



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

ENGENHARIA ELECTRÓNICA

Trabalho de Licenciatura

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE ELABORAÇÃO DE
HORÁRIO ACADÉMICO E CONTAGEM DE FLUXO DE PESSOAS**

Autor:

Valente Jeremias Júnior Machavele

Supervisora:

Eng^a Ivone Cipriano

Maputo, 2023



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

ENGENHARIA ELECTRÓNICA

Trabalho de Licenciatura

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE ELABORAÇÃO DE
HORÁRIO ACADÉMICO E CONTAGEM DE FLUXO DE PESSOAS**

Autor:

Valente Jeremias Júnior Machavele

Supervisora:

Eng^a Ivone Cipriano

Maputo, 2023



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que o estudante Valente Jeremias Júnior Machavele entregou no dia ____/____/20____as ____cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura com a referência: _____

Intitulado: **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE ELABORAÇÃO DE HORÁRIO ACADÉMICO E CONTAGEM DE FLUXO DE PESSOAS.**

Maputo, _____ de _____ de 20____

O Chefe da Secretaria

Glossário

Para a melhor compreensão dos conceitos utilizados neste trabalho, apresenta-se abaixo algumas definições que julgam-se pertinentes.

Termo	Definição
Android	Sistema operacional baseado no núcleo Linux, projectado principalmente para dispositivos móveis.
Bootloader	Programa que utiliza um sistema operacional para gerenciar a inicialização.
Chip	Circuito electrónico miniaturizado.
Hardware	Componente tangível do computador.
Interface	Representa uma tela que permite aos utilizadores interagir com o sistema.
Internet	Refere-se ao sistema global de redes de computadores que comunicam através de protocolos TCP/IP.
Loop	É a função principal do programa e é executada continuamente enquanto o Arduino estiver ligado.
Optiboot	É um bootloader mais optimizado que o Bootloader oficial do Arduino.
Reset	Desligar e religar um equipamento.
Shield	Placas com funcionalidades adicionais que são acopladas ao Arduino.
Skecth	É o esboço ou código do Arduino.
Software	Componente lógica do computador.
Upload	Transferência de arquivos para um sistema externo remoto.
Wi-fi	Tecnologia de comunicação sem fio.

Lista de abreviaturas e acrónimos

A/D	Analógico para Digital
AVR	Automatic regulator voltage (Regulador Automático de Tensão)
CI	Circuito Integrado
CIP	Core Independent Peripherals
CPU	Unidade central de processamento
DC	Corrente directa
DEEL	Departamento de Engenharia Electrotécnica
ERP	Enterprise Resource Planning
FE_UEM	Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane
IDE	Integrated Development Environment (Ambiente Integrado de Desenvolvimento)
IE	Instituições de Ensino
IES	Instituições de Ensino Superior
IR	Infrared Rays (Raios infravermelhos)
IoT	Internet of things (Internet das coisas)
I/O	Input and Output (Entrada e Saída)
IHM	Interface Homem-Maquina
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode (Diodo emissor de Luz)
MES	Manufacturing Execution System
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
PC	Computador Pessoal
PEA	Processo de Ensino e de Aprendizagem
RTC	Real Time Clock
UC	Unidade Curricular
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
UMI	Unidade de Medição Inercial
UO	Unidade Orgânica
USB	Universal Serial Base
RF	Requisito Funcional
RISC	Reduced Instruction Set Computer
RNF	Requisito Não Funcional

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Valente Jeremias Machavele e Marta Tamele, meus amados irmãos Jeremias V. Machavele, Delfino V. Machavele, Penina V. Machavele e Telma V. Machavele. À minha segunda família, os colegas e amigos Edson Mula, Abílio Muiambo, Auderílio Macuácuá, Isaías Marronda e Kossi Jege.

A quem levou-me a desenvolver este trabalho, Eng.^a Roxan Ará Cadir. Da mesma forma endereço a dedicatória a todos os tutores académicos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, agradecer incondicionalmente a Deus.

Em segundo aos meus heróis, os meus pais, os meus irmãos pela educação, motivação, suporte, apoio que sempre disponibilizaram, pela mão estendida de forma incansável e incondicional e por terem acreditado e apostado em mim.

Terceiro, por falta de palavras de gratidão que expressem o contributo dos grandes colegas e amigos que tenho, estou infinitamente agradecido pelo apoio incondicional e imensurável que providenciaram e ainda providenciam na academia bem como fora desta.

Em quarto, agradecimento aos profissionais de educação que tive ao longo da formação, gostaria que todos me acompanhassem na realização deste trabalho, mas sabemos que é impossível, mesmo assim obrigado pelos conhecimentos que hoje estou combinando para a realização do meu trabalho. Ainda neste ponto vai um agradecimento especial à Eng.^a Ivone Cipriano.

Os agradecimentos estendem-se também a todos que directa ou indirectamente têm-me apoiado.

Resumo

Este trabalho teve como finalidade o desenvolvimento de um sistema automatizado de elaboração de horário académico e contagem de fluxo de pessoas, no sentido de automatizar o cadastro e a exibição dos horários, bem como o controlo e a verificação do fluxo de pessoas nas salas do DEEL (Departamento de Engenharia Electrotécnica). O principal intuito foi de otimizar a elaboração e exibição de horários académicos, permitindo que os actores de gestão académica o façam com maior afinco, celeridade e esforço relativamente reduzido. Para a finalidade proposta, o sistema consistiu, por intermédio de um microcontrolador, no cadastro do horário através de um teclado, e contagem do remanescente de pessoas na sala por meio de sensores acoplados a porta, mostrando através de um painel electrónico o horário vinculado à essa sala e a sua lotação. Nessa perspectiva, fez-se uma pesquisa aplicada que permitiu validar a possibilidade de solucionar-se os impasses na elaboração e exibição de horários académicos e ocupação de salas de aulas, paralelamente a uma pesquisa bibliográfica acerca de especificações técnicas dos componentes, actual cenário de horário académico e ocupação de salas, análise da escolha dos microcontroladores e impacto da implementação do sistema. Associou-se a esta pesquisa um inquérito e uma entrevista de natureza profissional, a fim de obter-se informações sobre a elaboração dos horários vigentes na UEM (Universidade Eduardo Mondlane). No entanto, a consolidação dos diversos instrumentos de pesquisa e ferramentas, culminou com um sistema que dinamizou as configurações e reconfigurações dos horários e reduziu significativamente as distrações nas salas de aulas, como também permitiu a modernização da gestão académica com recurso à tecnologia, assegurando que desenvolvam-se as competências gerais e específicas definidas no quadro curricular da UEM, nos currícula dos cursos, com afinco e celeridade.

Palavras-Chave: Horário académico, gestão académica, controlador de fluxo de pessoas.

Abstract

The purpose of this work was to develop an automated system for elaboration of academic schedule and people flow counting, in order to automate the registration and display of timetables, as well as the control and verification of the flow of people in the rooms of the DEEL (Department of Electrotechnical Engineering). The main aim was to optimize the preparation and display of academic timetables, allowing academic management actors to do so with greater diligence, flexibility and relatively reduced effort. For the proposed purpose, the system consisted, through a microcontroller, of registering the time through a keyboard, and counting the remaining people in the room through sensors attached to the door, showing through an electronic panel the time linked to the this room and its capacity. In this perspective, an applied research was carried out that allowed validating the possibility of solving the impasses in the elaboration and exhibition of academic schedules and occupation of classrooms, in parallel with a bibliographical research on technical specifications of the components, current schedule scenario academic and room occupation, analysis of the choice of microcontrollers and impact of system implementation. This research was associated with a survey and a professional interview, in order to obtain information about the elaboration of the current schedules in the UEM (Eduardo Mondlane University). However, the consolidation of the various research instruments and tools, culminated in a system that streamlined the configurations and reconfigurations of timetables and significantly reduced distractions in the classrooms, as well as allowed the modernization of academic management using technology, ensuring that develop the general and specific skills defined in the curricular framework of the UEM, in the curricula of the courses, with dedication and flexibility.

Keywords: Academic schedule, academic management, people flow controller.

Índice

1	Capítulo 1: INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização.....	1
1.2	Definição do problema	2
1.3	Relevância da pesquisa	3
1.4	Objectivos	5
1.4.1	Objectivo Geral	5
1.4.2	Objectivos Específicos.....	5
1.5	Metodologia	5
1.5.1	Quanto à natureza	5
1.5.2	Quanto aos objectivos	6
1.5.3	Quanto à abordagem	6
1.5.4	Quanto aos procedimentos.....	6
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	9
2	Capítulo 2: Revisão da literatura	11
2.1	Gestão pedagógica	11
2.1.1	Horários e planos de ocupação de salas e laboratórios	12
2.2	Automação.....	14
2.2.1	A pirâmide de Automação	14
2.2.2	Elementos básicos de um sistema automatizado	15
2.3	Microcontrolador Arduíno	16
2.3.1	Composição da placa do Arduíno	17
2.3.2	Relação das características técnicas das versões da plataforma Arduíno	21
2.4	Controlador Lógico Programável	23
2.4.1	Arquitectura básica do CLP	23
2.4.2	Classificação do CLP	23
2.4.3	Comparação entre PLC e Arduíno.....	24
2.5	Sensores.....	25
2.5.1	Caracterização dos sensores	26
2.5.2	Classificação de sensores	26

2.5.3	Princípio de Funcionamento de um sensor IR	28
2.6	Mostradores	28
2.6.1	Sinalizador luminoso (LED)	29
2.6.2	Display de cristal líquido	29
2.7	Módulo real time clock (RTC).....	30
2.7.1	Funcionamento	31
2.8	Teclado matricial 4x4	31
2.9	Regulador de tensão.....	31
2.10	Resistor variável.....	32
2.10.1	Funcionamento de um resistor variável.....	32
2.11	Relés.....	32
2.11.1	Princípio de funcionamento de um relé	33
2.12	Painéis solares.....	33
2.12.1	Funcionamento do painel solar	33
3	Capítulo 3: Desenvolvimento do Sistema.....	34
3.1	Diagrama de blocos do sistema.....	34
3.2	Descrição do sistema a desenvolver.....	34
3.2.1	Subsistema de horário académico.....	35
3.2.2	Subsistema de contagem de fluxo de pessoas	37
3.3	Requisitos do sistema.....	39
3.4	Variáveis do sistema	41
3.5	Testes e adaptações do protótipo	41
3.5.1	Escolha dos componentes.....	42
3.5.2	Simulação do circuito do sistema no ISIS Proteus 8.9	45
3.5.3	Simulação do circuito do sistema na placa de teste	46
3.6	Princípio de funcionamento do sistema	48
3.7	Orçamento	49
4	Capítulo 4: Análise e discussão de resultados.....	50
4.1	Análise e discussão de resultados.....	50
4.2	Aspectos tecnológicos	52

4.2.1	Alimentação do sistema.....	52
4.2.2	Especificação de segurança.....	52
5	Capítulo V – Considerações finais e recomendações.....	53
5.1	Conclusão	53
5.2	Inconvenientes do sistema.....	54
5.3	Aplicação	54
5.4	Recomendações e projectos futuros.....	55
5.5	Impacto social, ambiental e económico	56
	Bibliografia.....	58
	ANEXOS	60

Lista de figuras

<i>Figura 2.1</i>	- Pirâmide da automação industrial.	15
<i>Figura 2.2.</i>	- Diagrama do funcionamento do Arduino	16
<i>Figura 2.3.</i>	- Ilustração de um Arduino vs CLP.	25
<i>Figura 2.4.</i>	- Vista frontal e traseira do sensor infravermelho.	28
<i>Figura 2.5.</i>	- Raios reflectidos e incidentes de um sensor infravermelho.....	28
<i>Figura 2.6.</i>	- Sinalizadores luminosos.....	29
<i>Figura 2.7.</i>	- Vista frontal e traseira de um LCD 128x64.	30
<i>Figura 2.8.</i>	- Vista frontal e traseira de um RTC DS3231.	30
<i>Figura 2.9.</i>	- Vista externa e interna do Teclado matricial 4x4.	31
<i>Figura 2.10.</i>	- Módulo regulador de tensão LM2596.....	32
<i>Figura 2.11.</i>	- Resistor variável, vista frontal, traseira e lateral.	32
<i>Figura 2.12.</i>	- Módulo relé para Arduino.	33
<i>Figura 2.13.</i>	- Painel solar.....	33
<i>Figura 3.1.</i>	- Diagrama de blocos do sistema.	34
<i>Figura 3.2.</i>	- Circuito do subsistema de horário académico.....	35
<i>Figura 3.3.</i>	- Conexão do RTC3232.....	36
<i>Figura 3.4.</i>	- Conexão do Teclado 4x4.....	36
<i>Figura 3.5.</i>	- Simulação com o LCD 16x2 (à esquerda) e montagem com o LCD 128x64 (à direita).	37
<i>Figura 3.6.</i>	- Circuito do subsistema de contagem de fluxo de pessoas.....	38
<i>Figura 3.7.</i>	- Conexão dos sensores IR.	38

<i>Figura 3.8.</i> - Simulação do Sinalizador luminoso LED (à esquerda) e montagem (à direita).	39
<i>Figura 3.9.</i> - Especificação da ocupação de uma sala.	39
<i>Figura 3.10.</i> – Arduíno Mega 2560.	43
<i>Figura 3.11.</i> - Simulação do circuito do sistema no ISIS Proteus 8.9.	46
<i>Figura 3.12.</i> – Protótipo.	47
<i>Figura 4.1.</i> - Espaço do armazenamento do programa para Arduíno Nano.	50
<i>Figura 4.2</i> - Espaço do armazenamento do programa para Arduíno Mega 2560	50
<i>Figura 4.3.</i> - USB (type B), Cabo flexível.	52

Lista de tabelas

<i>Tabela 2-1.</i> - Características técnicas das versões da plataforma Arduíno.	22
<i>Tabela 2-2.</i> - Comparação entre PLC e Arduíno.	24
<i>Tabela 3-1.</i> - Requisitos funcionais.....	40
<i>Tabela 3-2.</i> - Requisitos não funcionais.....	40
<i>Tabela 3-3.</i> - Variáveis do sistema.	41
<i>Tabela 3-4.</i> – Tabela de verdade de 3 sensores	44
<i>Tabela 3-5</i> - Preços do material necessário para o projecto.....	49
<i>Tabela 4-1.</i> -Temperaturas de Operação.	52

1 Capítulo 1: INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Desde a pré-história da humanidade, o homem preocupou-se em desenvolver mecanismos e invenções na tentativa de reduzir o esforço físico e auxiliar na realização de várias actividades.

