

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
Engenharia Elétrica

THIAGO BRUNETTO BARADEL

**DISPOSITIVO DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE
ILUMINAÇÃO E TEMPERATURA PARA CRIADOUROS
DE PÁSSAROS EM RECINTOS FECHADOS**

Itatiba
2012

THIAGO BRUNETTO BARADEL – R.A.002200800497

**DISPOSITIVO DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE
ILUMINAÇÃO E TEMPERATURA PARA CRIADOUROS
DE PÁSSAROS EM RECINTOS FECHADOS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Esp. André Renato Bakalereskis.

Itatiba
2012

THIAGO BRUNETTO BARADEL

**DISPOSITIVO DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE
ILUMINAÇÃO E TEMPERATURA PARA CRIADOUROS
DE PÁSSAROS EM RECINTOS FECHADOS**

Monografia aprovada no Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Data da Aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Esp. André Renato Bakalereskis (Orientador)
Universidade São Francisco

Prof. João Alex Franciscon Vaz (Examinador)
Universidade São Francisco

Prof. Ms. Renato Franco de Camargo (Examinador)
Universidade São Francisco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concebido a oportunidade de efetuar a graduação desejada.

Agradeço ao meu professor orientador André Renato Bakalereskis pelo tempo doado a fim de concluir o presente trabalho e a todos os professores que de alguma forma contribuíram na minha aprendizagem.

Agradeço meus pais pela educação doada, pela paciência e compreensão nesses anos de estudo e a minha namorada pelos momentos em que precisou ter muita paciência comigo no decorrer desses anos.

Agradeço também ao meu amigo Luciano Moraes de Andrade pelo incentivo no decorrer do trabalho.

RESUMO

Baradel, Thiago Brunetto. **Dispositivo de Supervisão e Controle de Iluminação e Temperatura para Criadouros de Pássaros em Recintos Fechados.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2012.

O presente trabalho visa elaborar um dispositivo que através do horário supervisione e controle a iluminação ambiente de um criadouro de pássaros em ambiente interno, simulando funções como amanhecer e pôr do sol, além de supervisionar e controlar a temperatura. Foram utilizadas lâmpadas especiais para emissão de raios ultravioletas e lâmpadas incandescentes, que foram controladas por um circuito eletrônico. O circuito eletrônico irá comparar a hora configurada com um relógio de tempo real e irá executar as funções de amanhecer e pôr do sol através da lâmpada incandescente e nesse entremeio a lâmpada especial ficará ligada. Além disso, um sensor irá monitorar a temperatura ambiente. O protótipo do sistema proposto funcionou adequadamente e não apresentou falhas, espera-se que com esse dispositivo, haja uma melhoria significativa na criação de pássaros em recintos fechados, pois, com a exposição correta dos raios ultravioletas através de lâmpadas especiais, os pássaros irão efetuar melhor o processo de síntese da vitamina D3, aumentando então a quantidade de cálcio presente no corpo, possibilitando o aumento da quantidade de ovos produzidos.

Palavras-chave: Pássaros. Raios Ultravioletas. Vitamina D3.

ABSTRACT

Baradel, Thiago Brunetto. **Device Monitoring and Control Lighting and Temperature for Breeding Birds in Closed precincts.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2012.

This study aims to develop a device that through time monitor and control the lighting environment of a breeding bird indoors, simulating functions as sunrise and sunset, as well as monitor and control the temperature. Special lamps were used for emission of ultraviolet and incandescent lamps, which were controlled by an electronic circuit. The electronic circuit will compare the set time with a real time clock and will perform the functions of sunrise and sunset through the incandescent lamp and the lamp inset in particular will be connected. Furthermore, a sensor will monitor the temperature. The prototype of the proposed system worked well and did not have faults, it is expected that with this device, there is a significant improvement in bird breeding indoors, for proper exposure with ultraviolet rays through special lamps, the birds will make best the process of synthesis of vitamin D3, thus increasing the amount of calcium present in the body, allowing the increased amount of eggs produced.

Key-words: Birds. Ultraviolet rays. Vitamin D3

LISTRA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ULA – Unidade Lógica Aritmética

PC – Personal Computer

I/O – Input/Output

A/D – Analógico/Digital

D/A – Digital/Analógico

EEPROM – Electrically Erasable Programmable Read Only Memory

RAM – Random Access Memory

I²C – Inter Integrated Circuit

SPI – Serial Peripheral Interface

PDIP – Plastic Dual Inline Package

QFN – Quad Flat No-leads

TQFP – Thin Quad Flat Package

CPP – Capture Compare PWM

ECPP – Enhanced Capture Compare PWM

SDA – Serial Data

SCL – Serial Clock

PWM – Pulse Width Modulation

LCD – Liquid Crystal Display

IHM – Interface Homem Máquina

CGRAM – Character Generation Random Access Memory

CGROM – Character Generation Read Only Memory

DDRAM – Data Display Random Access memory

RS - Reset

R/W – Read/Write

E - Enable

RTC – Real Time Clock

AM/PM – After Meridian/Post Meridian

NA – Normalmente Aberto

NF – Normalmente Fechado

UV-A – Ultravioleta A

UV-B – Ultravioleta B

MOSFET – Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor

LISTRA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de arquitetura tipo Von-Neumann.....	03
Figura 2 – Modelo de arquitetura tipo Harvard.....	03
Figura 3 – Pinagem do PIC18F4520.....	04
Figura 4 – Exemplo de barramento I ² C.....	05
Figura 5 – Condições de START e STOP.....	06
Figura 6 - Exemplos de Modulações PWM.....	08
Figura 7 – Diagrama de blocos DS1307.....	12
Figura 8 – Pinagem DS1307.....	12
Figura 9 – Lâmpada Incandescente.....	14
Figura 10 – Criando um Novo Projeto.....	23
Figura 11 – Janela Inicial.....	23
Figura 12 – Janela Configuração.....	24
Figura 13 – Adicionando Arquivos *.c ou *.h.....	24
Figura 14 – Inclusão Bibliotecas.....	25
Figura 15 – Finalização da Criação do Projeto.....	26
Figura 16 - Configuração dos bits.....	26
Figura 17 – Esquema Elétrico.....	27
Figura 18 – Protótipo Montado.....	29
Figura 19 – Equipamento versão final.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição fosforosa da lâmpada fluorescente.....	14
Tabela 2 – Classificação das Lâmpadas Fluorescentes.....	15
Tabela 3 – Características dos Reatores.....	17
Tabela 4 – Custo do Projeto.....	39
Tabela 5 – Equipamentos similares.....	41

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	01
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	02
2.1	Microcontroladores.....	02
2.2	Protocolo de Comunicação.....	05
2.3	Timer.....	07
2.4	PWM.....	08
2.5	O Display LCD.....	09
2.6	Conversor A/D.....	10
2.7	O Sensor de Temperatura LM35.....	10
2.8	O Relógio RTC.....	11
2.9	Relé.....	12
2.10	Regulador de Tensão LM7805.....	13
2.11	Lâmpadas.....	13
2.12	Reatores.....	16
2.13	MOSFET.....	18
2.14	A Importância Dos Raios Ultravioletas para os pássaros.....	18
2.15	O compilador MikroC.....	19
3.	METODOLOGIA.....	20
3.1	Hardware.....	20
3.2	Software.....	21
3.3	Criando um projeto no MikroC.....	22
4.	DESENVOLVIMENTO.....	27
4.1	Hardware.....	27
4.2	Software.....	30

4.3	Custo do Projeto e Comparativos.....	39
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
	APÊNDICE.....	46

1. INTRODUÇÃO

Como os seres humanos e outros organismos vivos, as aves também são dependentes de luz para uma boa saúde. O processo de síntese necessita da radiação ultravioleta para ser elaborada, e a fonte mais comum e natural para se obter essa radiação é o sol. Pássaros criados em cativeiro, também necessitam dos raios ultravioletas, porém os vidros contidos nas janelas de casa filtram os comprimentos de ondas ultravioletas necessários, fazendo com que os pássaros não consigam sintetizar a vitamina D3 no corpo corretamente. Sem a ajuda da vitamina D3 os pássaros não conseguem absorver e nem regular o teor de cálcio no corpo. O cálcio é de extrema importância para que os ossos cresçam adequadamente além de ajudar na manutenção das muitas funções fisiológicas.

O presente trabalho tem como objetivo elaborar um dispositivo que, através do horário, supervisione e controle a iluminação ambiente, simulando funções como amanhecer e pôr do sol, além de supervisionar e controlar a temperatura.

Foram utilizadas lâmpadas especiais para emissão de raios ultravioletas e lâmpadas incandescentes, que foram controladas por um circuito eletrônico. O circuito eletrônico irá comparar a hora configurada com um relógio de tempo real e irá executar as funções de amanhecer e pôr do sol através da lâmpada incandescente e nesse entremeio a lâmpada especial irá ficar ligada. Além disso, um LM35 irá monitorar a temperatura ambiente e se caso necessário irá ligar um ventilador/exaustor.

O trabalho será dividido de forma a explicar inicialmente os componentes e métodos escolhidos para o projeto, após será demonstrado o método com que o projeto foi desenvolvido e os resultados obtidos, e por fim uma pequena consideração sobre o projeto proposto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Microcontroladores

Após anos de desenvolvimento tecnológico na área de eletrônica, foi desenvolvido um novo componente chamado microcontrolador. Os microcontroladores são derivados e construídos por milhões de transistores internamente interligados e programáveis assim dando a liberdade do programador realizar a configuração que desejar.

Segundo Souza (2011) os microcontroladores possuem a capacidade de realizar operações matemáticas, pois, possuem uma unidade lógica aritmética (ULA) onde é possível realizar operações complexas, portanto quanto mais poderosa a ULA maior é a capacidade de processar informações.

Para serem programados deve-se utilizar de programas via PC que através de linguagens de programação conhecidas como a linguagem C e o *Assembly* geram arquivos convertidos para linguagem de máquina (binário ou hexadecimal).

O microcontrolador é um componente de excelente custo benefício, pois dentro de uma única pastilha de silício temos todos os componentes necessários ao controle de um processo (periféricos).

O microcontrolador está dotado internamente de vários tipos de periféricos, alguns destes periféricos são:

- Portas de I/O;
- Conversores (A/D e D/A);
- Memórias (EEPROM, RAM etc);
- Sistemas de Interrupções;
- Canais de Comunicação (I²C, RS232, SPI etc);
- Contadores/Temporizadores;
- Etc;

Segundo Souza (2011) os microcontroladores PIC são fabricados pela empresa Microchip e possuem uma estrutura interna do tipo Harvard, enquanto a maioria dos microcontroladores possui uma arquitetura do tipo Von-Neumann.

A grande diferença está na forma de como os dados e o programa são processados pelo microcontrolador. A arquitetura de Von-Neumann se caracteriza por ter apenas uma única memória que armazena dados e endereços e o acesso a esta memória é feito por meio de um barramento único por onde são trafegados os dados e as instruções (vide figura 1). Já na arquitetura Harvard há memórias independentes, onde uma contém instruções e a outra apenas dados (vide figura 2). Dispõem de sistemas separados de acesso onde se permite realizar operações de acesso simultâneo em ambas as memórias. O barramento tipo Von-Neumann geralmente possuem 8 *bits*, já na Harvard o barramento de dados é sempre 8 *bits* e o de instruções pode variar de acordo com o modelo do PIC, podendo ser de 12, 14 ou 16 *bits*.



Figura 1 – Modelo de arquitetura tipo Von-Neumann. [7]



Figura 2 – Modelo de arquitetura tipo Harvard. [7]

Para o projeto foi escolhido o PIC18F4520 pela facilidade de encontrá-lo, abaixo algumas de suas características:

- Encapsulamento PDIP, QFN, TQFP.
- 13 canais A/D.
- 1 módulo CCP e um ECCP.
- 5 ports de I/O.
- 4 *timers*.
- 32 *kbytes* de memória de programa (FLASH).
- 1,5 *kbytes* de memória RAM.
- Etc.

Na figura 3, podemos analisar as pinagens de um PIC18F4520 cujo encapsulamento é o PDIP – 40 pinos.

