INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
CAMPUS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Beatriz Antunes Silva
Luana Camila Claro
Marina dos Santos Oliveira
Richard Henrique de Oliveira Teske

ALIMENTADOR AUTOMÁTICO PARA AQUÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo ï Campus São José dos Campos, como requisito para obtenção do Título de Técnico em Automação Industrial sob orientação do Professor Edson Vinci.

São José dos Campos
2014

Silva, B. A., Claro, L.C., Oliveira, M.S., Teske, R.H.O.
Titulo do trabalho: Alimentador Automático para Aquários. São José dos Campos, SP: [s.n.], 2014.

Trabalho de conclusão de curso (Técnico de Automação Industrial) ï Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-Campus São José dos Campos. Orientação: Prof. Edson Vinci.

1. Aquário. 2. Alimentador. 3. Automação.

(cars/fea)

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) defendido e aprovado em _____ de _____ de 2014, pela banca examinadora constituída pelos professores:

_____

Prof. Edson Vinci

Orientador(a)

_____

Prof. Valdeci Donizete Gonçalves

Agradecimentos

Muitas pessoas, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial gostaríamos de agradecer:

Ao orientador, Prof. Edson Vinci, por acreditar em nossa capacidade, valorizar o nosso trabalho e contribuir para o nosso crescimento pessoal e intelectual.

Aos professores da disciplina de Projeto Integrado Vania Battestin Wiendll e Valdeci Donizete Gonçalves por todo auxílio, atenção e amizade.

Ao técnico de laboratório, Danilo Eduardo Braga, pelo auxílio, companhia e disposição.

Aos professores Aguinaldo Cardozo da Costa Filho, André Luis Mendes Moura, Amita Muralikrishna, Cláudio Luís dos Santos, Irineu dos Santos Yassuda, João Sinohara da Silva Souza, Lineu Alves Lima Filho, Luís Carlos Pires Videira, Luís Gustavo de Oliveira, Ricardo Becker, por toda a disposição, atenção e ensinamentos dispensados no decorrer desses anos.

Aos nossos colegas André Papi, Matheus Felício, pela paciência, amizade e contribuição em nos ajudar na elaboração do projeto.

Aos nossos pais, Andreia Aparecida e Jorge Luís, Julinha Rosa e Moacir Donizetti, Liliane Macieira e Deodesio Carlos, Sandra Regina e Reges Oliveira, pelo incentivo, companheirismo e amor.

SUMÁRIO

SUMÁRIO v
LISTA DE FIGURAS vii
LISTA DE TABELAS viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS ix
RESUMO x
ABSTRACT xi
1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVO 2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
3.1 Resistor 3
3.2 Capacitor 3
3.3 Transistores 4
3.4 Diodo Zener 4
3.5 Display LED de 7 Segmentos 5
3.6 Microcontrolador PIC18F4550 6
3.7 Motor de Passo 7
4. MATERIAIS E MÉTODOS 8
4.1 Materiais 8
4.2 Métodos 8
4.2.1 Diagrama de Blocos 9
4.2.2 Dispositivo Mecânico 9
4.2.3 Dimensionamento dos Reservatórios 11
4.2.4 Movimentação dos Reservatórios 11
4.2.5 Esquema Elétrico 12
4.2.6 Fluxograma dos softwares 15
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 18
6. CONCLUSÃO 19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 20
8. ANEXOS 21
8.1. Manual do Usuário 21
8.2 Código Fonte do Software 22

8.3 Datasheet dos Componentes 24
8.3.1 Datasheet Microchip PIC18F4550 24
8.3.2 Datasheet ULN2003 25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Códigos de cores para resistores. 3
Figura 2: Tipos de capacitores. 4
Figura 3: ULN2003 Darlington Transistor Arrays. 4
Figura 4: Diodo Zener. 5
Figura 5: Display LED de 7 segmentos, catodo comum. 5
Figura 6: Microcontrolador PIC18F4550 6
Figura 7: Motor de Passo de 6 terminais e passo 1,8º. 7
Figura 8: Diagrama de blocos do hardware 9
Figura 9: Peça móvel do dispositivo mecânico, reservatório de alimentação. 10
Figura 10: Peça fixa do dispositivo mecânico 11
Figura 11: Passo 1: movimento entre as peças. 12
Figura 12: Passo 2: movimento entre as peças. 12
Figura 13: Passo 3: movimento entre as peças. 12
Figura 14: Passo 4: movimento entre as peças. 12
Figura 15: Esquema Elétrico. 14
Figura 16: Fluxograma do software. 16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de componentes. 8
Tabela 2: Configuração dos tempos no alimentador automático. 18

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Ý	Ohm.
PIC	Controlador de Interface Programável.
nF	Nanofarad.
V	Volt.
MHz	Megahertz.
W	Watt.
mm	Milímetros.
k Ý	Kilohms.
°	Graus.
LED	*Light Emitting Diode*.
Kbytes	kilobytes.
EEPROM	*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*
SRAM	*Static Random Access Memory*
CPU	*Central Processing Unit*

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto de um alimentador automático para pequenos aquários domésticos. Utilizando-se das técnicas de automatização, este alimentador possibilitará às pessoas criar peixes em ambiente domésticos; mesmo com o estilo de vida atual, onde o tempo livre é cada vez menor.

Na utilização do alimentador automático para aquários, o usuário precisará carregar o dispositivo mecânico com os alimentados e programar o tempo entre cada liberação do alimento ao peixe. A autonomia do alimentador é para dez porções de alimento, sendo o tempo entre as refeições de uma a nove horas.

Para o desenvolvimento deste projeto, foi necessária a utilização dos princípios da automação, baseando-se: na eletrônica, com a utilização de microcontrolador, capacitor, resistor, display, motor de passo, entre outros; na mecânica, com o desenvolvimento de um dispositivo para receber o alimento dado aos peixes; e na informática: com o desenvolvimento de software. No desenvolvimento do projeto, utilizou-se de componentes eletrônicos de menor preço, visando torná-lo um produto acessível para todas as pessoas. E como parte do processo de desenvolvimento foi utilizada ferramentas computacionais, como: simulador de circuitos eletrônicos e de desenho mecânico.

Palavras-chave: aquário, alimentador, automação.

ABSTRACT

This paper presents the design of an automatic feeder for small home aquariums. Utilizing the techniques of automation, this feeder will allow people to create fish in domestic environment; even with the current lifestyle, where free time is dwindling.

When using the automatic document feeder for aquariums, you need to load the mechanical device with fed and schedule time between each release food for fish. The autonomy of feeder is to feed ten parts, and the time between meals from one to nine.