Dessa época até aos dias actuais, notam-se empreendimentos na área da automação como sendo uma alternativa de suprir as necessidades do homem.

Hoje em dia, os aspectos inerentes às necessidades de processos automatizados no mundo estão cada vez mais notáveis e vincula-se a automação aos diversos processos, com o objectivo de reduzir custos de produção, obtenção de maior nível de qualidade, flexibilidade, segurança, menores perdas materiais e de energia e melhor planeamento e controlo (DE MORAES & CASTRUCCI, 2010).

Contudo, a automação começa a ganhar destaque devido ao aumento da produção no início da revolução industrial (da segunda metade do século XVIII ao início do século XX). Nesta época, “o neologismo buscava enfatizar a participação do computador no controle automático industrial” (DE MORAES & CASTRUCCI, 2010, p. 12). Não obstante, remete a aplicação de conjunto de técnicas e informações pelos quais se constroem os sistemas activos ou dinâmicos capazes de actuar com uma eficiência óptima, salienta (Quesada, 2017, p. 14).

Basicamente, busca-se a implantação de sistemas autónomos e controlados assistidos por redes de comunicação, compreendendo sistemas de supervisão e interfaces homem-máquina que possam auxiliar na execução de tarefas, na supervisão e na análise dos problemas que porventura possam ocorrer ao nível do processo produtivo.

Assim sendo, automatizar serviços tornou-se uma necessidade prioritária devido às imensas vantagens proporcionadas. Por isso, várias nações, organizações, indústrias, instituições têm implementado processos automatizados em larga escala, e no sector da educação não é diferente.

A educação é a “arma” que impulsiona o desenvolvimento de qualquer nação, suscitando, assim, a necessidade de reparar a relação existente entre este sector e o desenvolvimento tecnológico assistido na área de gestão académica. Em Moçambique, o sector de educação, especificamente o ensino superior, vem igualmente introduzindo

mudanças no que se refere à gestão académica e pedagógica, de modo a modernizar os seus processos e torná-los cada vez mais céleres.

Portanto, neste trabalho, examina-se alguns aspectos que dizem respeito à gestão académica, sobretudo a elaboração e a exibição do horário académico, bem como a ocupação de salas de aulas com recurso à tecnologia.

1.2 Definição do problema

Na actualidade, os sistemas automáticos são cada vez mais adoptados no processo de produção, supervisão ou controlo. Esses sistemas são de grande confiabilidade e precisão, sendo essenciais para manter a redução ou eliminação das actividades manuais rotineiras e melhoria na uniformidade requerida actualmente em vários sectores.

Esses sectores incluem ambientes académicos cujo processo de ensino-aprendizagem tem registado reformas tanto das suas práticas pedagógicas quanto da automação e/ou informatização dos processos de gestão académica.

Entretanto, ao examinar o caso da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane (doravante FE_UEM), concretamente os vários processos de gestão académica do Departamento de Engenharia Electrotécnica (doravante DEEL), verifica-se que estes são feitos de forma manual.

Ora, o DEEL abarca mais cursos ao nível da faculdade e, conseqüentemente, realiza mais actividades nos processos de gestão académica relativamente aos outros departamentos da mesma faculdade, sendo leccionados três (3) cursos de graduação, designadamente: Engenharia Electrónica, Engenharia Eléctrica e Engenharia Informática. A gestão destes cursos está vinculada aos respectivos directores de curso.

No que concerne a parte da gestão relativa à elaboração de horário académico, os directores de curso passam por um processo manual de estruturação de horários no início de cada semestre. Para o efeito, são tomados em consideração vários aspectos, tais como: o período em que as aulas irão decorrer, a carga horária semanal das disciplinas, a disponibilidade dos docentes, das salas de aulas e dos laboratórios. Para além desses aspectos, é igualmente tomada em conta a questão de se evitar a sobreposição das disciplinas de anos consecutivos, de modo que os estudantes que estiverem a frequentá-las não fiquem prejudicados.

A elaboração dos horários de cada curso é realizada pelo director do curso que o tutela. Terminada a sua elaboração, os directores dos três cursos confrontam de forma conjunta as horas que cada disciplina irá decorrer e a respectiva ocupação das salas de

aulas. Esta actividade mostra-se extremamente cansativa, morosa e sujeita a muitas alterações e falhas, cometidas de forma contínua e involuntária.

Para além dos factos acima apresentados, levanta-se uma discussão referente às perturbações que possam decorrer durante as aulas. Frequentemente, verifica-se a poluição sonora e visual nas salas, uma vez que os estudantes têm permanecido nos corredores em conversas num tom de voz elevada e/ou uso de linguagem gestual para se comunicarem com estudantes em salas de aulas, cujas portas encontram-se abertas, acarretando a necessidade de mantê-las fechadas durante o decurso das aulas. Contudo, essa necessidade traz consigo um novo dilema, pois os estudantes e docentes procuram saber em que sala está a decorrer uma determinada disciplina e/ou se podem ocupar uma determinada sala para diversos fins, o que leva a abertura constante de portas das salas de aulas, acção que perturba ou distrai os estudantes e docentes que se fazem presentes às respectivas salas.

Outrossim, há falta de um mostrador nas salas da FE_UEM, com informações relativas à ocupação da sala, à lotação ou algum tipo de controlo em tempo real para que as pessoas possam aguardar ou não aderir a uma certa sala.

Dada essa conjuntura, surgem desafios a que a FE UEM é imposta, tais como: ultrapassar os impasses da gestão académica na elaboração de horários académicos; solucionar o problema de salas fechadas, de modo a evitar ruídos, e consequente aumento da probabilidade de contacto com a porta; tomar medidas que minimizem distúrbios nas salas de aulas e permitam o controlo do fluxo de pessoas no DELL. Esta problemática suscita a seguinte questão central da pesquisa:

Que recursos podem ser utilizados para a indicação automatizada de ocupação de uma sala?

1.3 Relevância da pesquisa

A presente pesquisa é resultante de diferentes ambientes vivenciados pelo autor na FE UEM nas diferentes fases da sua formação, a destacar:

No 1º ano de estudos, o ambiente académico dentro da FE_UEM despertou no autor uma questão ligada às informações encontradas em numerosos papéis junto das vitrinas, portas, paredes da faculdade, bem como o despropositado cenário de abertura da porta nas salas e o desconforto causado por ruídos de várias naturezas. No 2º ano, precisamente na Electrónica Digital II, foi proposto pelo Eng.º Jullian Garzón o desenvolvimento de um horário digital utilizando um microcontrolador, com a condição de

dispensar o estudante que conseguisse projectar o sistema. Um ano depois (3º ano), o assunto volta a ser reiterado pela Eng.^a Roxan Cadir, após uma inquietação causada por estudantes que perturbavam numa das aulas da disciplina de Ondas Electromagnéticas e Linhas de Transmissão, com a constante abertura da porta. Desta vez, a Eng.^a sugeriu que se desenvolvesse um sistema como proposta de Trabalho de Licenciatura.

Com base nesses eventos e associado ao recente cenário da pandemia do Covid-19, que exigia um leque de restrições quanto à ocupação das salas e que não eram cumpridas, o autor decidiu desenvolver o projecto cuja solução trará benefícios à comunidade académica. Esses benefícios evidenciam-se através do desenvolvimento das actividades académicas com afinco, celeridade e com garantia do cumprimento dos preceitos impostos pela direcção da faculdade.

Esta pesquisa parte do pressuposto segundo o qual a gestão pedagógica torna-se possível com a intervenção dos actores do processo de gestão pedagógica que são, entre outros, os directores de curso, e que podem configurar os horários de acordo com as necessidades de cada curso.

Ora, com o uso do sistema, as configurações podem ser facilmente alteradas, isto é, não apresentando complicações para a expansão e a reconfiguração. Além disso, é evidente que o sistema reduziria significativamente o importuno causado pela abertura frequente da porta, permitiria que o estudante não fosse facilmente distraído e permanecesse mais concentrado, o que contribuiria para um melhor aproveitamento da aula no que concerne a distrações provenientes do ambiente externo.

Outro facto interessante consiste em ser um tema cujos requisitos respondem a situação vivida actualmente e a inexistência de um sistema único que responda pelos requisitos de um horário académico e ocupação de salas. Como tal, este sistema é relevante pelo facto de poder reforçar as medidas de contenção da propagação de doenças em lugares fechados, ao cumprir com a lotação máxima exigida pelas autoridades nas salas.

Por um lado, o sistema promove uma maior participação desta IES (Instituição de Ensino Superior) e de pesquisa na melhoria da qualidade dos processos de ensino-aprendizagem e de gestão pedagógica com reflexo no posicionamento da UEM (Universidade Eduardo Mondlane) a nível nacional, regional e mundial, no domínio da gestão dos processos pedagógicos e sua modernização com recurso à tecnologia.

Sob outro ponto de vista, este projecto proporciona ao seu utilizador um documento com informação específica e adequada aos objectivos pretendidos, com as justificações e especificações de toda a solução apresentada.

A implementação deste tipo de sistema automatizado destaca-se como de grande importância pelo facto de proporcionar uma alta confiabilidade e precisão, e apresenta-se como proposta de baixo custo relativamente à magnitude da sua aplicação.

1.4 Objectivos

1.4.1 Objectivo Geral

- Desenvolver um sistema automatizado de elaboração de horário académico e contagem de fluxo de pessoas.

1.4.2 Objectivos Específicos

- Descrever um modelo actual de elaboração de horários e a respectiva ocupação de salas;
- Identificar os requisitos funcionais para um sistema automatizado de elaboração de horário académico;
- Identificar os requisitos funcionais para um sistema automatizado de contagem de fluxo de pessoas.

1.5 Metodologia

Neste trabalho integra-se uma metodologia cujos constituintes complementam-se de forma a alcançar os objectivos traçados. Nessa perspectiva, cria-se uma fusão entre o método e a técnica a serem utilizados e, como resultado, apresenta-se um procedimento racional e ordenado, constituído por instrumentos básicos da metodologia que condicionam a seguinte classificação da pesquisa:

1.5.1 Quanto à natureza

a) Pesquisa aplicada

Segundo Gil (2002), uma pesquisa aplicada visa adquirir conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.

Nesse âmbito esta pesquisa é aplicada, pois busca combinar diversos conhecimentos relativos à automação e ao horário académico a fim de solucionar os impasses na elaboração, exibição de horários académicos e na ocupação de salas de

aulas, o que culminou com a concepção de um sistema automatizado de ocupação de salas de aulas.

1.5.2 Quanto aos objectivos

Quanto aos objectivos, as pesquisas podem ser classificadas em três grupos, a saber: explorativas, descritivas e explicativas.

A presente pesquisa é exploratória. Segundo (Gil 2002, p. 41), estas pesquisas têm como objectivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, bem como o aprimorar as ideias ou a descoberta de intuições.

Dito isso, tornou-se indispensável pela necessidade de criar-se uma contextualização teórica do problema de ocupação de salas e seu relacionamento com o que tem sido investigado a seu respeito. Essa aproximação concretizou-se por meio de alguns instrumentos utilizados, tais como: levantamento bibliográfico, entrevistas com profissionais da área ou que tiveram experiências práticas e visitas à FE_UEM.

1.5.3 Quanto à abordagem

Quanto à abordagem, a presente pesquisa é classificada como qualitativa. No entender de Gil (2022), os pesquisadores buscam explorar perspectivas, significados e contextos, muitas vezes utilizando métodos como entrevistas, observações participantes e análise de conteúdo.

Nessa óptica fez-se a descrição do actual cenário de elaboração de horários académicos, assim como dos componentes necessários para o desenvolvimento do sistema.

1.5.4 Quanto aos procedimentos

Quanto aos procedimentos, a presente pesquisa classifica-se como bibliográfica por permitir discutir ideias e factos relevantes a partir de um marco teórico obtido em livros didácticos, manuais de instrução, artigos académicos e folhas de especificações que dão a conhecer detalhadamente os componentes e apresentar as suas características técnicas, fornecendo ao autor uma capacidade de sistematização, recriação e crítica.

No que concerne aos instrumentos e técnicas, recorreu-se à observação, que consiste no uso dos órgãos de sentido para a colecta de dados relativos ao actual cenário de horário académico e ocupação de salas, o que permite a indução para chegar-se a uma conclusão. Além destes, realiza-se um inquérito junto de uma entrevista de natureza profissional aos *docentes*, a fim de obter-se informações a respeito do assunto.

1.5.4.1 Descrição do local de estudo

A FE_UEM é uma faculdade vinculada à UEM, com cada curso associado a um departamento específico. Esta localiza-se na Av. de Moçambique km 1,5 - C.P. 257 Maputo – Moçambique (www.engenharia.uem.mz).

Actualmente, a FE_UEM lecciona seis cursos de graduação, designadamente:

- Engenharia Electrónica - Comunicações, Controle e Computação;
- Engenharia Eléctrica - Sistemas de Energia e Accionamentos Eléctricos;
- Engenharia Informática;
- Engenharia Química (especialidade única);
- Engenharia Mecânica com duas orientações (Construção Mecânica e Termotecnia);
- Engenharia Civil (especialidade única).

De forma a permitir maior objectividade e uma boa sistematização, o presente trabalho desenrola-se ao nível do DEEL, que é um dos departamentos desta faculdade, onde são leccionados os 3 primeiros cursos supracitados.

1.5.4.2 População

A população é um conjunto definido de elementos que possuem determinadas características comuns em estudo (Lakatos & Marconi, 2003, p. 223).

Para o presente trabalho fez-se um inquérito, seguido de uma entrevista aos docentes da FE_UEM de forma a colher suas opiniões e experiências acerca da elaboração de horários académicos e ocupação de salas de aulas.

1.5.4.3 Amostra

Amostra é o subconjunto do universo ou da população (Lakatos & Marconi, 2003, p. 223). Para este trabalho são seleccionados 4 docentes do DEEL, como parte da amostra.

