

Junio

Benildo Alexandre Magumane

Gestão Automática do Consumo de Energia Eléctrica no Anfiteatro II da ESTEC

Universidade Pedagógica
Maputo,
2011

Benildo Alexandre Magumane

Gestão Automática do Consumo de Energia Eléctrica no Anfiteatro II da ESTEC

Monografia científica a ser apresentado ao departamento de Manutenção Industrial da Escola Superior Técnica, para obtenção do grau académico de Licenciatura, sobre a supervisão do Eng^o Jacinto Costa.

Universidade Pedagógica

Maputo

2011

Benildo Alexandre Magumane

Gestão Automática do Consumo de Energia Eléctrica no Anfiteatro II da ESTEC

Presidente

Oponente

Supervisor

Universidade Pedagógica

Maputo

2011

DEDICATÓRIA

Este trabalho que simboliza o fim de um nível e não só representando também o início de mais uma longa caminhada, é fruto de várias batalhas das quais algumas foram bem conseguidas e outras não tão bem sucedidas. Ao longo dessa caminhada fui me apoiando a uma mão que sempre foi estendida para mim em todos sentidos, o que fortalecia me cada vez mais para conseguir os meus intentos. Infelizmente essa pessoa não presenciará fisicamente essa vitória que devia por merecer; pois veio a perder a vida no meio da jornada que vínhamos executando, por isso dedico este trabalho ao meu sempre querido pai Alexandre Francisco Magumane.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a DEUS, por ter me dado saúde durante estes anos da minha formação acadêmica, e por me acompanhar espiritualmente ao longo da minha vida. A minha gratidão é extensiva aos senhores Alexandre Francisco Magumane e Adelaide Jeremias Guambe meus pais e os meus irmãos pela convivência do dia-a-dia, pelo apoio e suporte dados ao longo destes anos todos pois em todas ocasiões que precisava me deram atenção e carinho;

Por fim, agradeço a todos os meus colegas de carteira pelo companheirismo, pela boa convivência que tivemos, e por tudo que deles pude aprender sem deixar de destacar Nicolau Teixeira; Xadrique Reis e Teodósio Mulangue.

DECLARACÃO

Declaro que este trabalho é fruto de minha investigação pessoal, o seu conteúdo é baseado em informações obtidas em bibliografias e outras fontes bem identificadas ao longo do trabalho assim como nas referências bibliográficas do mesmo.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em outra instituição de ensino para a obtenção de qualquer grau académico, sendo o primeiro para a obtenção do grau de licenciatura.

Maputo, Dezembro 2011

.....
(Benildo Alexandre Magumane)

RESUMO

Avanços na área de Controlo Automático tornaram viável o projecto e construção dos chamados “Ambientes Inteligentes”, ambientes dotados de sensores, controladores, interfaces homem-máquina e actuadores capazes de interagir e de se adaptar à presença de usuários, facilitando as operações destes sobre o ambiente e optimizando as condições operacionais. Neste trabalho é proposto um sistema de controlo automático das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado, visando sobretudo economizar no consumo de energia eléctrica, o que pode contribuir para poupar o dinheiro nos cofres da faculdade contribuindo desta forma na para a realização de novas aquisições. A descrição dos detalhes de implementação do projecto, referem-se ao anfiteatro II da ESTEC

Palavras-chave:

- Controlo Automático
- Anfiteatro II da ESTEC
- Consumo de energia eléctrica

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A	Ampere
A/D	Analog/Digital
B	Byte
BCD	Binary Coded Decimal
CAN	Controller Area Network
CISC	Complex Instruction Set Computer
CPU	Central Processing Unit
D/A	Digital/Analog
ESTEC	Escola Superior Técnica
E/S	Entrada/Saída
EEPROM	Electrical Erasable Programmable Read Only Memory
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory
EUSAR	Enhanced Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
FCNM	Faculdade de Ciencias Naturais e Matemática
Hz	Hertz
I/O	Input/output
IC	Integrated Circuit
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
MROM	Mask Read Only Memory
MTN	Metical
NTC	Negative Temperature Coefficient
OTP	One Time Programmable
PC	Personal Computer
PIR	Passive Infra – Red
PROM	Programmable Read Only Memory
PTC	Positive Temperature Coefficient
PWM	Pulse Width Modulation
RAM	Random Access Memory
RISC	Reduced Instruction Set Complex
ROM	Read Only Memory

RTD	Resistive Temperature Detector
SPI	Serial Peripheral Interface
SSP	Synchronous Serial Port
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
USB	Universal Serial Bus
USD	United States Dollars
VAC	Voltage Alternating Current
VDC	Voltage Direct Current
W	Watt
	Sensor de Temperatura
	Detector de Presença
	Sensor Magnético (Reed Switch)

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1. Diagrama de blocos do sistema.....	[8]
Figura 2. Diagrama de blocos dos componentes do sistema.....	[9]
Figura3: Mostrador de 7 segmentos.....	[17]
Figura 4. Planta do Anfiteatro II.....	[25]
Figura 5. Disposição dos sensores.....	[26]
Figura 6. Microcontrolador PIC16F1934	[27]
Figura 7. Circuito do sistema.....	[30]
Figura8. Protótipo do Circuito Do Sistema (Fonte: Autor de Pesquisa).....	[31]
Figura 9. Circuito do sensor de temperatura	[31]
Figura 10.Circuito dos sensores magnéticos das janelas.....	[31]
Figura 11. Circuito Simulado dos Sensores Magnéticos das Janelas (Fonte: Autor).....	[31]
Figura 12. Circuito do teclado.....	[32]
Figura 13. Circuito do detector de presença.....	[32]
Figura 14. Mostrador de 7 segmentos 4511B	[33]
Figura 15. Esquema de ligação do pino de saída ao relé	[33]
Figura 16. Circuito Simulado do pino de saída ao Relé (Fonte: Autor).....	[33]
Figura 17. Esquema de ligação do contacto do relé ao interruptor.....	[34]
Figura 18. Esquema de ligação do contacto do relé ao interruptor.....	[36]
Tabela 1. Identificação dos sensores.....	[25]
Tabela 2. Descrição sumária dos pinos	[28]
Tabela 3. Descrição de pinos	[29]
Tabela 4. Preços dos componentes sem considerar a taxa aduaneira.....	[37]
Tabela 5. Preço real dos componentes.....	[38]

ÍNDICE

PÁGINAS

DEDICATÓRIA.....	III
AGRADECIMENTOS.....	IV
DECLARAÇÃO.....	V
RESUMO	VI
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	VII
LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....	IX
CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO	12
Introdução.....	12
Problema.....	13
Justificativa.....	13
Questões científicas.....	13
Hipóteses	14
Possíveis soluções	14
Análise das soluções.....	14
Objectivos.....	15
1.1.1. Objectivo geral	15
1.1.2. Objectivos específicos:.....	15
Resultado esperado.....	15
CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA	16
CAPITULO III. METODOLOGIA DO TRABALHO	18
CAPÍTULO IV. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE.....	19
4.1. Caracterização do sistema.....	19
4.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO A CONTROLAR.....	19
4.3. DEFINIÇÃO E ESCOLHA DOS COMPONENTES DO SISTEMA.....	20
4.3.1. Diagrama de blocos dos componentes do sistema	20
4.5. DESCRIÇÃO DE CADA UM DOS BLOCOS	20
4.5.1. Sensor de temperatura	20
4.5.2. Detectores de Presença.....	21
4.6. DETECTORES DO ESTADO DAS JANELAS	24
4.7. TECLADO	24
CONVERSORES ANALÓGICO PARA DIGITAL (A/D).....	25
CONDICIONAMENTO DE SINAL	26
MOSTRADOR (DISPLAY)	27
4.8. UNIDADE DE CONTROLO	28

Microcontrolador.....	28
CAPÍTULO V. IMPLEMENTAÇÃO	36
5.1. Identificação do local	36
Circuito de controlo do sistema.....	37
5.2. CIRCUITO DO SISTEMA	40
5.3. Dispositivos de entrada	42
5.3.1. Sensor de temperatura	42
5.3.2. Sensores magnéticos das janelas (<i>Reed switches</i>).....	43
5.3.3. Teclado	44
5.3.4. Detector de presença	45
5.4. Dispositivos de saída.....	45
5.4.1. <i>Display</i> (Mostrador)	45
5.4.2. Circuito das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado	45
5.4.3. Material a utilizar	47
5.5. PROGRAMAÇÃO DO MICROCONTROLADOR.....	49
CAPÍTULO VI. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÓMICA	50
6.1 Orçamento	50
6.2. DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	50
CAPÍTULO VII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	52
7.1. Conclusões	52
7.2. Recomendações.....	53
7.3. Limitações	53
ANEXO4:	56
Esquema Eletrónico do Relógio 12 ou 24 Horas	56
Componentes.....	57

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO

Introdução

Desde muito tempo que o Homem por variados motivos tem-se preocupado em controlar, ou seja, garantir que um determinado processo ocorra ou se desenvolva segundo o seu desígnio/desejo. Para alcançar este objectivo, o Homem tem-se baseado na teoria de Controlo Automático.

O Controlo Automático tem desempenhado um papel fundamental no avanço da engenharia e da ciência. Hoje em dia, é evidente a larga aplicação do controle automático como parte integrante dos modernos processos industriais e de produção, na aeronáutica, robótica, domótica e outras áreas.

Neste projecto, é proposto um sistema automatizado de controlo ON/OFF dos aparelhos de ar condicionado e das lâmpadas do anfiteatro II.

O sistema proposto poderá ser expandido para que sejam controlados todos os aparelhos de ar condicionado e todas as lâmpadas ao nível do campus de lhanguene. Contudo e visando simplificar o projecto, neste trabalho será desenvolvido um módulo de controlo base dos aparelhos de ar condicionado e das lâmpadas do anfiteatro II.

Este documento, está dividido em 6 capítulos. O Capítulo I, que compreende esta breve introdução, a apresentação dos objectivos e da justificativa para a realização deste trabalho.

No Capítulo II, é caracterizado o sistema com base na teoria de Controlo Automático.

O capítulo III comporta a apresentação do diagrama de blocos do sistema e a descrição de cada um dos seus componentes.

No capítulo IV, serão descritos os detalhes de implementação deste sistema no anfiteatro II.

No capítulo V é apresentada uma breve análise da viabilidade económica do projecto.

No capítulo VI, são apresentadas as conclusões, indicando se os objectivos propostos foram atingidos e, também são apresentadas as recomendações deste trabalho e a bibliografia consultada.

Problema

Mau Uso das lâmpadas e aparelhos de ar condicionado contribuindo para o gasto excessivo de energia eléctrica.

Sendo o anfiteatro como outras salas de aulas de uso público tem se verificado um mau uso das Lâmpadas e aparelhos de Ar Condicionado o que contribui para elevados custos pelo consumo de energia eléctrica.

Justificativa

No âmbito da reforma da Universidade Pedagógica tem se verificado que erguem se novas infra-estruturas para a expansão e melhoramento das condições do processo de ensino e aprendizagem que não deixa de ser condicionado pelo nível de conforto que as salas de aulas fornecem daí que essas salas são apetrechadas de equipamentos que garantam este bom ambiente de aprendizagem, tal é o caso de iluminação adequada e a climatização de algumas salas. Porque esses recursos tem como base para o seu funcionamento a energia eléctrica, há necessidade de se criar mecanismos de forma a regular o consumo da mesma. Como já vem se verificando em algumas salas de aulas do campus de lhanguene em geral, concretamente da FCNM (Faculdade de Ciências Naturais e Matemática) / ESTEC (Escola Superior Técnica), casos em que estudantes e/ou funcionários mantêm as lâmpadas acesas e os aparelhos de ar condicionado ligados desnecessariamente ou seja sem estarem a ser usadas, contribuindo desta forma no consumo excessivo de energia eléctrica. Com a montagem dos aparelhos de ar condicionado no anfiteatro II da ESTEC e com o comportamento descrito acima o nível de desperdício pode aumentar cada vez mais. O presente trabalho visa solucionar este problema que já vem se registando devido ao mau uso das condições disponibilizadas.

Questões científicas

- Porquê em alguns casos são ligados aparelhos de ar condicionado com as janelas de salas abertas?
- Porquê as lâmpadas e aparelhos de ar condicionado sempre são mantidos ligados mesmo que não haja alguém a usá-los?