To develop this project, it was necessary to use the principles of automation, based: on electronics, with the use of microcontroller, capacitor, resistor, display, stepper motor, among others; mechanical, with the development of a device for receiving food given to the fish; and computing: with software development. In developing the project, we used the electronic component lowest price, seeking to make it an affordable product for everyone. And as part of the development process was used computational tools, such as simulation of electronic circuits and mechanical design.

Key-words: aquarium, feeder, automation.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, existem inúmeras pessoas que possuem animais de estimação. A presença desses seres dentro do âmbito familiar tem sido cada vez mais frequente e, consequentemente, a preocupação com o bem estar dos mesmos também. A grande porção desses animais, ainda são cães e gatos. Entretanto, uma nova classe de animais domésticos vem se tornando comum nas residências: os peixes.

Tendo em vista essa crescente demanda na criação de peixes, tecnologias têm sido criadas para que a criação domiciliar seja vantajosa para o dono e para o animal. Visando autonomia e dinamização, auxiliando na maior sobrevida dos peixes de aquário criaram-se os alimentadores automáticos. Esses dispositivos, por sua vez, consistem em despejar de forma correta a quantidade de comida que o peixe necessita nos horários pré-estabelecidos, viabilizando assim maior flexibilidade para o dono em programar quando seu animal irá se alimentar quando ele não estiver em sua residência para fazê-lo.

Este projeto trata de um alimentador automático que permite ao usuário determinar quantas vezes e em quais intervalos de tempo o seu animal de estimação, o peixe, será alimentado, sem a intervenção do dono.

2. OBJETIVO

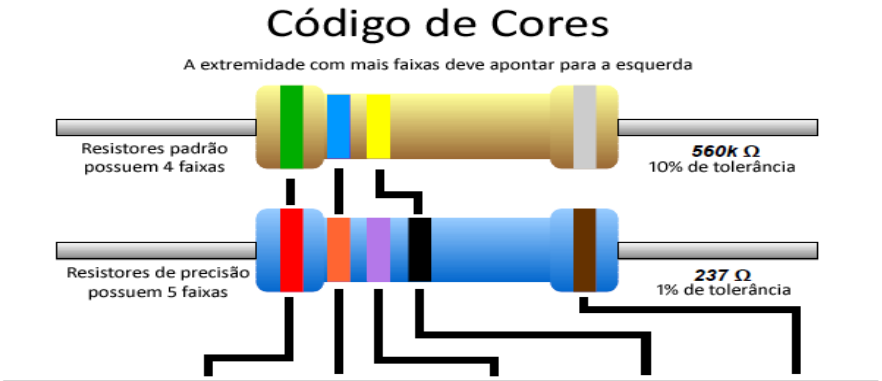
O projeto tem como objetivo desenvolver um alimentador automático para aquários de pequeno porte. Tendo como objetivo central, permitir que o usuário escolha o intervalo de tempo e a quantidade de alimento será dado ao peixe. Possibilitando a repetição do processo automaticamente enquanto houver alimento no reservatório.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o desenvolvimento do projeto, é necessário o conhecimento dos componentes utilizados e seus devidos funcionamentos. Com isso, segue a apresentação dos principais componentes utilizados na montagem do alimentador automático para aquário.

3.1 Resistor

Resistores são componentes que têm por finalidade oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica por meio de seu material. A essa oposição damos o nome de resistência elétrica, que possui como unidade o ohm. E para constatar o valor do resistor utiliza-se a tabela do código de cores, visto na Figura 1 (CAPUANO E MARINO, 2012).



Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x 1 Ω	
Marrom	1	1	1	x 10 Ω	+/- 1%
Vermelho	2	2	2	x 100 Ω	+/- 2%
Laranja	3	3	3	x 1K Ω	
Amarelo	4	4	4	x 10K Ω	
Verde	5	5	5	x 100K Ω	+/- .5%
Azul	6	6	6	x 1M Ω	+/- .25%
Violeta	7	7	7	x 10M Ω	+/- .1%
Cinza	8	8	8		+/- .05%
Branco	9	9	9		
Dourado				x .1 Ω	+/- 5%
Prateado				x .01 Ω	+/- 10%

Figura 1: Códigos de cores para resistores.

3.2 Capacitor

O capacitor é um componente que tem como finalidade armazenar energia elétrica. São formadas por duas placas condutoras, também denominadas armaduras, separadas por um material isolante ou dielétrico (CAPUANO E MARINO, 2012). A Figura 2 a seguir ilustra dois tipos de capacitor.

Figura 2: Tipos de capacitores.

3.3 Transistores

Um transistor é basicamente constituído de três camadas de materiais semicondutores, formando as junções NPN ou PNP. Essas junções recebem um encapsulamento adequado, conforme o tipo de aplicação, e a ligação de três terminais para conexões externas (CAPUANO E MARINO, 2012). A Figura 3 mostra o encapsulamento de um arranjo de transistores denominados Darlington que podem controlar correntes de até 500mA.

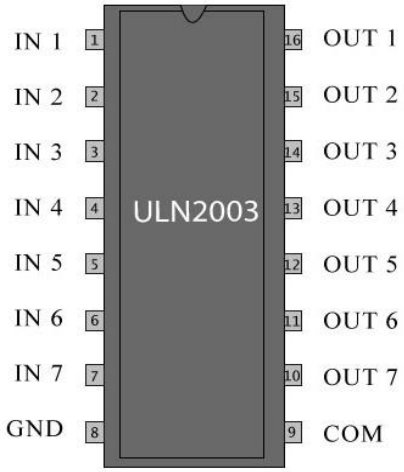


Figura 3: ULN2003 *Darlington Transistor Arrays*.

3.4 Diodo Zener

O diodo Zener é especialmente fabricado para trabalhar em polarização reserva, pois nestas circunstâncias apresenta uma característica de tensão constante para uma faixa de corrente. Pelo fato do diodo trabalhar em situação de avalanche, essa propriedade é denominada efeito Zener (CAPUANO E MARINO, 2012). A Figura 4 mostra o encapsulamento de um diodo Zener.

Figura 4: Diodo Zener.

3.5 Display LED de 7 Segmentos

O display LED de sete segmentos é composto de oito leds internos, sendo sete para formar os segmentos de apresentação (números ou letras), mais um para o ponto decimal, e classificam-se em anodo comum ou catodo comum, dependendo da topologia de conexão interna dos leds (PEREIRA, 2012).

Na configuração catodo comum todos os catodos de todos os leds que formam o display são interligados entre si e ligados ao GND, conhecido como terra (MICROCONTROLADORES PIC).

A Figura 5 mostra a configuração do display LED de 7 segmentos com a ligação em catodo comum.