1.5.4.4 Critérios de Amostragem

Opta-se pela amostragem por acessibilidade ou por conveniência. Segundo Lakatos e Marconi (2003), na amostragem por acessibilidade seleccionam-se os elementos a que se tem acesso, admitindo que estes possam de alguma forma representar o universo.

1.5.4.5 Técnicas de recolha de dados

- **Entrevista**

“É um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional”

(Lakatos & Marconi, 2003). Esta técnica de recolha de dados é crucial para obter as informações mais precisas acerca da elaboração de horários académicos.

Quanto ao tipo, trata-se de uma entrevista semi-estruturada, através da qual o entrevistador segue um guião, todavia tem a liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direcção que considere adequada, sendo uma forma de poder explorar amplamente uma questão.

- **Questionário**

“É um instrumento de colecta de dados constituído por uma série de perguntas que são respondidas na ausência do pesquisador” (Lakatos & Marconi, 2003).

1.5.4.6 Técnicas de análise de dados

É utilizada a técnica de análise de conteúdo, que é baseada em procedimentos sistémicos, com recurso a intersubjectividade para criar inferências válidas sobre conteúdos verbais, visuais ou escritos, buscando descrever, interpretar fenómenos de ocupação de salas em termos de seus significados, consequências ou contextos.

1.5.4.7 Materiais e Métodos

Numa primeira instância faz-se a descrição dos processos de gestão académica, onde está vinculado um dos objectos de estudo deste trabalho, que é o horário académico. Para o efeito são conduzidos o questionário e as entrevistas aos actores de gestão académica seguindo o guião de entrevista (Apêndice A), com objectivo de perceber as práticas actuais de elaboração de horário académico e confrontá-las com os dados do regulamento vigente na UEM, e culminando com a descrição dos processos de gestão académica (subtópico 2.1.1).

De seguida debruça-se acerca da Automação, onde foram utilizados os manuais que abordam o assunto.

Ainda no primeiro capítulo faz-se a descrição dos componentes a serem utilizados, tais como: as folhas de especificações que deram a conhecer detalhadamente cada componente e forneceram as suas características técnicas (como tensão de operação, corrente, potência, frequência, memória, *clock*, etc.), dados que foram pertinentes no processo de selecção, montagem dos equipamentos e clarificaram sobre o seu funcionamento, tendo-se, no caso, os seguintes componentes:

- Arduíno 2560, para o processamento de dados;
- Sensor infravermelho, para captar a presença da pessoa;

- Sinalizador luminoso, que indica o estado de ocupação da sala;
- LCD, que exibe todas as informações relativas a sala;
- Teclado, para o cadastro;
- RTC, que permite a actualização da hora;
- Regulador de tensão, ajuda na estabilidade;
- Potenciómetro, regula o brilho do LCD;
- Relé, para accionamento;
- Painel solar, como fonte alternativa de energia.

Na etapa seguinte apresentou-se o esquema eléctrico montado na plataforma ISIS Proteus 8.9 e a discussão do *sketch* desenvolvido na plataforma IDE do Arduíno, sucedendo a representação do modelo de sala que se pretendia observar com a fusão do *hardware* e do *software*.

A última etapa foi caracterizada pela realização de testes e adaptações que possibilitaram a análise dos resultados.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos, separados por tópicos e subtópicos, com o intuito de melhor organizá-lo. A seguir é apresentada a descrição de cada capítulo.

Capítulo I - Introdução

Este capítulo consiste na descrição sumária do trabalho a desenvolver, sendo constituído pela contextualização, definição do problema, relevância da pesquisa, objectivos e a metodologia.

Capítulo II – Revisão da literatura

Sendo puramente de revisão teórica, apresenta uma sequência organizacional de tópicos e subtópicos que visam responder os objectivos propostos no capítulo 1. Deste modo:

Descreve-se o modelo actual de elaboração de horários e a respectiva ocupação de salas na FE_UEM;

Apresenta-se uma visão da automação, os níveis da automação e os principais elementos que compõem a automação;

Debruça-se sobre as teorias referentes às diferentes variedades de controladores, sensores, entre vários outros componentes usados neste trabalho, de modo simplificado e

simultaneamente didáctico com o objectivo de dar suporte às aplicações a serem abordadas no capítulo 3.

Capítulo III – Desenvolvimento do sistema

Neste capítulo são abordados todos aspectos inerentes ao desenvolvimento do sistema, nomeadamente: a estrutura interna, o funcionamento, a programação, os requisitos, as especificações técnicas, a representação esquemática do sistema, as simulações e a implementação, destacando-se as etapas importantes para a sua elaboração.

Capítulo IV – Análise e discussão dos resultados

Após o desenvolvimento do sistema, analisa-se e discute-se os resultados, o que culmina na criação de bases necessárias e suficientes para uma conclusão sólida.

Capítulo V – Considerações finais e recomendações

Apresenta-se, nesta última fase, a conclusão deste trabalho e as recomendações para o desenvolvimento de futuros trabalhos relacionado ao tema.

2 Capítulo 2: Revisão da literatura

2.1 Gestão pedagógica

A gestão pedagógica é um sistema de orientação e acompanhamento das diversas etapas do PEA (Processo de Ensino-Aprendizagem) com vista à optimização dos resultados de aprendizagem UEM (2015). Seguindo esta linha de pensamento, para a obtenção de uma boa gestão precisa-se duma previsão das necessidades e racionalização dos recursos, razão que resulta na planificação.

Converging do pensamento supracitado, Padilha (2001) afirma que a planificação tem como características básicas evitar imprevisto, prever o futuro, estabelecer caminhos para nortear apropriadamente a execução de acções, paralelamente com o acompanhamento e a avaliação da própria acção.

Por sua vez, Roberto UEM (2015), define a planificação pedagógica como sendo o processo de previsão de necessidades e racionalização de emprego de meios materiais e recursos humanos disponíveis, visando a concretização de objectivos de ensino e de aprendizagem em prazos determinados e etapas definidas. Esta reflexão remete à visão de materializar o processo de planificação pedagógica onde são utilizados os instrumentos de gestão pedagógica.

A planificação exige, portanto, a definição de princípios, de estratégias concretas e, principalmente, muito trabalho colectivo por meio de instrumentos de planificação.

Esses instrumentos são meios a partir dos quais são inscritos os planos pedagógicos.

Segundo UEM (2015), a gestão pedagógica compreende quatro grandes instrumentos, a saber:

a) Planificação

A planificação detalha a previsão dos objectivos curriculares do PEA, apresenta a descrição e calendarização das actividades pedagógicas e compreende a identificação, preparação e/ou obtenção dos recursos necessários para o cumprimento das actividades planificadas e o detalhe das metodologias de ensino definidas nos curricula em vigor.

b) Implementação

Compreende as actividades direccionadas à organização e à coordenação do pessoal e outros recursos visando a realização do plano curricular (anual, semestral e/ou Bimestral), no que respeita à leccionação e à avaliação dos estudantes na UC (Unidade curricular) do curso.

c) Monitoria

Diz respeito a acções de acompanhamento, apoio, tutoria e registo da realização das actividades de ensino e de aprendizagem.

d) Avaliação

Compreende a realização de actividades de análise sistemática e crítica, com vista à emissão de recomendações de melhorias incidentes sobre os resultados e progressos obtidos numa UC ou curso.

Entretanto, a gestão pedagógica torna-se possível com a intervenção dos actores do processo de gestão pedagógica que tem uma função facilitadora dos processos de gestão pedagógica. Os referidos actores subordinam-se aos órgãos constituídos e aprovados de acordo com o quadro normativo das IES (Instituições de Ensino Superior) e da UEM.

Assim sendo, por cada nível há uma série de actividades que posteriormente são apresentadas no nível a que são subordinados ou a outros da mesma categoria para uma confrontação com a finalidade de garantir a unidade e a coerência das actividades pedagógicas. Dos diversos instrumentos de planificação pedagógica considerados na UEM, um deles integra-se no escopo deste trabalho, que é o de horários e planos de ocupação de salas e laboratórios.

2.1.1 Horários e planos de ocupação de salas e laboratórios

A elaboração e a gestão dos horários e os planos de ocupação de salas e laboratórios são feitas pelos directores-adjuntos para a graduação, e para a pós-graduação, em coordenação com o gestor dos espaços comuns, os chefes dos departamentos e directores de curso UEM (2015). Os mesmos devem ser feitos duas vezes por ano, sendo uma no primeiro semestre e a outra no segundo semestre.

Nesse domínio, UEM (2015) afirma que o instrumento em referência deve considerar os seguintes aspectos:

- Evitar que as aulas da mesma UC ocorram em dias consecutivos;
- Entre duas ou mais aulas da mesma UC deve existir um intervalo igual ou superior a dois dias;
- Evitar que as aulas da mesma UC ocorram às mesmas horas;
- Na distribuição da carga lectiva semanal, deverá evitar-se a existência de aulas nos extremos do horário de cada dia, com espaços vazios entre essas aulas, a não ser que as especificidades da UO (Unidade Orgânica) assim o exijam;
- As sessões do conselho de turma devem ser quinzenais e não devem aparecer

isoladas ou no primeiro tempo;

- Deve, sempre que possível, reservar-se semanalmente um dia ou turno livre de aulas (5ª feira, preferencialmente) a ser dedicado a actividades de investigação, extensão, tarefas administrativas ou de outra natureza, salvo se as especificidades da UO não o permitam;
- As salas de aula devem ser seleccionadas em função da sua capacidade (deve ter-se em conta a natureza da UC e a projecção de inscrições);
- Dadas as exigências do ensino, o docente não deve ter mais de duas aulas consecutivas (100 minutos) no mesmo dia, excepto nos casos em que se trate de aulas práticas ou laboratoriais da mesma UC;
- O docente não deve leccionar, no mesmo turno, aulas de mais de duas UCs;
- Não podem existir sobreposições num horário;
- Deve ser feito o levantamento da carga horária total atribuída a cada docente por UC, curso e em termos globais; e
- Os horários devem ser publicados antes das inscrições.

Com o fim de garantir que os estudantes concluem as UCs em atraso, sem sobreposições, as turmas de níveis seguidos, no período laboral, não deverão ter aulas no mesmo período do dia. No pós-laboral, os cursos deverão encontrar formas para garantir que os estudantes não fiquem prejudicados, caso seja impossível alinhar as UCs de anos seguidos em momentos diferentes de modo a permitir que os estudantes reprovados as possam frequentar sem prejuízo da sua progressão académica.

De forma adicional e sempre que possível, as circunstâncias, condições e pressões sociais de estudantes devem ser tomadas em consideração no processo de elaboração e alocação de horários.

Os horários e planos de ocupação das salas e laboratórios devem ser assinados pelo director-adjunto para a graduação ou para a pós-graduação, devendo:

- Ser publicados na UO, até dez dias antes do início das inscrições;
- Na sua elaboração deve ser observado o modelo em Anexo 1, que corresponde ao modelo actual de elaboração de horários e a respectiva ocupação de salas.

2.2 Automação

Para Groover (2011), a automação é um meio a partir do qual um processo é alcançado sem uma intervenção humana.

O conceito busca uma autonomia com base no uso do computador no controlo industrial, conforme proposto por De Moraes e Castrucci (2010).

De forma mais robusta, observa-se na obra de Quesada (2017) que a automação remete à aplicação de conjuntos de técnicas e informações pelos quais se constroem sistemas activos ou dinâmicos capazes de actuar com uma eficiência óptima.

Contudo, Quesada (2017) não se opõe aos outros autores na diversidade do conceito de automação, porém, adverte sobre a necessidade de ser diferenciado do termo automatização, pois este é sinónimo de mecanização, ou seja, a realização de movimentos automáticos, o que implica um mecanismo que funciona sem correcção.

Assim, entende-se por automação a integração de conhecimentos substituindo a observação, os esforços e as decisões humanas por dispositivos e *softwares* concebidos por meio de especificações funcionais e tecnológicas, com uso de metodologias que garantem autocorrecções no sistema.

2.2.1 A pirâmide de Automação

De Moraes e Castrucci (2010), Groover (2011) e Quesada (2017) apontam para a existência de 5 níveis de automação em uma planta industrial, designadamente:

- Nível 1: é o nível das máquinas, dispositivos e componentes (chão-de-fábrica);
- Nível 2: é o nível dos controladores digitais, dinâmicos e lógicos, e de algum tipo de supervisão associada ao processo. Aqui encontram-se concentradores de informações sobre o Nível 1 e as Interfaces Homem-Máquina (IHM);
- Nível 3: permite o controlo do processo produtivo da planta, constituído por bancos de dados, relatórios e estatísticas de processo, índices de produtividade, algoritmos de optimização da operação produtiva;
- Nível 4: é o nível responsável pela programação e pelo planeamento da produção;
- Nível 5: é o nível responsável pela administração dos recursos da empresa, em que se encontram os *softwares* para gestão de vendas e gestão financeira; é também onde se realizam a decisão e o gerenciamento de todo o sistema.

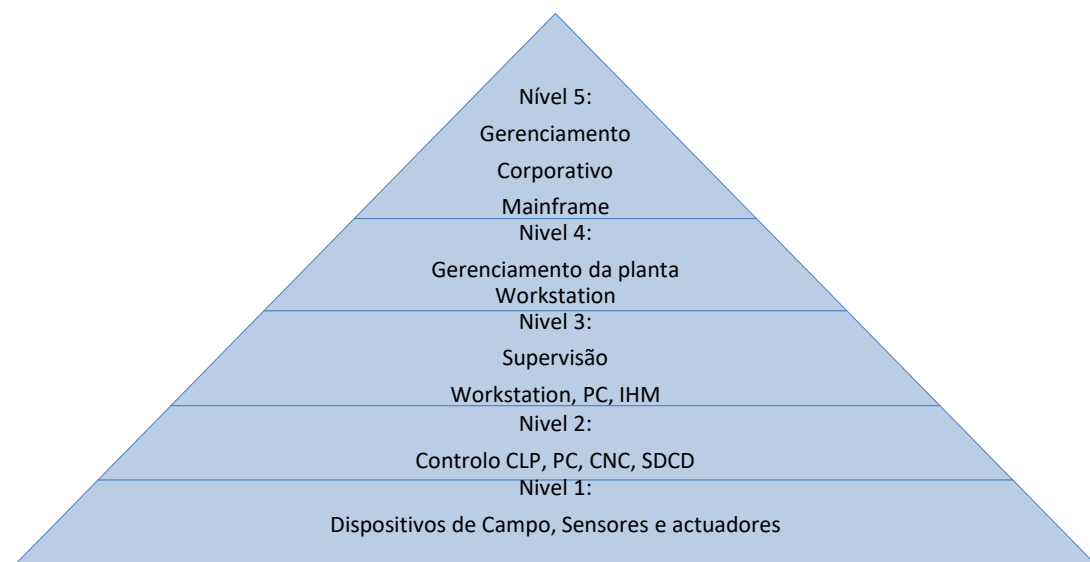


Figura 2.1 - Pirâmide da automação industrial.