40-Pin PDIP

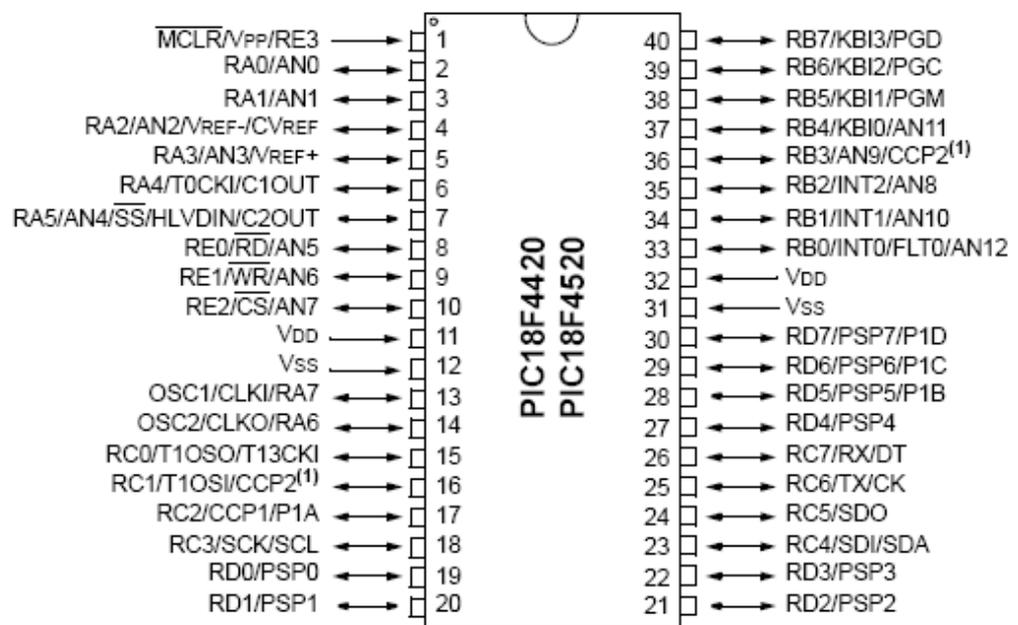


Figura 3 – Pinagem do PIC18F4520. [13]

2.2 Protocolos de Comunicação

Desde os primórdios utilizam-se protocolos de comunicação. Na pré-história os homens utilizavam como comunicação sinais desenhados nas pedras. Passados os tempos foram se criando vários protocolos de comunicação como a língua falada, a linguagem através das mãos para os deficientes auditivos, o código braile para os cegos e assim sucessivamente.

Olhando para o lado da eletrônica podemos obter vários tipos de protocolos criados por várias empresas, cujo objetivo é obter a conversação de dois ou mais componentes eletrônicos.

O protocolo de comunicação I²C foi criado pela empresa Philips em meados da década de 1990, é uma comunicação do tipo serial síncrona. Hoje está presente em uma série de dispositivos e componentes eletrônicos, seu conceito é facilitar a integração de circuitos de aplicação final, além da possibilidade de utilizar em um mesmo sistema, componentes de tecnologias construtivas diferentes sem que haja conflitos na comunicação.

De acordo com Miyadaira (2011) a transmissão dos dados é realizada através de 2 fios chamados de SDA e SCL. Veja um exemplo de barramento I²C na figura 4.

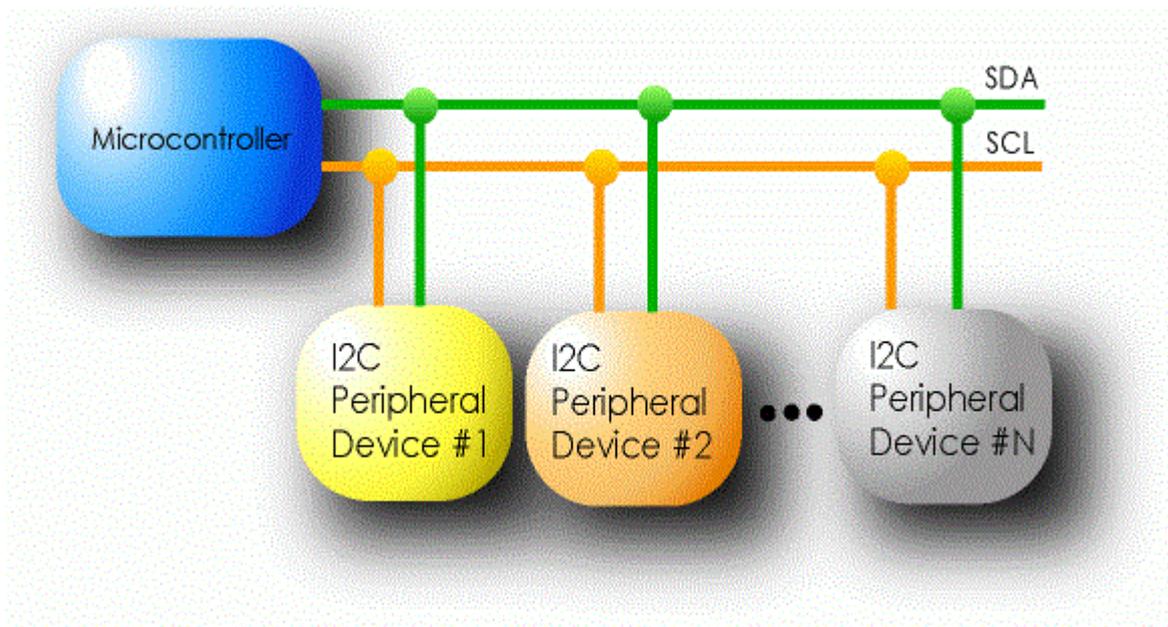


Figura 4 – Exemplo de barramento I²C. [8]

Podemos classificar os dispositivos ligados no barramento como sendo mestres (*Master*) ou escravos (*Slave*). Cada dispositivo ligado ao barramento possui um endereço fixo, e é passível de configuração para transmitir ou receber as informações. Durante o processo de comunicação apenas um dos mestres pode estar ativo, ou então no barramento haverá uma colisão de dados.

De acordo com Miyadaira (2011) a linha de SDA é do tipo bidirecional enquanto a linha de SCL é comandada pelo dispositivo mestre do barramento e devem ser alimentadas de forma positiva para que o barramento quando estiver livre fique com o nível lógico alto. Esta alimentação é feita através de resistores de *pull-up* conectados as linhas do barramento.

Todos os dispositivos ao iniciarem uma transação de informações através do canal I²C precisam de uma condição de *START* e para finalizar a comunicação precisam de uma condição de *STOP*. A condição de *START* se dá quando a linha SDA executa uma transição de nível lógico alto para nível lógico baixo enquanto a linha SCL está em nível lógico alto. Já a condição de *STOP* é efetuada quando a linha SDA efetua uma transição de nível lógico baixo para nível lógico alto enquanto a linha SCL está em nível lógico alto. Na figura 5, podemos visualizar um exemplo contendo uma condição de *START* e uma condição de *STOP*.

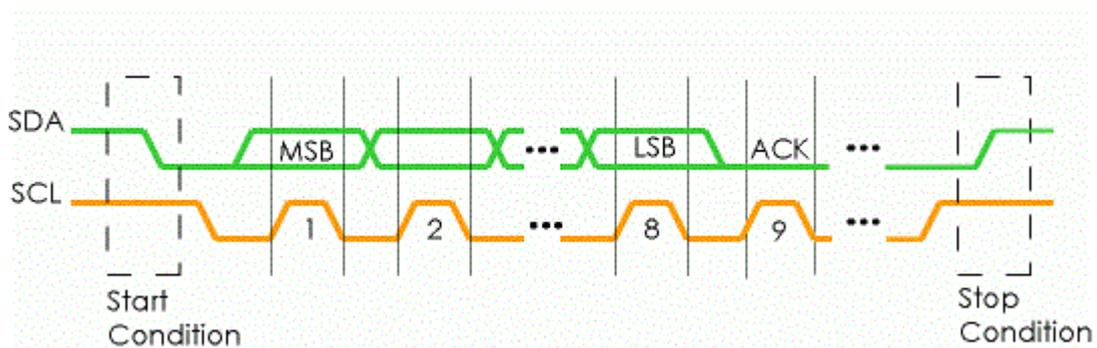


Figura 5 – Condições de *START* e *STOP*. [8]

Quando o dispositivo escravo estiver recebendo os sinais e por algum motivo não conseguir manipular os dados, pode-se forçar o dispositivo mestre a entrar em modo de espera, bastando para isso colocar a linha de SCL em nível lógico baixo, sendo assim a transferência dos dados só reinicializará quando a linha SCL retornar ao nível lógico alto.

Os dados transferidos na linha SDA devem ter comprimento de 1 *byte* e são transferidos sempre do *bit* mais significativo para o *bit* menos significativo. Após a escrita ou leitura de um *byte* no barramento, o dispositivo que receber o dado deve gerar um sinal de reconhecimento chamado de *acknowledge* ou somente *ack*. O *ack* tem como finalidade

reconhecer se o *byte* foi enviado com sucesso ou se houve erro na transmissão, como é um *bit* tem valores 0 ou 1 sendo que 0 significa que o *byte* foi transferido com sucesso e 1 que houve erro na transmissão.

2.3 Timer

De acordo com Sousa (et al, 2011) os *timers* são ferramentas internas dos microcontroladores e são utilizados basicamente como temporizador ou contador, o primeiro sendo mais usual.

O modo temporizador é utilizado para a contagem de tempo, já o modo contador é utilizado para contar um evento, tendo como base a borda de subida ou descida de um sinal de *clock* externo.

O microcontrolador PIC18F4520 tem 4 *timers* distintos, todos são largamente usados porém a descrição abaixo será dada para o *timer0*.

O *timer0* pode ser configurado para operar nos modos 8 *bits* ou 16 *bits*. Sua fonte de *clock* pode ser interna através do *clock* do sistema ou externa através do pino T0CKI.

Pode ser configurado para trabalhar com *prescaler* dedicado. O *prescaler* é uma poderosa ferramenta do *timer*, utilizado para reduzir a frequência do sinal de *clock* conseguindo então gerar um tempo de estouro mais amplo.

O *timer0* possui alguns registradores sendo alguns deles: TMR0L, TMR0H e INTCON.

TMR0L é um registrador que opera em modo 8 *bits* sendo responsável por armazenar a parte baixa do valor de contagem programada do *timer0*.

TMR0H é um registrador que opera em modo 8 *bits* sendo responsável por armazenar a parte alta do valor de contagem programada do *timer0*.

Com os registradores TMR0L e TMR0H associados formam um único registrador de 16 *bits*, permitindo então uma contagem de 0 a 65535 sendo que o *timer* operando no modo 8 *bits* é capaz de contar apenas de 0 a 255.

No registrador INTCON é onde se obtém a configuração do *timer*, sendo algumas das configurações o valor de *prescaler*, seleção da fonte de *clock* e modo de contagem 8 ou 16 *bits*.

2.4 PWM

PWM é a abreviação de *Pulse Width Modulation*, traduzindo modulação por largura de pulso. O sistema consiste em controlar a tensão que será entregue a carga, onde a frequência é fixa e é alterado o valor da largura de pulso. Controlando então o *duty cycle* (ciclo ativo) consegue-se então obter a tensão desejada na saída.

De acordo com Souza (2011) a saída modulada por PWM pode ter valores de tensão variando entre 0 a 5 volts quando passada por uma filtragem externa, sendo que este valor é dependente do valor do *duty cycle*.

O valor utilizado para variar o *duty cycle* e se obter a tensão desejada na saída varia de 0 a 255.