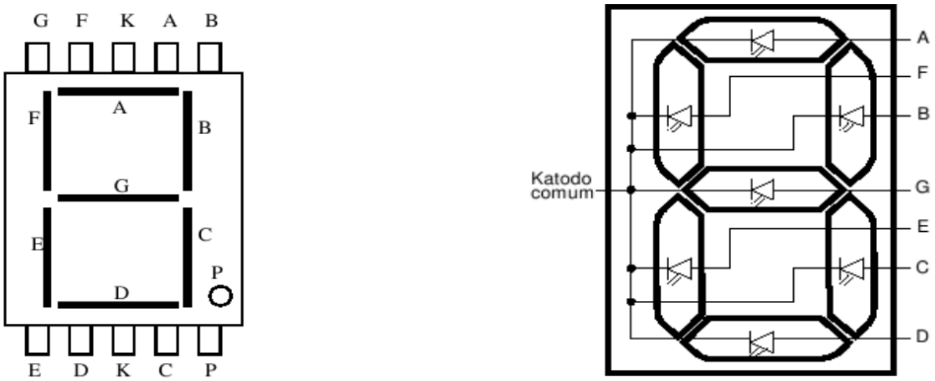


Figura 5: Display LED de 7 segmentos, catodo comum.

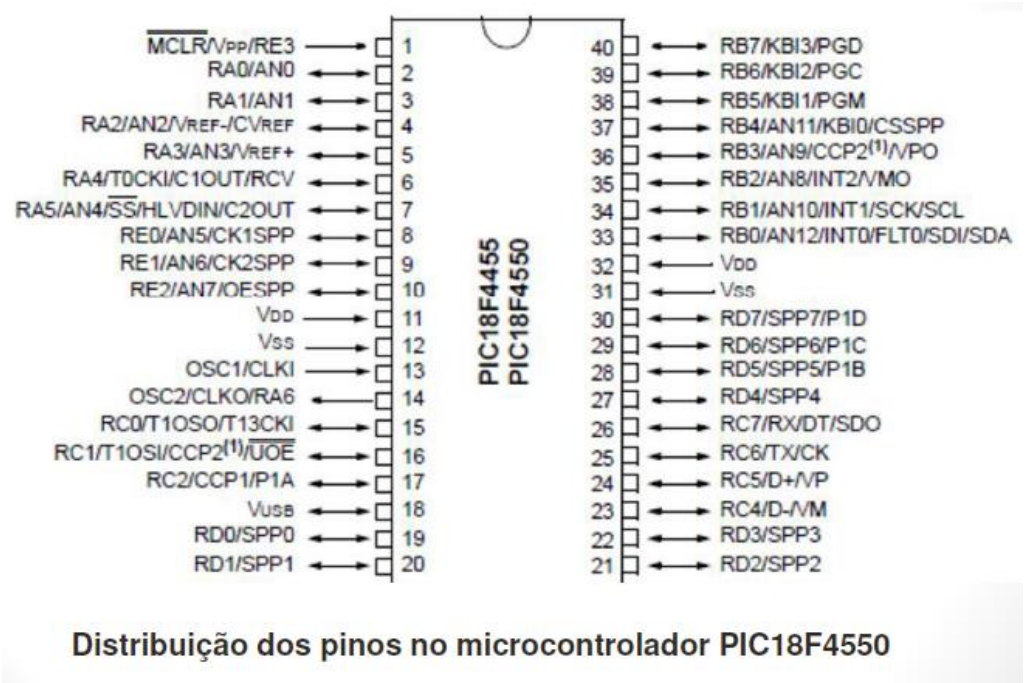
3.6 Microcontrolador PIC18F4550

O microcontrolador PIC18F4550 apresenta as vantagens de alto desempenho computacional a um preço econômico, com memória FLASH para armazenamento de programa de 32kbytes, memória SRAM para armazenamento de dados de 2kbytes e memória EEPROM de dados 256 bytes.

Os microcontroladores PIC apresentam uma estrutura de máquina interna do tipo Harvard. Esse tipo de arquitetura permite que enquanto uma instrução é executada, outra seja buscada na memória, o que torna o processamento mais rápido (SOUZA, 2012). Possui também tecnologia RISC com um conjunto de 75 instruções e 40 pinos, sendo 35 de I/O configuráveis, estão agrupados em 5 grupos denominados PORTS (BASTOS, ...).

Em adição a estas características, o PICF184550 apresenta melhorias que tornam estes microcontroladores uma lógica escolha para projetos de alto desempenho (data sheet ï MICROCHIP).

A Figura 6 apresenta o encapsulamento do microcontrolador PIC18F4550 bem como a descrição de cada pino.



Distribuição dos pinos no microcontrolador PIC18F4550

Figura 6: Microcontrolador PIC18F4550.

3.7 Motor de Passo

O motor de passo é um dispositivo eletromecânico que converte pulsos elétricos em movimentos mecânicos e que diferentemente dos motores de corrente continua, não giram apenas aplicando uma tensão em seus terminais. Ele precisa de uma sequência de pulsos em suas bobinas para girar, o que define a direção e a velocidade do motor e que também permite controlar com grande precisão a posição do eixo.

Para os motores de passo existem basicamente dois tipos de funcionamento: os de meio passo e os de passo completo. No motor de meio passo, são energizadas simultaneamente duas bobinas. Já no motor de passo completo, ocorre a energização apenas de uma bobina por vez.

Os motores de passo possuem três estados:

- Desligado: nenhuma bobina energizada, ou seja, elas estão desligadas e não há consumo de energia caso que acontece geralmente quando a fonte de alimentação está desligada.
- Parado: apenas uma bobina está ligada o que faz com que o motor permaneça estático, neste caso há consumo de energia, mas o motor permanece alinhado não se move.
- Rodando: as bobinas do motor são energizadas e ele gira em determinada direção que será definida pela sequência de pulsos que a bobina receberá.

A Figura 7 apresenta a imagem de um motor de passo de 6 terminais e menor passo igual a 1,8º.

Figura 7: Motor de Passo de 6 terminais e passo 1,8º.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Os componentes utilizados no projeto do alimentador automático de aquários estão listados na Tabela 1.

Tabela 1: Lista de componentes.

COMPONENTES	QUANTIDADE	REFERÊNCIA
Capacitor 100nF / 25V	1	C3
Capacitor 22pF / 25V	2	C1 e C2
Chave Alavanca ON / OFF	1	
Cristal 20MHz	1	X1
Display LED 7 Segmentos / Catodo Comum	1	
Diodo Zenner 12V 0.5W	1	D2
Led 3mm cor verde	1	
Led 3mm cor vermelho	1	
Microcontrolador PIC18F4550	1	U1
Motor de Passo	1	
Push-button	4	
Resistor 10kÝ - 1/4W	5	R13, R9, R11, R12
Resistor 1kÝ - 1/4W	4	R10, R14, R16, R15
Resistor 330Ý - 1/4W	8	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7
Resistor 470Ý - 1/4W	1	R17
Driver - ULN2003	1	U2

4.2 Métodos

Para o desenvolvimento do projeto, foi necessário o aprendizado do software MPLab utilizando códigos da programação em C, onde nesta programação dará o comando para o motor de passo ser acionado e deste modo fazer com que o dispositivo libere a comida no aquário para assim acontecer o ciclo da alimentação automática.