Fonte: De Moraes e Castrucci (2010)

Recentemente, agrupa-se os primeiros 3 níveis como o MES (*Manufacturing Execution System*), *software* responsável pelo planeamento da execução dos processos, e os demais como ERP (*Enterprise Resource Planning*), programa que realiza o planeamento de negócios e logística, Quesada (2017).

2.2.2 Elementos básicos de um sistema automatizado

Um sistema automatizado é composto por três elementos básicos, nomeadamente:

- Energia para concluir os processos e operar o sistema;
- Um programa de instruções que manipula os processos;
- Um sistema de controlo que execute as instruções.

Todos os sistemas que se intitulam automatizados incluem esses três elementos básicos de uma ou outra forma ⁽¹⁾.

No topo da pirâmide, a característica marcante é a informatização ligada ao sector corporativo da empresa. Na base da pirâmide envolve-se o controlador programável, actuando por via de processos produtivos. Esse controlador microprocessado é a chave do sucesso da automação, isto é, é o uso da electrónica microprocessada que fornece sistemas electrónicos programáveis, que por conseguinte baseiam-se em sinais digitais.

Os autores Floyd (2007) e Nelson et al. (1995) evidenciam o uso de sinais digitais dentre vários outros factores, por poderem ser processados e transmitidos de forma mais

¹No caso vertente, por questões de conveniência, os requisitos específicos para o sistema a desenvolver são abordados no Subtópico 3.4.

eficiente e confiável que dados analógicos, não só, como também pelo armazenamento (memorização) e relativamente um baixo ruído.

2.3 Microcontrolador Arduíno

Um dos primeiros passos na selecção de componentes para um projecto de automação é a escolha do elemento que processa os dados para consequentemente dar os comandos necessários à acção pretendida. É evidente que para o sucesso do projecto deve-se escolher um dispositivo com um bom potencial, de fácil utilização e que permita criar projectos em um intervalo de tempo relativamente curto.

Um dos microcontroladores com essas potencialidades é o Arduíno, com uma comunidade de pessoas compartilhando seus códigos e diagramas de circuito, o que é extremamente útil neste campo para questões de auxílio. Assim, pormenoriza-se o Arduíno partindo dos seguintes pontos de vista:

Segundo Banzi (2011), o Arduíno é uma placa de desenvolvimento capaz de interpretar variáveis no ambiente através de sensores ligados aos seus terminais de entrada e transformá-las em sinais eléctricos correspondentes, e actuar no controlo ou accionamento de algum outro elemento conectado ao terminal de saída.

Jr. e Silva (2015) defendem que o Arduíno é uma plataforma de computação física ou embarcada, pela capacidade de poder interagir com seu ambiente por meio de *hardware* e *software*.

Por sua vez, McRoberts (2011) afirma que Arduíno é um circuito electrónico capaz de detectar o comportamento do ambiente por meio de sensores e processar as informações por meio de *software*, respondendo ao mesmo ambiente por meio de actuadores.

Ainda que sob perspectivas diferentes, generaliza-se o Arduíno como um dispositivo que processa dados de entradas e saídas de componentes externos que se encontram a este acoplados.

Segundo a definição imediatamente anterior, o seu funcionamento é descrito pelos elementos principais, abaixo ilustrados.

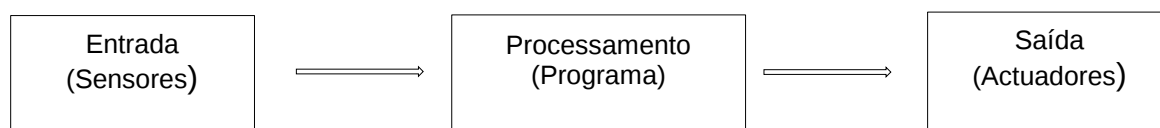


Figura 2.2. - Diagrama do funcionamento do Arduíno

Fonte: Autor

2.3.1 Composição da placa do Arduíno

No geral, a placa do Arduíno é composta por um microprocessador, um cristal ou oscilador e um regulador linear de 5 volts, saída USB (universal serial bus), que permite conectá-lo a um PC (computador pessoal) ou Mac para *upload* ou recuperação dos dados e a placa em si expõe os pinos de entrada/saída do microcontrolador (Evans *et al.*, 2013).

Para Banzi (2011), o Arduíno é um microcontrolador logicamente programável, utilizando a linguagem C/C++, e um sistema de portas para conexões externas.

Essa é a composição de todo o Arduíno, no entanto, existem várias versões que podem apresentar peculiaridades no *hardware*, processador, pinos e periféricos internos disponíveis, tais como memórias, comunicação serial, conversores A/D (analógico-digitaes), comparadores, entre outros, porém mantendo a padronização de *interfaces* de *hardware*, Jr. & Silva (2015). Atendendo e considerando essas peculiaridades, abordam-se, a seguir, as diferentes versões da plataforma Arduíno.

Ainda sob o mesmo enfoque, de forma a comportar maior objectividade e a obter um marco teórico bem fundamentado, a análise de dados será voltada aos modelos da plataforma Arduíno Uno, Mega 2560, Leonardo, Due, ADK e Nano, sendo que os modelos Serial, Diecimila, Duemilanove, 101, MKR Wifi e NB IoT, entre outros que foram surgindo serão descartados. A exclusão directa destes modelos deve-se, dentre outros elementos descritos por Jr. e Silva (2015), pelos seguintes factores:

- O Serial Arduíno necessita de alimentação externa através de *plug Jack* para o seu funcionamento e possui um *reset* externo para activar o *bootloader*, o que dificulta ao fazer o *upload*, além de utilizar o ATmega8 como microcontrolador que proporciona uma memória baixa.
- O Arduíno Diecimila não fornece as tensões e/ou corrente correcta para os vários componentes que alimenta, por se basear na selecção manual da fonte de alimentação da placa.
- O Arduíno Duemilanove não tem uma boa descrição das entradas e saídas para uma melhor identificação dos pinos e é susceptível a ruídos por se basear no padrão RS232 para *interface*, que opera por níveis de tensão.
- O Arduíno 101, MKR Wifi e NB IoT mantém o mesmo “*form factor*”² e lista de periféricos do Arduíno UNO, com a adição de aplicações de prototipagem baseados na Internet das coisas, bem interessantes, porém desnecessários para este escopo.

² Definição e prescrição do tamanho, forma, padrões e outras especificações físicas dos componentes.

Importa frisar que para além destas versões, existem várias outras cujas características encontram-se englobadas dentro das versões aqui apresentadas. Entretanto, de forma sistemática, descreve-se os modelos que segundo Arduino (2022) são largamente difundidos no mercado.

2.3.1.1 *Arduíno UNO*

Em vários estudos, como o de McRoberts (2011), por exemplo, o Aquino UNO é referenciado como o mais popular, porque agrega um *chip* ligado a um soquete de CI (circuito integrado), que se pode retirar da placa e personalizá-lo em uma placa permanente. Para o efeito é preciso que haja um dispositivo embarcado personalizado. Para mais aprofundamento, a seguir apresenta-se as abordagens dos diversos autores em torno do assunto.

Jr. e Silva (2015) caracterizam o Arduíno UNO como microcontrolador ATMEL ATMEGA328, da família AVR, com arquitectura RISC avançada, podendo ser encontrado em encapsulamento DIP28 ou SMD.

De igual modo, Arduino (2022) afirma que o Arduíno Uno é uma placa que tem o ATmega328P da fabricante Atmel como microcontrolador.

Para esta fonte, a designação “UNO” enfatiza o lançamento da versão 1.0 do Arduíno também serve como o modelo de referência para comparação com as versões anteriores do Arduíno não obstante, é uma edição limitada e miniaturizada.

2.3.1.1.1 Família do Arduíno UNO

- Arduíno UNO Wifi RV2;
- Arduíno UNO Wifi RV3;
- Arduíno UNO Mini Limited Edition.

2.3.1.1.2 Aspectos diferenciais da família do Arduíno UNO

Em Arduino (2022) referencia-se o Arduíno UNO WiFi Rev.2 como o ponto de entrada para a IoT básica com o formato padrão da família UNO. A sua característica diferencial é o suporte ao WiFi, usando um acelerador de *chip* de criptografia ECC608.

Na sua actualização ao Arduíno Uno Rev3 integra o módulo WiFi/Bluetooth, incorpora o microcontrolador ATmega4809 de 8 bits da Microchip e possui uma IMU (Unidade de Medição Inercial) integrada LSM6DS3TR.

Agora, o Arduíno UNO Mini LE funciona exactamente como o UNO clássico, por isso pode ser usado em qualquer projecto UNO.

2.3.1.2 Arduíno MEGA 2560

Esta placa baseia-se no microcontrolador da ATMEL ATMEGA2560, que por seu turno é um microcontrolador baseado em arquitectura RISC (Arduíno, 2022).

O grande crédito levado por esta versão deve-se ao facto de ser uma evolução da família de Arduínos que fornece um aumento na memória e na funcionalidade de entrada-saída em relação ao Arduíno padrão (Evans *et al.*, 2013).

2.3.1.2.1 Família do Arduíno MEGA 2560

- Arduíno MEGA 2560;
- Arduíno MEGA 2560V;
- Arduíno MEGA 1280.

2.3.1.2.2 Aspectos diferenciais da família do Arduíno MEGA 2560

A principal diferença entre as versões 2560 e 2560V reside na velocidade/grau de tensão, enquanto o 1280 normal funciona em toda a faixa de velocidade/tensão, coberta pelas duas variantes do 2560 (Arduino, 2022).

Basicamente, a maior distinção entre o Mega 1280 e o Mega 2560 é o *flash*, e este último utiliza um novo *bootloader*, o *Optiboot*, que libera mais 1,5 kB de memória *flash* e permite uma inicialização mais rápida, conforme citado por McRoberts (2011).

2.3.1.3 Arduíno LEONARDO

Jr. e Silva (2015) advogam que esta versão possui um único microcontrolador para gerenciar a aplicação e controlar a comunicação com o computador. Outrossim, o Arduíno Leonardo traz consigo novas características, tais como o microcontrolador ATmega32u4 e, conseqüentemente, novas funcionalidades.

2.3.1.3.1 Família do Arduíno Leonardo

- Leonardo;
- ETH;
- Pro Mini.

2.3.1.3.2 Aspectos diferenciais da família do Arduíno Leonardo

Esta família agrega um membro notório, que é o Arduíno Leonardo ETH, cujo diferencial está no novo controlador ethernet Wiznet W5500 TCP/IP, além dos novos leds de *status* (Arduino, 2022). Integra-se, a este, um leitor de cartão microSD, utilizado para armazenar arquivos para servir na rede.

Outra distinção está na comunicação USB integrada, eliminando a necessidade de um conversor USB para serial externo, além de uma porta serial/COM virtual (Arduíno, *op. cit.*).

O Arduíno Pro Mini, por sua vez, é uma placa baseada no ATmega328P destinada à instalação semipermanente em objectos ou exposições (Arduíno, *op. cit.*). A placa vem sem conectores pré-montados, permitindo o uso de vários tipos de conectores ou solda directa de fios.

Existem duas versões do Pro Mini, uma funciona a 3,3 V e 8 MHz, o outro a 5 V e 16 MHz.

2.3.1.4 ARDUINO DUE

Baseado no microcontrolador ARM Atmel SAM3X8E-Cortex-M3 CPU, é a primeira placa Arduíno com um núcleo de 32 bits (Jr. & Silva, 2015).

Devido às limitações de tensão do sistema impostas pelo Atmel SAM3X8E, os *shields* Arduíno baseados nos modelos de 5v não funcionam correctamente. Contudo, todos os *shields* que implementam totalmente o *layout* do Arduíno R3 são compatíveis, porém outros podem não o ser (Jr. & Silva, *op. cit.*).

Assim sendo, aumenta o poder computacional disponível para os utilizadores, mantendo a linguagem o mais compatível possível.

2.3.1.5 ARDUÍNO MEGA ADK

Com um nome familiar, o Arduíno ADK (Android Development Kit) é um microcontrolador baseado no ATmega2560 visto anteriormente, com a nova funcionalidade, visto que permite a comunicação Android (Jr. & Silva, 2015).

Este sistema caracteriza-se por possuir uma interface USB host e chip MAX3421 que permitem a conexão com celulares que rodam o sistema operacional Android.

Essa novidade permite o desenvolvimento de interfaces e aplicações baseadas no sistema móvel do Google (Arduino, 2022).

Contudo, a placa Mega ADK R3 tem os mesmos recursos da placa Arduíno Mega, porém especialmente projectada para funcionar com Android.

2.3.1.6 ARDUINO NANO

O Arduino Nano é a menor versão e a mais completa das placas do microcontrolador (ATmega) com uma base para ser inserida a um *proto board*, e uma porta USB acoplada, baseada no ATMEGA328 (Jr. & Silva, 2015).

Arduino Nano é uma placa com dimensões reduzidas, repleta de funcionalidades (Arduino, 2022).

A partir das abordagens supracitadas, reitera-se que o Arduino NANO é uma plataforma pequena e completa que possui praticamente as mesmas funcionalidades do Arduino DUEMILANOVE.

2.3.1.6.1 Família do Arduino Nano

- Arduino Nano Every;
- Arduino Nano 33 IoT;
- Arduino Nano 33 BLE;
- Arduino Nano BLE Sense.