Hipóteses

H₀: Os estudantes não sabem que com um aparelho de ar condicionado ligado deve-se isolar o ambiente interior da sala ao ambiente externo.

H₀: Os estudantes pensam que se fecharem as janelas da sala ela ficará abafada mesmo com o ar condicionado ligado.

H₁: Os estudantes encontram as lâmpadas e ar condicionados ligados e então acham que eles devem ser mantidos ligados.

H₁: É difícil ter o acesso aos interruptores do circuito de iluminação quando a sala não estiver iluminada.

H₀: Há negligência por parte dos utentes e funcionários da instituição.

Possíveis soluções

- Sensibilizar os estudantes e ou funcionários, para que mudem de atitude;
- Incumbir a algum funcionário, a responsabilidade de verificar em cada uma das salas, se as lâmpadas estão acesas e os aparelhos de ar condicionado ligados desnecessariamente;
- Projectar um sistema de controlo automático das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado.

Análise das soluções

Sensibilização dos estudantes e ou funcionários

Esta é uma solução de baixo custo, contudo, é demasiado dependente da atitude e mudança de comportamento das pessoas, pelo que pode levar muito tempo até que se efective.

Responsabilização do funcionário

É uma solução que pode tornar-se bastante cansativa para o funcionário e que concorre para que se perca um tempo, no qual este poderia estar ocupado na realização de outras tarefas.

Projecto de sistema de controlo automático das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado

Tem um custo relativamente mais alto comparativamente as outras soluções, porém é uma solução eficaz, segura e funcional. Por estas razões, esta é a solução escolhida para resolver o problema.

Objectivos

1.1.1. Objectivo geral

- Projectar um sistema capaz de garantir o uso correcto das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado.

1.1.2. Objectivos específicos:

- Mostrar a aplicabilidade das tecnologias na execução das actividades do nosso dia-a-dia e acima de tudo repetitivos;
- Trazer uma contribuição para a redução de custos pelo uso de energia eléctrica no campus de Lhanguene;
- Avaliar os custos e implicações de implementação do sistema;

Mostrar que o uso de tecnologias em geral traz benefícios para a eficiência e eficácia dos processos, sobre tudo repetitivos

Resultado esperado

Ao realizar este trabalho, pretende-se essencialmente propor um sistema de gestão do consumo de energia eléctrica ao nível da faculdade, tendo como base o controle automático das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado. O desenvolvimento da proposta incidirá sobre o anfiteatro II.

Espera se que com execução deste projecto consiga se criar um bom ambiente de aprendizagem nos estudantes através de uma boa gestão do património da faculdade.

Espera-se ainda alcançar a Criação de um conforto aos estudantes e utentes da sala com consumo mínimo de energia eléctrica.

CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA

Alguns conceitos:

Circuito eléctrico - é definido como sendo um conjunto de canalizações e aparelhos eléctricos, incluindo os de utilização dotados do mesmo aparelho de protecção contra sobre intensidade no quadro onde tem início (PINTO; 1999).

Sistema eléctrico - para FILHO (1997) - é o conjunto de aparelhos e acessórios eléctricos destinados a produção, transporte, distribuição e utilização de energia.

Disjuntor

(MORAIS 1962) Define disjuntor como sendo um aparelho que tem as mesmas funções de um corta-circuito fusível. A diferença reside no princípio de funcionamento, pois uma vez desactivado o disjuntor tem a capacidade de ser reactivado rapidamente pelo utilizador.

Aparelho de comando - é um dispositivo que permite interromper, quando necessário o condutor activo (fase) permitindo modificar o regime de funcionamento de uma instalação (MANUEL & JOSÉ; 1992, pagina 23 á 75)

Relé

Em instalações electrotécnicas é chamado *Relé* ao aparelho composto de um receptor e de uma parte executiva em que quando uma magnitude física (intensidade da corrente nos relés de corrente, intensidade de luz nos foto relés, temperatura no termo relés, etc.) exerce influência sobre o receptor do relé, este funciona ou seja a sua parte executiva altera bruscamente algumas magnitudes físicas nos circuitos de comando (intensidade da corrente, tensão etc.), fechando ou abrindo circuitos da corrente comandada.

Os relés são classificados de acordo com o carácter de variação da magnitude de comando que faz funcionarem:

Relé de máxima - é aquele que funciona quando a magnitude eléctrica do comando que em geral é a intensidade da corrente atinge um determinado valor superior a corrente de funcionamento.

Relé diferencial – funciona quando a diferença de duas magnitudes eléctricas homogéneas, que estão sendo comparados, atinge um determinado valor.

Relé de mínima - funciona quando a magnitude de comando, por exemplo a tensão é inferior a um determinado valor.

Vantagens de uso de relés:

- Rapidez de funcionamento;
- Selectividade;
- Segurança e sensibilidade.

Diagrama de blocos – segundo (CALDEIRAS & PINTO, 1999) diagrama de blocos é a representação esquemática por meio de rectângulos, círculos e setas de um sistema ou processo.

CAPITULO III. METODOLOGIA DO TRABALHO

Um Trabalho de pesquisa para a sua efectivação é necessário seguir vários critérios e normas segundo o estipulado em cada instituição, sendo por isso neste presente trabalho, tendo se seguido várias maneiras para a execução do trabalho desde o período da identificação do problema, análise das possíveis soluções, colecta de dados e informação até a própria compilação do conteúdo final, que resume-se nas seguintes:

Pesquisa bibliográfica – para determinar alguns parâmetros, relação entre elementos, componentes de projectos, relação de transformação dos tipos de energia em outros; Identificação de elementos adequados para a implementação do projecto foi graças as consultas em livros, revistas e sites on-line.

Observação individual - o estudo do comportamento dos estudantes ao longo dos dias de aulas e o cálculo dos possíveis prejuízos devido a esses comportamentos para a entidade que presta contas devido ao uso de determinados recursos também contribuíram muito para o desenvolvimento deste projecto.

Trabalho de campo - Levantamento das relações, no que diz respeito a contenção de custo pelas instituições que aplicam sistemas de controlo automático para a monitoria de determinadas acções executadas nas suas instituições contribuem para a verificação das vantagens trazidas por essas práticas, fortificando ainda o desenvolvimento do projecto.

CAPÍTULO IV. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE

4.1. Caracterização do sistema

O sistema que será projectado é um sistema de controlo ON/OFF de malha fechada, possui várias entradas e várias saídas e é determinístico. Ele pode ser descrito com base no diagrama de blocos genérico que se segue.

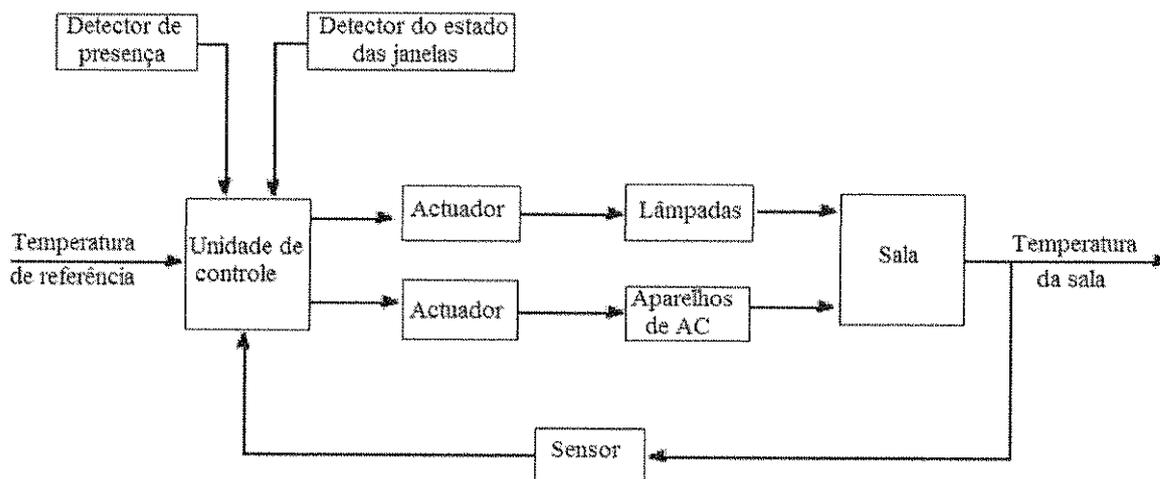


Figura 1. Diagrama de blocos do sistema (fonte: Autor)

4.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO A CONTROLAR

Especificações do sistema

- O sistema deve ter recuperação em caso de falha de energia
- As lâmpadas só acendem e mantêm-se acesas se detectada a presença de pelo menos uma pessoa;
- Os aparelhos de ar condicionado são ligados caso se verifiquem todas condições que se seguem:
 1. Detectada a presença de pelo menos uma pessoa;
 2. Temperatura ambiente igual ou superior a temperatura de referência (valor definido pelo usuário);
 3. Todas as janelas fechadas.
- Deve ser possível definir e alterar o valor da temperatura de referência (30 á 40° C);
- O intervalo entre o desligamento e accionamento dos aparelhos de ar condicionado é de no mínimo 3 minutos (recomendação do fabricante dos aparelhos de ar condicionado utilizados no Anfiteatro II da ESTEC).

4.3. DEFINIÇÃO E ESCOLHA DOS COMPONENTES DO SISTEMA

4.3.1. Diagrama de blocos dos componentes do sistema

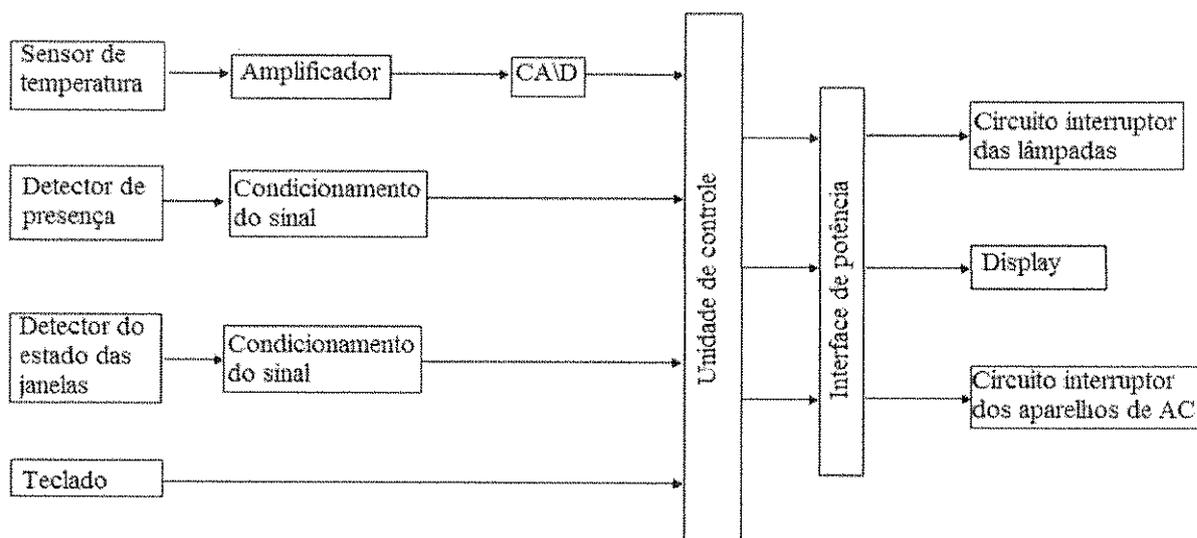


Figura 2. Diagrama de blocos dos componentes do sistema (fonte: Autor)

4.5. DESCRIÇÃO DE CADA UM DOS BLOCOS

4.5.1. Sensor de temperatura

Sensores de temperatura são dispositivos cujas propriedades eléctricas tais como a resistência, a capacitância ou a indutância alteram com a variação da temperatura.

Existem cinco tipos principais de sensores de temperatura: termístores, termopares, RTD, sensores de Silício (díodos e transístores)

Termístores

Termístores são dispositivos eléctricos cuja resistência eléctrica varia em função da temperatura. Existem dois tipos básicos de termístores: o termístores PTC (Positive Temperature Coeficent), cuja resistência eléctrica aumenta com o aumento da temperatura e, o termístores NTC (Negative Temperature Coeficent), que diminui sensivelmente a sua resistência eléctrica com o aumento da temperatura.