Antes do inicio da programação mencionada anteriormente, desenvolveu-se o esquema elétrico e, a partir deste, foi montado no *protoboard* empregando todos os componentes do projeto e realizando suas devidas ligações para o funcionamento da placa.

Por fim, foi desenvolvido o dispositivo mecânico para receber o alimento e também executar a liberação deste para o aquário. Com isso foi elaborado um desenho na ferramenta autoCAD para proceder a confecção da peça. As devidas especificações de medidas do dispositivo mecânico serão mostradas a seguir.

4.2.1 Diagrama de Blocos

O diagrama de bloco é composto por: uma fonte de alimentação para energizar os componentes eletrônicos com tensão contínua; o motor elétrico para o funcionamento mecânico da alimentação automática; dispositivo mecânico definido como o reservatório da comida dos peixes; microcontrolador, CPU, para realizar a lógica de funcionamento de todo o alimentador automático; e por fim, o indicador visual de tempo para o operador se programar com o ciclo do projeto em horas.

A Figura 8 demonstrada às ligações dos blocos constituintes do *hardware* do alimentador automático para aquário.

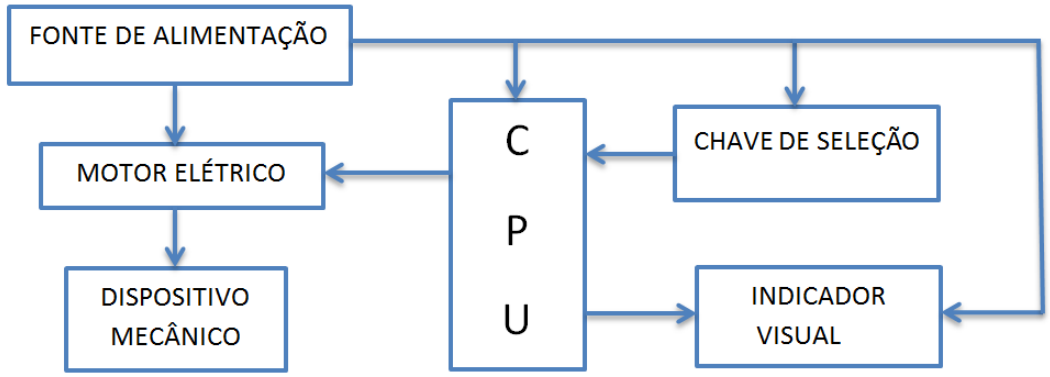


Figura 8: Diagrama de blocos do *hardware*.

4.2.2 Dispositivo Mecânico

O dispositivo mecânico é composto por duas peças: a móvel e a fixa. A parte móvel tende-se a girar conforme a movimentação do motor, cada furo armazena comida suficiente para uma refeição do peixe, essa comida é colocada manualmente pelo usuário a cada final de ciclo completado. Apresenta um diâmetro externo de 75mm. Os furos foram estão afastados 36° entre si, apresentando 7mm de diâmetro e um furo no centro com 6,3mm para o encaixe no eixo do motor. Esta peça móvel apresenta uma espessura de 10mm. A Figura 9 mostra a peça móvel onde será colocada a comida.

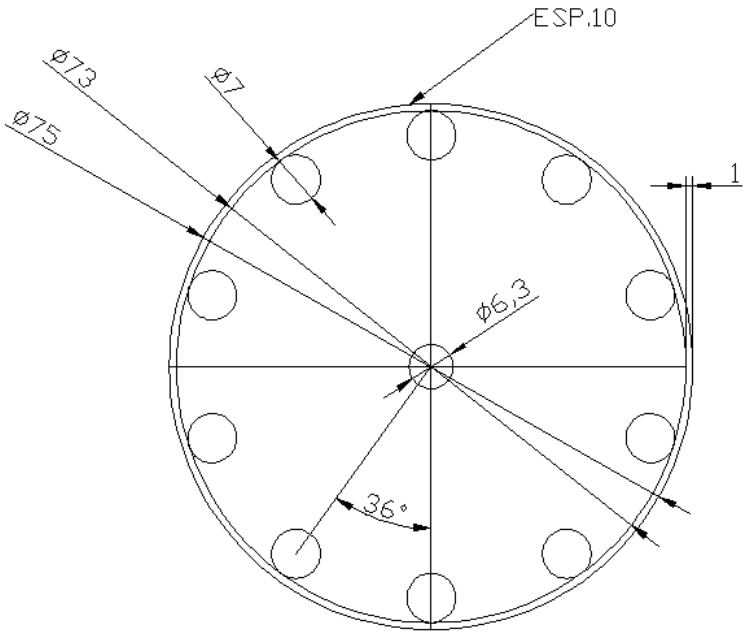


Figura 9: Peça móvel do dispositivo mecânico, reservatório de alimentação.

A parte fixa tem um único propósito, conforme a parte de cima gira seu furo coincide com o furo da parte fixa e assim o alimento cai dentro do aquário. Essa parte fixa é presa em três pontos da base do motor. Apresenta um diâmetro de 75mm. Foi alcançado um furo central com 40mm de diâmetro, que no caso é o suficiente para não rodar com o motor, onde um furo de 8mm de diâmetro defasado de 36° que se encaixou no chanfro do motor, responsável pela saída da comida do peixe. Esta peça fixa apresenta uma espessura de 5mm. A Figura 10 ilustra a parte fixa do motor onde a comida irá sair.