2.3.1.6.2 Aspectos diferenciais da família do Arduino Nano

O Arduino Nano Every possui um microcontrolador AVR, o ATmega4809 da Microchip (Arduino, 2022). Esse é o primeiro microcontrolador a suportar a tecnologia Core Independent Peripherals (CIP), da Microchip. Além disso, agrega um ARM Cortex M0, o ATSAMD11, responsável pela comunicação USB.

Não sendo o bastante, sofisticou-se para o Nano 33 IoT, que é baseado em ARM Cortex M0, o ATSAMD21 da Microchip e integra um módulo da u-blox com ESP32, fornecendo Wi-Fi e Bluetooth, além do IMU de 6 eixos e *chip* de criptografia (*idem.*, 2022).

Em contrapartida, o Arduino Nano 33 BLE não possui um microcontrolador da Microchip, aparecendo com um módulo da u-blox, o NINA B306. Esse módulo é baseado no nRF52840 da Nordic, que possui um ARM cortex M4 e suporte a BLE (*idem.*, 2022).

Entretanto, o Nano BLE Sense é similar a Nano 33 BLE, possuindo uma grande quantidade de sensores com o foco em sensoramento ambiental e *interface* humana.

2.3.2 Relação das características técnicas das versões da plataforma Arduino

Partindo do pressuposto de que cada placa Arduino possui a sua adversidade quanto aos aspectos técnicos, relacionam-se na Tabela. 2.1 as versões sugeridas para o estudo em função dos aspectos técnicos.

Tabela 2-1. - Características técnicas das versões da plataforma Arduino.

Plataforma Arduino	Uno	Mega2560	Leonardo	Due	ADK	Nano
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168V2 ou ATmega328V3
Portas digitais	14	54	20	54	54	14
Portas PWM	6	15	7	12	15	6
Portas Analógicas	6	16	12	12	16	8
Memória	32k (0,5 k usado pelo bootloader)	256 k (8 k usado pelo bootloader)	32k (4 k usado pelo bootloader)	512 k Disponível para aplicações	256 k ATmega128 ou 32 k ATmega328 (8 k usado pelo bootloader)	16 k (2 k usado pelo bootloader)
Clock	16 MHz	16 MHz	16 MHz	84 MHz	16 MHz	16 MHz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Tensão de operação	5v	5v	5v	3.3v	5v	5v
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA
Alimentação	7-12 VDC	7-12 VDC	7-12 VDC	7-12 VDC	7-12 VDC	7-12 VDC

Fonte: Jr. e Silva (2015)

Os dados na Tabela 2.1 conduzem a uma série de concepções acerca da aplicação ideal de cada modelo, demonstrando limitações com relação à complexidade de alguns projectos e/ou semelhanças que possam existir, permitindo possíveis substituições numa placa pela outra e levando a uma escolha optimizada da plataforma Arduino.

A partir da Tabela 2.1 observa-se, de forma resumida e comparativa, as forças e fraquezas de cada modelo da plataforma Arduino no que concerne à capacidade de

processamento, à utilização dos periféricos, ao consumo de energia (justificado pelo uso da placa), à fonte de alimentação, à compatibilidade, à frequência de operação, à quantidade de portas e à capacidade de memória e tensão.

2.4 Controlador Lógico Programável

NEMA [National Electrical Manufacturers Association] (s.d) citado por Parede e Gomes (2011) advogam que:

O CLP “é um aparelho electrónico digital que utiliza uma memória programável para o armazenamento interno de instruções para implementações específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos”.

De acordo com a norma IEC 61131-1, um CLP “é um equipamento composto de componentes electrónicos e de uma memória programável, que contém dados e programas com finalidade de ler e executar instruções, interagindo com um sistema que deve ser controlado por dispositivos de entradas e saídas do tipo digital ou analógico” (idem, p. 66).

Portanto, pode-se dizer que um CLP é um computador compacto/modular que realiza acções de controlo do ambiente externo em diversos níveis de complexidade.

2.4.1 Arquitectura básica do CLP

Na arquitectura básica de um CLP, Jr. e Silva (2015)apontam os seguintes elementos:

- Uma fonte de alimentação;
- Uma Unidade Central de Processamento (CPU);
- Um sistema de memória;
- Módulos de entrada e saída;
- Rack ou base.

2.4.2 Classificação do CLP

Para Parede e Gomes (2011), os CLPs podem ser classificados segundo a sua capacidade, a saber:

a) Nano e micro CLP

Quando possuem até 16 entradas e 16 saídas. Normalmente compostos por um único módulo com capacidade de armazenar e executar em seu programa um máximo de 512 instruções.

b) CLP de médio porte

Apresentando a capacidade de até 256 pontos de entrada/saída, digitais e analógicas, permitindo armazenar e executar até 2048 instruções na memória.

c) CLP de grande porte

De construção modular, CPU principal e auxiliar, módulos de entrada especializados, módulos para redes locais, permite a utilização de até 4096 pontos de entrada/saída. A memória pode ser otimizada para o tamanho requerido pelo utilizador.

2.4.3 Comparação entre PLC e Arduino

Tabela 2-2. - Comparação entre PLC e Arduino.

Dispositivo	PLC	Arduino
Confiabilidade	Alta	Baixa
Potência	Alta	Alta
Módulo	É modular	Não é modular
Linguagem de programação	Ladder	Linguagem C/C++
Preço	Alto	Baixo
Aplicação	Industrial	Qualquer aplicação
Robustez	Lida com condições ambientais adversas	Sensível ao ambiente
Protocolos de comunicação	PPI, MPI, Profibus, Profinet, etc.	SPI, I2C, USART, etc.
Expansão	Pode aumentar o número de I/O	Não permitem a expansão
Código-fonte	Código-fonte padrão	Código de máquina geralmente (80-90%) menor que o código-fonte
Diagnóstico de hardware	Permite verificar as falhas	Não permite verificar as falhas
Edição de texto	Inadequado	Adequado

Fonte: Autor

No seu estudo, Jr. e Silva (2015) analisam um CLP como um dispositivo fechado, com as interfaces de entrada e saídas oferecidas por conexões. Independentemente da aplicação, é imperioso que se identifique as entradas e as saídas conectadas e programadas para que o CLP esteja pronto para operar.

Por outro lado, Jr. e Silva (op. cit.) caracterizam um sistema microcontrolado como aquele que se baseia em um sistema electrónico que precisa de electrónica à sua volta para condicionamento de sinais e adaptações específicas.

Existem projectos de microcontroladores operando como CLPs, contudo são resultado de projectos específicos cujo objectivo é ser um simples CLP, o que resulta em um sistema não realmente optimizado para a aplicação final.

Embora existam restrições quanto ao uso de alguns elementos, conforme ilustrado na (Tabela 2.2.), não implica que haja impossibilidade. Por exemplo, pode-se usar Arduino e Profinet, mas não com a mesma facilidade que com um PLC.

Por fim, PLC e Arduino são diferentes, mas podem ser entendidos como a mesma coisa para diferentes propósitos de uso.

Além dos controladores, necessita-se de outros componentes de extensão a serem conectados de modo a obter funcionalidades adicionais. Para complementar os controladores, descreve-se agora os demais componentes essenciais a este trabalho.



Figura 2.3. - Ilustração de um Arduino vs CLP.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=p8DfXY7TJYg>

2.5 Sensores

Sensores e actuadores são componentes electrónicos que permitem que um dispositivo interaja com o mundo (Banzi, 2011).

Na visão de Jr. e Silva (2015), os sensores são dispositivos que alteram o seu estado a partir de uma entrada ou excitação externa.

Por sua vez, De Moraes e Castrucci (2010) abordam o conceito de sensores como estando intrinsecamente relacionado aos dispositivos que apresentam uma resposta mensurável para estímulos de natureza física ou química.

Portanto, os sensores são dispositivos capazes de detectar uma variação na entrada e converter em um sinal na saída, para os quais foram projectados.

2.5.1 Caracterização dos sensores

É importante conhecer as diversas características de um sensor para manipular as acções tomadas em função a estas. Assim, de forma generalizada, descreve-se algumas das principais características referenciadas por De Moraes e Castrucci (2010):

- Região de operação (range);
- Linearidade;
- Velocidade de resposta;
- Histerese;
- Repetibilidade;
- Tempo de estabilização;
- Sensibilidade;
- Precisão.

2.5.2 Classificação de sensores

Segundo Jr e Silva (2015), os sensores podem ser classificados em vários tipos, de acordo com:

- Princípio de funcionamento;
- Forma de energia do sinal que convertem;
- Tecnologia;
- Aplicação.

Entretanto, com base nos preceitos acerca das características, classificação dos sensores e o escopo deste trabalho, aborda-se efectivamente os principais elementos que precisam ser analisados para este trabalho. Assim sendo, apresenta-se a seguinte subclassificação organizacional:

2.5.2.1 Quanto ao campo de aplicação

Sensores de automação

Sensores de automação- são aqueles que aplicam-se no monitoramento e controle de sistemas.

2.5.2.2 Quanto à tecnologia

Sensores fotoeléctricos.

Os sensores fotoeléctricos são utilizados para identificar presença, proximidade e deslocamento (Jr. & Silva, 2015). Estes sensores baseiam-se em um conjunto emissor-

receptor e podem operar identificando o sinal do emissor ou a sua ausência. Basicamente, existem três tipos de sensores fotoelétricos: o de barreira, o difuso e o fotorreflexivo.

Os sensores fotoelétricos do tipo barreira possuem transmissor e emissor em dispositivos separados. Normalmente, estes são separados por uma grande distância, e operam indicando o recebimento contínuo do sinal do transmissor, até que um alvo aproxime-se e corte o feixe óptico, interrompendo, assim, a transmissão.

Os sensores do tipo difuso têm o receptor e o emissor no mesmo dispositivo, entretanto o receptor só recebe o sinal do transmissor quando um anteparo aproxima-se o suficiente para que a sua superfície reflecta o sinal.

A distância sensora depende de um factor de correcção, determinado pelo tipo de cor e do material.

No sensor retrorreflexivo utiliza-se um espelho prismático para reflectir o sinal do transmissor para o receptor. Um objecto é identificado quando ele corta o feixe de luz entre o sensor e o espelho, acusando deslocamento do alvo (Jr. & Silva, 2015).

2.5.2.3 Quanto ao princípio de funcionamento

Sensores de proximidade são dispositivos que detectam o objecto pela proximidade ao sensor (DE MORAES & CASTRUCCI, 2010).

Com base nesta subclassificação organizacional afigura-se o sensor infravermelho.

2.5.2.4 Sensor infravermelho

Consiste em converter esforços mecânicos em sinais eléctricos pela variação de luz infravermelha recebida (*idem*).

Segundo Jr. e Silva (2015), o sensor infravermelho activo irradia um feixe de luz infravermelho e também tem a função de receptor, desse mesmo tipo de luz.

2.5.2.5 Composição do sensor infravermelho

Neste sensor, De Moraes e Castrucci (2010) ressaltam que o emissor e o receptor estão montados juntos. Neste caso, aborda-se as duas componentes por forma a perceber a sua actuação.

a) Led Emissor Infravermelho (IR)

Led que emite um sinal IR (infrared ou infravermelho) que será reconhecido pelo componente receptor infravermelho.

b) Led Receptor (IR) – Fototransístor

Componente que actua como um fotodíodo, permitindo a passagem de corrente eléctrica somente com a presença de luz. A sua base é activada pela incidência de radiação infravermelha e não por um sinal digital (Jr. & Silva, 2015).



Figura 2.4. - Vista frontal e traseira do sensor infravermelho.

Fonte: Autor

Atenção que a faixa de luz emitida pelo led emissor e/ou recebida pelo led receptor não é perceptível ao olho nu.

2.5.3 Princípio de Funcionamento de um sensor IR

Este sensor funciona através de um sistema de emissão e reflexão de luz infravermelha de modo que o feixe de luz emitido é reflectido ao receptor enquanto não houver nenhum objecto interposto (DE MORAES & CASTRUCCI, 2010). Uma vez interrompida a reflexão pela presença do objecto, imediatamente o fototransístor é activado, fechando-se ou abrindo-se um contacto eléctrico indicando que algum obstáculo foi detectado, salientam Boylestad e Nashelsky (2004).

No entanto, o princípio de funcionamento é estabelecido ao detectar o calor e não a luz, o que possibilita seu funcionamento no período noturno, pois ele não depende da luz em espectro visível.



Figura 2.5. - Raios reflectidos e incidentes de um sensor infravermelho.

Fonte: Boylestad e Nashelsky (2004)

2.6 Mostradores

É sabido que os sistemas precisam de algum método de interacção com o mundo para ter sentido de aplicação. Essa interacção pode consistir em sinalizar ou apresentar de modo visual uma sequência de informações. Nesta óptica, há interacção com o utilizador, porém não há obrigatoriedade de interacção do utilizador com o sistema.

Assim, veja-se as principais características dos actuadores abordados no trabalho.

2.6.1 Sinalizador luminoso (LED)

O LED é um díodo semicondutor (junção P-N), que quando polarizado directamente ocorrem recombinações de lacunas e electrões, liberando-se a energia na forma de calor ou fotões de luz visível (Boylestad & Nashelsky, 2004a).

Ainda pode ser visto como um componente electrónico semicondutor que tem a propriedade de transformar energia eléctrica em luz. Portanto, nada mais é do que um transdutor de energia eléctrica em energia luminosa para emitir luz visível ao olho nu.



Figura 2.6. - Sinalizadores luminosos

Fonte:³

2.6.1.1 Características do LED

Como o LED é um dispositivo de junção P-N, sua característica de polarização directa é semelhante à de um díodo semicondutor (Boylestad & Nashelsky, 2004a).

A luz emitida não é monocromática, mas a banda colorida é relativamente estreita. A cor, portanto, depende do cristal e da impureza de dopagem.

Em geral, os LEDs operam com nível de tensão de 1,6 a 3,3 V.

É importante notar que a tensão é dependente do comprimento da onda emitida. Assim, os LEDs infravermelhos geralmente funcionam com menos de 1,5V, os vermelhos com 1,7V, os amarelos com 1,7V/2,0V, os verdes entre 2,0V e 3,0V, enquanto os LEDs azuis, violeta e ultravioleta geralmente precisam de mais de 3V.