Termopares

Termopares é um elemento primário de medida de temperatura constituído por dois materiais diferentes ligados um ao outro.

Em 1822, o físico Thomas Seebeck descobriu (acidentalmente) que a junção de dois metais gera uma tensão eléctrica que é função da temperatura. O funcionamento dos termopares é baseado neste fenómeno, que é conhecido como Efeito de Seebeck. Embora praticamente se possa construir um termopares com qualquer combinação de dois metais, utilizam-se apenas algumas combinações normalizadas, isto porque possuem tensões de saída previsíveis e suportam grandes gamas de temperaturas.

RTD (Resistive Temperature Detector)

RTD é um detector de temperatura resistivo, fabricado em platina, níquel ou cobre; O exemplo mais comum é o tipo PT 100, que tem uma resistência de 100 Ω a 0° C. Um quadro comparativo dos sensores de temperatura é apresentado no ANEXO 1.

Na prática, os sensores normalmente empregues para a medição da temperatura ambiente são os sensores de Silício integrado, os RTD e os termístores. Neste projecto a opção será pelo díodos sensor de temperatura, pois possui uma característica linear, faixa de temperatura adequada para aplicação pretendida e baixo custo. A elevada precisão comparativamente aos outros sensores e o elevado tempo de resposta, são aceitáveis para a aplicação em questão.

4.5.2. Detectores de Presença

Os detectores de presença são dispositivos que detectam a presença de um ser humano ou de algum corpo em movimento. A detecção de movimento baseia-se no princípio de que existe uma variação na radiação emitida por corpos a temperaturas diferentes, como por exemplo uma pessoa e uma parede. Há então um corpo que será chamado de fundo (parede), pois sempre estará como referência, e um que será chamado de alvo (Homem), pois será o alvo da detecção e gerador do contraste.

Existem três tipos principais de detectores de presença: sensores infravermelho (passivo e activo), sensores de Efeito Doppler e sensores que combinam as duas tecnologias.

Infravermelho Activo

Os circuitos infravermelhos activos utilizam-se de um emissor de radiação infravermelha e um receptor, opticamente acoplados, sendo activado quando o feixe entre ambos é cortado, ou alterado. Normalmente é utilizado um feixe pulsado para eliminar a interferência da luz ambiente sobre o detector, sendo então filtrado o sinal na frequência do sinal emitido e eliminada a variação do ambiente.

Este tipo de sensor possui dois tipos de acoplamento principais: o acoplamento directo e o reflexivo.

No acoplamento directo tem-se o receptor e o emissor separados, frente a frente, permanecendo assim o feixe entre eles, e actuando quando o feixe é cortado. Embora bastante simples, este detector necessita estar bem acoplado, uma vez que pequenos desalinhamentos entre o receptor e o emissor podem manter o sistema continuamente activado.

No acoplamento reflexivo, o emissor e o receptor encontram-se na mesma posição. Neste tipo de acoplamento o sensor pode ser activado de duas formas:

- Utilizando - se uma superfície espelhada para reflectir o sinal do transmissor ao receptor. Quando o feixe é cortado, o sensor é activado. Dependendo da superfície utilizada como reflector, pode-se tornar o sistema mais sensível usando uma superfície bastante brilhante, ou mais flexível, usando superfícies que causem um espalhamento do feixe.
- A outra forma de utilização consiste em deixar uma superfície opaca no lugar do espelho e então o sistema activa-se com a alteração no feixe, decorrente da passagem de alguém, que irá reflectir o feixe.

O sensor infravermelho activo, por ter sua instalação mais complexa e mais sensível, tem seu uso restrito em detectores de presença. Outro problema encontrado com este tipo de sensor é quando se deseja cobrir uma área grande, neste caso seria necessária a presença de um grande número de feixes e, conseqüentemente, de sensores. Nota-se também que mudanças no *layout* do ambiente poderiam requerer mudanças de posicionamento dos sensores.

Efeito Doppler

Os circuitos de efeito doppler emitem uma radiação no ambiente a ser supervisionado e lêem o sinal reflectido. Quando há movimento nesse ambiente gera-se o efeito doppler, ou seja, a onda que retorna apresenta frequência diferente da enviada. Combinando-se a frequência das duas ondas, na presença de movimento obtém-se uma outra onda, de frequência menor, resultante da interação entre as duas ondas. Desta forma, activa-se o sensor quando resulta essa onda de menor frequência.

Geralmente são utilizados sinais ultra-sónicos ou microondas. A utilização de sinais ultra-sónicos é mais antiga e está sendo quase que totalmente substituída pela utilização de microondas, que apresentam melhor desempenho.

Este tipo de sensor pode eventualmente detectar movimentos fora da área pretendida, através de paredes ou vidros, ou mesmo activar-se com o movimento de insectos, cortinas, fluidos em canalizações ou outro objecto que esteja em movimento.

Sua leitura dá-se mais facilmente quando o movimento ocorre na direcção do sensor, aproximando-se deste ou afastando-se. Além disso, possui uma certa capacidade de monitoramento através de obstáculos.

Os sensores de efeito doppler são facilmente adaptáveis aos sistemas de iluminação com accionamento automático por presença, sendo que o maior inconveniente é seu alto custo que pode fazer com que o produto final não seja competitivo.

Infravermelho passivo

Os circuitos infravermelhos passivos utilizam-se apenas de um receptor de radiação infravermelha e são activados quando há alteração nesta. Como essa radiação está ligada a temperatura, o que o sensor detecta é a alteração da temperatura. São usualmente denominados de detectores PIR (*passive infra-red*).

Para funcionar, o detector lê, através de um sensor de infravermelho, a intensidade dessa radiação emitida por um fundo (ambiente). Ao sobrepor-se um objecto de temperatura diferente entre o fundo e o sensor, variará também a radiação recebida por este e, assim, determina-se a passagem de alguém no seu raio de actuação. É utilizado um sistema de lentes para definir o campo de actuação deste sensor. Isso é obtido pela distribuição de vários feixes de actuação que são completamente cobertos pelo objecto a ser detectado.

A principal vantagem do sensor PIR em relação ao sensor activo é que sua actuação não está restrita a um feixe, mas sim tem uma ampla área de cobertura no ambiente. Além disso, não há necessidade de ter-se dois lugares distintos de instalação para um único sensor. Seu funcionamento proporciona uma sensibilidade maior quando a movimentação é lateral em relação ao sensor. Além disso, requer um campo de vista directo, ou seja, não detectará caso houver mobília, divisórias ou outro obstáculo entre o sensor e o alvo.

Neste projecto serão empregues os sensores passivos de infravermelho pois são simples, baratos, a sua sensibilidade é aceitável tendo em conta o que se pretende fazer e, são actualmente os sensores mais utilizados na detecção da presença humana.

4.6. DETECTORES DO ESTADO DAS JANELAS

A detecção do estado das janelas é normalmente feita empregando sensores magnéticos. Estes detectores são constituídos por duas lâminas magnéticas com contactos nas extremidades, sendo o conjunto encerrado num invólucro cilíndrico de vidro (reed) cheio de gás inerte. O contacto pode ser actuado (ligado) por um íman colocado próximo.

Estes detectores são simples e fiáveis. Quando utilizados em janelas, o invólucro que contém o reed é fixado na moldura da porta e o invólucro que contém o íman é fixado na própria janela, de modo que, com esta fechada, fiquem defronte um do outro. Assim, com a janela fechada, o contacto do reed está fechado e com a porta ligeiramente aberta, o contacto está aberto.

4.7. TECLADO

Em linhas gerais, um teclado é uma carcaça que contém um circuito em seu interior, sobre o qual está disposto um conjunto de molas mecânicas, correspondente as teclas. Cada uma dessas teclas, ao ser pressionada, fecha um contacto sobre o circuito, que é detectado e identificado imediatamente, transmitindo o valor que o identifica.

A principal diferença entre os diversos modelos de teclados existentes, está na tecnologia empregue para accionar o contacto, classificada em dois grandes grupos: de contacto capacitivo e de mola mecânica.

Os teclados de contacto capacitivo possuem uma mola em cada uma das teclas, que se encarrega de retorná-las à posição original depois que são accionadas. No final da mola existe uma peça em forma de disco, geralmente de plástico e com face inferior de metal, situada perto das lâminas do circuito impresso. Essas lâminas têm formato circular, o que assegura um contacto adequado. Quando o usuário pressiona a tecla, o disco se aproxima dos contactos do circuito, o que origina uma ligeira variação na capacitância, reduzindo-se de um valor normal, compreendido entre 20 e 24 pF para um valor compreendido entre 2 e 6 pF. Esta variação origina uma corrente eléctrica entre os dois contactos, fechando o circuito sem que haja contacto físico entre o disco e as lâminas. Existem outros modelos de teclado que empregam um mecanismo similar (uma resistência capacitiva), embora se baseiem no incremento da capacitância (afastando o disco das lâminas), e produzam o efeito contrário na corrente. Este tipo de teclado é usado principalmente nos equipamentos portáteis.

Os teclados com molas mecânicas operam como interruptores convencionais. Uma membrana de material plástico ou borracha elástica, situada debaixo de cada tecla, faz com que ela volte, à sua posição original, depois de ser accionada. Enquanto a tecla permanece apertada, exerce-se uma pressão sobre dois contactos metálicos, situados debaixo dessa membrana e separados por uma distância muito pequena, de maneira a fechar o circuito. Esse sistema é mais simples e barato que o anterior, mas apresenta um grave inconveniente: o uso continuado produz um desgaste na membrana, obrigando o usuário a fazer uma pressão maior ou então impedindo a tecla de recuperar sua posição original, deixando-a permanentemente pressionada.

A opção para o presente trabalho será pelos teclados de mola mecânica pois são mais simples e baratos.

CONVERSORES ANALÓGICO PARA DIGITAL (A/D)

Um conversor analógico para digital é um dispositivo que providencia uma saída digitalizada, que representa o nível de entrada de corrente ou tensão.

Um conversor A/D possui uma tensão ou corrente de referência analógica, sobre a qual a entrada analógica é comparada. A palavra digital de saída, diz-nos que fracção da tensão ou corrente de referência, é a tensão ou corrente de entrada.

Classificação dos conversores A/D

Os conversores A/D podem ser classificados em: programáveis ou não programáveis, com realimentação ou de tipo de malha aberta, e, de tipo de carga de capacitor ou do tipo de comparação de uma tensão discreta.

Nos conversores A/D programáveis, o processo de conversão ocorre num número dado de passos, sendo que cada passo tem um intervalo de tempo definido para ocorrer. Os tipos não programáveis normalmente requerem uma sequência de eventos que devem ocorrer antes que se complete a conversão, contudo, está sequência varia no tempo e depende apenas do tempo de resposta do circuito de conversão.

Nos conversores A/D de malha fechada, enquanto o processo de conversão prossegue, uma tensão analógica, que é função da palavra digital no conversor, é gerada internamente e realimentada para uma das entradas do comparador. Esta tensão é comparada com a tensão analógica de entrada a ser convertida, e quando a tensão de realimentação é igual a tensão

analógica de entrada, a conversão está completa. A palavra digital no conversor A/D é então o sinal digital equivalente a entrada analógica.

Em conversores de malha aberta, uma comparação directa é feita entre a tensão analógica de entrada e uma tensão analógica de referência. O resultado da comparação é a palavra digital equivalente a entrada analógica.

A conversão de tipo carga de capacitor, depende basicamente do tempo necessário para carregar um capacitor até uma tensão de referência ou até a tensão analógica de entrada. Conversores A/D do tipo comparação de uma tensão discreta usam um processo de conversão que depende basicamente da geração de tensões discretas, cujos níveis são equivalentes a palavras digitais, e a comparação desses níveis de tensão discretos com a tensão analógica de entrada, determina a palavra digital equivalente.

Existem diversos tipos de conversores A/D, tais como: conversor por integração (de rampa linear simples e de rampa linear dupla), contador e servo rampa em escada simples, conversor por aproximações sucessivas, conversor flash.

Cada um destes conversores tem suas vantagens e limitações. A sua escolha deve ser feita em termos de:

- Velocidade de conversão;
- Custo;
- Precisão;
- Tamanho.