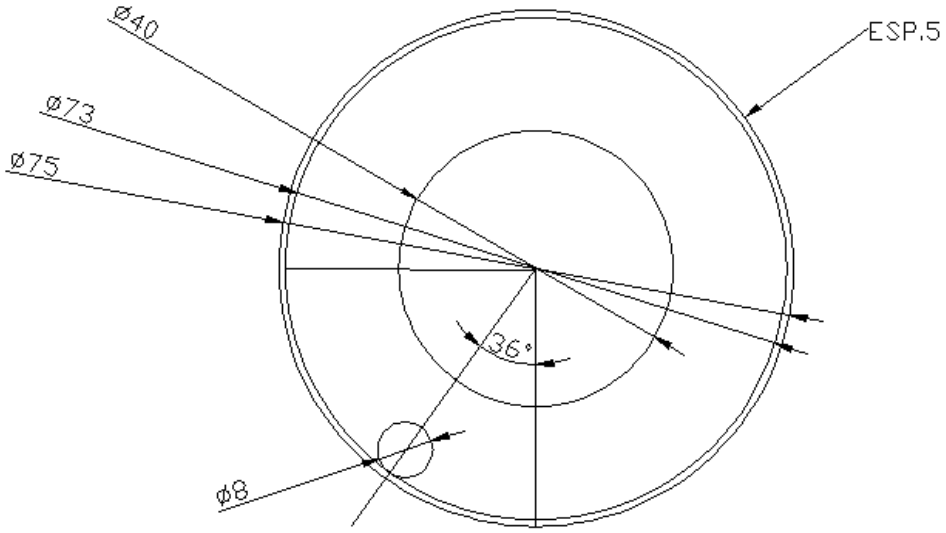


Figura 10: Peça fixa do dispositivo mecânico.

O motor de passo gira a parte móvel em passos de 36º conforme o ajuste de tempo pelo usuário. Por exemplo, ajustando um tempo de 1 hora, significa que a cada hora o motor de passo gira 36º. Este movimento será executado nove vezes, completando o ciclo.

4.2.3 Dimensionamento dos Reservatórios

O motor de passo apresenta um passo de 1,8°, totalizando 200 passos para uma volta completa. Foi projetado um reservatório com 10 furos, pois, com essa disposição, é possível operar com ângulos e passos inteiros, que facilita o desenvolvimento do software embarcado no microcontrolador.

Estando cada furo do reservatório defasado de 36°, o motor precisará de 20 passos para chegar ao centro do próximo furo, próximo reservatório. Um furo do dez reservatórios é utilizado para referenciar o furo de passagem do alimento da peça fixa, restando com isto, um total de 9 reservatórios para alocação do alimento.

4.2.4 Movimentação dos Reservatórios

Os reservatórios vão girando e coincidindo com o furo de passagem dos alimentos, presente na peça fixa. As figuras abaixo ilustram estes movimentos.

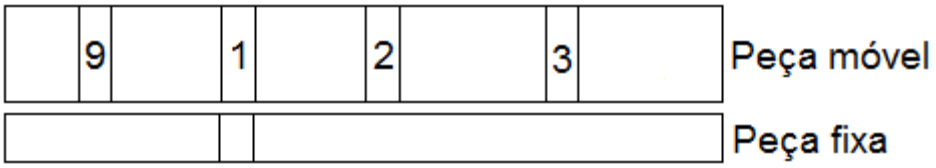


Figura 11: Passo 1: movimento entre as peças.

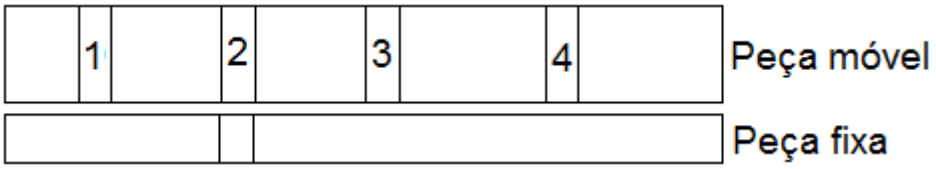


Figura 12: Passo 2: movimento entre as peças.

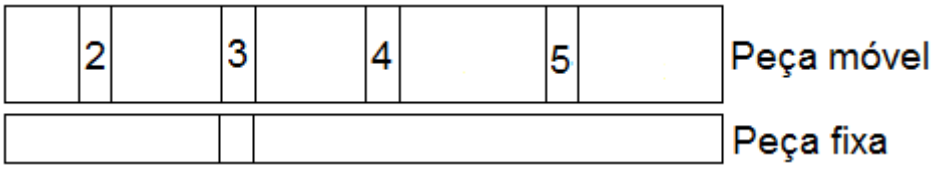


Figura 13: Passo 3: movimento entre as peças.

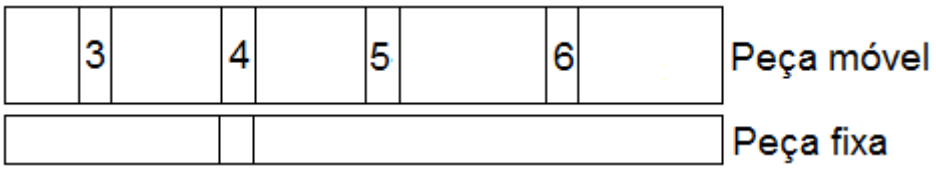


Figura 14: Passo 4: movimento entre as peças.

4.2.5 Esquema Elétrico

O circuito elétrico apresenta a solução adotada para o *hardware* do projeto do alimentador automático para aquário. Ele esboça os componentes elétricos e eletrônicos selecionados, bem como a conexão entre eles.

Para o diagrama em blocos da Figura 8, adotou-se como solução para o bloco ñCPUò, o microcontrolador PIC da família 18F4550, referenciado a partir de um cristal oscilador na frequência de 20MHz. Os *ports* do microcontrolador foram selecionados para interfacear com os demais periféricos da seguinte forma:

- PortD: interliga o microcontrolador a um *display* de 7 segmentos que indicará a temporização selecionada pelo usuário final, ou seja, o valor indicado refere-se a um tempo dado em horas. Esta foi à solução adotada para o bloco ñIndicador Visual de Tempoò, do diagrama em blocos.
- PortA: interliga o microcontrolador a um driver ULN2003 que é usado para controlar o motor de passo que foi a solução para o bloco ñMotor Elétricoò,

motor esse que aciona a peça móvel responsável pela liberação da comida no aquário, quando coincidir os reservatórios com a furo de passagem presente na peça fixa. Estas peças, fixa e móvel, referem-se à solução adotada para o "Dispositivo Mecânico" do diagrama em blocos.

- PortC: interliga o microcontrolador as chaves de seleção de tempo, seleção de partida e de rotação do motor no sentido horário ou anti-horário que foi a solução adotada para o bloco "Chaves de Seleção", do diagrama em blocos.
- Para alimentação do motor de passo usa-se uma fonte de 12 volts que é a tensão necessária para o motor utilizado já no caso de não ter uma fonte de 12 volts então se usa o circuito com um resistor e um diodo zener em serie que vai para o ground (terra) , para se obter a tensão de 12 volts no motor. O valor do resistor deve ser calculado a partir da tensão da fonte que se tiver em caso da tensão ser maior que 12 volts.
- Utilizando a fonte de tensão de 12 volts não é necessário o uso desse circuito com o diodo zener e o resistor.

O circuito possui ainda um botão de reset para reiniciar o programa e por consequência, iniciar novo ciclo de funcionamento.