2.6.2 Display de cristal líquido

LCDs são mostradores tipicamente utilizados para exibirem informações. Esses displays requerem chips controladores integrados para controlá-los (Boylestad & Nashelsky, 2004a).

Por outra, um display de cristal líquido ou LCD é um painel usado para exibir informações por via electrónica, como texto, imagens e vídeos (FLOYD, 2007).

Logo, LCDs são dispositivos fabricados com o intuito de exibir algum tipo de informação.

³<https://www.metaltex.com.br/produtos/automacao/sinalizadores/l20-ar-sinalizador-led-22mm-com-protecao-ip65>

2.6.2.1 Características do LCD

Neste trabalho apresenta-se o LCD128x64. Este, como tantos outros, consiste em um líquido polarizador da luz, electricamente controlado, que se encontra comprimido dentro de celas entre duas lâminas transparentes polarizadoras McRoberts (2011).

“O display é formado de *pixels*, cada um preenchido com cristais líquidos. Esses *pixels* são dispostos à frente de uma fonte de luz traseira ou de um reflector. Os cristais são posicionados em camadas impressadas entre filtros polarizadores. Os dois painéis polarizadores são alinhados a 90 graus um do outro, o que bloqueia a luz. O primeiro filtro polarizador polarizará as ondas de luz de modo que elas avancem apenas em uma orientação. O segundo filtro, estando a 90 graus do primeiro, bloqueará a luz. A luz polarizada percorrerá essas fendas na mesma orientação, mas quando atingir o segundo filtro com fendas que avançam na outra direcção não passará, aplicando uma corrente às linhas e colunas das camadas. Pode-se alterar a orientação dos cristais e fazer com que alinhem-se de acordo com o campo eléctrico. Isso faz com que a luz gire 90 graus, permitindo que passe pelo segundo filtro” (*idem*, p. 207).

Suas principais características são leveza, portabilidade, baixo consumo de energia eléctrica, sendo assim adequado para dispositivos portáteis alimentados por bateria.

Um LCD pode variar o número de linhas e caracteres por linha, a cor dos caracteres, a cor do fundo, assim como ter ou não o *backlight*.

A sua apresentação técnica encontra-se em Anexo 3.

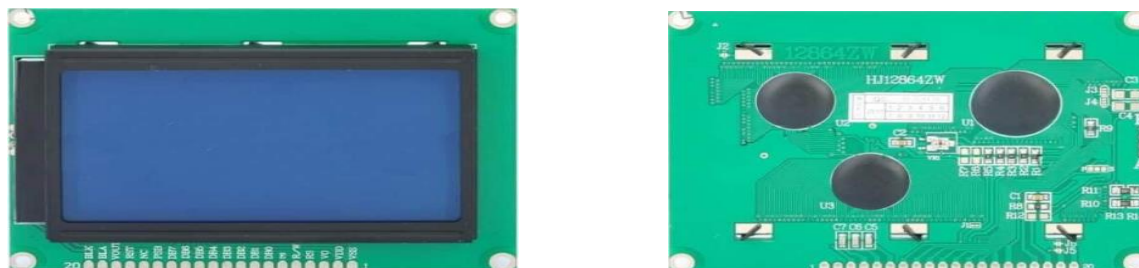


Figura 2.7. - Vista frontal e traseira de um LCD 128x64.

Fonte: Autor

2.7 Módulo real time clock (RTC)

RTC DS3231 é um relógio em tempo real de alta precisão e baixo consumo de energia. O módulo possui um sensor de temperatura embutido e um cristal oscilador para ampliar sua exactidão. O mesmo é capaz de fornecer informações de hora, minutos, segundos, dia, data, mês e ano.



Figura 2.8. - Vista frontal e traseira de um RTC DS3231.

Fonte: Autor

2.7.1 Funcionamento

Para o seu funcionamento é necessário uma alimentação da placa, uma bateria CR2032 que permite com que os dados fiquem armazenados mesmo com a falta de energia. Além disso, o módulo é capaz de detectar falhas de energia e, consequentemente, accionar a bateria para evitar que os dados sejam perdidos, como também ajusta automaticamente o fim dos meses que possuem menos de 31 dias, faz a correcção de ano bissexto e trabalha tanto no formato de 12 horas quanto de 24 horas.

2.8 Teclado matricial 4x4

O teclado matricial é um periférico de entrada de dados com os botões organizados em linhas e colunas, conforme aperta numa tecla, cria um curto entre o pino referente a sua linha e sua coluna. Assim, normalmente opera induzindo um nível lógico em uma linha e monitora os níveis lógicos das colunas através de varredura, buscando um nível lógico reflectido (Jr. & Silva, 2015).

O Teclado Matricial Arduíno de 16 teclas foi desenvolvido para aplicação em conjunto com os sistemas Arduíno, AVR⁴, PIC⁵, ARM⁶, complementando as funções das placas microcontroladoras, onde apresenta o formato 4x4, ou seja, 4 colunas e 4 linhas.



Figura 2.9. – Vista externa e interna do Teclado matricial 4x4.

Fonte: Autor

2.9 Regulador de tensão

A sua função principal é manter a tensão produzida pelo gerador dentro dos limites exigidos pela bateria ou sistema eléctrico que está alimentado (Boylestad & Nashelsky, 2004a). O módulo regulador de tensão LM2596 funciona como um conversor DC (Corrente directa) no modo *Step Down*, sendo capaz de reduzir uma carga de até 3A com óptima eficiência. A tensão de saída pode ser ajustada entre 1,5 a 35v, tendo como entrada 3,2 a 40v.

⁴Microcontrolador RISC de chip único com uma arquitectura Harvard modificada de 8-bit.

⁵da Microchip Technology, que processam dados de 8 bits, de 16 bits e, mais recentemente, de 32 bits

⁶ É uma família de arquitecturas RISC desenvolvida pela empresa britânica ARM Holdings.



Figura 2.10. - Módulo regulador de tensão LM2596.

Fonte: Autor

2.10 Resistor variável

Conforme o nome sugere, o resistor variável é um componente electrónico que contém a resistência eléctrica ajustável.

Este componente pode ter dois ou três terminais, mas é mais comum observá-lo com três terminais, cuja conexão central é deslizante e móvel (Boylestad, 2012).

2.10.1 Funcionamento de um resistor variável

Boylestad (2012) advoga que o botão, a chave ou o parafuso situado no centro controla o movimento de um contacto que pode mover-se ao longo de um elemento resistivo conectado entre os dois terminais externos. O contacto está ligado ao terminal central, o que estabelece uma resistência entre o contacto móvel e os terminais externos .

A resistência entre os terminais externos é sempre fixa no valor máximo do potenciômetro, independentemente da posição do cursor ligado *Figura 2.11*.

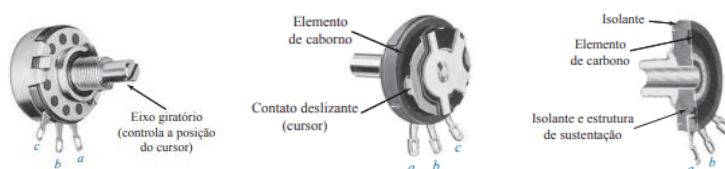


Figura 2.11. – Resistor variável, vista frontal, traseira e lateral.

Fonte: Boylestad (2012).

2.11 Relés

Os autores Jr. e Silva (2015) colocam o conceito de relé como:

Associação de bobina e contactos que se alteram quando a bobina é energizada.

Relé é um dispositivo que liga, desliga ou transfere um ou mais circuitos eléctricos.

Relé é um interruptor electromecânico projectado para ligar ou desligar dispositivos.

Examinando as três abordagens, nota-se que relé é um dispositivo eléctrico que funciona como uma chave quando se estabelece uma corrente eléctrica isolando sinais de alto e de baixo nível de potência.

2.11.1 Princípio de funcionamento de um relé

Um relé apresenta três contactos: um comum, um normalmente aberto e outro normalmente fechado, combinando um sistema eléctrico e um mecânico de accionamento.

Quando se energiza um relé aplica-se uma tensão na bobina, a corrente circula através dela e comporta-se, portanto, como um electroímã, e atrai a armadura que movimenta accionando, deste modo, o sistema de contactos.

O relé pode ser accionado por correntes bastante pequenas em relação à corrente que o circuito por este controlado exige para a sua operação.



Figura 2.12. - Módulo relé para Arduino.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=0uJqT174fAU>

2.12 Painéis solares

Painéis solares são dispositivos que convertem a energia solar em energia eléctrica.

Estes são constituídos por células solares, também chamadas de células fotovoltaicas que criam uma diferença de potencial por incidência da luz.

Esta incidência é muito importante para melhor eficiência na conversão da energia solar em energia eléctrica (Boylestad, 2012).



Figura 2.13. – Paine solar.

Fonte: Autor

2.12.1 Funcionamento do painel solar

O principal responsável pelo funcionamento do painel solar é o efeito fotovoltaico, que consiste numa diferença de potencial causado pela acção das partículas de luz que interagem com os electrões dos átomos do material utilizado para a produção da célula fotovoltaica.

Basicamente, as placas solares convertem a luz do sol em energia eléctrica de CC.

3 Capítulo 3: Desenvolvimento do Sistema

3.1 Diagrama de blocos do sistema

Na figura abaixo (*Figura 3.1.*) apresenta-se o diagrama de blocos do sistema, idealizando a disposição de cada componente e o respectivo fluxo de dados. Este diagrama é assim desenhado por se tratar de um sistema que recebe dados via teclado e sensores para posterior exibição por meio de um mostrador e sinalização em LEDs, tendo uma unidade de processamento.

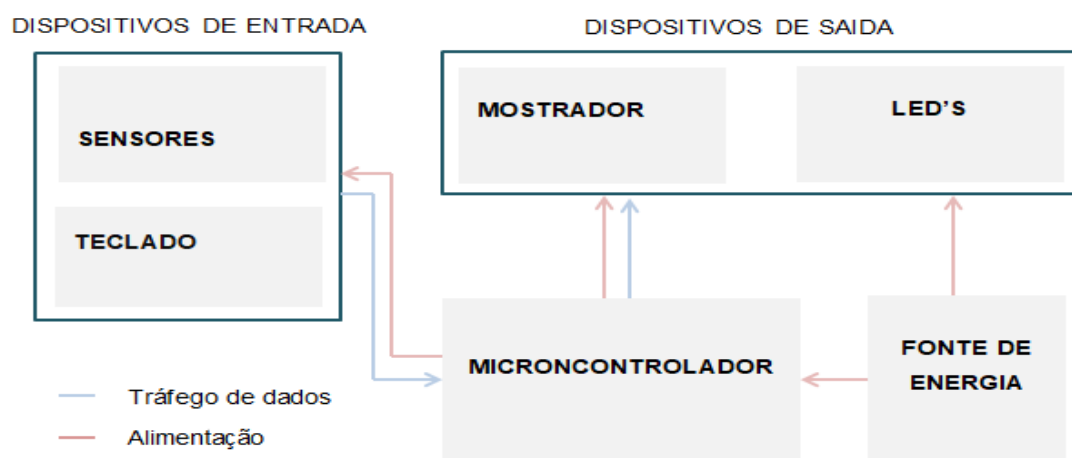


Figura 3.1. - Diagrama de blocos do sistema.

Fonte: Autor (desenhado no Word)

De seguida é apresentada a descrição do sistema a desenvolver, bem como os detalhes dos subsistemas constituintes para melhor tratamento de cada bloco.

3.2 Descrição do sistema a desenvolver

Este sistema é concebido por meio da fusão de dois grandes subsistemas, o de horário académico e o de contagem de fluxo de pessoas. Essa concepção, basicamente, é alcançada pela interacção de alguns dispositivos principais e pertinentes a este tipo de sistema (Apêndice C).

Na prática, esses dispositivos constituem a parte física ou de *hardware* (que envolve a conexão física) cuja comunicação é garantida por padrões ao nível lógico ou de *software*, isto é, incorpora-se o *software* ao *hardware* de modo a serem executadas as tarefas pretendidas.

Para melhor compreensão, atenta-se aos respectivos subsistemas:

3.2.1 Subsistema de horário académico

A pertinência dos dispositivos anteriormente citados no *Subtópico 3.2* deve-se ao facto de se propor um sistema automatizado que, por um lado, visa disponibilizar no mostrador informações contidas no microcontrolador relativas aos cursos vigentes no DEEL, disciplinas leccionadas em cada curso e a duração das aulas, onde, por meio do teclado, será efectuado o cadastro. E o cadastro consiste em associar o curso às disciplinas correspondentes, e as disciplinas aos dias e ao período em que são leccionadas.

Na exibição das informações, o mostrador deve visualizar o nome da cadeira em curso, o nome da cadeira procedente, o intervalo de tempo em que esta decorre, o dia da semana e a hora actual.

À medida que o tempo passa, os nomes das cadeiras deverão mesclar-se de acordo com a ordem em que foram cadastradas e, após 24h, o sistema passa para cadeiras do dia seguinte, exibindo, deste modo, um sistema completo de horário académico.

Ao nível da simulação e montagem, os dispositivos operam a uma tensão regulada de 5v CC, com os Vcc e GND conectados ao Vcc e GND Arduino.

No concernente a dados, vigora um tratamento de dados digitais, isto é, as funções de leitura e escrita de dados são digitais. Todos os pinos *PWM* são de 8 bits, com uma corrente em torno 40 mA a 100 mA, e as conexões na simulação são as mesmas que na prática, como apresentadas no circuito da *Figura 3.2*.