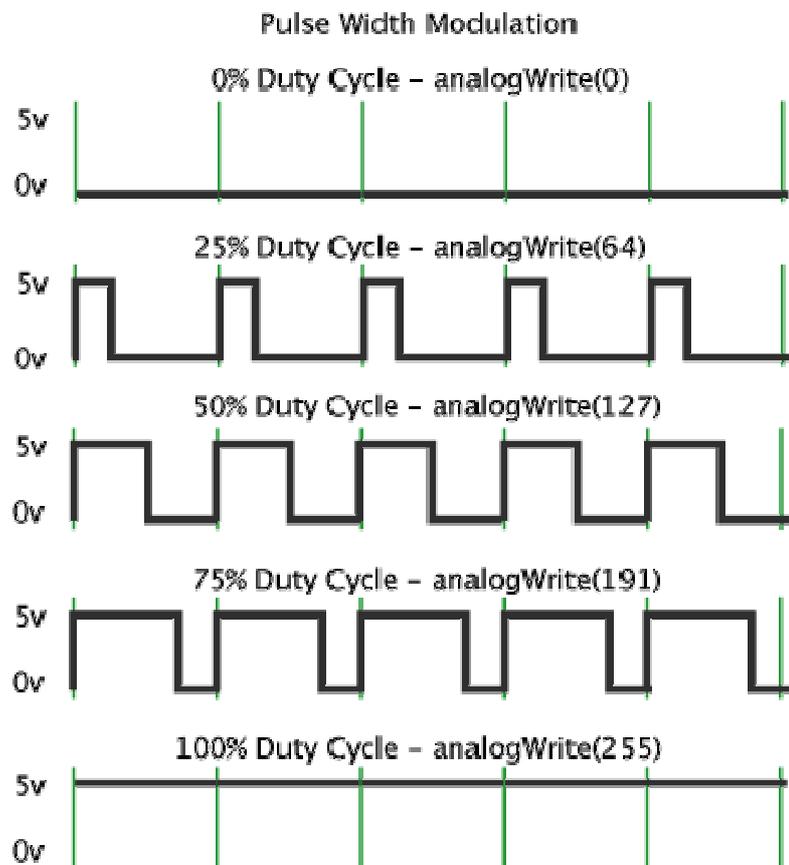


Figura 6 - Exemplos de Modulações PWM. [9]

Hoje muitos equipamentos estão dotados de controle por PWM, alguns exemplos são: fontes chaveadas, inversores de frequência e ventiladores de refrigeração da placa mãe.

2.5 O *Display* LCD

O *display* de cristal líquido (LCD) é um tipo de IHM capaz de mostrar caracteres identificados pelo código/tabela ASCII, onde possui letras e símbolos usuais. Além desse código o próprio usuário pode criar sua tabela e adicionar alguns caracteres especiais, esses dados são armazenados em uma memória volátil chamada CGRAM, tais caracteres devem ser criados sempre que a alimentação do *display* for ligada após uma interrupção da alimentação.

Segundo Miyadaira (2011) os *displays* LCD podem ser encontrados em várias configurações sendo descritos pelas quantidades de linhas e colunas. Podem ser encontrados em diversas configurações como 1x16, 2x16, 2x40, 4x20 etc.

Os *displays* não seguem o mesmo padrão de pinagem, sendo aconselhado antes de efetuar qualquer projeto consultar o fabricante através do *datasheet* do componente.

O *display* 2x16 é constituído de 2 linhas x 16 colunas, alfanumérico e sua tabela é baseada na ASCII. Possui um controlador interno capaz de reconhecer um conjunto de instruções, tem 16 pinos, sendo 8 para o barramento de dados/instrução (B0-B7), 3 de controle (RS, R/W e E) além dos pinos de alimentação do circuito, ajuste de contraste do *display* e alimentação do *backlight* (luz de fundo).

Pode operar nos modos 4 ou 8 *bits* e possui 3 memórias distintas, CGRAM que já foi citada acima, DDRAM e CGROM. DDRAM é uma área da memória volátil onde escrevemos os caracteres que queremos visualizar no *display*, cada endereço dessa memória equivale a um espaço de visualização.

CGROM é uma memória não volátil onde são gravados os códigos para escrita dos caracteres, com isso necessita-se apenas enviar o código ASCII do caracter e este é escrito no *display*.

2.6 Conversor A/D

Segundo Miyadaira (2011) o conversor A/D transforma uma grandeza de entrada analógica (temperatura, umidade, luminosidade etc.) em uma grandeza de saída digital. O valor de saída depende diretamente da resolução e da tensão de referência que se utiliza na conversão, podendo variar de 0 a 1023 unidades no caso de um conversor 10 *bits*.

O PIC18F4550 contém 13 canais de conversão analógico/digital (AN0 a AN12), com resolução de 10 *bits* e tensão de referência configurada via software.

2.7 O sensor de temperatura LM35

O LM35 é um sensor de precisão, que apresenta saída linear em tensão relativo à temperatura em que ele se encontrar no momento de sua leitura através do canal A/D do microcontrolador. Pode ser alimentado por uma tensão variando entre 4 a 20 volts e gnd, e tem uma corrente de consumo de apenas 60 μ A. Sua saída varia 10 mV para cada grau celsius.

É um sensor bem utilizado, pois apresenta uma vantagem com relação a outros sensores. Como sua saída apresenta valores em graus celsius e não em kelvin não precisa ser efetuada nenhuma correção via software para apresentar em escala de grau celsius. [20]

Pode trabalhar na faixa de -55 °C à 150 °C e fornece com exatidão, valores de temperatura com variações de $\frac{1}{4}$ °C ou até $\frac{3}{4}$ °C dentro do seu range de trabalho. [20]

Pode ser alimentado de forma simples (5 volts e gnd) ou de forma simétrica, dependendo do que se desejar obter a leitura. Possui vários tipos de encapsulamento, sendo o mais conhecido o TO-92, que se parece com um transistor, e oferece um excelente custo benefício, por ser o mais barato da série. [20]

Algumas aplicações do sensor LM35 são:

- Autoclaves, estufas e esterilizadores.
- Equipamentos médicos e hospitalares.
- Etc.

2.8 O relógio RTC

RTC é a sigla de *real time clock*, ou seja, relógio de tempo real. É um circuito integrado capaz de contar o tempo através da oscilação de um cristal que tem valor padrão de 32,768kHz. [10]

Através de uma bateria externa conectada ao circuito integrado efetua a contagem de tempo mesmo que a alimentação principal do circuito esteja desligada. Sua ligação com o microcontrolador pode ser paralela ou serial. [10]

O circuito integrado DS1307 é um relógio de tempo real, que permite efetuar a programação de segundos, minutos, horas, dias, dias da semana, mês e anos. Pode operar nos formatos AM/PM. [10]

O acesso à leitura/programação se dá via protocolo I²C e podem ser programados/lidos individualmente ou juntos em uma mesma função. Sua contagem foi pré-programada até 2100, observando que os meses que terminam nos dias 28 ou 31, o próprio chip se encarrega de identificar, incluindo também os dias da semana e os anos bissextos. [10]

Sua tensão de trabalho é 5 volts e necessita de uma bateria de *backup* de 3 volts para quando houver interrupção da alimentação do sistema. Quando há interrupção o próprio *chip* remaneja a alimentação para a bateria de *backup*, fazendo com que o *chip* não pare sua contagem e consuma da bateria apenas 500nA. Tomando como exemplo uma bateria de lítio com capacidade de 48mAh ou superior, poderá efetuar o *backup* do *chip* por mais ou menos 10 anos. [10]

Abaixo na figura 7, podemos observar o diagrama de blocos do circuito integrado DS1307.

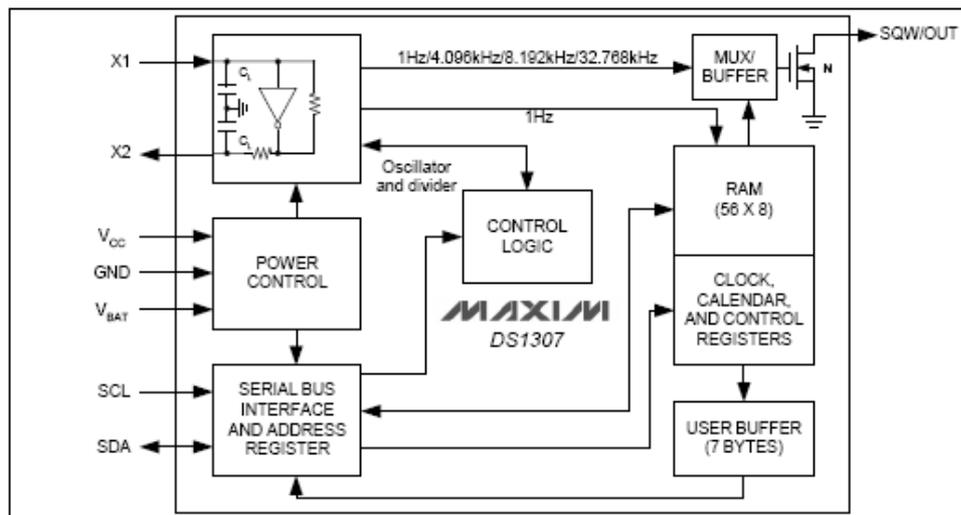


Figura 7 – Diagrama de blocos DS1307. [10]

Podemos observar na figura 8, os pinos contidos no DS1307, sendo que o pino SQW/OUT (7) serve para sincronizar o resto do circuito. Temos a mesma pinagem em ambos os encapsulamentos, apenas devemos observar o espaço disponível na placa de circuito impresso para escolher o tipo de encapsulamento a ser implementado. [10]

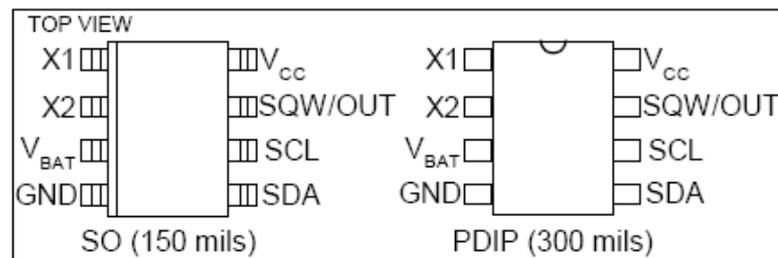


Figura 8 – Pinagem DS1307. [10]

2.9 Relé

O relé é um componente eletromecânico projetado para que quando uma corrente elétrica percorra uma bobina crie um campo magnético que atue sobre uma armadura atraindo ela. Essa atração movimenta os contatos do relé, onde podem ser abertos (NA), fechados (NF) ou comutados dependendo do projeto feito para tal relé. Quando a corrente deixa de circular

pela bobina o campo magnético que foi criado desaparece, e a armadura volta ao seu estado inicial, através da ação de uma mola existente.

Algumas das características dos relés que podem ser citadas são:

- Podem ser energizados com correntes muito baixas e controlar correntes muito altas.
- Não existe contato elétrico entre o circuito da bobina e o circuito dos contatos do relé.

2.10 Regulador de tensão LM7805

São circuitos integrados que regulam a tensão de saída, neste caso 5 volts. Sua tensão de entrada pode variar entre 7 a 35 volts e trabalham numa temperatura ambiente entre -40°C a 125°C . Este circuito integrado tem a capacidade de fornecer até 1A de corrente na saída.

2.11 Lâmpadas

Antes da descoberta da lâmpada, os homens utilizam de outros meios para poderem iluminar um local. Esses meios eram através de velas, tochas, lampiões etc. Porém com a evolução foram criadas as lâmpadas que através de uma corrente elétrica incandesciam um filamento e faziam com que o local ficasse iluminado.

Lâmpadas incandescentes são compostas por várias partes, sendo as principais: base, bulbo, filamento e o gás de preenchimento. [16]

O bulbo é feito de boro-silicato, onde tem a função de impedir a oxidação do filamento (este composto de tungstênio) que é aquecido devido à passagem da corrente elétrica, geralmente o bulbo é preenchido com algum gás inerte como o argônio, onde sua finalidade é reduzir o efeito de sublimação do filamento. A base pode ser de dois tipos, rosca ou baioneta.

Quando dá passagem da corrente elétrica pelo filamento, este chega a uma temperatura acima dos 2.500°C e quanto maior for a temperatura do filamento, maior será o rendimento da lâmpada. Outra forma de se obter um aumento do rendimento é espiralar o filamento, e

melhor ainda se o filamento for espiralado duplamente, pois diminui o tamanho e se obtém um belo rendimento. [16]

Infelizmente nem toda a energia consumida por uma lâmpada incandescente é transformada em luz, apenas 10% de toda a energia consumida se transforma em luz e os outros 90% se dissipam em forma de calor. [16]

Na figura 9, podemos observar uma lâmpada incandescente com base tipo rosca.