Neste trabalho serão empregues os conversores A/D por aproximações sucessivas, pois são muito rápidos e são os conversores largamente utilizados para a aplicação que se pretende.

CONDICIONAMENTO DE SINAL

O condicionamento do sinal analógico adequa o valor e características do sinal medido para que este seja devidamente interpretado pela unidade de controlo.

Existem diversas operações que são aplicadas ao sinal medido das quais se destacam a linearização, conversão, ajuste do nível de sinal, filtragem e casamento de impedâncias. Para o nosso caso a operação que será aplicada ao sinal medido será fundamentalmente o ajuste do nível do sinal.

Amplificadores

O amplificador largamente utilizado para fazer o condicionamento do sinal, é o Amplificador Operacional (amp-op).

O amp-op é um circuito composto de resistores, transístores, díodos, e capacitores. Ele requer a conexão de fontes de alimentação bipolares, que são +V e -V em relação a terra.

MOSTRADOR (DISPLAY)

Existem fundamentalmente 2 tipos de mostradores: o LCD e o mostrador de 7 segmentos.

O LCD (*Liquid Crystal Display*) é um dispositivo electrónico que pode ser usado para mostrar números ou texto. Existem dois tipos principais de mostradores LCD, mostrador numérico (usado em relógios, calculadoras, etc) e mostrador de texto alfanumérico (geralmente usados em dispositivos como fotocopiadoras e telemóveis).

O LCD é feito de vários cristais. Em mostradores numéricos, estes cristais são colocados em forma de barras e nos alfanuméricos os cristais são simplesmente arranjados em padrões de pontos. Cada cristal tem uma conexão eléctrica individual, para que possa ser controlado independentemente. Quando o cristal está 'desligado' (isto é quando nenhuma corrente passa através do cristal), este reflecte a mesma quantidade de luz que o material de fundo, e portanto os cristais não podem ser vistos. Todavia quando o cristal está sendo atravessado por uma corrente eléctrica, ele muda de forma e absorve mais luz. Isto faz com que o cristal se pareça mais escuro para o olho humano, e por conseguinte o formato do ponto ou barra possa ser visto contrariamente ao fundo.

É importante referir a diferença que existe entre um mostrador LCD e um mostrador de LED. Mostrador de LED é feito de vários LED que podem emitir luz e portanto podem ser vistos no escuro, e um mostrador LCD apenas reflecte luz e portanto não pode ser visto no escuro.

Neste projecto serão empregues mostradores de 7 segmentos, dada a sua simplicidade e custo reduzido comparativamente ao mostrador LCD. Um exemplo de um mostrador de 7 segmentos é mostrado na figura que se segue.



Figura3: Mostrador de 7 segmentos [1]

4.8. UNIDADE DE CONTROLO

A unidade de controlo constitui o cerne do sistema. É nela onde reside a maior complexidade do mesmo. Ela pode ser implementada através de: PC, microcontrolador ou um circuito dedicado.

A opção neste projecto recairá sobre um microcontrolador porque o sistema não é muito complexo a ponto de requerer o uso de um PC, e a opção por um circuito dedicado tornaria a unidade de controlo muito mais complexa, para além de não ser flexível a alterações. Outras vantagens dos microcontroladores são a elevada velocidade de processamento, o seu baixo custo e elevada disponibilidade.

Microcontrolador

Os microcontroladores são chips inteligentes, que tem um processador, pinos de entrada/saída, e memória. Através da programação dos microcontroladores podemos controlar suas saídas, tendo como referencia as entradas e ou um programa interno.

O que diferencia os diversos tipos de microcontroladores, são a quantidade de memória interna (programa e dados), velocidade de processamento, quantidade de pinos de entrada/saída (I/O), alimentação, periféricos, arquitectura e set de instruções.

Recursos comuns a todos os microcontroladores

Arquitectura básica

Inicialmente todos os microcontroladores adoptavam a arquitectura Von Neumann, e actualmente alguns fabricantes usam a arquitectura Harvard. A arquitetura Von Neumann se caracteriza por dispor de uma memória principal que armazena dados e endereços, e o acesso a esta memória é feito por meio de um sistema de barramentos único (dados, endereços e controle).

A arquitectura Harvard dispõe de memórias independentes, sendo que uma contém somente instruções e outra apenas dados. Ambas possuem seus próprios sistemas de acesso e é possível realizar operações de escrita e leitura, simultaneamente em ambas as memórias.

CPU - Unidade Central de Processamento

A CPU é a componente mais importante do microcontrolador e determina suas principais características, tanto a nível de hardware assim como de software.

Os processadores actuais, quanto a arquitectura e funcionalidade, podem ser classificados como: CISC (Complex Instruction Set Computer ou Computador com um Conjunto Complexo de Instruções) ou RISC (Reduced Instruction Set Complex ou Conjunto reduzido de instruções complexas).

Um grande número dos processadores actualmente usados nos microcontroladores é baseado na arquitectura CISC. Dispõem em média de cerca de 80 instruções de máquina no seu repertório, sendo algumas sofisticadas e potentes, necessitando muitos ciclos de relógio para sua execução. Uma vantagem dos processadores CISC é que estes oferecem ao programador instruções completas que funcionam como macros.

Tanto a indústria dos computadores pessoais, assim como a dos microcontroladores estão adoptando a filosofia RISC. Nestes processadores o repertório de instruções é reduzido, com instruções simples executadas algumas em um só ciclo do relógio. A rapidez destas instruções permite otimizar o hardware e software do processador.

Memória

Os microcontroladores apresentam dois tipos de memória: a ROM, que armazena as instruções que controlam a aplicação, e a RAM, guarda as variáveis e dados utilizados no programa.

Existem cinco tipos de memórias não voláteis disponíveis nos microcontroladores encontrados no mercado:

MROM (ROM com máscara): memória não volátil, somente de leitura cujo conteúdo se grava durante a fabricação do chip. O elevado custo da máscara de memória só faz seu uso ser recomendado quando se precisam de microcontroladores da ordem de milhões de unidades;

PROM: tipo de memória não volátil gravada somente uma vez OTP (One Time Programmable ou Programável uma única vez). O usuário pode escrever o programa no chip com o uso de um gravador conectado ao PC. A versão OTP é recomendável quando o tempo de projecto e construção do produto são muito pequenos. Tanto este tipo de memória quanto a EPROM, podem ter protecção do código gravado com a queima de fusíveis no próprio chip;

UVE EPROM: os microcontroladores que dispõem de memória EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) podem ser gravados e apagados muitas vezes. A gravação é feita assim como nos dispositivos OTP, com o uso de um gravador conectado ao PC. Quando é necessário apagar seu conteúdo, por disporem de uma janela de cristal, devem ser expostos a luz ultravioleta durante vários minutos;

STANDART EEPROM: são memórias somente de leitura, programáveis e apagáveis electricamente EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory).

Tanto a programação quanto o apagamento se realizam electricamente no próprio gravador. Esta operação é rápida e estes dispositivos não possuem a janela de cristal. Os microcontroladores com memória EEPROM uma vez instalados no circuito, podem ser gravados e apagados facilmente, quantas vezes for necessário, respeitando as limitações de ciclos de leitura e escrita desta memória, sem a necessidade de tirá-los do circuito. Para isto empregam-se gravadores “in-circuit” que conferem rapidez e flexibilidade a operação. Uma tendência dos fabricantes de microcontroladores é incluir uma pequena área de memória EEPROM para que se possa armazenar e modificar uma série de parâmetros do sistema em uso. Neste tipo de memória o processo de escrita é relativamente lento;

FLASH EEPROM: é uma memória não volátil de baixo consumo, que pode ser escrita e apagada. Funciona como uma ROM e uma RAM, consumindo menos energia eléctrica. A FLASH é recomendada quando é necessária uma grande capacidade de armazenamento. As memórias FLASH e EEPROM são muito úteis por permitir que os microcontroladores possam ser reprogramados “in-circuit”, sem a necessidade de retirá-los das placas. Assim, um dispositivo que utiliza este tipo de memória incorporado ao controle de um motor de automóvel por exemplo, permite que se possa modificar o programa de funcionamento durante uma manutenção periódica do veículo.

Circuito de relógio

Todos os microcontroladores dispõem de um circuito oscilador, seja ele interno ou externo. Este gera uma onda quadrada de alta frequência que configura os pulsos de relógio usados na sincronização das operações do sistema. Normalmente, o circuito oscilador está incorporado ao microcontrolador, sendo necessários apenas alguns poucos componentes externos para estabilizar a frequência de operação. Estes componentes consistem em um cristal de quartzo juntamente com elementos passivos, ou o conjunto de um ressoador cerâmico com uma rede RC. Aumentar a frequência do sinal de relógio supõe diminuir o tempo que se executa as instruções, porém isto implica um aumento do consumo de energia. um circuito de relógio é basicamente constituído por: chips; resistores; transístores; fonte de tensão e lógico um oscilador e um display (Ver ANEXO:4)

Recursos especiais

Os principais recursos específicos que incorporam os microcontroladores são:

- Temporizadores ou “Timers”;
- Cão de guarda ou “Watchdog”;
- Protecção contra falha na alimentação ou “Brownout”;
- Modo de espera e/ou baixo consumo;
- Conversor A/D;
- Conversor D/A;
- Comparador analógico;
- Modulador de largura de pulso (PWM);
- Portas de E/S digitais;
- Portas de comunicação (UART, SPI, I2C, etc).

Temporizadores ou “*Timers*”

Se destinam a controlar períodos de tempo (temporizadores), e eventos externos (contadores). Para medir tempos é carregado um registo com um valor adequado que será incrementado ou decrementado de acordo com os pulsos de relógio do sistema, até que este registo chegue a zero e seja gerado um aviso (interrupção ou *flag*).

Cão de guarda ou “*Watchdog*”

Quando um computador pessoal tem um crash, seja por uma falha de software ou por outra causa, se pressiona o botão de reset e ocorre a reinicialização do sistema. No caso do microcontrolador, este funciona sem o controle de um operador 24 horas por dia. O cão de guarda consiste em um temporizador que quando ocorre estouro ou chega a zero provoca um reset automático do sistema.

Protecção contra falha de alimentação ou “*Brown-out*”

É um circuito que inicializa o microcontrolador quando a tensão de alimentação é inferior à tensão mínima admissível (“brownout”). Enquanto a tensão de alimentação for inferior a de brownout o dispositivo se mantém desligado, até que a tensão volte ao seu nível normal de funcionamento.

Modo de espera e/ou baixo consumo

Em muitas situações reais de trabalho, os circuitos microcontrolados devem esperar, sem executar acção nenhuma. Nestes casos para a economia de energia, que é factor chave em aplicações alimentadas por baterias, os microcontroladores dispõem de instruções que os colocam em estado de repouso ou de baixo consumo, com solicitações de consumo mínimas.

Conversor A/D e D/A

Os microcontroladores que incorporam um conversor analógico/digital (A/D) podem processar sinais analógicos, nas mais diversas aplicações. Estes dispõem de um multiplexador que permite aplicar à entrada do canal A/D diversos sinais analógicos, enquanto que o D/A Transforma os dados digitais obtidos no processamento da aplicação em um sinal analógico que pode ser aplicado a um accionamento externo, por exemplo.

Comparador analógico

Alguns microcontroladores possuem internamente um amplificador operacional que actua como comparador de um sinal com uma referência fixa, com outro sinal variável que se aplica por um dos pinos de entrada. A saída do comparador é um sinal de nível lógico 1 ou 0 de acordo com a comparação dos sinais.

Modulador de largura de pulsos (PWM)

São circuitos que provocam em sua saída pulsos de largura programável, disponíveis em algum pino de saída do microcontrolador para accionamento de cargas como motores, por exemplo.

Portas de E/S digitais

As portas de entrada/saída têm como função principal estabelecer a interface do programa contido na memória com o mundo externo.

Todos os microcontroladores têm alguns pinos que suportam as linhas de E/S digital. Geralmente estes pinos são agrupados em portas. Estes pinos podem ser configurados como E/S configurando 1 ou 0 em um registo de configuração.