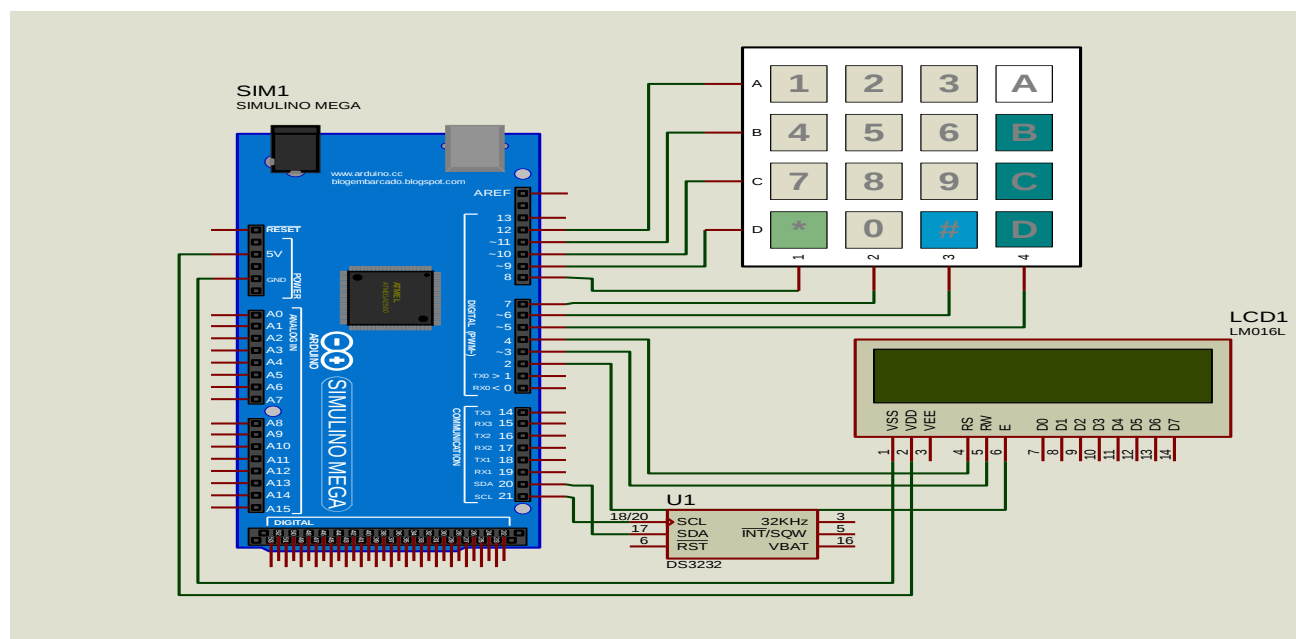


Figura 3.2. - Circuito do subsistema de horário académico.

Fonte: Autor (desenhado no ISIS Proteus 8.9)

Para melhor detalhe, atenta-se aos dispositivos constituintes, sobretudo aos seguintes detalhes:

3.2.1.1 Entrada de dados

a) RTC

Este dispositivo possui o SCL (linha de clock) conectado ao pino 21 do Arduino e SDA (linha de dados) conectado ao pino 20 do Arduino, baseando-se no I2C, que é um protocolo de comunicação serial para receber e enviar dados.

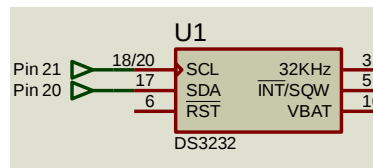


Figura 3.3. - Conexão do RTC3232

Fonte: Autor (desenhado no ISIS Proteus 8.9)

b) Teclado Matricial

Os pinos 5,6,7,8,9,10,11,12 do Arduino são utilizados para conectar o teclado matricial, operando a 5v ~43 mA, cada segmento.

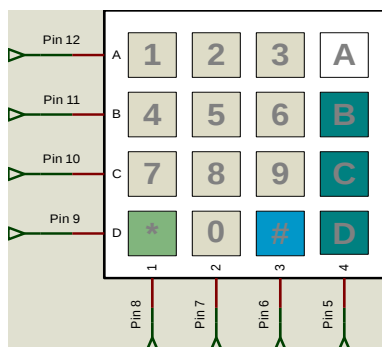


Figura 3.4. - Conexão do Teclado 4x4.

Fonte: Autor (desenhado no ISIS Proteus 8.9)

3.2.1.2 Saída de dados

a) LCD

A conectividade na alimentação do LCD consiste em ligar ao GND do Arduino, o K(-), CSL (definido para a interface no modo serial) e ao 5V do Arduino, o Vss, o A(+) que passa por uma resistência de 220Ω (em série para reduzir a tensão), juntamente do Vdd. O Vo ao potenciômetro (para ajuste do contraste).

Sendo modo serial, para obter a saída do display são necessários os pinos que suportam as funções: E (serial clock), R/W (entrada de dados seriais) e D/I (selecção de registo serial) conectados respectivamente aos pinos 2,3,4 do Arduino.

Para questões de simulação foi utilizado o LCD 16x2, contudo na prática utiliza-se o LCD 128x64, por motivos retratados na secção “discussão dos resultados”.

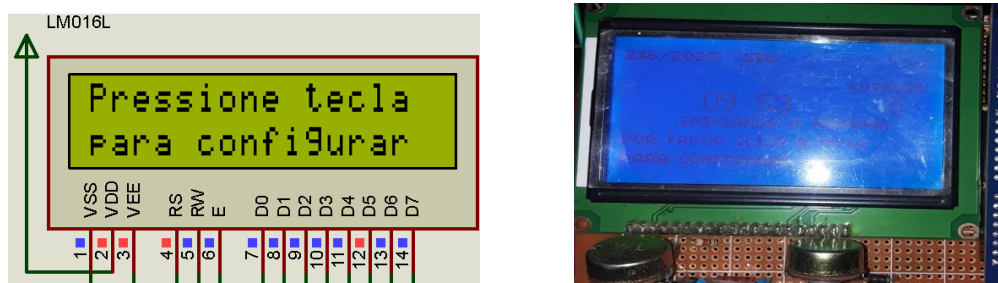


Figura 3.5. - Simulação com o LCD 16x2 (à esquerda) e montagem com o LCD 128x64 (à direita).

Fonte: Autor

3.2.2 Subsistema de contagem de fluxo de pessoas

Por outro lado, deve-se realizar a contagem de pessoas que entram para a sala em que está a decorrer uma certa aula, de modo a determinar o número total de ocupantes da mesma e, conjuntamente, exibir essa informação com a do horário do dia, relativamente a ocupação da sala. Em termos pormenorizados, o sistema deverá fazer a diferença do número de pessoas que entram e saem de uma sala, indicando a quantidade remanescente, cuja ocupação é determinada pela lotação especificada.

O remanescente é obtido pela contagem que se torna possível graças a um conjunto de sensores que captam os sinais, identificando o sentido da caminhada para determinar se o indivíduo está a entrar ou a sair de uma sala, se tentou entrar e desistiu ou se tentou sair e desistiu num ponto intermédio, se houve uma violação no processo de entrada/saída, e por conseguinte enviar a informação ao microcontrolador que, por seu turno, processa e manda a informação a ser visualizada no mostrador.

Analogamente ao primeiro subsistema, os dispositivos utilizados operam a uma tensão regulada de 5v CC, com o Vcc e GND conectados ao Vcc e GND Arduino, exceptuando os LEDs que operam a uma tensão de 220v AC e são conectados ao Arduino por meio de relés de 5v, conforme ilustra a figura abaixo (*figura. 3.3*).

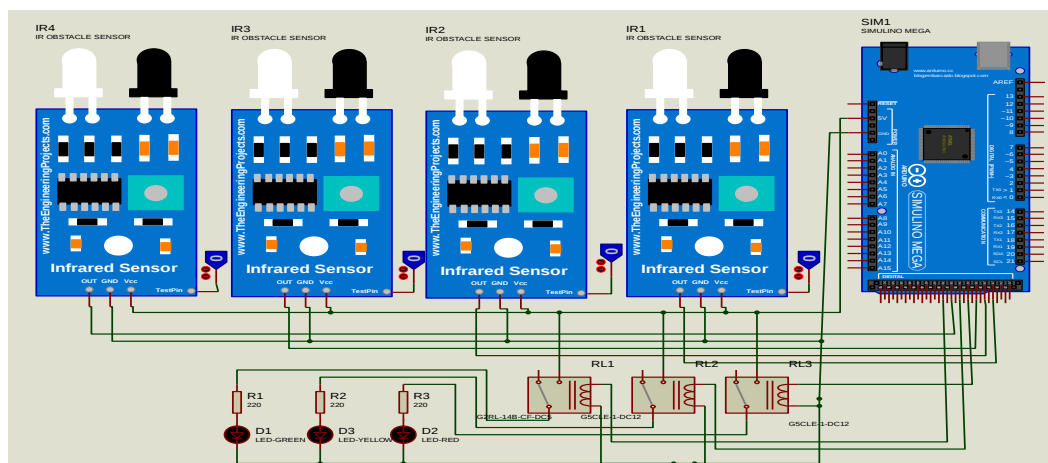


Figura 3.6. - Circuito do subsistema de contagem de fluxo de pessoas.

Fonte: Autor (desenhado no ISIS Proteus 8.9)

Os dispositivos são subdivididos em:

3.2.2.1 Entrada de dados

a) Sensor IR

O sensor infravermelho possui pinos de alimentação GND e Vcc conectados ao GND e Vcc do Arduino, um pino de activação/estado e um pino de saída que é conectado à porta digital do Arduino. Sendo 4 sensores, os respectivos pinos de saída são conectados aos pinos 26, 28, 30, 36 do Arduino, conforme elucida a figura 3.5.

O pino de estado existe somente na simulação, sendo que não é encontrado na prática, pelo que este efeito surge pela interrupção dos feixes emitidos pelo sensor.

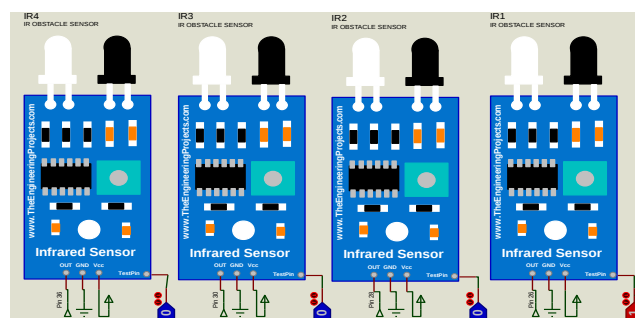


Figura 3.7. - Conexão dos sensores IR.

Fonte: Autor (desenhado no ISIS Proteus 8.9)

b) LEDs

Os pinos 34, 32 e 38 do Arduino são utilizados para a conexão dos sinalizadores luminosos (LED), operando a uma tensão de 220v AC~20mA. Como o Arduino funciona a 5v CC, foram utilizados os relés de 5v CC/220v AC para o controlo dos LEDs.

Em termos de simulação foram utilizados os LEDs de 5v CC conectados por meio de resistências de 220 Ω , para limitar o fluxo de corrente.

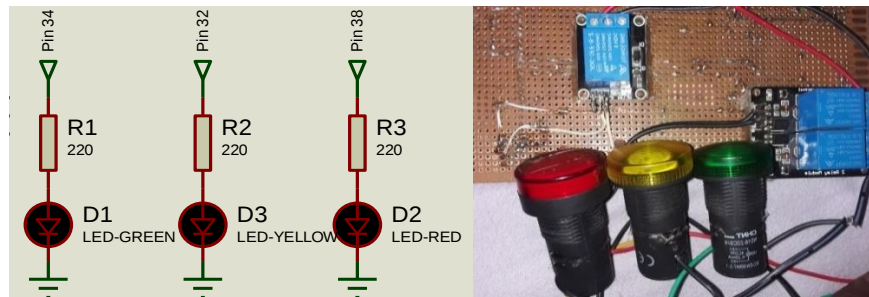


Figura 3.8. - Simulação do Sinalizador luminoso LED (à esquerda) e montagem (à direita).

Fonte: Autor

3.3 Requisitos do sistema

A priori modela-se a “sala”⁷ na qual se esboça tudo o que esta tem e tudo o que faz.

Na exibição, a sala deve conter o nome da cadeira actual e da subsequente, com o respectivo intervalo de tempo (String), o número de ocupantes (int), a lotação (String), o curso (String), o dia da semana (char) e uma data (String). Além disso, a sala deve realizar as seguintes acções: efectuar a contagem das pessoas e indicar o estado de lotação.

É importante notar que se trata de um esboço apenas e, com base na descrição acima, apresenta-se na figura abaixo (figura 3.9) o que se pretende na “sala”.

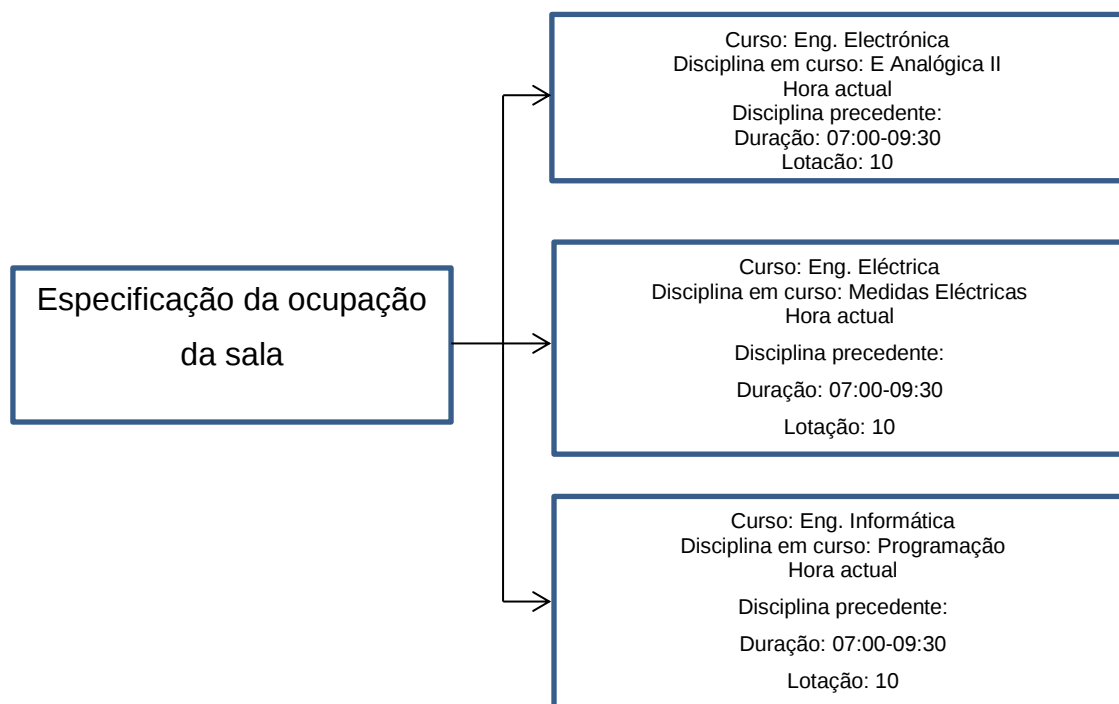


Figura 3.9. - Especificação da ocupação de uma sala.