Figura 9 – Lâmpada Incandescente. [16]

As lâmpadas fluorescentes foram desenvolvidas na década de 1940, e ficaram conhecidas como lâmpadas tubulares fluorescentes em função de seu desenho.

São tipicamente compostas por um tubo lacrado de vidro preenchido com argônio e mercúrio ambos sobre baixa pressão. O interior do tubo contém uma poeira fosforosa elaborada por vários materiais. A tabela 1 mostra a composição dessa poeira fosforosa e o nível de concentração em mg/kg. [17]

Tabela 1 - Composição fosforosa da lâmpada fluorescente. [17]

Elemento	Concentração	Elemento	Concentração	Elemento	Concentração
Alumínio	3.000	Chumbo	75	Manganês	4.400
Antimônio	2.300	Cobre	70	Mercúrio	4.700
Bário	610	Cromo	9	Níquel	130
Cádmio	1.000	Ferro	1.900	Sódio	1.700
Cálcio	170.000	Magnésio	1.000	Zinco	48

Os eletrodos são constituídos de espirais de tungstênio e são revestidos por uma substância que emite elétrons. [17]

A aplicação de tensão faz com que os elétrons circulem de um eletrodo a outro, criando um fluxo de corrente conhecido também por arco voltaico. Os elétrons se chocam com os átomos de mercúrio, fazendo com que haja a emissão de raios ultravioletas. Esses raios quando atravessam a camada fosforosa fazem com que ocorra a fluorescência, assim sendo emitindo luz visível. [17]

Sabe-se que as lâmpadas fluorescentes são encontradas em vários tipos e modelos. Abaixo na tabela 2 podemos observar os vários tipos e formas das lâmpadas encontradas hoje no mercado.

Tabela 2 – Classificação das Lâmpadas Fluorescentes. [15]

Tipo	Identificação	Diâmetro	Potência	Tecnologia	Quanto a aparelhos auxiliares	Quanto a dimerização
Tubulares	T12	38mm	15W, 20W, 30W, 40W, 110W	Tradicional	Necessitam obrigatoriamente de reatores e, em certos casos, de starters	Dimerizáveis se usadas com reator eletrônico.
	T10,5	33mm				
	T8	26mm	16W, 18W, 32W, 36W, 50W e 58W	Recente		
	T5	16mm	14W, 21W, 28W, 35W, 49W, 54W e 80W	Última geração		
Compactas	Eletrônicas (ou Tipo integrado)		5 a 75 W		Reatores já incorporados. Base de rosca E27 (idêntica às lâmpadas incandescentes).	Não são dimerizáveis devido ao tipo de reator, que já vem incorporado.
	4 pinos		11 a 42W		Necessitam de reatores eletromagnéticos ou eletrônicos.	Dimerizáveis através de reator eletrônico.
	2 pinos		5 a 13 W		Necessitam de reatores eletromagnéticos.	Não permitem dimerização.

As lâmpadas *Arcadia Bird* são lâmpadas fluorescentes projetadas para emitirem um alto percentual de raios ultravioletas. Essas lâmpadas são capazes de emitir 12% de raios UV-A e 2.4% de raios UV-B. [18]

São encontradas nas formas tubulares ou compactas, sendo escolhidas de acordo com o local e quantidade de pássaros no ambiente. Geralmente as lâmpadas tubulares são instaladas em criadouros que tenham uma grande quantidade de aves, enquanto as compactas são utilizadas individualmente. [18]

2.12 Reatores

De acordo com o artigo apresentado no periódico (Lume Arquitetura, 2004), reatores são equipamentos auxiliares necessários para o acendimento de lâmpadas de descarga. Servem para limitar a corrente e adequar as tensões ao perfeito funcionamento das lâmpadas.

Os reatores eletromagnéticos são construídos de bobinas de fio de cobre, um núcleo de aço silício e após sua montagem são banhados em resina poliéster adicionados com carga mineral, assim tem um grande poder de isolamento e dissipação térmica. Os reatores eletromagnéticos são pesados, operam em 60Hz e pertencem a primeira geração de reatores. Podem-se dividir os eletromagnéticos em duas categorias por princípio de funcionamento:

- **Partida convencional:** necessitam de um starter para que a lâmpada seja acesa, são indicados para locais sem condições de aterramento, úmidos ou com baixa temperatura.
- **Partida Rápida:** não necessitam de um starter e a lâmpada ascende muito mais rápido com relação ao convencional (desde que associado a uma luminária de chapa metálica devidamente aterrada). Com o reator de partida rápida, os filamentos são aquecidos constantemente pelo reator, o que facilita a lâmpada ser acesa em um curto espaço de tempo. São indicados para ambientes agressivos.

Os reatores eletromagnéticos possuem alguns fatores que os deixam inferiores aos eletrônicos em alguns locais, porém, em alguns casos são de extrema importância.

Já os reatores eletrônicos são constituídos de componentes eletrônicos, tem menores perdas elétricas comparados aos eletromagnéticos, trabalham em frequências bem mais altas (na faixa de 20 a 50kHz) com isso inibem o efeito estroboscópico causado pelos 60Hz da rede

elétrica. Apresentam diversas vantagens em relação aos eletromagnéticos, podendo ser citados:

- São mais leves;
- Mais compactos;
- Melhor rendimento, pois consomem menos energia;
- Etc.

Podem-se dividir os reatores eletrônicos em duas categorias por princípio de funcionamento:

- **Partida rápida ou programada:** o sistema de pré-aquecimento é controlado eletronicamente. O reator gera uma pequena tensão nos filamentos e, após uma tensão de circuito aberto é gerado entre os extremos da lâmpada. O tempo de ligamento total gira em torno de 1 a 2,5 segundos.
- **Partida Instantânea:** o sistema de pré-aquecimento não existe, a tensão de circuito aberto é gerado diretamente e instantaneamente a lâmpada é acesa.

Outro ponto positivo dos reatores eletrônicos é que eles podem ser dimerizáveis. Abaixo na tabela 3, há um quadro onde se tem as características dos reatores da primeira e segunda geração.

Tabela 3 – Características dos reatores. [14]

REATORES			
Equipamentos auxiliares necessários para o acendimento de lâmpadas de descarga			
Eletromagnéticos (primeira geração de reatores)		Eletrônicos (tecnologia mais moderna)	
Partida Convencional (precisam de starter)	Partida Rápida (não precisam de starter)	Partida Rápida	Partida Instantânea
<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Grande poder de isolamento e dissipação térmica. ● Normalmente utilizados em lâmpadas de descarga a alta pressão, como as de vapor de mercúrio, vapor de sódio ou multivapores metálicos, entre outras, de potências superiores a 150w, sendo que algumas necessitam de um ignitor, que tem a função semelhante ao <i>starter</i> nas fluorescentes. ● Atendem a todas as potências (até 3500w). ● Extremamente resistentes tanto à intempéries atmosféricas quanto à oscilações da rede elétrica. ● Vida média superior a 20 anos. ● Menor preço de aquisição. ● Peso e tamanho são desvantagens. 		<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Alto fator de potencia (os de qualidade superior). ● Alta frequência (elimina o efeito estroboscópico e o de cintilação) ● Baixa carga térmica, que resulta em economia de energia. ● Aumento de vida útil da lâmpada em 50% (os de alta performance). ● Economia de energia em torno de 50%. ● Possibilidade de dimerização e utilização de sistemas inteligentes, com redução no consumo de energia de até 70% na comparação com os eletromagnéticos. ● Podem causar interferências que vão desde ruídos no rádio ou estremezimento de imagem da TV, até o colapso de sistemas de computadores, de comunicação, segurança, monitores hospitalares, entre inúmeros outros, caso não possuam filtros contra estas interferências. 	

2.13 MOSFET

A sigla MOSFET significa *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*, ou seja, Transistor de Efeito de Campo Metal-Óxido-Semicondutor. O uso do dielétrico de porta, normalmente dióxido de silício, é uma das grandes vantagens do MOSFET, pois isso lhe dá uma impedância de entrada muito alta, porém é também uma grande desvantagem, pois, o dióxido de silício apresenta uma ruptura dielétrica bem baixa. [5]

São bastante usados onde se deseja obter um controle de corrente relativamente alto, como em fontes chaveadas e controles de motores DC, por exemplo.

Seu princípio de funcionamento é aplicar uma tensão no *gate* e assim obter o controle da corrente que irá fluir entre o dreno e o *source*. Essa tensão do *gate* irá depender se o canal do MOSFET é tipo P ou N. [4]

Para inserir um componente desse em um projeto é necessário analisar algumas características que são cedidas pelos fabricantes no *datasheet*. Algumas dessas características são:

- V_{ds} – máxima tensão entre o dreno e o *source*;
- I_d – máxima corrente de dreno;
- Transcondutância;
- Potência de dissipação;

2.14 A importância dos raios ultravioletas para os pássaros

Como os seres humanos e outros organismos vivos, as aves também são dependentes de luz para uma boa saúde. As aves sobreviveram e evoluíram contando com o espectro de luz criado pelos ciclos sazonais do sol. [11]

Pássaros jovens estão na fase mais importante de seu crescimento e ciclo de desenvolvimento. Nesta época um dos minerais mais importantes para um ótimo desenvolvimento físico do pássaro é o cálcio. O cálcio é de extrema importância para que os

ossos cresçam adequadamente além de ajudar na manutenção das muitas funções fisiológicas, sem o teor de cálcio correto os pássaros podem sofrer fraturas espontâneas e podem vir a ficar aleijados para o resto da vida. [11]

Sem ajuda da vitamina D3 os pássaros não conseguem absorver e nem regular o teor de cálcio no corpo. A vitamina D3 pode ser obtida de duas formas: por meio de dieta ou através de um processo chamado síntese. O processo de síntese necessita da radiação ultravioleta para ser elaborada, e a fonte mais comum e natural para se obter essa radiação é o sol. Pássaros criados em cativeiro, também necessitam dos raios ultravioletas, porém o vidro contido nas janelas de casa é composto de materiais que anulam a passagem desses raios necessários, portanto os pássaros não conseguem sintetizar a vitamina D3 no corpo corretamente. [11]

Além do fator crescimento, os pássaros usam os raios ultravioletas para distinguir os sexos, para produzir ovos mais fortes, para saber a época de cria através dos períodos do sol etc. [11]

Sem a luz ultravioleta os pássaros podem ser considerados daltônicos, pois não enxergam outras cores, isso seria muito ruim, pois pássaros que visualmente para nós são pretos ou brancos quando expostos a luz ultravioleta apresentam varias tonalidades de cores, com isso os machos aparecem com mais exuberância para as fêmeas, e consegue-se uma seleção sexual natural entre os pássaros. [11]

Com a incidência dos raios ultravioletas na alimentação, os pássaros ficam mais abertos a se alimentarem melhor, pois, os alimentos ficam com as cores mais intensas e obrigatoriamente mais chamativas. [11]

2.15 O compilador MikroC

O compilador MikroC é desenvolvido pela empresa MikroElektronica, a empresa se fundamenta em uma ideia que é fornecer ferramentas de desenvolvimento, seja para software ou hardware que tenham um desenvolvimento mais rápido e que reduzam custos no projeto. O compilador MikroC é rico em recursos, possui uma vasta biblioteca o que garante ser rápido e produtivo, sua IDE é muito intuitiva e a compilação do programa é realizada em um tempo muito pequeno. [19]

3. METODOLOGIA

3.1 Hardware

O hardware proposto foi projetado visando obter o controle da iluminação com até 1000 watts de potência, tanto para as lâmpadas incandescentes como fluorescentes. Para isso foi colocado no circuito uma ponte de diodos capaz de suprir a corrente necessária demandada as lâmpadas incandescentes. As lâmpadas irão receber uma tensão contínua podendo ser a entrada 127 ou 220 volts alternados, isso dependerá do local a ser instalado o equipamento, lembrando que as lâmpadas devem seguir o mesmo critério e devem ser ligadas em paralelo para que o equipamento funcione corretamente.

O controle das lâmpadas incandescentes será efetuado por um MOSFET que está sendo isolado do microcontrolador por um optoacoplador, e quando o sinal do PWM for enviado pelo microcontrolador, o optoacoplador irá permitir que a tensão seja entregue até o *gate* do MOSFET. Com isso consegue-se obter o controle da tensão enviada ao *gate*, pois, a largura de pulso enviada pelo PWM estará sendo controlada, assim temos então o controle da luminosidade efetiva das lâmpadas.