Portas de comunicação

Com o objectivo de possibilitar ao microcontrolador comunicar-se com outros dispositivos externos, tais como outros microcontroladores e outros dispositivos, alguns modelos dispõem de portas de comunicação serial que podem ser:

UART: comunicação serial assíncrona;

USART: comunicação serial síncrona/assíncrona;

USB (Universal Serial Bus): moderno barramento serial utilizado nos PC's;

I2C: interface serial a 3 fios desenvolvida pela Philips;

CAN (Controller Area Network): protocolo de comunicação serial desenvolvido pela Bosch e Intel para comunicação em automóveis e adaptado a outros dispositivos;

SPI (Serial Peripheral Interface): protocolo de comunicação que pode operar em modo mestre/escravo a 4 fios.

Ferramentas de desenvolvimento

Um dos factores de maior importância na hora da escolha de um microcontrolador é o suporte tanto de software quanto de hardware disponíveis. Um bom conjunto de ferramentas de desenvolvimento pode ser decisivo na escolha de um microcontrolador.

As principais ferramentas de ajuda ao desenvolvimento de sistemas embutidos em microcontroladores são:

Assemblador: permite desenvolver programas muito eficientes em linguagem assembly e dá ao programador o domínio absoluto do sistema. Os fabricantes fornecem gratuitamente o assemblador para os microcontroladores mais populares;

Compilador: a programação em alto nível (C, C++) permite diminuir o tempo de desenvolvimento do programa. Mas a programação deve ser bem estruturada, pois se isto não ocorrer, a eficiência do programa fica comprometida. As versões mais avançadas destes compiladores são muito caras, porém os fabricantes de modelos mais populares disponibilizam compiladores gratuitos com versões limitadas de código;

Simulador: é capaz de executar em um PC programas para o microcontrolador. Os simuladores permitem ter controlo sobre a execução do programa, sendo ideais para a depuração dos mesmos.

Placa de desenvolvimento: é uma placa que tem um microcontrolador montado e que pode ser conectada a um PC para se fazer o download dos programas para o microcontrolador. Estas placas podem incluir mostrador LCD, teclados, leds, pinos de E/S, etc. O programa que faz o download de dados para o microcontrolador é chamado de monitor. Este programa

monitor em algumas placas permite carregar dados na memória do microcontrolador, permite a execução passo a passo do programa, assim como modificar os valores armazenados nos registos do microcontrolador;

Emuladores “ *in circuit*”: trata-se de um instrumento colocado entre o PC e a placa de desenvolvimento do microcontrolador. Faz a interface entre o programa monitor e o circuito do microcontrolador, permitindo depuração e simulação do firmware directamente no chip.

Escolha de microcontroladores

Os critérios que serão empregues para a selecção do microcontrolador serão os seguintes:

- Arquitectura (8, 16 ou 32 pinos)
- Velocidade de processamento
- Quantidade e tipo de memória
- Tensão de alimentação
- Consumo de potência
- Tipos de periféricos
- Quantidade de pinos
- Tipo de encapsulamento
- Disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento
- Manutenção
- Custo

A opção deste projecto é por um microcontrolador de 8 bits, pois é a menor arquitectura que satisfaz os requisitos do sistema, é desejável que o microcontrolador possua conversores analógico - digital, baixo consumo de potência, 40 pinos, baixo custo, elevada disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento, bem como de informação e assistência técnica *on-line*. O sistema não processa informações que exijam altas velocidades, pelo que o sinal do relógio não é um constrangimento. O microcontrolador escolhido é o PIC16F1934.

As principais características do microcontrolador PIC16F1934 são:

- Emprega arquitectura Harvard, que prevê várias vias de comunicação entre a CPU e periféricos, possibilitando a execução de mais de uma tarefa simultaneamente, o que aumenta consideravelmente a velocidade de execução e permite a utilização de memórias de dados e de programa com tamanhos de palavras diferentes, onde os dados são de 8 bits e as instruções de 14 bits;

- Baixo custo;
- Facilidade de programação;
- Grande diversidade de periféricos internos;
- Compatibilidade a nível de software e hardware com outros modelos de 40 pinos;
- Memória de programa tipo FLASH;
- Memória de programa de 7KB;
- Memória de dados de 256B;
- Tensão de operação entre 1.8 a 5.5V;
- Pinos de I/O – entrada ou saída;
- 4 Temporizadores/contador de 8 bits;
- 1 Temporizador/contador de 16 bits;
- 1 Canal de comunicação EUSART;
- 14 Conversores analógicos-digitais de 10 bits;
- 2 Comparadores;
- Oscilador interno de 32 MHz.

CAPÍTULO V. IMPLEMENTAÇÃO

5.1. Identificação do local

Neste ponto serão apresentados os detalhes de implementação do sistema tomando como exemplo anfiteatro II da ESTEC.

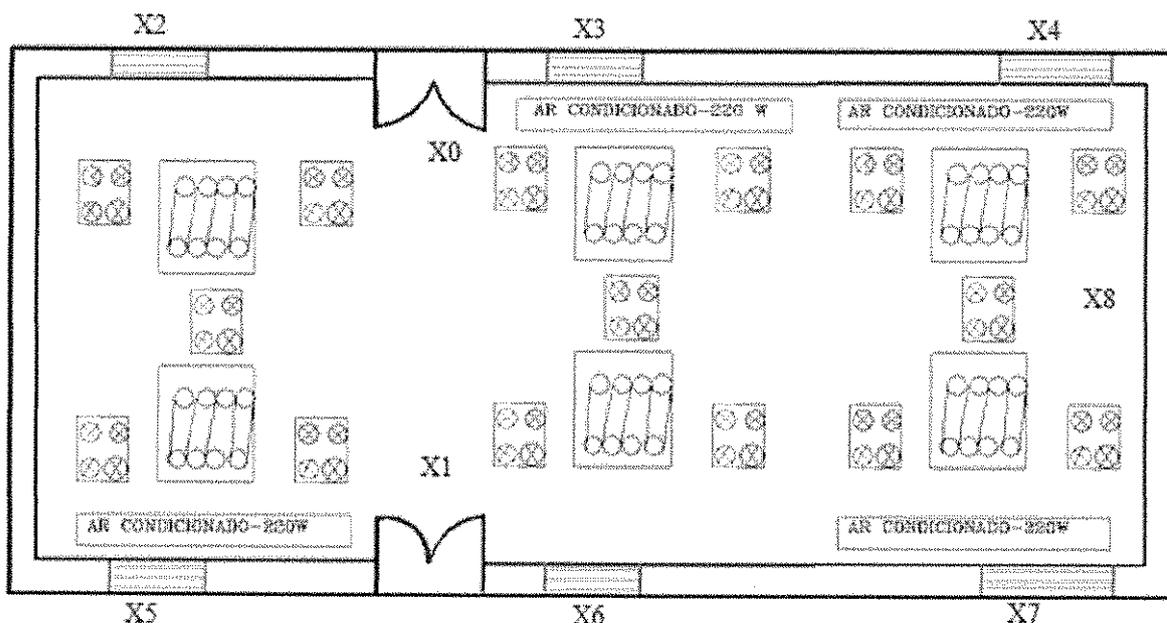


Figura 4. Planta do Anfiteatro II. (fonte: Autor)

O controlo das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado, será feito com base em medições efectuadas pelos diversos sensores. A identificação de cada um dos sensores é apresentada na tabela 1, e a sua disposição na planta da sala é mostrada na figura 4.

Tabela 1. Identificação dos sensores [5]

Descrição da entrada	Simbologia
Detector de presença	X0
Detector de presença	X1
Sensor magnético (<i>Reed Switch</i>)	X2
Sensor magnético (<i>Reed Switch</i>)	X3
Sensor magnético (<i>Reed Switch</i>)	X4
Sensor magnético (<i>Reed Switch</i>)	X5
Sensor magnético (<i>Reed Switch</i>)	X6
Sensor magnético (<i>Reed Switch</i>)	X7
Sensor de Temperatura	X8

A figura que se segue mostra a disposição dos sensores que vão accinar o sistema que vai controlar as condições a que deverá se encontrar a sala para o dispositivo funcionar: Essas condições são resumidamente: Temperatura do ambiente que varia de 30 á 40 graus cécius; Presença de pelo menos uma pessoa na sala e todas janelas fechadas.

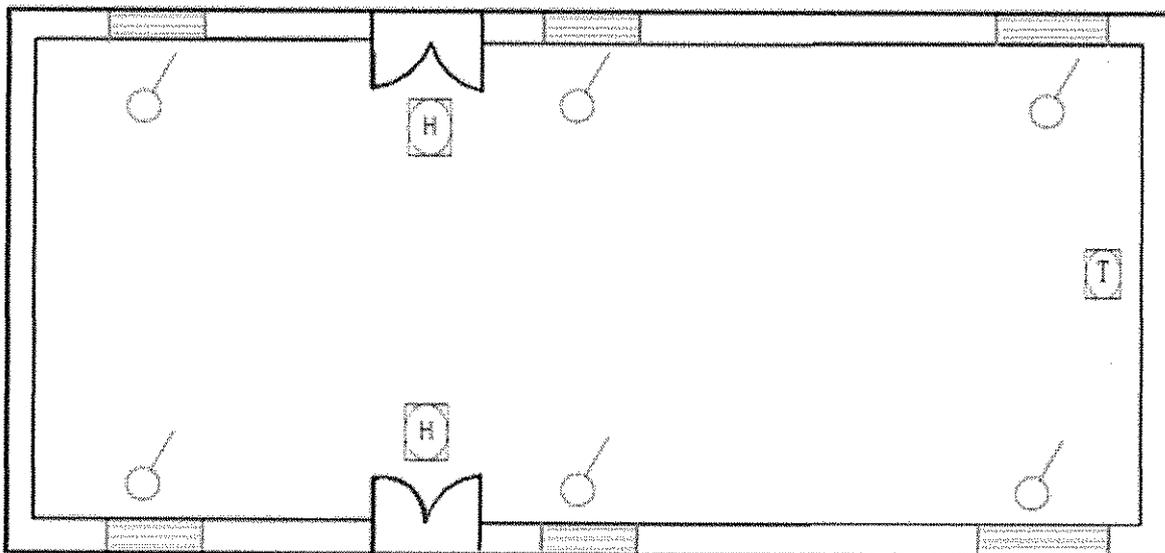


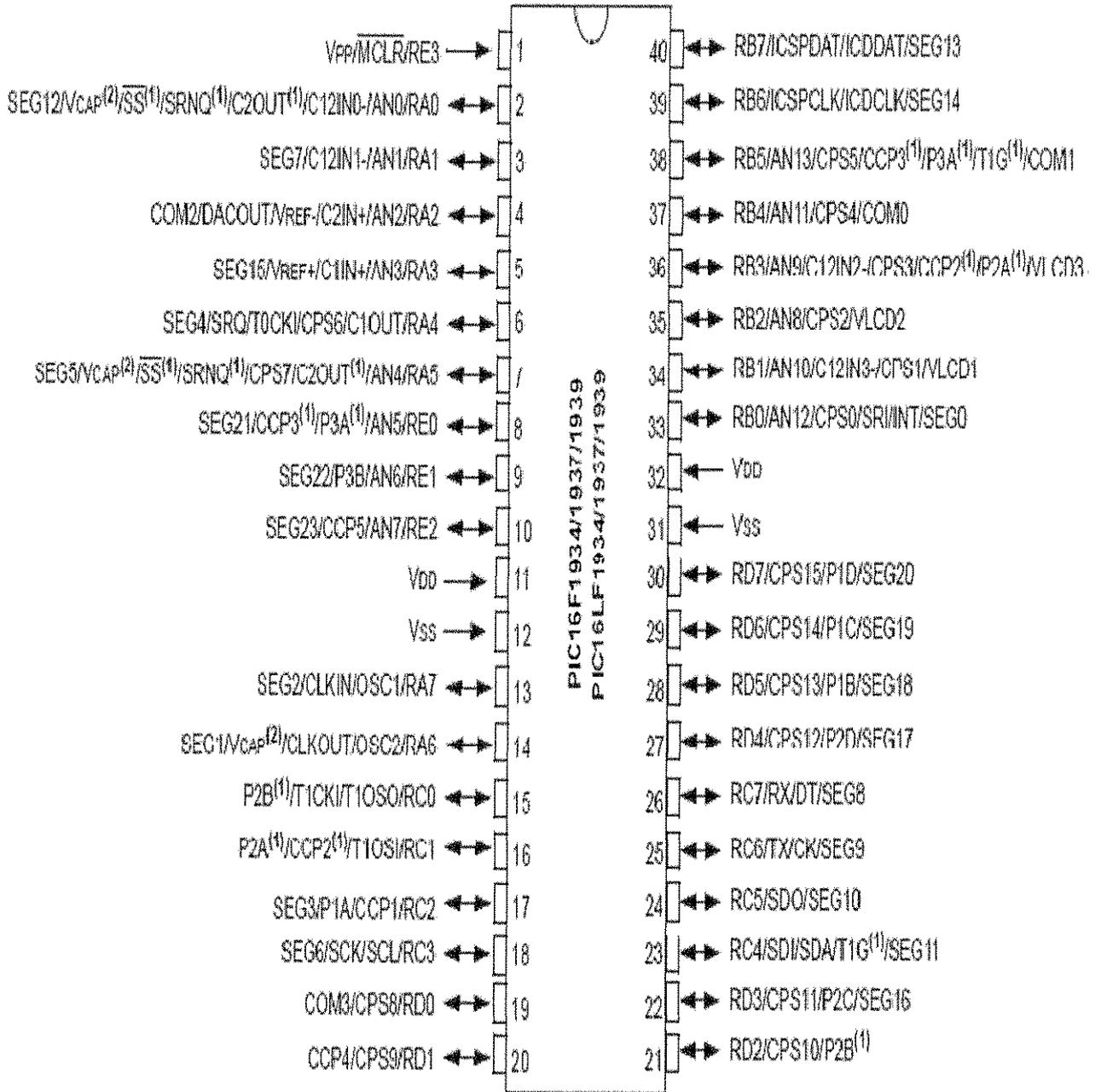
Figura 5. Disposição dos sensores (fonte: Autor)

