esclarecimentos necessários.

sds

Tadao Ueta - (41) 9974-4078

TDM Representações Comerciais Ltda

Fone/Fax: (41) 3269-2111

e-mail: <mailto:vendas@tdmpr.com.br> vendas@tdmpr.com.br

Representante: Phoenix Contact

ifm electronic

Rittal

ANEXO D – MANUAL TÉCNICO DOS REGULADORES LM78XX



February 1995

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number

of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

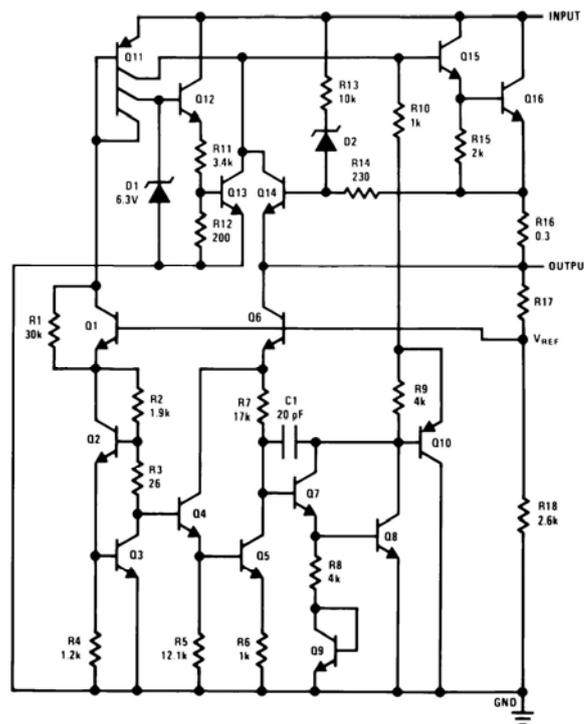
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

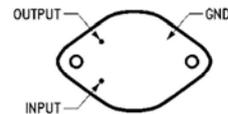
LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



TL/H/7746-1

**Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum**

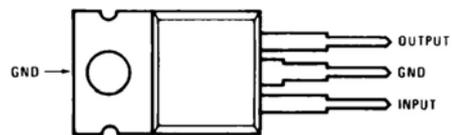


TL/H/7746-2

Bottom View

Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

**Plastic Package
TO-220 (T)**



TL/H/7746-3

Top View

Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

LM78XX Series Voltage Regulators

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage ($V_O = 5V, 12V$ and $15V$)	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range (T_A)	0°C to $+70^\circ\text{C}$

Maximum Junction Temperature	
(K Package)	150°C
(T Package)	150°C
Storage Temperature Range	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	
TO-3 Package K	300°C
TO-220 Package T	230°C

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) $0^\circ\text{C} \leq T_j \leq 125^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Output Voltage			5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)			10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_O	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$	4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		$P_D \leq 15\text{ W}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$	4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
		$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$	(7.5 $\leq V_{IN} \leq 20$)			(14.5 $\leq V_{IN} \leq 27$)			(17.5 $\leq V_{IN} \leq 30$)			V
ΔV_O	Line Regulation	$I_O = 500\text{ mA}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$	3	50	4	120	4	150			mV
			ΔV_{IN}	(7 $\leq V_{IN} \leq 25$)			(14.5 $\leq V_{IN} \leq 30$)			(17.5 $\leq V_{IN} \leq 30$)		V
			$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$		50		120		150			mV
		$I_O \leq 1\text{ A}$	ΔV_{IN}	(8 $\leq V_{IN} \leq 20$)			(15 $\leq V_{IN} \leq 27$)			(18.5 $\leq V_{IN} \leq 30$)		V
			$T_j = 25^\circ\text{C}$		50		120		150			mV
			$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$		25		60		75			mV
ΔV_O	Load Regulation	$T_j = 25^\circ\text{C}$	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1.5\text{ A}$	10	50	12	120	12	150			mV
			$250\text{ mA} \leq I_O \leq 750\text{ mA}$		25		60		75			mV
		$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}, 0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$		50		120		150			mV	
I_Q	Quiescent Current	$I_O \leq 1\text{ A}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$	8		8		8				mA
			$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$		8.5		8.5		8.5			mA
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$		0.5		0.5		0.5				mA
		$T_j = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$		1.0		1.0		1.0			mA	
		$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$	(7.5 $\leq V_{IN} \leq 20$)			(14.8 $\leq V_{IN} \leq 27$)			(17.9 $\leq V_{IN} \leq 30$)		V	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O \leq 500\text{ mA}, 0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$		1.0		1.0		1.0				mA
		$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$	(7 $\leq V_{IN} \leq 25$)			(14.5 $\leq V_{IN} \leq 30$)			(17.5 $\leq V_{IN} \leq 30$)		V	
V_N	Output Noise Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		40		75		90			μV	
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$	Ripple Rejection	$f = 120\text{ Hz}$	$I_O \leq 1\text{ A}, T_j = 25^\circ\text{C}$ or	62	80	55	72	54	70			dB
			$I_O \leq 500\text{ mA}$	62		55		54				dB
			$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$									
$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$			(8 $\leq V_{IN} \leq 18$)			(15 $\leq V_{IN} \leq 25$)			(18.5 $\leq V_{IN} \leq 28.5$)		V	
R_O	Dropout Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}, I_{OUT} = 1\text{ A}$		2.0		2.0		2.0			V	
	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		8		18		19			$\text{m}\Omega$	
	Short-Circuit Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.1		1.5		1.2			A	
	Peak Output Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.4		2.4		2.4			A	
	Average TC of V_{OUT}	$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}, I_O = 5\text{ mA}$		0.6		1.5		1.8			$\text{mV}/^\circ\text{C}$	
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	$T_j = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$		7.5		14.6		17.7			V	

Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically $4^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to case and $35^\circ\text{C}/\text{W}$ case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically $4^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to case and $50^\circ\text{C}/\text{W}$ case to ambient.

Note 2: All characteristics are measured with capacitor across the input of $0.22\ \mu\text{F}$, and a capacitor across the output of $0.1\ \mu\text{F}$. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques ($t_w < 10\text{ ms}$, duty cycle $< 5\%$). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.