Conectados também ao microcontrolador temos um *display* 16x02 que será usado pela pessoa para observar as configurações desejadas e o relógio DS1307 que será de extrema importância, pois, através do canal I²C irá fornecer a data e hora, para que em cima disso o *software* compare com as configurações e assim efetue o ligamento dos periféricos necessários.

Afim de a pessoa efetuar a parametrização do sistema foi colocado um teclado contendo seis botões, quatro botões apenas irá servir para a configuração inicial, pois, após isso o *software* irá comandar tudo, apenas dois botões serão manipulados quando o *software* estiver rodando, o de inspeção noturna e o de *reset*. A inspeção noturna será uma rotina elaborada para que as luzes se ascendam no período noturno a fim de averiguar o criadouro.

Para efetuar o controle da temperatura, foi colocado um LM35 conectado a um canal analógico do microcontrolador para efetuar a leitura do ambiente e comparar com a configuração realizada, se a temperatura for superior ao configurado o *software* irá ligar um rele que acionará um ventilador/exaustor a fim de circular o ar no ambiente e assim diminuir a temperatura ao desejado.

Para alimentar o circuito de controle teremos uma fonte de 12 volts por 1 ampér e sua saída será conectada ao circuito integrado LM7805 que irá regular a tensão em 5 volts. Além da alimentação geral o DS1307 irá receber uma bateria de 3 volts a fim de manter a contagem da hora se houver uma queda de energia.

Ainda no hardware temos alguns conectores que serão utilizados para conectar as lâmpadas e reatores que ficarão externos alojados nos locais desejados.

3.2 Software

O *software* proposto irá efetuar o acionamento dos periféricos de acordo com a configuração efetuada pela pessoa, para isso foram criadas funções a fim de efetuar a gravação dos horários e valores estabelecidos pela pessoa, além da função para gravar a hora e data no relógio DS1307.

Abaixo alguns nomes das funções criadas:

- GRAVAR_RTC
- LER_RTC
- AMANHECENDO
- ANOITECENDO
- AMANHECER_EM
- ANOITECER_EM
- HORA/DATA
- TEMPERATURA

Basicamente quando o equipamento for ligado entrará na rotina onde podemos efetuar a parametrização do sistema ou iniciar a rotina principal, que irá ficar comparando o valor da hora e temperatura.

A pessoa irá gravar a hora e data seguindo algum relógio pessoal ou até mesmo um celular. Deve-se entrar com a hora que iniciará o amanhecer e o tempo do amanhecer variando entre 1 a 30 minutos, isso também deve ser feito para o pôr do sol.

A temperatura ambiente pode variar entre 15 a 30 °C variando em um grau por vez, mas o valor já será configurado em 21 °C.

Após a parametrização do sistema a pessoa deve entrar na rotina principal, com isso o *software* entrará numa rotina infinita comparando os valores e quando forem iguais executará a função.

Das funções criadas, as que valem aprofundar um pouco são as funções AMANHECENDO e ANOITECENDO.

A função AMANHECENDO quando solicitada irá acionar o PWM do microcontrolador e variar o *duty cycle* de 0 a 255, variando então a intensidade das lâmpadas incandescentes, e quando atingirem o nível máximo o *software* irá ligar as lâmpadas fluorescentes e desligar as incandescentes.

As lâmpadas fluorescentes irão permanecer assim até que a função ANOITECENDO seja solicitada. Quando solicitada irá ascender às lâmpadas incandescentes ao máximo (PWM com *duty cycle* em 255) e desligar as lâmpadas fluorescentes, variando então a intensidade das lâmpadas incandescentes de modo decrescente através do *duty cycle* do PWM no período proposto na configuração.

Além disso, o *software* ficará efetuando a leitura da temperatura ambiente e se for necessário acionará o ventilador.

3.3 Criando um projeto no MikroC

Quando a janela do mikroC estiver aberta, devemos clicar com o mouse em cima do ícone **Project** e logo após em **New Project**.

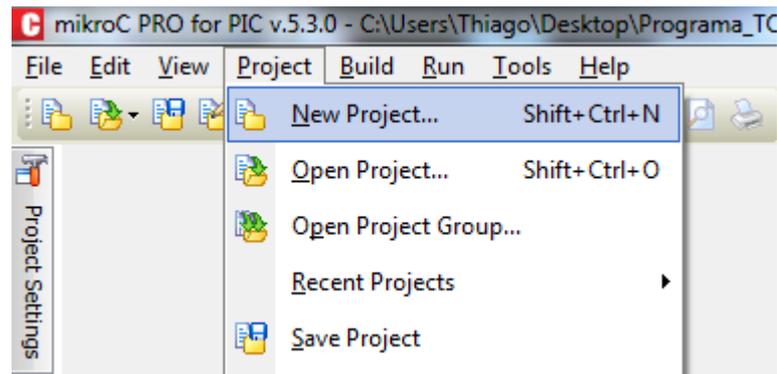


Figura 10 – Criando um novo projeto.

Feito isso abrirá uma janela de ajuda para configurar o projeto, deve-se clicar no ícone *Next*.



Figura 11 – Janela inicial.

Na janela visualizada na figura 12, deve-se entrar com alguns parâmetros, sendo eles: o nome do projeto, o nome da pasta de destino, o microcontrolador empregado no projeto bem como o *clock* que ele usará, depois é só clicar em *Next*.

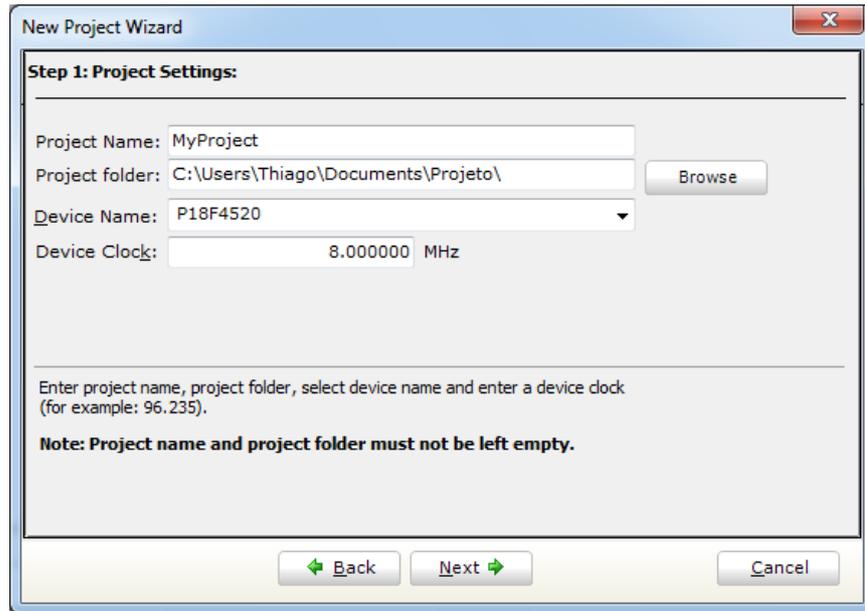


Figura 12 – Janela configuração.

A janela da figura 13, serve para caso necessário adicionar arquivos do tipo *.c ou *.h que irão complementar seu programa, caso faça necessário é só clicar em Add e escolher o arquivo, caso não o faça necessário ou já estiver adicionado o arquivo é só clicar no ícone *Next*.

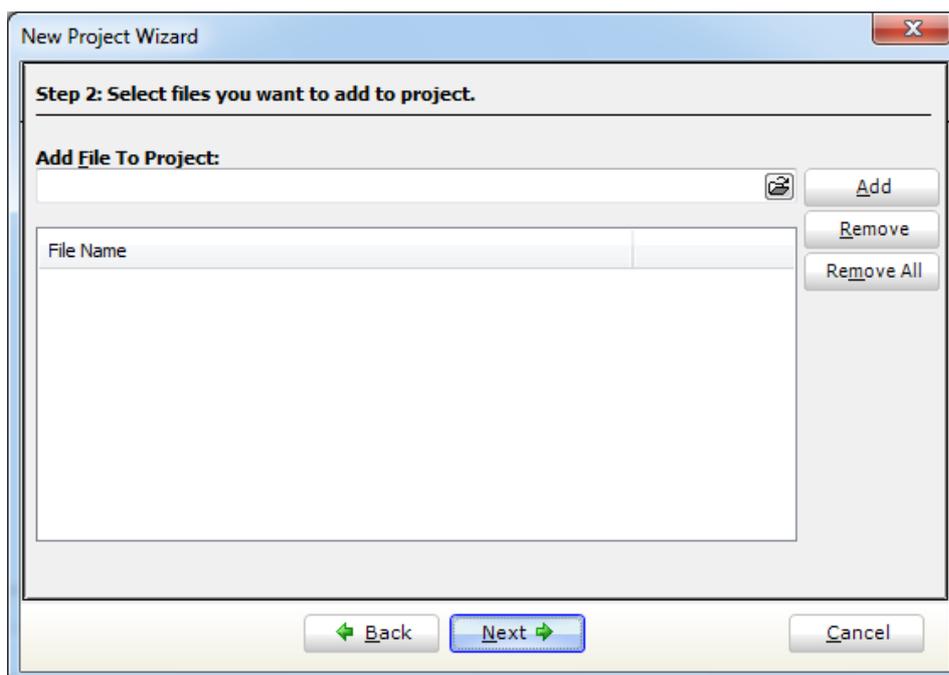


Figura 13 – Adicionando arquivos *.c ou *.h.

A janela visualizada na figura 14 serve para incluir ou não todas as bibliotecas. Como padrão o mikroC inclui todas as bibliotecas, mas se você tiver conhecimento suficiente pode optar por não incluir todas as bibliotecas e durante a programação incluir quais forem necessárias, após a escolha clicar em *Next*.

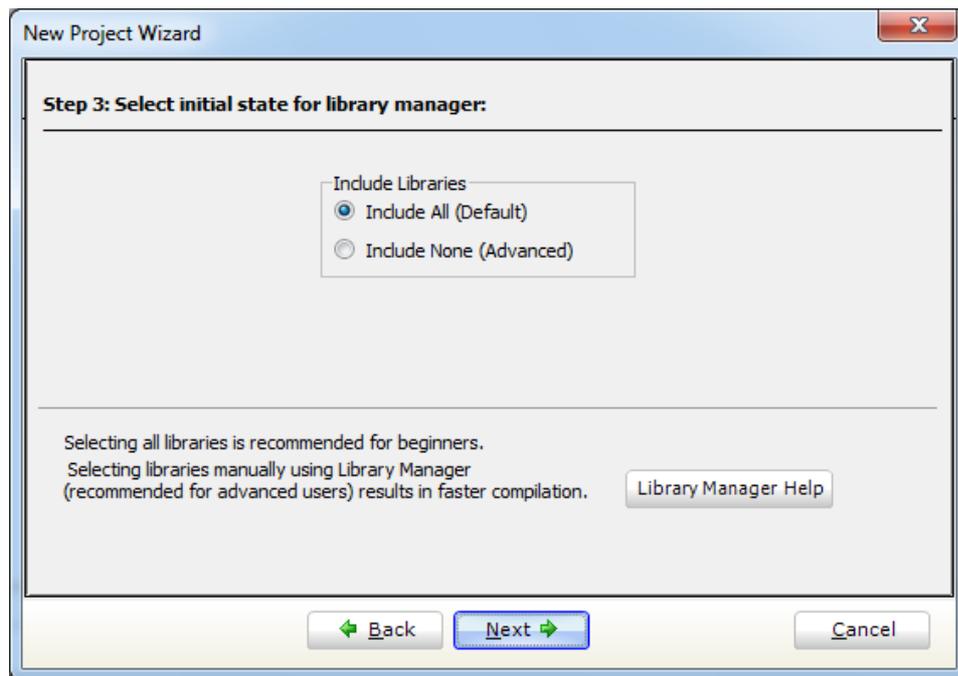


Figura 14 – Inclusão bibliotecas.