A seguir será apresentada a Figura 15 que representa o esquema elétrico desenvolvido.

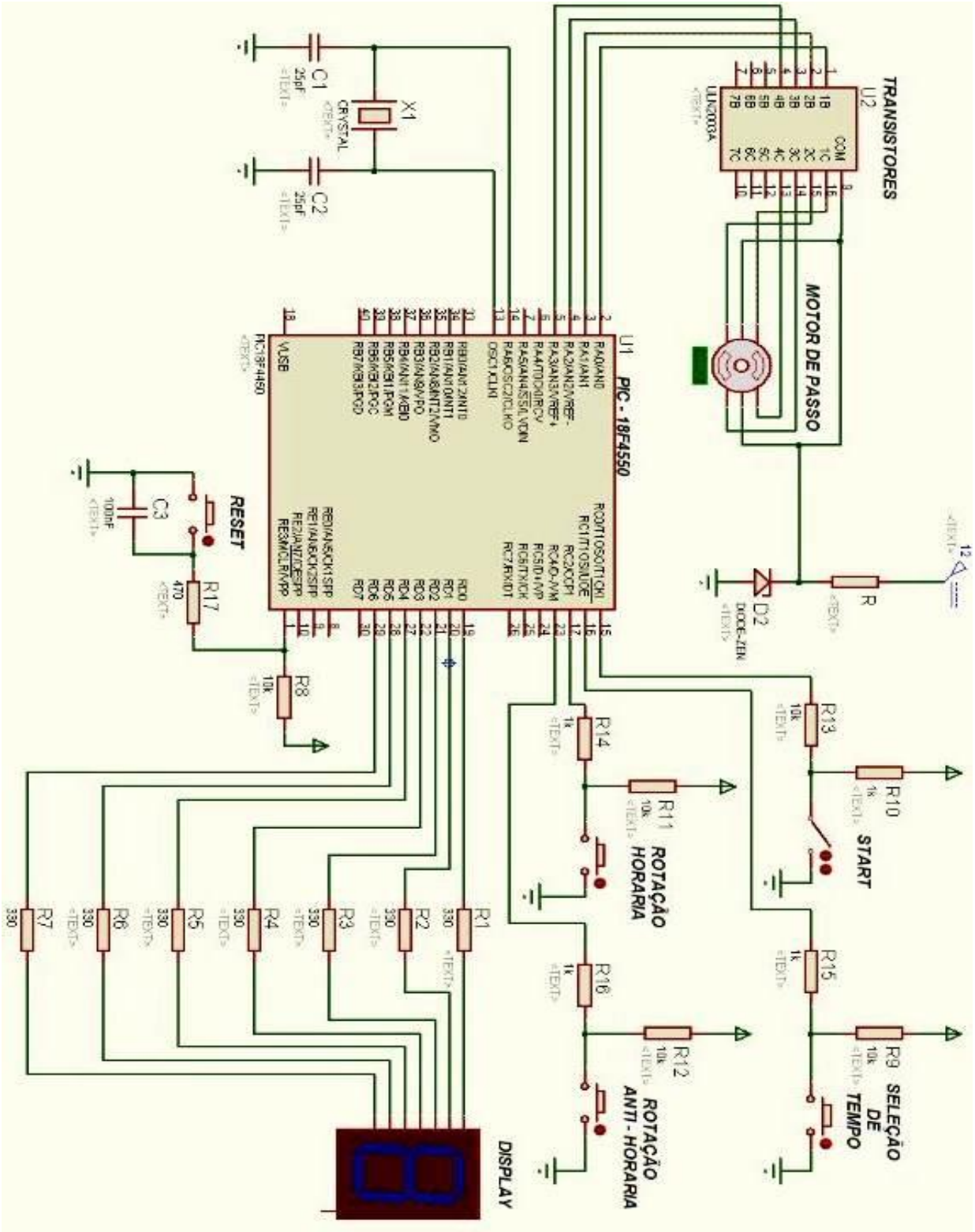


Figura 15: Esquema Elétrico.

4.2.6 Fluxograma dos softwares

O fluxograma é usado no desenvolvimento do software do projeto e mostra a sequência de funcionamento do alimentador automático para aquário, bem como, os passos após uma decisão do usuário. A Figura 16 apresenta o fluxograma do *software*.