Circuito de controlo do sistema

A implementação do sistema será baseada no microcontrolador PIC16F1934. Para isso serão empregues os circuitos “*standard*” de interface dos microcontroladores da família PIC.

A figura abaixo apresenta o diagrama de pinos do microcontrolador escolhido.

40-Pin PDIP



Note 1: Pin function is selectable via the APFCON register.
 2: PIC16F193X devices only.

Figura 6. Microcontrolador PIC16F1934 (FONTE: Microchip PIC16F193X/LF193X Data Sheet) [5]

A tabela abaixo descreve os pinos especiais do microcontrolador

Tabela 3. Descrição de pinos especiais (FONTE: Microchip PIC16F193X/LF193X Data Sheet) [5]

Nome do pino	Durante programação		
	Função	Tipo de pino	Descrição do pino
RB6	ICSPCLK	Input	Entrada do relógio – entrada do Schmitt Trigger
RB7	ICSPDAT	Input/Output	Entrada/saída de dados – entrada do Schmitt Trigger
$\overline{RE3} / \overline{MCLR} / V_{PP}$	Programa/modo de verificação	Power	Seleccção do modo do programa
V_{DD}	V_{DD}	Power	Fonte de alimentação
V_{SS}	V_{SS}	Power	Terra

5.2. CIRCUITO DO SISTEMA

A figura abaixo apresenta o circuito que deverá ser montado. Nela são apresentadas as conexões do microcontrolador com os dispositivos de entrada e de saída. Os esquemas de ligação dos diversos dispositivos aos pinos do microcontrolador são apresentados a seguir:

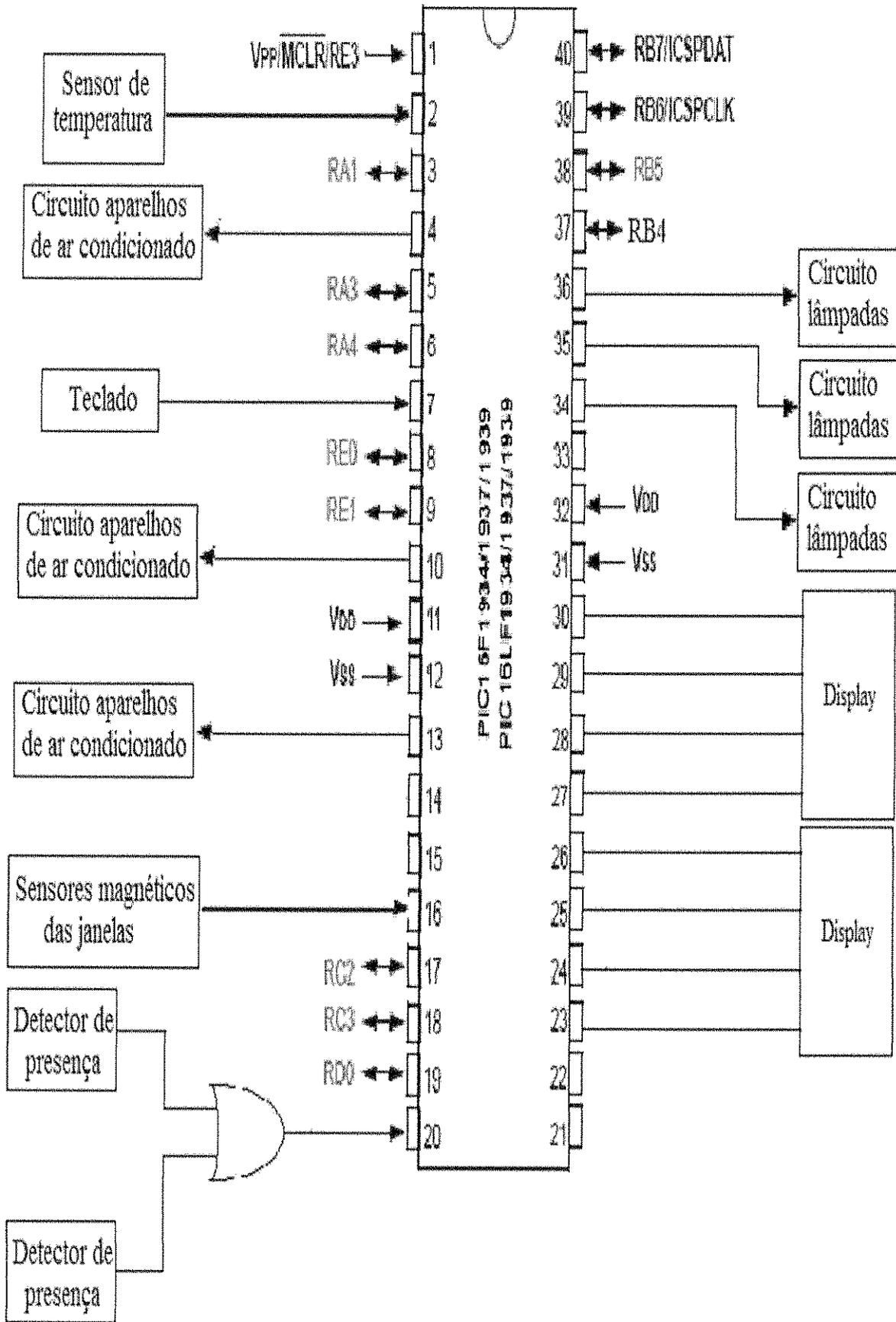


Figura 7. Circuito do sistema [5]

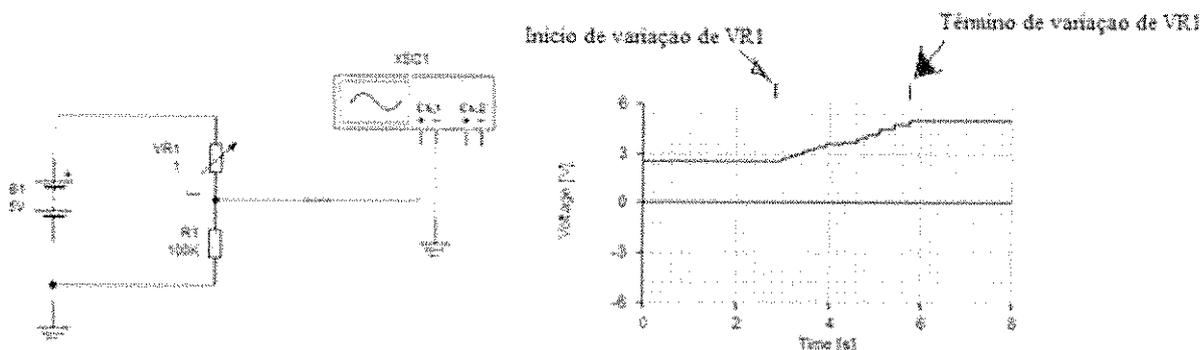


Figura 10. Circuito Simulado do Sensor de Temperatura(Fonte: Autor)

Neste circuito, a temperatura ambiente é medida por um termistor PTC. Ao escrever o programa, dever-se-á prestar uma atenção especial a curva de temperatura versus tensão de saída.

5.3.2. Sensores magnéticos das janelas (*Reed switches*)

O anfiteatro possui seis janelas, pelo que serão ser empregues 6 sensores magnéticos. Os sensores de cada janela serão associados em série, sendo este circuito conecatdo ao pino do microcontrolador, tal como ilustra a figura abaixo.

É importante notar que a conexão serie é que vai garantir que se verifique a condição de que todas janelas estejam fechadas para o funcionamento do sistema.

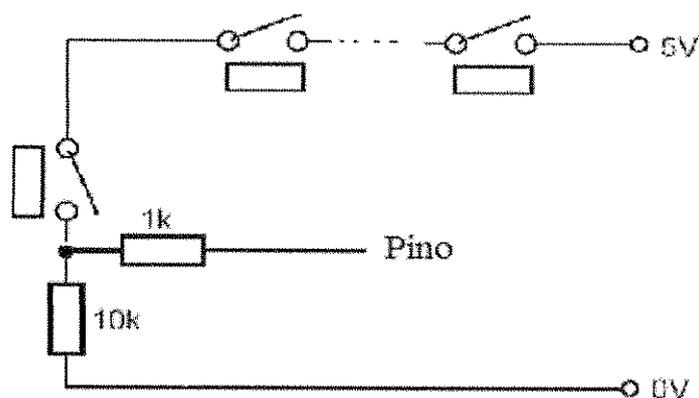


Figura 11. Circuito de sensores magnéticos das janelas [5]

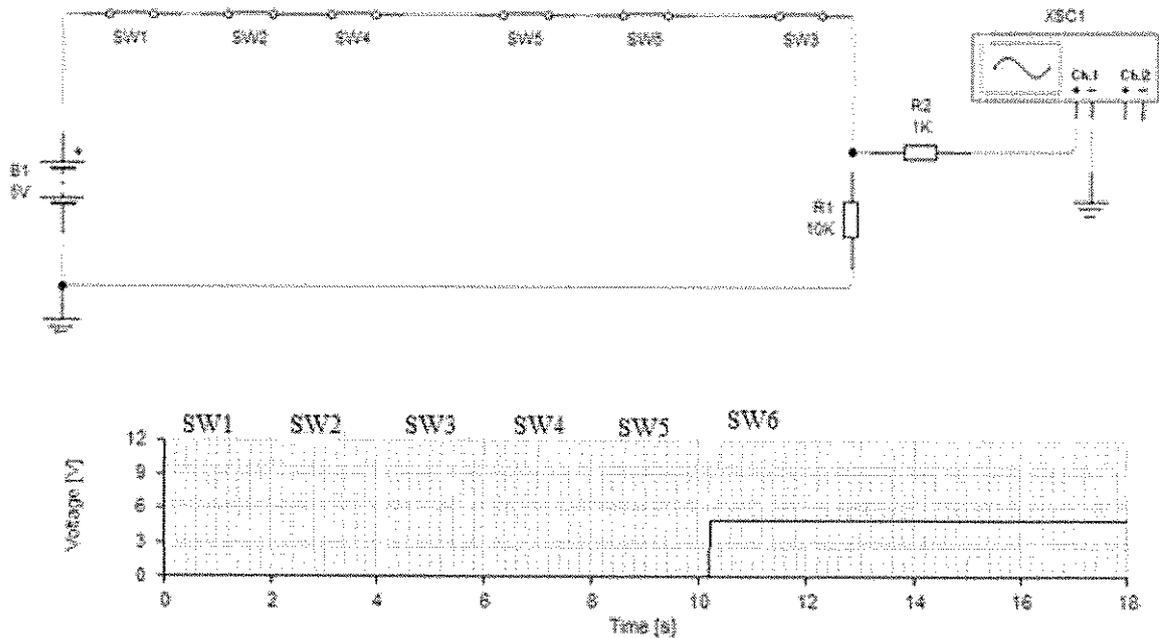


Figura 12. Circuito Simulado dos Sensores Magnéticos das Janelas (Fonte: Autor)

5.3.3. Teclado

A figura abaixo apresenta o princípio utilizado na construção de teclados numéricos para a aplicação que se pretende. Cada uma das teclas corresponde a um nível de tensão específico. Empregando resistores de elevada precisão podem-se obter valores únicos para cada tecla, para que estes sejam depois interpretados pelo microcontrolador onde: $R = 220\Omega$

$V_{DD} = 5V$.