Na janela visualizada na figura 15, temos a opção de pedir que após a finalização do processo, o mikroC abra uma janela de configuração dos *bits*. Aconselha-se sempre clicar nessa opção, feito isso é só clicar no ícone *Finish*.

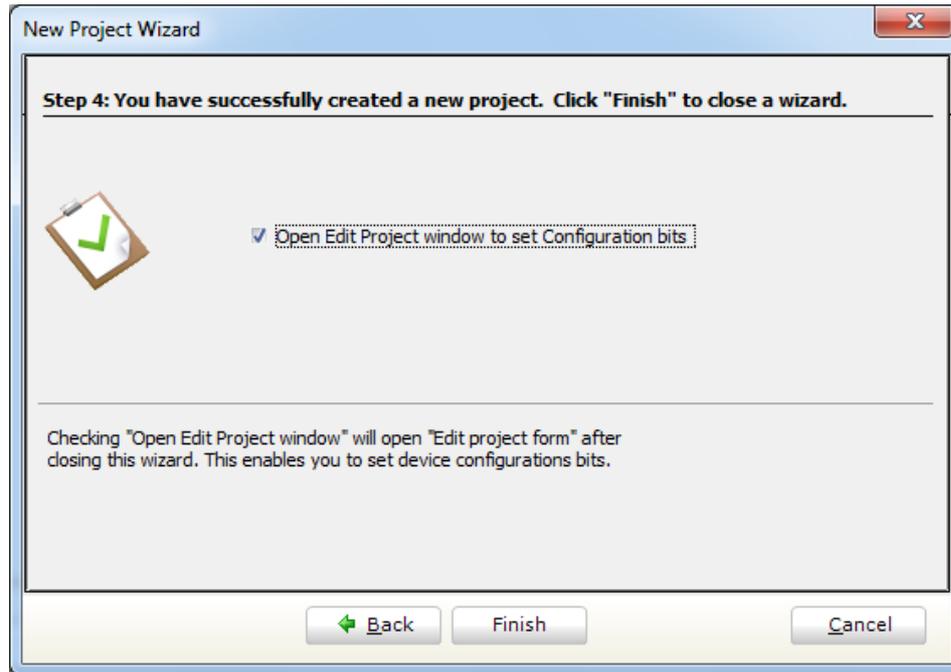


Figura 15 – Finalização da criação do projeto.

Após criado o projeto o mikroC abrirá a janela de configuração dos *bits*. Nessa janela podemos configurar por exemplo: se o canal A/D do PortB será habilitado ou não, configurar a saída do PWM2 entre muitas outras coisas.

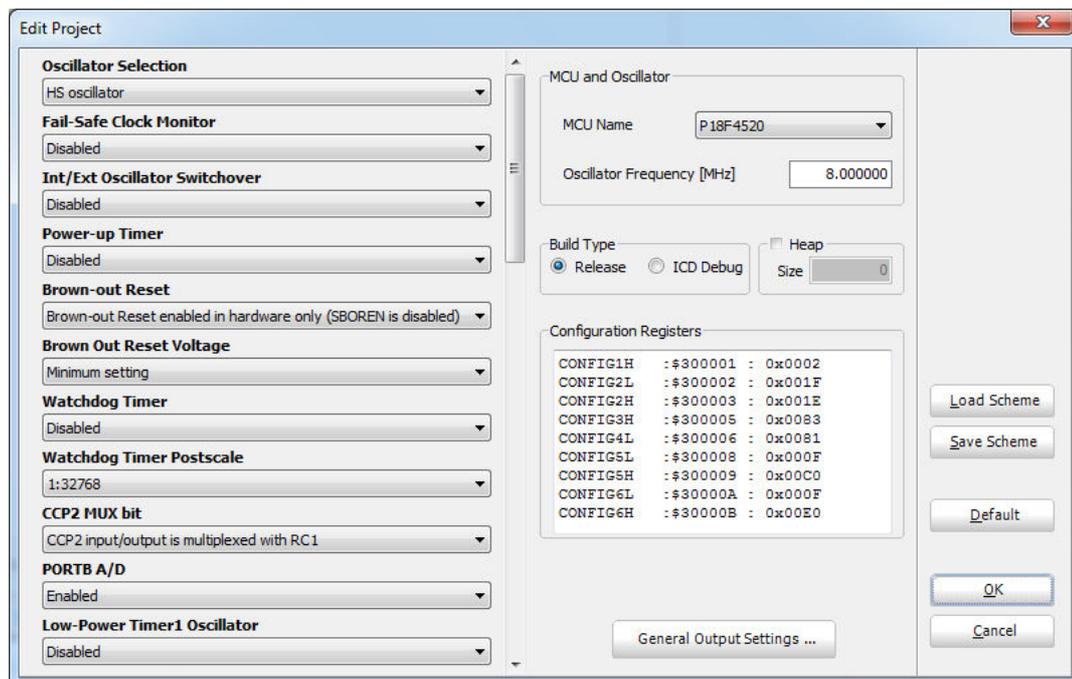


Figura 16 - Configuração dos *bits*.

4. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento foi dividido em duas partes distintas. Primeiramente foi construído o *hardware* e logo após o *software* que foi utilizado no microcontrolador.

4.1 Hardware

O esquema elétrico do *hardware* proposto pode ser visto na figura abaixo.

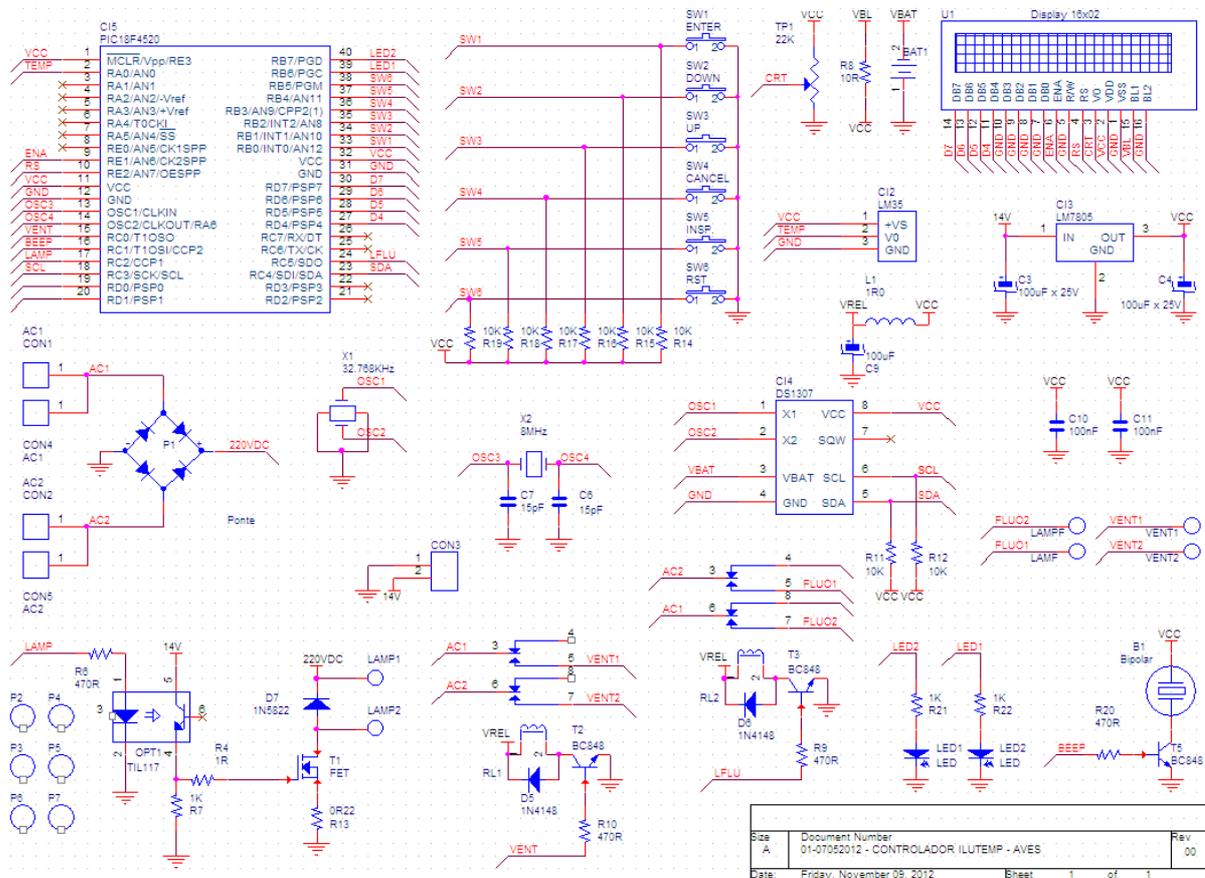


Figura 17 – Esquema Elétrico.

O circuito elétrico foi montado em placa multi furos, onde os componentes foram alocados de maneira a ficarem bem distribuídos. Começamos a montagem pelo *display* 16x02, pois precisava ser afixado por parafusos, após foram alocados o microcontrolador, o relógio DS1307, bem como os respectivos cristais osciladores. Ao lado desses componentes foi colocado o regulador LM7805 para alimentar os cinco volts dos componentes, a bateria de backup do relógio e o circuito de acionamento do *buzzer*, além de um conector para interligar a placa com os relés do ventilador e da lâmpada fluorescente. As chaves *tacts* foram montadas em forma de losango onde cada extremidade recebeu uma tecla, na parte superior ficou a tecla *UP*, na parte inferior ficou a tecla *DOWN*, no lado esquerdo a tecla *ENTER* e no direito a tecla *CANCEL* e no lado direito da placa multi furos foram colocadas às teclas de *RESET* e a de *INSPEÇÃO NOTURNA*. Após todo o processo de controle e entrada de dados foi montado o circuito de controle de potência onde nesse caso foi montada uma ponte retificadora, fazendo com que a tensão alternada se torne contínua. Para efetuar o controle das lâmpadas incandescentes foi pesquisado um MOSFET onde o selecionado foi um FCPF20N60 capaz de controlar até 20 ampéres e 600 volts, porém vamos usar aproximadamente metade da capacidade de corrente e de tensão do componente. O MOSFET não foi ligado diretamente na porta do microcontrolador, foi feito um isolamento do circuito através de um optoacoplador TIL117, portanto caso houvesse uma falha no MOSFET o microcontrolador não se queimaria, lembrando que o mesmo foi montado em um dissipador.

A seguir na figura 18, podemos observar a montagem do protótipo, devido aos testes, foi preciso alterar o relógio de local devido a um mau contato ocorrido. Podemos observar o novo local onde o relógio foi alocado.

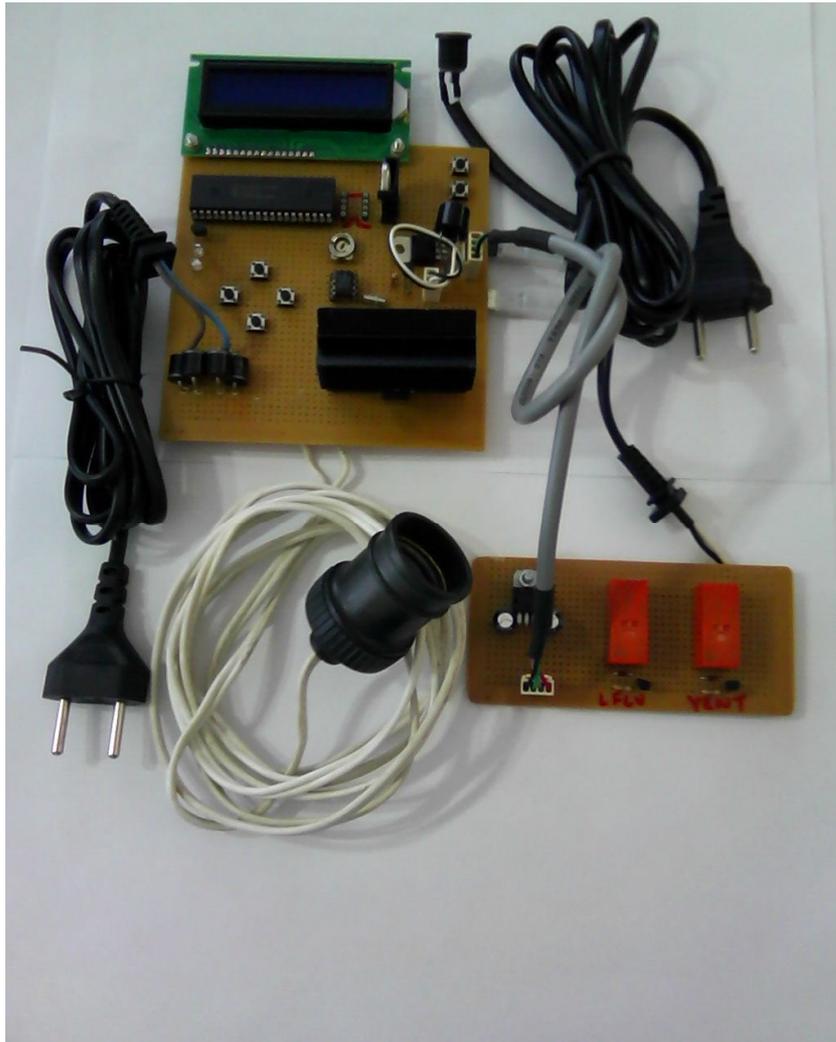


Figura 18 – Protótipo Montado.