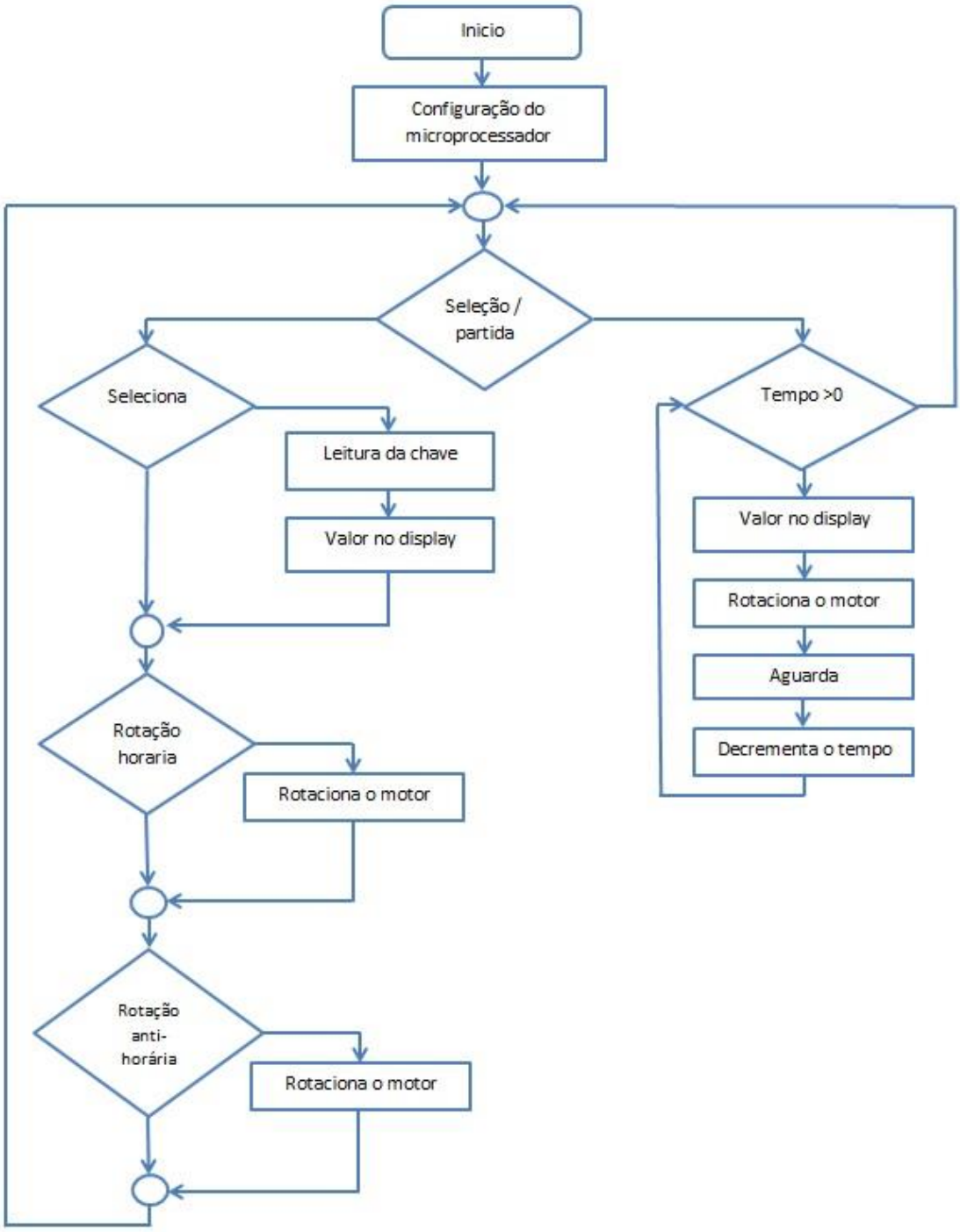


Figura 16: Fluxograma do software.

O fluxograma apresenta os seguintes passos:

- De inicio temos a SELEÇÃO OU PARTIDA, se a opção for SELEÇÃO então o usuário pode escolher entre posicionar o intervalo de tempo destinado para liberação da comida, rotacionar o motor no sentido horário ou anti-horário. Ao selecionar uma das duas últimas opções, o motor gira

e então possibilita ao usurário posicionar as peça móvel no início do ciclo. O usuário escolhendo o tempo que deseja que a comida seja liberada ao aquário, este vai sendo mostrado no display de sete segmentos.

- Escolhendo a opção PARTIDA o programa começa a contar o tempo e a comida é liberada no tempo selecionado. A cada hora contada, há a atualização no display de sete segmentos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A máxima capacidade do alimentador automático de aquário pode ser alcançada pelas configuras possíveis mostradas, na Tabela 2. Portanto, a autonomia máxima de alimentação do peixe é de três dias, para a configuração de 9 horas.

Tabela 2: Configuração dos tempos no alimentador automático.

Tempo ajustado pelo usuário, em horas	Tempo total que os peixes estarão sendo alimentados, em horas
1	9
2	18
3	27
4	36
5	45
6	54
7	63
8	72
9	81

Os reservatórios dimensionados limitam o tamanho do alimento dado ao peixe. Para alimentos maiores, será necessário redimensionar o tamanho do reservatório, ou seja, do dispositivo mecânico fixo e move. Com isto, ainda se utiliza o mesmo programa embarcado no microcontrolador.

O software não contempla o redirecionamento dos reservatórios automaticamente para a posição inicial. Com isto, numa eventual falta de energia, o usuário precisará reconfigurar o alimentador automático para aquários.

6. CONCLUSÃO

Face ao exposto, foram observadas várias vantagens ao usuário, pois o mesmo, não terá a obrigação de alimentar seu peixe manualmente, visto que a automatização tem uma previsão de ciclo durante um período de três dias, todavia, o usuário precisará ter o comprometimento de recarregar os reservatórios para o ciclo dar continuidade a sua rotina de liberação do alimento.

Concluímos também, que o projeto de alimentador automático para aquários de pequeno porte foi de suma importância na consolidação do aprendizado, pois pudemos colocar em prática todo conhecimento adquirido durante o curso, neste período de dois anos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Exto Tecnologia Ltda. (2012). XM118 ï **Microcontroladores PIC18 ï Teoria, Caderno de Experiências e Manual.** Santa Rita do Sapucaí, MG.

PEREIRA, Fábio. **Microcontroladores PIC ï Programação em C.** Editora Érica Ltda, 7ª edição, 2012.

CAPUANO, G. F.; MARINO, M. A. M. ï **Laboratório de Eletricidade e Eletrônica**. Editora Érica Ltda, 24° edição, 2012.

OCHAKOWSKI, NÁDIA ï **Protótipo de um alimentador automático para animais de estimação.** Universidade Regional de Blumenau ï Centro de Ciências Exatas e Naturais. Curso de ciências da computação ï bacharelado. Blumenau 2007/1-34.
ANTONIO, Marco. Apostila de Programação de Microcontroladores PIC usando linguagem C. Centro Federal de Educação Tecnológica do Espirito Santo. Vitória Agosto/2006.

MICROCHIP ï PIC18F4550 *Data Sheet.* Disponível em: <http://ww1.microchip.com/dowloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf>. Acesso em: 17 março-2014.

MICROCONTROLADORES PIC ï Prática ï Parte 4 Controle de Display de sete segmentos. 09/03/2014. Disponível em: <http://www.linuxemais.com/daniella/lib/exe/fetch.php?media=disciplinas:ac:display7segmentos.pdf>. Acesso em: 16 março-2014.

ROGERCOM. (s.d.). Acesso em 14 de 04 de 2014, disponível em <http://rogercom.com/>.

8. ANEXOS

8.1. Manual do Usuário

- Fixar o dispositivo no aquário.
- Ligar a fonte de alimentação (bivolt).
- Ajustar a chave SELEÇÃO/PARTIDA para seleção.
- Posicionar os reservatórios para o início dos ciclos.
- Colocar o alimento nos reservatórios.
- Selecionar o tempo desejado, de 1 a 9 horas.
- Ajustar a chave SELEÇÃO/PARTIDA para partida.