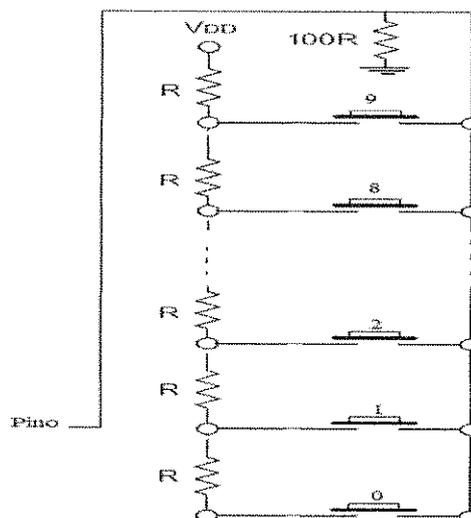


Figura 13. Circuito do teclado [5]

5.3.4. Detector de presença

Na figura 12, é apresentado o esquema de ligação do detector de presença.

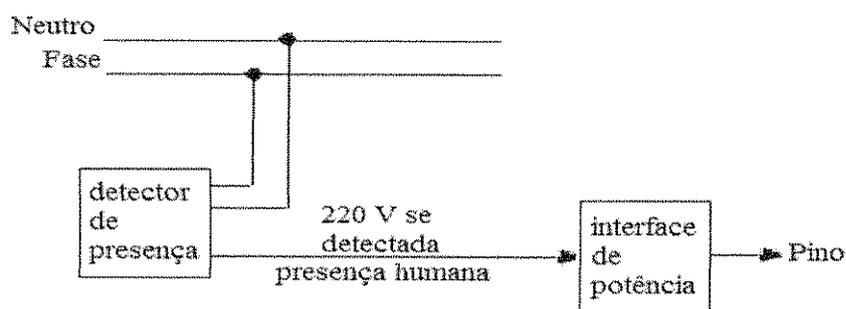


Figura 14. Circuito do detector de presença. [3]

A interface de potência será feita com base numa fonte de alimentação de 5V.

5.4. Dispositivos de saída

5.4.1. Display (Mostrador)

O mostrador de 7 segmentos largamente utilizado com este microcontrolador é o 4511B, cujo diagrama é apresentado na figura abaixo.

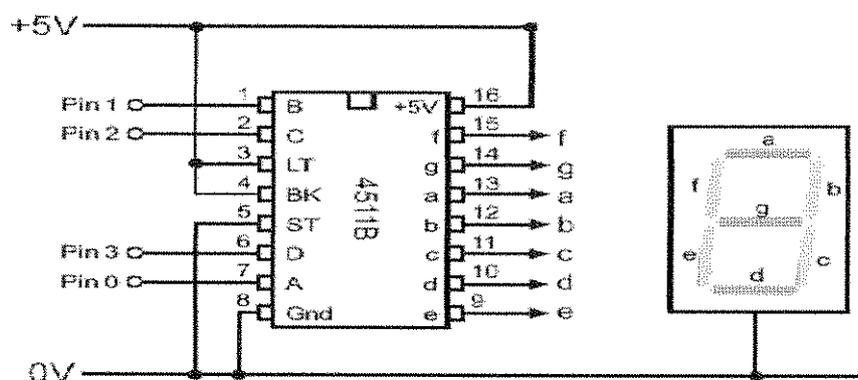


Figura 15. Mostrador de 7 segmentos 4511B (FONTE: Microcontroller Interfacing circuits, 2008) [5]

5.4.2. Circuito das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado

Os circuitos de accionamento das lâmpadas e dos aparelhos de ar condicionado são idênticos. Na figura que se segue é apresentado o esquema de ligação do microcontrolador a um dos relés, cujo contacto normalmente aberto será associado em série com um dos interruptores usado para accionar um dos aparelhos de ar condicionado.

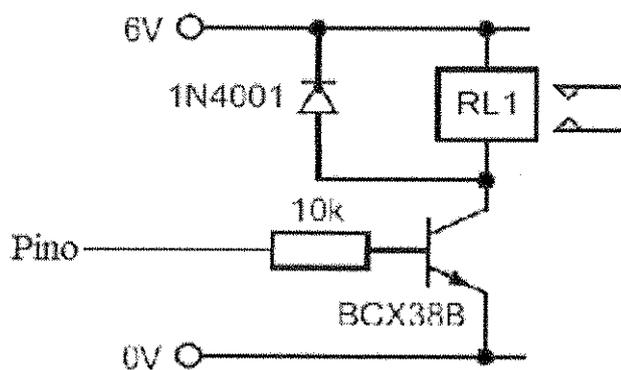


Figura 16. Esquema de ligação do pino de saída ao relé (FONTE: Microcontroller Interfacing circuits, 2008) [5]

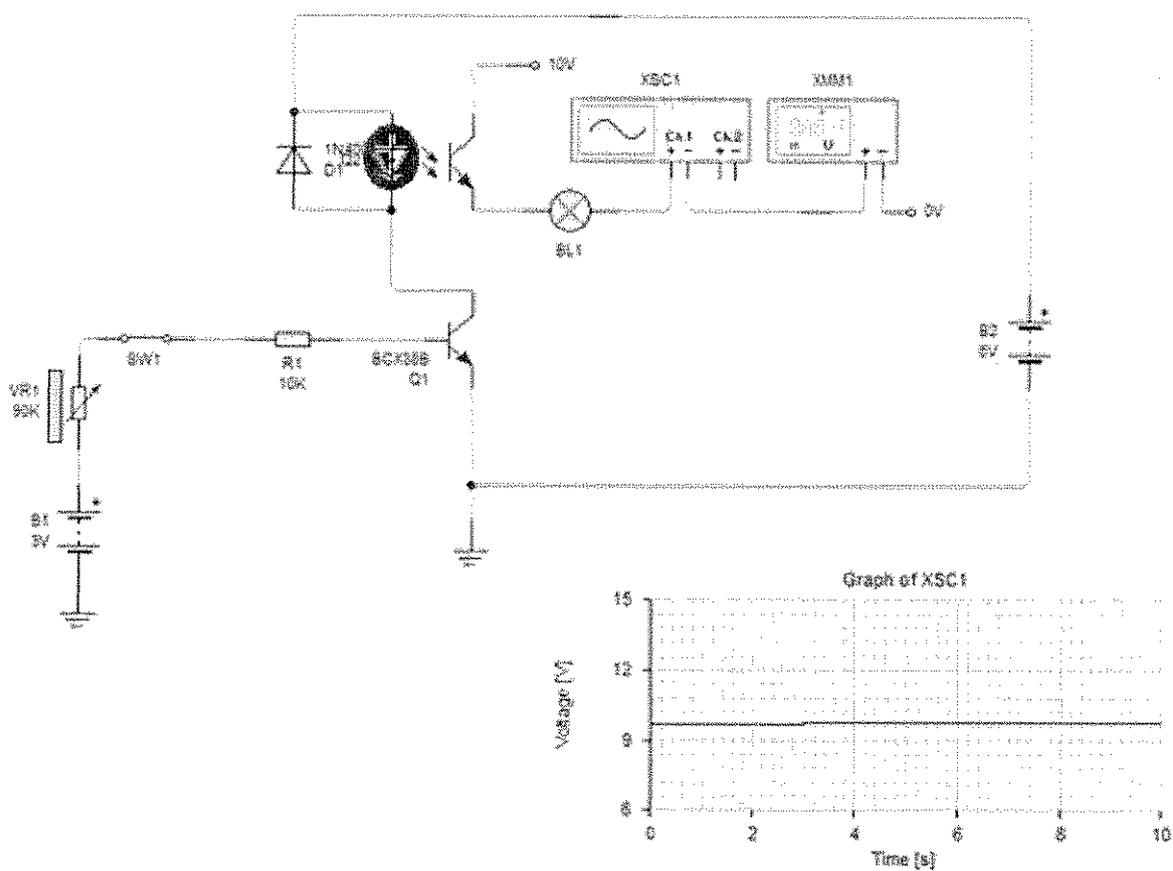


Figura 17. Circuito Simulado do pino de saída ao Relé (Fonte: Autor)

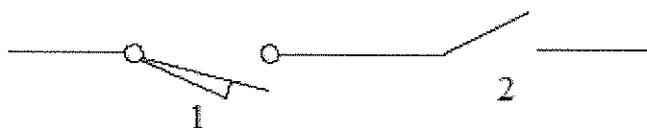


Figura 18. Esquema de ligação em série do contacto normalmente aberto do relé ao interruptor [4]

Legenda

1 – Contacto normalmente aberto do relé.

2 – Interruptor.

É importante referir que serão empregues 6 (seis) relés no total, sendo 3 (três) associados aos interruptores das lâmpadas e os outros (três) associados aos interruptores dos aparelhos de ar condicionado.

5.4.3. Material a utilizar

Neste ponto serão apresentados os dispositivos que serão utilizados na implementação do sistema, com a excepção do microcontrolador PIC16F1934, já descrito anteriormente.

Díodos rectificador 1N4001

Tensão de pico inversa: $V_R = 50V$

Corrente directa: $I_F = 1A$

Potência dissipada: $P_D = 3W$

Temperatura de operação: $T = -55$ a $+175^\circ C$

Relé

Bobina: 6V (tensão de Comando)

Contacto: tensão máxima de operação – 250V_AC (Tensão controlada)

Corrente máxima de operação – 15A

Carga mínima admissível: 100mA, 5V_DC

Sensor de temperatura

Saída analógica: 10mV/ ° C

Tensão de operação: +2.4 a 6V

Precisão típica: $\pm 0.5^\circ C$

Faixa de temperatura: -55 á 150° C

Teclado

Teclado de 3×4

Tensão de alimentação: 5V_DC

Corrente de operação: 50mA

Potência dissipada: 0.25W

Resistores

Tolerância: 5%

Temperatura de operação: -55 á 125° C

Mostrador BCD de 7 segmentos (4511B)

Tensão de alimentação: 5, 10, 15V

Potência dissipada (típica): 500mW

Temperatura de operação: -55 á 125° C

Sensor magnético (*Reed switch*)

Contacto normalmente aberto

Tensão de alimentação: 12V

Corrente de operação: 10mA

Tempo mínimo de vida > 2 milhões

Detector de presença

Tipo: sensor infravermelho passivo

Área de montagem do sensor: montagem no tecto a 2.4m do chão – 5 a 10m, 180°

Montagem na parede a 1.5m do chão – 15m, 90°.

Temperatura de operação: -20 á 90° C

Tensão de alimentação: 230 V.

Porta OR

Tensão de alimentação: 5V.

Número de entradas: 2.

Número de portas por IC: 4.

BCX38

Ganho de corrente: $h_{FE} = 500$

Corrente do colector: $I_C = 800mA$

Tensão na junção colectora – emissor: $V_{CE} = 1.25V$

Tensão na junção base – emissor: $V_{BE} = 1.8V$

Potência dissipada: $P_C = 1W$

5.5. PROGRAMAÇÃO DO MICROCONTROLADOR

Como foi referido anteriormente, os microcontroladores oferecem ao projectista a possibilidade de escrever o programa de controlo do sistema, em linguagem Assembly e ou em linguagem de alto nível (C ou C++). Neste projecto será apresentado o programa em C que responde as especificações do sistema (ver ANEXO 2). De referir que a necessidade do sistema ter recuperação em caso de falha de energia, é já uma funcionalidade do microcontrolador escolhido (ver ANEXO 3).