Com o protótipo elaborado e testado, partiu-se então para a elaboração do *layout* do *hardware*. Com a ferramenta *Layout Plus Lite Edition* da família Orcad, foram elaborados os componentes que ainda não existiam na biblioteca e o *layout*.

A placa foi dimensionada de modo a ficar alocada dentro de uma caixa da marca patola modelo PB-119/2, sendo que o posicionamento será dado na vertical. O *layout* poderá ser visto no apêndice.

Com o *hardware* elaborado, iniciou-se o desenvolvimento do *software* que irá efetuar todo controle de iluminação e temperatura.

4.2 Software

O *software* começou a ser escrito, alocando as portas de controle e fluxo de dados que controlam o *display*. A primeira etapa demonstrada abaixo serve para configurar os pinos do LCD e as direções dos mesmos.

```
// configurações dos pinos do lcd
sbit LCD_RS at RE2_bit;
sbit LCD_EN at RE1_bit;
sbit LCD_D4 at RD4_bit;
sbit LCD_D5 at RD5_bit;
sbit LCD_D6 at RD6_bit;
sbit LCD_D7 at RD7_bit;

// direção dos pinos
sbit LCD_RS_Direction at TRISE2_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISE1_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISD4_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISD5_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISD6_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISD7_bit;
```

Logo abaixo da configuração do *display*, foram declaradas as variáveis que seriam utilizadas na programação. As variáveis podem ser, por exemplo, do tipo *char*, *int* ou *float*. As variáveis criadas foram:

- **int** hora, minuto, segundo, contador, dia_semana, dia, mes, ano, cnt, duty, aux, minutos, minutos2;
- **unsigned char** var1, var2;
- **unsigned char** ch, *texto, txt[5], bite, temp[4];

Após a configuração dos pinos do *display* e da criação das variáveis, foi inicializada a criação das funções. A função abaixo é utilizada para enviar um alarme sonoro quando o usuário apertar alguma tecla, dependendo da tecla apertada o alarme irá soar uma quantidade (x) de vezes, por exemplo, quando se utiliza as teclas *UP*, *DOWN* e *CANCEL* o alarme soa apenas uma única vez, enquanto quando se utiliza a tecla *ENTER* o alarme soa três vezes indicando a gravação de alguma variável.

```
void beep (unsigned char x){
    for (ch=0;ch<x;ch++){
        PWM2_Set_Duty(255);
        delay_ms(100);
        PWM2_Set_Duty(0);
        delay_ms(100);
    }
}
```

Abaixo, pode ser visto uma parte da interrupção criada para efetuar o controle do PWM que irá alterar a luminosidade do ambiente. Essa função se baseia no *flag* de estouro do *timer*, no caso o *TIMER0*. Quando há o estouro do *flag*, carregam-se novamente os valores iniciais do *timer* afim de que cada estouro de *flag* ocorra a cada 0,235 segundos, isso deve ocorrer, pois, 60 segundos dividido por 256, resulta em aproximadamente 0,235 segundos. Feito isso se deve limpar o *flag* de estouro TMR0IF para que ocorra novamente o estouro e além de limpar o *flag* para uma melhor visualização é feita a inversão do pino RB7, onde no mesmo está conectado um led, indicando visualmente que a interrupção está funcionando, e é incrementado um contador de nome (cnt). Então é comparado duas variáveis, aux e cnt, se a variável aux for igual a 0 e o contador cnt for igual a minutos, o contador recebe o valor zero e incrementa a variável *duty*, que nada mais é do que o valor que é carregado no PWM na rotina principal. A variável minutos na realidade é o valor gravado na memória EEPROM no local reservado para o amanhecer. Após o incremento da variável *duty* o pino RB6 é invertido, indicando visualmente o incremento da variável *duty*.

Quando a variável *duty* chega ao valor 255 o programa desliga a interrupção e carrega novamente os valores iniciais, zerando também a variável para que o PWM permaneça em 0, e os pinos RB6 e RB7 recebem o valor zero.

```
void interrupt(void){
```

```

if (TMR0IF_bit){
TMR0H = 0X1A;
TMR0L = 0X82;
TMR0IF_bit = 0;
PORTB.RB7= ~PORTB.RB7;
cnt++;
if (aux == 0){
if (cnt == minutos){
cnt = 0;
duty++;
PORTB.RB6= ~PORTB.RB6;
if (duty == 255){
T0CON = 0B00000010;
TMR0H = 0X1A;
TMR0L = 0X82;
INTCON = 0B00100000;
duty = 0;
PORTB.RB7 = 0;
PORTB.RB6 = 0;
cnt = 0;
}}}}

```

A função descrita abaixo é utilizada na leitura de tempo do relógio DS1307, através do canal de comunicação I²C do microcontrolador. Tal função trabalha da seguinte forma: quando chamada inicializa a comunicação I²C, indica que o início da leitura será na memória zero, que representa a memória dos segundos e é executada a leitura diversas vezes até que dentro dos parênteses da função I2C1_Rd() apareça um zero. O zero neste caso indica o término da leitura e o valor um indica uma nova leitura, após isso é finalizado a comunicação I²C.

```

void leitura_rtc() {
I2C1_Start();
I2C1_Wr(0xD0);
I2C1_Wr(0);

```

```

I2C1_Repeated_Start();
I2C1_Wr(0xD1);
segundo = I2C1_Rd(1);
minuto = I2C1_Rd(1);
hora = I2C1_Rd(1);
dia_semana = I2C1_Rd(1);
dia = I2C1_Rd(1);
mes = I2C1_Rd(1);
ano = I2C1_Rd(0);
I2C1_Stop();
}

```

A função `programa_i2c` é utilizada na gravação dos valores do relógio DS1307, a função inicializa a comunicação, indica o valor da memória onde se dará o início da gravação dos valores e logo após é enviado os valores armazenados nas variáveis, porém, todos os valores são convertidos de decimal para hexadecimal, pois, tal componente trabalha com as variáveis no modo hexadecimal.

```

void programa_i2c(){
I2C1_Start();
I2C1_Wr(0xD0);
I2C1_Wr(0);
I2C1_Wr(Dec2Bcd16(segundo));
I2C1_Wr(Dec2Bcd16(minuto));
I2C1_Wr(Dec2Bcd16(hora));
I2C1_Wr(Dec2Bcd16(dia_semana));
I2C1_Wr(Dec2Bcd16(dia));
I2C1_Wr(Dec2Bcd16(mes));
I2C1_Wr(Dec2Bcd16(ano));
I2C1_Stop();
}

```

A função abaixo é utilizada na primeira inicialização do *software* para que os valores sejam pré-configurados de fábrica, o usuário que manipular o equipamento poderá alterar esses valores e caso queira voltar à configuração de fábrica, é só apertar o botão de *reset*. A função compara se o endereço FF da EEPROM é diferente de um, se sim, ela grava todas as informações necessárias que serão armazenadas na memória, e depois grava o valor um no endereço FF para que quando inicializado novamente o equipamento, o mesmo não altere os valores inseridos pelo usuário.

```
void eeprom_(){  
if (EEPROM_Read(0xFF) != 1 ){  
EEPROM_Write(0,6);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(1,30);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(2,0);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(3,18);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(4,30);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(5,0);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(6,30);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(7,30);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(8,21);  
Delay_ms(5);  
EEPROM_Write(0xFF,1);  
Delay_ms(5);  
}}}
```

A função designada pelo nome de temperatura tem por objetivo armazenar o valor da temperatura ambiente indicada pelo usuário na memória EEPROM do microcontrolador.

A rotina entra em um laço de instruções, onde quando não apertado nenhuma tecla os valores ficam piscando, chamando à atenção do usuário. Quando apertada alguma tecla o *software* compara se tal evento foi executado, podendo ser o acréscimo ou decréscimo da variável, a gravação na memória EEPROM ou até mesmo o cancelamento da gravação.

Todas as funções criadas para as entradas de dados fornecidas pelo usuário foram baseadas nesta mesma função abaixo, porém foram alterados os textos mostrados no *display* e a alocação da memória EEPROM.

```

void temperatura(){
bite = 0;
Delay_ms(500);
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
Lcd_Out(1,1,"# TEMPERATURA! #");
ch = EEPROM_Read(8)/10;
Lcd_Chr(2,7,48+ch);
ch = EEPROM_Read(8)% 10;
Lcd_Chr(2,8,48+ch);
CustomChar(2,9);
Lcd_Chr_Cp('C');
contador = EEPROM_Read(8);
do{
while (RB1_bit == 1 & RB2_bit == 1 & RB0_bit == 1 & RB3_bit == 1 & bite == 0){
ch = contador / 10;
Lcd_Chr(2,7,48+ch);
ch = contador % 10;
Lcd_Chr(2,8,48+ch);
Delay_ms(150);
Lcd_Out(2,7," ");
Delay_ms(150);
}
if (RB1_bit == 0){
contador = contador - 1;

```

```

if (contador < 10) {contador = 40;}
if (contador >= 41) {contador = 10;}
ch = contador/10;
Lcd_Chr(2,7,48+ch);
ch = contador % 10;
Lcd_Chr(2,8,48+ch);
beep(1);
}
if (RB2_bit == 0){
contador = contador + 1;
if (contador < 10) {contador = 40;}
if (contador >= 41) {contador = 10;}
ch = contador/10;
Lcd_Chr(2,7,48+ch);
ch = contador % 10;
Lcd_Chr(2,8,48+ch);
beep(1);
}
if (RB0_bit == 0){
bite = 1;
EEPROM_Write(8,contador);
Delay_ms(5);
ch = EEPROM_Read(8)/10;
Lcd_Chr(2,7,48+ch);
ch = EEPROM_Read(8) % 10;
Lcd_Chr(2,8,48+ch);
Lcd_Out(2,1,"## GRAVANDO ##");
beep(3);
Delay_ms(200);
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
Lcd_Out(1,1,"# TEMPERATURA! #");
ch = EEPROM_Read(8)/10;
Lcd_Chr(2,7,48+ch);
ch = EEPROM_Read(8)% 10;

```

```

Lcd_Chr(2,8,48+ch);
CustomChar(2,9);
Lcd_Chr_Cp('C');
while(RB0_bit == 0){}
}
}while(RB3_bit == 1);
beep(1);
contador = 6;
while(RB3_bit == 0){}
}

```

A função programar tem por objetivo ilustrar ao usuário todas as possibilidades de programação que se pode inserir no sistema.