8.2 Código Fonte do Software

```
//1 - inclusão das bibliotecas
#include <p18f4550.h>
#include <timers.h>
#include "ISR.h"

//2 - bits de configuração
#pragma config CPUDIV = OSC4_PLL6   //
#pragma config FOSC = HS            //
#pragma config LVP = OFF            //
#pragma config WDT = OFF            //
#pragma config PBADEN = OFF         //
#pragma config XINST = OFF          //
#define DISPLAY PORTD

void TimersISR(void);
#pragma code high_vector = 0x08
    //o código que estiver aqui no meio será gravado
    //no vetor inciado em 0x08
    void high_interrupt(void)
    {_asm GOTO TimersISR _endasm}
#pragma code

//associa a função TimersISR com a interrupção
#pragma interrupt TimersISR//protótipo da função

//associa a função TimersISR com a interrupção
#pragma interrupt TimersISR//protótipo da função

static char i=0;

void main(void){
    char table[] = {0b00111111, // 0
                    0b00000110, // 1
                    0b01011011, // 2
                    0b01001111, // 3
                    0b01100110, // 4
                    0b01101101, // 5
                    0b01111100, // 6
                    0b00000111, // 7
                    0b01111111, // 8
                    0b01100111, // 9
                    0b01110111, // A
                    0b01111100, // B
                    0b01011000, // C
                    0b01011110, // D
                    0b01111001, // E
                    0b01110001  // F
    };
```

```
  //config I/O
  TRISD = 0x00;

  //config Timer
  OpenTimer1( TIMER_INT_ON & //habilita o timer
              T1_16BIT_RW &  //habilita leitura e escrita em 1
              T1_SOURCE_INT & //fonte de clock interna
              T1_PS_1_8);    //prescaler de 1:8

  WriteTimer1(0xC2F7); //49911


  //sem prioridade
  RCONbits.IPEN = 0;

  //zera as flags
  PIR1bits.TMR1IF = 0;
  PIR2bits.TMR3IF = 0;

  //liga os enables
  PIE1bits.TMR1IE = 1;
  PIE2bits.TMR3IE = 1;

  //liga as interrupções de perifericos:
  INTCONbits.PEIE = 1;

  //habilitação global de interrupts
  INTCONbits.GIE = 1;

    for(;;)
        PORTD = table[i];



}

extern void TimersISR(void){
    static unsigned char cont=0;

    PIR1bits.TMR1IF = 0; //limpa o flag
    WriteTimer1(0xC2F7 + ReadTimer1()); //reinicializa o timer
    if(cont<=18000)
        cont ++;
    else{
        cont = 0;
        if(i<9)
        i++;
        else
        i=0;
    }
}
```

8.3 Datasheet dos Componentes

8.3.1 Datasheet Microchip PIC18F4550

MICROCHIP **PIC18F2455/2550/4455/4550**

28/40/44-Pin, High-Performance, Enhanced Flash, USB Microcontrollers with nanoWatt Technology

Universal Serial Bus Features:

- USB V2.0 Compliant
- Low Speed (1.5 Mb/s) and Full Speed (12 Mb/s)
- Supports Control, Interrupt, Isochronous and Bulk Transfers
- Supports up to 32 Endpoints (16 bidirectional)
- 1 Kbyte Dual Access RAM for USB
- On-Chip USB Transceiver with On-Chip Voltage Regulator
- Interface for Off-Chip USB Transceiver
- Streaming Parallel Port (SPP) for USB streaming transfers (40/44-pin devices only)

Power-Managed Modes:

- Run: CPU on, Peripherals on
- Idle: CPU off, Peripherals on
- Sleep: CPU off, Peripherals off
- Idle mode Currents Down to 5.8 μA Typical
- Sleep mode Currents Down to 0.1 μA Typical
- Timer1 Oscillator: 1.1 μA Typical, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 2.1 μA Typical
- Two-Speed Oscillator Start-up

Flexible Oscillator Structure:

- Four Crystal modes, including High-Precision PLL for USB
- Two External Clock modes, Up to 48 MHz
- Internal Oscillator Block:
  - 8 user-selectable frequencies, from 31 kHz to 8 MHz
  - User-tunable to compensate for frequency drift
- Secondary Oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Dual Oscillator Options allow Microcontroller and USB module to Run at Different Clock Speeds
- Fail-Safe Clock Monitor:
  - Allows for safe shutdown if any clock stops

Peripheral Highlights:

- High-Current Sink/Source: 25 mA/25 mA
- Three External Interrupts
- Four Timer modules (Timer0 to Timer3)
- Up to 2 Capture/Compare/PWM (CCP) modules:
  - Capture is 16-bit, max. resolution 5.2 ns (TCY/16)
  - Compare is 16-bit, max. resolution 83.3 ns (TCY)
  - PWM output: PWM resolution is 1 to 10-bit
- Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) module:
  - Multiple output modes
  - Selectable polarity
  - Programmable dead time
  - Auto-shutdown and auto-restart
- Enhanced USART module:
  - LIN bus support
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module Supporting 3-Wire SPI (all 4 modes) and I²C™ Master and Slave modes
- 10-Bit, Up to 13-Channel Analog-to-Digital Converter (A/D) module with Programmable Acquisition Time
- Dual Analog Comparators with Input Multiplexing

Special Microcontroller Features:

- C Compiler Optimized Architecture with Optional Extended Instruction Set
- 100,000 Erase/Write Cycle Enhanced Flash Program Memory Typical
- 1,000,000 Erase/Write Cycle Data EEPROM Memory Typical
- Flash/Data EEPROM Retention: > 40 Years
- Self-Programmable under Software Control
- Priority Levels for Interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
  - Programmable period from 41 ms to 131s
- Programmable Code Protection
- Single-Supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via Two Pins
- In-Circuit Debug (ICD) via Two Pins
- Optional Dedicated ICD/ICSP Port (44-pin, TQFP package only)
- Wide Operating Voltage Range (2.0V to 5.5V)

Device	Program Memory		Data Memory		I/O	10-Bit A/D (ch)	CCP/ECCP (PWM)	SPP	MSSP		EUSART	Comparators	Timers 8/16-Bit
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					SPI	Master I²C™			
PIC18F2455	24K	12288	2048	256	24	10	2/0	No	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F2550	32K	16384	2048	256	24	10	2/0	No	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4455	24K	12288	2048	256	35	13	1/1	Yes	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4550	32K	16384	2048	256	35	13	1/1	Yes	Y	Y	1	2	1/3

© 2009 Microchip Technology Inc.

8.3.2 Datasheet ULN2003

ULN2001A-ULN2002A
ULN2003A-ULN2004A

SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT

DIP16

ORDERING NUMBERS: ULN2001A/2A/3A/4A

SO16

ORDERING NUMBERS: ULN2001D/2D/3D/4D

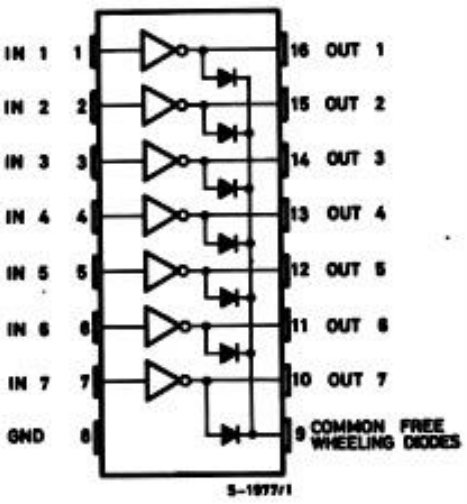
DESCRIPTION

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6–15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal printheads and high power buffers.

The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

PIN CONNECTION