CAPÍTULO VI. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÓMICA

6.1 Orçamento

Na tabela abaixo, são apresentados os preços dos componentes

Tabela 4. Preço real dos componentes (fonte: Autor)

Componente	Preço Unitário (MTN)	Quantidade	Preço Total (MTN)
Detector de presença	250.00	2	524,00
Sensor de temperatura	300.00	1	300,00
Reed switch	12.00	6	72,00
Teclado	200.00	1	200,00
Microcontrolador PIC16F1934	1150.00	1	1150,00
Relé	600.00	1	600,00
Resistor	5.00	10	50,00
1N4001	5.00	2	10,00
CD4511B	925.00	1	925,00
Transistor	55.00	1	55,00
Porta OR	550.00	1	550,00
Fonte de alimentação de Multiplas saidas (5v; 6v e 12v)	425.00	1	425,00
TOTAL	4477.00	4826,00

Custo de mão-de-obra

Estima-se que o custo de mão-de-obra necessária para implementar o sistema será de 10.000,00 MT.

O custo total de implementação do sistema pode ser determinado:

Custo total = Preço total + custo de mão-de-obra

= 4826,00 + 10.000,00

= 14.826,00 MT

6.2. DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Segundo SINOPOLI (2006), com a implementação de sistemas similares ao proposto neste trabalho, consegue-se uma redução no consumo de energia eléctrica, com os aparelhos de ar condicionado e a iluminação, da ordem de 10%. Assim sendo o período de retorno de investimento será dado por:

$$R.I = \frac{V.I}{P.A} = \frac{V.I}{V.A.a - 0.1V.A.a} = \frac{V.I}{0.9V.A.a}$$

Onde:

$R.I$ é o período de retorno do investimento feito.

$V.I$ é o valor investido.

$V.A.a$ é o valor anual actual da factura de energia eléctrica da sala.

Assim sendo, e supondo que o valor da factura mensal de energia do anfiteatro II, é de 250 MT, ter-se-ia para este caso:

$$R.I = \frac{14826,00}{12 \times 250} = 4,94 \text{ anos, o que corresponde a um período de recuperação do}$$

investimento, de 4 anos, 3 meses e 7 dias.

CAPÍTULO VII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1. Conclusões

Inicialmente, a teoria de controlo automático era fundamentalmente aplicada para fins militares e em processos industriais. Hoje em dia verifica-se a aplicação cada vez maior do controlo automático no projecto e implementação de casas e edificios inteligentes. Nestes ambientes diversos sistemas de controlo são integrados, tais como: controlo da iluminação, da temperatura, o controlo de acessos, detecção de incêndios, e outros. A concepção destes ambientes, é movida pelas diversas vantagens que oferece tais como:

- Economia de energia eléctrica.
- Vida útil maior dos equipamentos.
- Conforto para os usuários.
- Segurança predial.
- Registo completo de ocorrências

Neste trabalho, foram apresentados os aspectos teórico-práticos do projecto de um sistema de controlo das lâmpadas, e dos aparelhos de ar condicionado, a ser implementado no anfiteatro II e posteriormente expandido a todas as salas da Escola Superior Técnica (ESTEC). Os principais benefícios que poderão advir da implementação deste sistema, são o propiciamento de um maior conforto a todos usuários das instalações do Campus de Lhanguene, e sobretudo a redução do consumo de energia eléctrica.

O sistema projectado é bastante simples, pois não foi concebido para controlar a intensidade luminosa e nem a temperatura da sala, o que leva a que a regulação da temperatura da sala seja feita pelo usuário.

Este projecto se desenvolvido pode reduzir em 10% (dez por cento) o consumo de energia eléctrica, o que pode contribuir para a aquisição de outros recursos que a faculdade até mesmo a universidade precisa de adquirir.

7.2. Recomendações

Dados os benefícios que o sistema apresenta e partindo do princípio que o problema identificado é comum a todas faculdades do Campus de Lhanguene, recomenda-se a sua implementação ao nível de todo Campus e futuramente de toda UP (Universidade Pedagógica).

Existem aspectos tais como as dimensões da sala e o esquema eléctrico, que deverão ser verificados ao pretender-se implementar o sistema noutros locais.

- Recomenda-se ainda que na elaboração deste projecto sejam tomadas considerações sobre as dimensões de cada sala para o uso do número adequado de sensores de presença.
- É também recomendável que se elabore um manual de instruções simples que possa auxiliar o usuário.
- Às firmas que se dedicam a produção de aparelhos de ar condicionado recomenda-se que desenvolvam um mecanismo de acoplar aos mesmos um circuito de controlo automático que possa condicionar o arranque do aparelho mediante as condições a que deve funcionar como: local bem isolado do meio exterior assim como o aproveitamento dos préstimos do mesmo ar condicionado.

Por fim referir que embora os objectivos propostos para este trabalho tenham sido totalmente alcançados, alguns aspectos tais como a programação do sistema, e os esquemas de ligação dos dispositivos deverão ser melhorados.

7.3. Limitações

Como é normal e de se esperar na execução de qualquer projecto independentemente do tipo e as condições de trabalho existem sempre dificuldade que o projecto depara-se com elas para o meu caso durante este trabalho tive como dificuldades;

- Conhecimento de processo de Programação de computadores falta de formação;
- Não possibilidade de Simular um Ship Programado no Simulador Usado (Liveware).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **FILHO**, J. Mamade, *Instalações Eléctricas Industriais*, 5ª Edição, livros Técnicos Científicos S.A, 1997.
- [2] **HOESCHELE**, David F. “Analog-to-Digital / Digital-to-Analog Conversion Techniques”, John Wiley & Sons, Inc. 1968.
- [3] **JOHNSON**, Curtis, “Process Control Instrumentation Technology”, Pearson Prentice Hall, 8ª edição, 2006.
- [4] **MATIAS**, José, *Aplicações Tecnológicas de ElectrotecnieaEletrónica*, 10º Ano, Didáctica editora.
- [5] **NEEDHAM**, Joseph, *Science and Civilization: Physics and Physical Technology*, Part 2, Mechanical Engineering, Taipei: Caves Books Ltd. Volume 4, 1986 .
- [6] **OGATA**, Katsuhiko, “Engenharia de Controle Moderno”, Pearson Prentice Hall, 4ª edição, São Paulo, 2003.
- [7] **PICAXE**, “Microcontroller Interfacing Circuits”, versão 4.3, 2008.
- [8] **SINOPOLI**, Jim, “A handbook for design and operation of building technology systems”, 2006.
- [9] **S.KASSATKIN**: *Fundamentos de Electrotecniea* 2ª Edição, Editora Mir Moscovo, 1984 pp (293 a 298)

Sites consultados

- [10] <http://www.google.com/search?q=sensores+de+temperatura+ambiente+pdf&btnG=Pesquisar&hl=pt-BR&lr=&sa=2> 16:33Hr, 18/08/11.
- [11] <http://www.thehoffmangroup.com/zirgo/product.lasso?prodinc=tempswitches> 17:10Hr, 18/07/11.
- [12] http://pt.wikipedia.org/wiki/Condicionamento_de_ar, 13/08/11
- [13] <http://www.ebah.com.br/sensores-medicao-de-temperatura-pdf-pdf-a1177.html> 8:05Hr, 23/07/11.
- [14] <http://www.electronica-pt.com/downloads/sensores-termicos.pdf> 8:15Hr, 23/07/11
- [15] <http://www.uces.br/ccet/demc/vjbrusam/inst/temp1.pdf> 11:46Hr, 23/07/11.
- [16] http://www.informeair.com.br/ifm/TK6130_7130_08_9_PT.pdf 12:32Hr, 23/07/11.

ANEXOS

ANEXO 2 – Programa em Linguagem C do sistema

```

{Int main()
{ float P20

If P20 >= 4,0
Do
P34 = 5V;
P35 = 5V;
P36 = 5V;
Else
t = 0
t = t + 1
While t = 180 ! quando alcança – se esse valor correspondente a 3 minutos intervalo (ON/OFF) das lâmpadas
Do
P34 = 0V;
P35 = 0V;
P36 = 0V;
End do
End if

If P2 >= 4,0 and P >= 4,0
Do
P4 = 5V;
P10 = 5V;
P13 = 5V;
P16 = 5V;
else
t = 0
t = t + 1
While t = 180 ! quando alcança – se esse valor correspondente a 3 minutos intervalo (ON/OFF) do computador
Do
P4 = 0V;
P10 = 0V;
P13 = 0V;
P16 = 0V;
Return 0;
}

```

ANEXO 3 – Configuração de recuperação em caso de falha de energia

Palavras de configuração

O PIC16F1934 possui duas palavras de configuração, palavra de configuração 1 (8007h) e palavra de configuração 2 (8008h). Os bits individuais dentro destas palavras de configuração são usados para habilitar ou desabilitar funcionalidades do dispositivo tais como Brown-out reset (BOR) e protecção de código.

O *brown-out* é definido pelo nono e décimo bits, de uma palavra de 14 bits.

11 = BOR habilitado

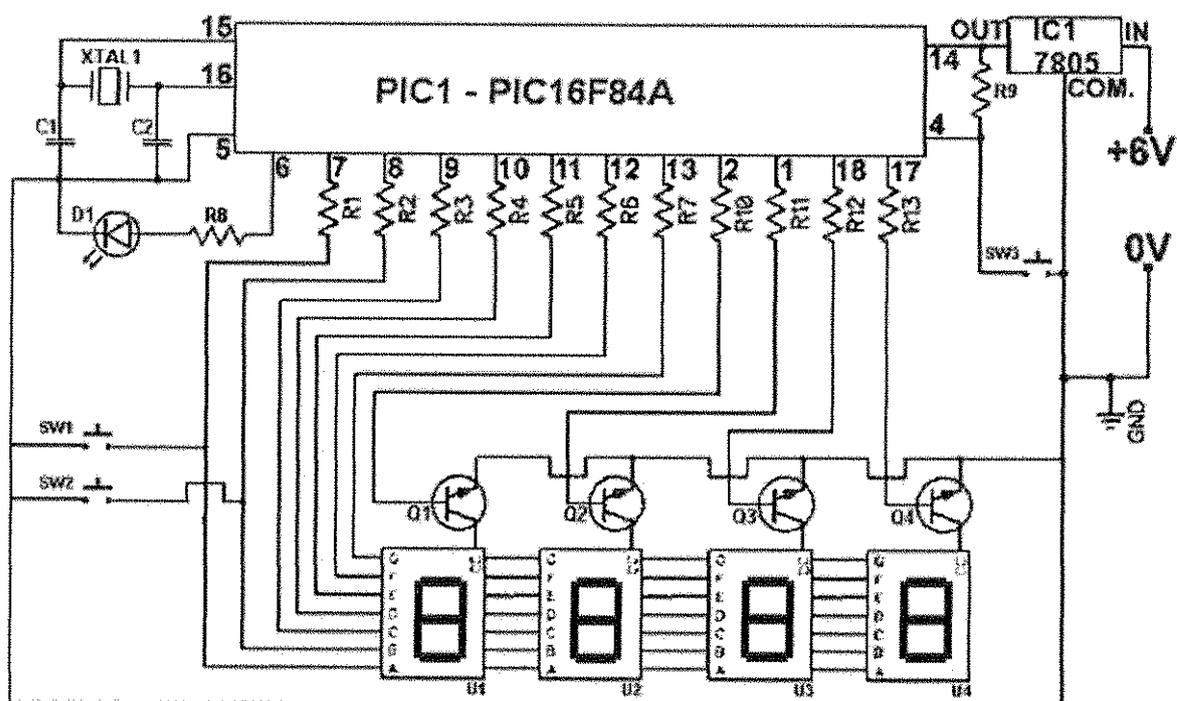
10 = BOR habilitado durante operação e desabilitado se microcontrolador em modo *Sleep*

01 = BOR controlado pelo bit SBOREN do registro PCON

00 = BOR desabilitado

ANEXO4:

Esquema Eletrónico do Relógio 12 ou 24 Horas



X1=4Mhz resonator.

Componentes

R1 - R8	100 Ω
R9 - R13	10K Ω
C1	22pF
C2	22pF
D1	LED
U1 - U4	Common Cathode 7 Segment Display
Q1 - Q4	C828
XTAL1	4 MHz Crystal
IC1	7805 Regulator IC
PIC1	PIC 16F84 OR PIC16F84A
SW1 - SW3	Push to ON push button switch