A rotina entra em um laço de instruções, onde quando apertadas as teclas *UP* ou *DOWN*, são informados os nomes das funções preparadas para armazenar os valores inseridos pelo usuário. Quando apertada a tecla *ENTER* o *software* verifica o valor do contador e chama a função requerida pelo usuário, e se apertada à tecla *CANCEL* retorna ao laço de verificação inicial, onde se pode optar por efetuar a configuração ou iniciar a rotina principal.

```

void programar(){
do{
Lcd_Out(1,1,"## PROGRAMAR! ##");
Lcd_Out(2,1,texto);
if (RB1_bit == 0){
contador = contador - 1;
if (contador <= 0) {contador = 6;}
if (contador >= 7) {contador = 1;}
beep(1);
switch (contador) {
case 01: texto = " AMANHECER! "; while(RB1_bit == 0){} break;
case 02: texto = " ANOITECER! "; while(RB1_bit == 0){} break;
case 03: texto = " AMANHECENDO! "; while(RB1_bit == 0){} break;
case 04: texto = " ANOITECENDO! "; while(RB1_bit == 0){} break;
case 05: texto = " HORA/DATA! "; while(RB1_bit == 0){} break;

```

```

case 06: texto = " TEMPERATURA! "; while(RB1_bit == 0){} break;
}
Lcd_Out(2,1,texto);
}
if (RB2_bit == 0){
contador = contador + 1;
if (contador <= 0) {contador = 6;}
if (contador >= 7) {contador = 1;}
beep(1);
switch (contador) {
case 01: texto = " AMANHECER! "; while(RB2_bit == 0){} break;
case 02: texto = " ANOITECER! "; while(RB2_bit == 0){} break;
case 03: texto = " AMANHECENDO! "; while(RB2_bit == 0){} break;
case 04: texto = " ANOITECENDO! "; while(RB2_bit == 0){} break;
case 05: texto = " HORA/DATA! "; while(RB2_bit == 0){} break;
case 06: texto = " TEMPERATURA! "; while(RB2_bit == 0){} break;
}
Lcd_Out(2,1,texto);
}
if (RB0_bit == 0){
beep(1);
switch (contador) {
case 01: while(RB0_bit == 0){} hora_m(); break;
case 02: while(RB0_bit == 0){} hora_n(); break;
case 03: while(RB0_bit == 0){} amanhecendo(); break;
case 04: while(RB0_bit == 0){} anoitecendo(); break;
case 05: while(RB0_bit == 0){} hora_calend(); break;
case 06: while(RB0_bit == 0){} temperatura(); break;
}}while(RB3_bit == 1);
texto = " PROGRAMAR! ";
beep(1);
contador = 1;
while(RB3_bit == 0){}
}

```

4.3 Custo do Projeto

Na tabela 4 é possível observar o custo total e os componentes empregados, tendo como base um equipamento.

Tabela 4 – Custo do Projeto

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	PREÇO (UN)	PREÇO(TOTAL)
1	1	SUORTE BATERIA + BATERIA (CR2032)	R\$ 2,00	R\$ 2,00
2	1	BUZZER 5V	R\$ 1,50	R\$ 1,50
3	1	CIRCUITO INTEGRADO LM35	R\$ 2,49	R\$ 2,49
4	1	CIRCUITO INTEGRADO LM7805	R\$ 0,33	R\$ 0,33
5	1	CIRCUITO INTEGRADO DS1307	R\$ 7,25	R\$ 7,25
6	1	CIRCUITO INTEGRADO PIC18F4520	R\$ 12,90	R\$ 12,90
7	10	TERMINAL FASTON MACHO 6,3MM P/ PCI	R\$ 0,13	R\$ 1,30
8	3	CAPACITOR ELCO RADIAL 100uF x 25V	R\$ 0,10	R\$ 0,30
9	2	CAPACITOR SMD 0805 15pF	R\$ 0,01	R\$ 0,01
10	2	CAPACITOR SMD 0805 100nF	R\$ 0,01	R\$ 0,02
11	2	DIODO 1N4148	R\$ 0,05	R\$ 0,10
12	2	DIODO LED 5MM AMARELO	R\$ 0,19	R\$ 0,38
13	1	INDUTOR 3,3uH	R\$ 1,70	R\$ 1,70
14	1	OPTOISOLADOR TIL117	R\$ 0,80	R\$ 0,80
15	1	PONTE DE DIODO 10A	R\$ 4,00	R\$ 4,00
16	2	RELÉ 2 CONTATOS REVERSÍVEIS	R\$ 7,19	R\$ 14,38
17	1	RESISTOR SMD 0805 1R	R\$ 0,01	R\$ 0,01
18	4	RESISTOR SMD 0805 470R	R\$ 0,01	R\$ 0,04
19	3	RESISTOR SMD 0805 1k	R\$ 0,01	R\$ 0,03
20	1	RESISTOR SMD 0805 10R	R\$ 0,01	R\$ 0,01
21	8	RESISTOR SMD 0805 10K	R\$ 0,01	R\$ 0,08
22	1	RESISTOR 0R22 3W	R\$ 0,45	R\$ 0,45
23	5	CHAVE TACTIL 6X6X13	R\$ 0,09	R\$ 0,45
24	1	CHAVE TACTIL 6X6X5	R\$ 0,05	R\$ 0,05
25	1	TRIMPOT 20k	R\$ 0,90	R\$ 0,90
26	1	MOSFET FCPF20N60	R\$ 5,82	R\$ 5,82
27	3	TRANSISTOR SMD BC848	R\$ 0,04	R\$ 0,12
28	1	DISPLAY LCD 16X02 C/ BACKLIGHT AZUL	R\$ 9,63	R\$ 9,63
29	1	CRISTAL OSCILADOR 32,768kHz	R\$ 0,40	R\$ 0,40
30	1	CRISTAL OSCILADOR 8MHz	R\$ 0,40	R\$ 0,40
31	1	SOQUETE TORNEADO 6 PINOS	R\$ 0,50	R\$ 0,50
32	1	SOQUETE TORNEADO 8 PINOS	R\$ 0,50	R\$ 0,50
33	1	SOQUETE TORNEADO 40 PINOS	R\$ 2,00	R\$ 2,00
34	1	CAIXA STECK	R\$ 25,00	R\$ 25,00

35	4	TOMADA P/ PAINEL 10A	R\$ 2,50	R\$ 10,00
36	1	TOMADA P/ PAINEL 20A	R\$ 4,00	R\$ 4,00
37	1	FONTE 12V x 1A	R\$ 11,00	R\$ 11,00
38	1	PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO	R\$ 13,50	R\$ 13,50
39	1	DISSIPADOR DISSITEC DS55	R\$ 10,00	R\$ 10,00
40	1	CONECTOR KK MACHO 3 PINOS	R\$ 0,04	R\$ 0,04
41	1	CONECTOR KK FÊMEA 3 PINOS	R\$ 0,03	R\$ 0,03
42	3	TERMINAL 5159TL	R\$ 0,01	R\$ 0,03
43	10	TERMINAL FASTON FÊMEA 6,3MM C/ CAPA	R\$ 0,25	R\$ 2,50
TOTAL				R\$ 146,95

Abaixo na figura 19, pode-se observar o equipamento montado, sendo que as lâmpadas estão conectadas em suas respectivas saídas.



Figura 19 – Equipamento versão final

Tabela 5 – Equipamentos similares. [21]

	POT.LAMP.FLUO (W)	POT.LAMP.INCAN (W)	TEMPO 0 A 100%	PREÇO
SUPER GOLD STAR	1000 W	600 W	2 a 60 MIN	€ 212,00
GOLD STAR	1000 W	600W	2 a 60 MIN	€ 190,00
SILVER STAR	X	600 W	4 a 60 MIN	€ 126,00
RG 3500	800 W	2X20 W (HALÓGENA 24V)	4 a 60 MIN	€ 99,00
PROJETO	1000 W	1000 W	1 a 30 MIN	R\$ 146,95

Na tabela 5, são mostrados alguns equipamentos similares comercializados na Europa e o projeto elaborado. Os valores dos equipamentos similares são de venda final enquanto o projeto é preço de custo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho que é elaborar um dispositivo onde através do horário supervisione e controle a iluminação ambiente e a temperatura foi atingido satisfatoriamente.

O protótipo apresentou excelentes resultados, tendo em vista o pequeno tempo de testes, porém há pontos que podem ser melhorados no *software*.

Quando ocorrer uma queda na energia, o equipamento irá se restabelecer e parar no menu iniciar, isso é ruim pois, uma pessoa terá de acioná-lo para que comece a efetuar as verificações. Visando que o protótipo inicie as verificações automaticamente pode-se alterar o *software* e, o menu de programação só será visto se a pessoa pressionar um conjunto de botões, com isso quando o equipamento se restabelecer o *software* irá direto para as verificações e, visando simular a proximidade da época de criação, pode-se implementar uma rotina que dentro de um prazo estipulado de dias o *software* some alguns minutos ao horário que o pôr do sol irá acontecer, essa função ajudaria na preparação dos pássaros para o período.

O relógio funcionou corretamente, pois mesmo com a queda de energia continuou efetuando a contagem, outro ponto que se destacou no protótipo foi à linearidade com que as lâmpadas incandescentes se acenderam ou apagaram através do PWM.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SOUSA, Daniel Rodrigues de; SOUZA, David José de; LAVINIA, Nicolás César. **Desbravando o microcontrolador PIC18F4520: recursos avançados**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2010.
- [2] SOUZA, David José de. **Desbravando o PIC: ampliado e atualizado para PIC16F628A**. 12. ed. São Paulo: Érica, 2011.
- [3] MIYADAIRA, Alberto Noboru. **Microcontroladores PIC18: aprenda e programe em linguagem C**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Érica, 2011.
- [4] BOYLESTAD, Robert L.; NASHESKY, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [5] MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4. ed. São Paulo: Makron, 1997. 2v.
- [6] LUZ, J. M. **Luminotécnica**. [s.l.:s.n.], 2005. Disponível em: <<http://www.ee.pucrs.br/~jeanine/InstalacoesEletricasIII/Luminotecnica.pdf>>. Acesso em 01 de maio de 2012.
- [7] SISTEMAS UNIBAN. **Arquitetura: Von-Neumann Vs Harvard**. Abril de 2010. Disponível em: <<http://sistemasuniban.blogspot.com.br/2010/04/arquiterura-von-neumann-vs-harvard.html>>. Acesso em 13 de março de 2012.
- [8] MICROCONTROLLER PROS CORPORATION. **Synchronous Microcontroller Communication Interfaces: SPI, Microwire and I²C Protocol Formats**. Disponível em: <<http://www.ucpros.com/work%20samples/Microcontroller%20Communication%20Interface%202.htm>> Acesso em 14 de março de 2012.
- [9] ARDUINO. **PWM**. Disponível em: <<http://arduino.cc/it/Tutorial/PWM>> Acesso em 13 de abril de 2012.

[10] MAXIM. **DS1307 datasheet**. Disponível em: <<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS1307.pdf>>. Acesso em 06 de abril de 2012.

[11] JORDAN, Thereza. **The importance of light to your bird**. Disponível em: <<http://www.quakerville.com/qic/light.asp>>. Acesso em 06 de junho de 2012.

[12] MICROCHIP Technology. **Pic 18f2420/2520/4420/4520**. Disponível em:<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39631E.pdf>>. Acesso em 06 de junho de 2012.

[13] REIS, R.M.;FONTE, A.;CANDURA, P.;SOARES, R.G. **Reatores eletrônicos**. Revista Lume Arquitetura, São Paulo, SP, Edição 22, outubro/novembro de 2006.

[14] CANDURA, P. **Reatores**. Revista Lume Arquitetura, São Paulo, SP, Edição 07, abril/maio 2004.

[15] CARVALHO, C. **Lâmpadas Fluorescentes**. Revista Lume Arquitetura, São Paulo, SP, Edição 01, abril/maio 2003.

[16] FELICÍSSIMO, A. **Lâmpada Incandescente**. Revista Lume Arquitetura, São Paulo, SP, Edição 08, abril/maio 2004.

[17] AL KIMIA. **Lâmpadas Fluorescentes**. Disponível em: <alkimia.tripod.com/lâmpadas.htm>. Acesso em 10 de março de 2012.

[18] ARCADIA. **Bird Lamp**. Disponível em: <<http://www.arcadia-uk.info/product.php?pid=16&mid=13&lan=en>>. Acessado em 01 de junho de 2012.

[19] MIKROE. **MikroC**. Disponível em: <<http://www.mikroe.com/mikroc/pic/>>. Acessado em 09/12/2012.

[20] TI. **LM35**. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>>. Acessado em 09/12/2012.

[21] BESSER. *Programmatori*. Disponível em: <http://www.store.besserelektronik.it/5-programmatori-e-filtri>. Acessado em 09/12/2012.

APÊNDICE – Arquivos gerbers

*** ILUTEMP-AVES ***