⁷ Designa-se “sala” ao conjunto dos elementos a serem exibidos e às acções a serem executadas pelo sistema.

Os elementos e acções citados levam à descrição dos requisitos do sistema.

Os requisitos do sistema são uma forma de expressar as funções a ter. Estes requisitos ainda se dividem em funcionais (RF) e não funcionais (NF). Os requisitos percebidos para a elaboração do sistema, com base na ideia do autor, são demonstrados a seguir, nas Tabelas 3.1 e 3.2, respectivamente.

A Tabela 3.1 ilustra os RF do sistema para que atendam aos objectivos propostos.

Tabela 3-1. - Requisitos funcionais.

Identificador	Descrição	Depende de:
RF01	O sistema deverá permitir o cadastro do horário.	
RF02	O sistema deverá contar os ocupantes da sala.	
RF03	O sistema deverá exibir o horário e o estado de ocupação de sala.	RF01, RF02
RF04	O sistema deverá informar a percentagem de ocupação da sala.	RF02
RF05	O sistema deverá informar as disciplinas que decorrem nas salas durante as aulas e as disciplinas que decorrerão a posterior.	RF01
RF06	O sistema deverá estar sincronizado com a data e a hora em tempo real.	

Fonte: Autor

Atendendo à funcionalidade do sistema, declaram-se restrições, comportamentos, padronização e qualidades para o sistema.

Apesar de ser um requisito não funcional, a falha de não cumprimento pode tornar o sistema inútil na sua aplicação.

Por outro lado, a tabela 3.2 ilustra os requisitos não funcionais que o sistema deve possuir para que alcance os objectivos propostos.

Tabela 3-2. - Requisitos não funcionais.

Identificador	Descrição	Categoria	Depende
RNF01	O sistema deve possuir <i>interface</i> intuitiva que permita ao utilizador realizar suas actividades sem esforços.	Usabilidade	
RNF02	O sistema deve permitir o acesso por meio de teclado.	Portabilidade	
RNF03	O sistema deve ser capaz de se comunicar com o <i>Arduíno</i> e <i>sensores</i> para poder fazer as leituras.	Integrabilidade.	
RNF04	Pode ser instalado em locais impossíveis para cabos e facilita configurações temporárias e reparos;	Flexibilidade de instalação	RNF01
RNF05	Deve prover aos utilizadores, acesso à informação em tempo real em todas as salas;	Mobilidade	
RNF06	Pode ser configurado segundo diversas topologias de acordo com as necessidades do curso.	Escalabilidade	
RNF07	Pode se alterar o arranjo dos seus componentes lógicos e físicos.	Configurabilidade	
RNF08	Deve ser confiável de desempenhar as funções que lhe foram atribuídas, de modo exclusivo e correcto.	Estabilidade	
RNF09	O sistema deve permitir segurança contra choques eléctricos	Segurança	

Fonte: Autor

3.4 Variáveis do sistema

Para materializar o descrito no ponto anterior apresenta-se as variáveis.

As variáveis do sistema são criadas para manipular dados relativos ao ambiente e convertê-los em informações necessárias do sistema. Estas podem definir um ou mais valores que são manipulados pelo programa enquanto o sistema estiver em execução.

Na necessidade de entender as variações do número de pessoas na sala, inserir diversos dados de horário e de visualizar os dados obtidos, utiliza-se as variáveis descritas na tabela abaixo.

Tabela 3-3. - Variáveis do sistema.

Nome do dispositivo I/O	Tipo de I/O	Tipo da variável	Descrição
Sensor 1	Entrada	Bit	Capta a presença de uma pessoa.
Sensor 2	Entrada	Bit	Capta a presença de uma pessoa.
Sensor 3	Entrada	Bit	Capta a presença de uma pessoa.
Sensor 4	Entrada	Bit	Capta a presença de uma pessoa.
Teclado	Entrada	String	Por onde faz-se o cadastro.
Mostrador	Saída	String	Onde exibe-se toda a informação.
Led vermelho	Saída	Bit	Indicação da superlotação.
Led Amarelo	Saída	Bit	Indica o limite de lotação.
Led Verde	Saída	Bit	Indica uma situação normal.

Fonte: Autor

As variáveis apresentadas na tabela acima (Tabela 3.3) são classificadas de acordo com o tipo de dados (entrada ou saída) e o tipo da variável (Bit ou String), facto extremamente importante no tratamento das mesmas durante o desenvolvimento do sistema. Um desses tratamentos encontra-se no subtópico 3.4.1, colocado como anexo, onde se apresenta de forma resumida os passos para o desenvolvimento do código.

3.5 Testes e adaptações do protótipo

Após a apresentação do modelo de uma sala (Apêndice B), a descrição dos requisitos e a programação, sucede as conexões físicas de cada elemento, tanto a nível do *Proteus* (software de simulação) quanto na prática. E, de modo a ser objectivo, faz-se uma descrição dupla do circuito, na simulação e na prática.

A princípio descreve-se os principais componentes para a automatização do sistema, onde cada um merece uma atenção especial na especificação da escolha e do modo de operação, conforme é apresentado no Subtópico 3.5.1.

3.5.1 Escolha dos componentes

3.5.1.1 Escolha do Arduíno

Uma das primeiras preocupações para o desenvolvimento de projectos desta natureza é a escolha do dispositivo controlador, contudo isso não é trivial. No caso vertente analisou-se a possibilidade do uso de um PLC, porém observou-se vários inconvenientes ao longo do desenvolvimento para a aplicação que se propôs.

Um dos factores marcantes é a aplicação do dispositivo a nível industrial, ou seja, o dispositivo é tão extensivo desde a aplicabilidade até a questões financeiras, para a aplicação que lho é sugerido. Outro grande impasse surge no uso de IHM (Interface Homem-Máquina), visto que a quantidade e o valor de IHMs a serem montados inviabilizavam drasticamente o projecto. Apesar das grandes vantagens que apresenta em outros contextos, como robustez, segurança, etc., optou-se por migrar para o microcontrolador.

Nos microcontroladores optou-se pelo Arduíno, facto acarretado por ser uma plataforma de “fonte aberta”⁸ e apresentar relativamente uma boa relação custo/benefício.

Entretanto, a utilização do Arduíno propiciou uma fácil integração de todos os dispositivos do sistema e obteve-se os mesmos resultados que teriam sido obtidos caso o projecto tivesse sido executado com o uso de outros microcontroladores, que teriam de ser esquematizados com diversos outros componentes para atingir o mesmo propósito.

No entanto, essa escolha não demonstra ser suficiente, pois ainda tinha que se especificar o tipo de microcontrolador Arduíno a utilizar.

Nesse âmbito optou-se pelo Arduíno Mega, que é relativamente poderoso em termos de velocidade e número de pinos de entrada e saída.

Segundo a folha de dados, o Arduíno Mega 2560 é uma placa microcontroladora baseada no ATmega2560, constituída por 54 pinos de entrada/saída digital (dos quais 15 podem ser usados como saídas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, um conector de alimentação, um conector ICSP e um botão de *reset*.

O Arduíno Mega 2560 conecta-se a um computador por um cabo USB ou alimenta-se com um adaptador AC-to-DC ou bateria.

⁸ Código disponível para a sua utilização incluindo a modificação.

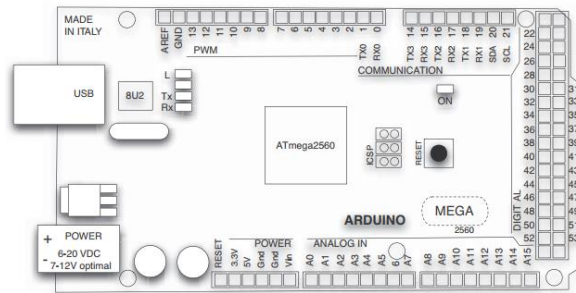


Figura 3.10. – Arduino Mega 2560.

Fonte: Evans, Noble e Hochenbaum (2013)

Escolhida a plataforma Arduino ideal para este projecto, olhou-se para a conexão com os módulos LCD, teclado, relógio, LED, regulador de tensão e os sensores, o que se tornou relativamente simples pela utilização das bibliotecas que foram extremamente imprescindíveis, facto, aliás, que torna o Arduino uma escolha interessante. As placas de circuito contendo outros dispositivos estendem o Arduino, facultando funcionalidades adicionais.

3.5.1.2 Escolha do LCD 128x64

O LCD torna-se aplicável graças a um conjunto disponível de bibliotecas de código para LCDs que tem uma grande lista de recursos.

A escolha da sua utilização deve-se ao facto de funcionar por *pixéis* ao invés de caracteres definidos, possibilitando a exibição de qualquer tipo de caracteres, tamanho ou fonte e dinamizando muito o projecto.

Além de escrever texto permite, dentre várias funções, acender ou apagar *pixels* individuais, apagar blocos específicos, controlar a luz de fundo e ajustar a velocidade de comunicação, por um lado. Por outro lado, suporta uma área de exibição gráfica de 64x256 pontos para exibição gráfica e uma exibição do modo misto com caracteres e dados gráficos.

A este acopla-se o resistor com resistência variável, cuja função é de ajustar o brilho do display dando maior ou menor intensidade dependendo da resistência.

Apesar da placa ST7920 suportar o protocolo SPI, que funcionam com pinos marcados ou bem definidos, possui designações de pinos completamente diferentes, SPI's CLK, que são suportados pelo pino “E”. Os dados são suportados pelo pino “R/W” e Chip Select pelo pino “CS”. Isto deve-se ao facto do SPI não ser mapeado por hardware, ou seja, o protocolo não requer pinos específicos do Arduino. No entanto, os pinos do Arduino usados para conectar CLK, dados e CS precisam ser declarados no programa.

3.5.1.3 Escolha dos sensores

Escolhido o sensor de acordo com a classificação e as características em Subtópico 2.5.1 e 2.5.2, discute-se o método a ser utilizado para se efectuar a contagem, visto que o mesmo espaço serve de entrada e saída, e um sensor é insuficiente para o efeito. Isso ocorre porque o sensor simplesmente detecta a passagem, porém não indica o sentido tomado.

Utilizando dois sensores, supera-se o impasse anterior, pois dependendo da ordem em que são activados, determinar-se-á o sentido da passagem e, conseqüentemente, ocorrerá o incremento ou decremento sem problema algum. Contudo, torna-se igualmente ineficiente por causa das falhas ou casos que são apontados como anormais neste trabalho. Esses casos consistem em uma pessoa tender a entrar ou sair e activar o primeiro sensor e, por um motivo qualquer, voltar. Nessa situação, o sensor retém o estado activado, não mudando porque a pessoa voltou, e se o mesmo fenómeno verificar-se para a pessoa que está do outro lado da sala, ambos terão activado os dois sensores na ordem de entrada ou saída, dependendo de como ocorreu, o que será entendido como incremento ou decremento, enquanto na prática a acção foi neutra.

À vista disto migra-se para um sistema de 3 sensores, que analogamente apresenta o mesmo problema de desistência após uma tentativa de passagem. Neste caso, a leitura de entrada ou saída é feita pela activação dos 3 sensores, na ordem em que forem colocados. Só que se uma pessoa activar um sensor em uma das extremidades e desistir de passar, isto é, voltar e a outra activar os dois sensores na outra extremidade e voltar, o sistema considera uma acção de incremento ou decremento dependendo do sentido. Para melhor percepção dessa lógica verifica-se a seguinte tabela de verdade.

Tabela 3-4. – Tabela de verdade de 3 sensores

S1	0	1	0	1	0	1	0	1
S2	0	0	1	1	0	0	1	1
S3	0	0	0	0	1	1	1	1
Acção	X	A	X	B	B	X	A	X

Fonte: Autor

A acção “X” não tem relevância, podendo representar um caso normal de funcionamento ou um caso impossível.

Repara-se na acção “A”, que considerando o sentido da esquerda para a direita vai incrementar ou decrementar e analogamente a acção “B” tem a mesma propriedade.

Para dizer que perante a junção dos casos com A e com B, tem-se uma acção normal de contagem, o que seria um erro do sistema.

Para implementar um sistema mais eficiente de contagem bidireccional utilizando os sensores infravermelhos aumenta-se mais um sensor e retorna-se à ideia dos dois sensores, que são aplicados para incrementar ou decrementar e os outros dois servem de sensores de *reset*.

A ideia básica dessa implementação consiste em colocar os dois sensores de *reset* nas extremidades e os dois de contagem na parte central, de tal modo que ao passar pelo primeiro sensor, este active o *reset* limpando todos os estados activos nos demais sensores, e a posterior contar-se normalmente nos dois sensores subsequentes que, após incrementar ou decrementar, a pessoa passa pelo quarto sensor que volta a limpar os estados anteriores. Caso a pessoa chegue ao segundo sensor e desista, voltando, activará novamente o sensor de *reset* que vai limpar os estados anteriores, permitindo que a entrada por um lado não influencie no outro. Na mesma ordem de ideias, se a pessoa chega ao terceiro sensor, haverá uma acção de incremento ou decremento, porém se no mesmo ponto a pessoa decide recuar, logo no sensor anterior desfaz-se o efeito, e finalmente resolve-se o problema de contagem.

Por causa do *reset* não há como analisar as hipóteses do caso de 3 sensores em que se activa os sensores de ambos os lados, pois este não permite a retenção de estado.

Quanto ao teclado matricial, a sua escolha deve-se a necessidade de um maior número de botões e a escolha de LEDs foi pela luminosidade que apresentam.

Em geral, os dispositivos utilizados para este sistema operam a uma tensão regulada de 5v CC, com o Vcc e GND conectados ao Arduino, exceptuando os LEDs que operam a uma tensão de 220v AC.

No que concerne aos dados, vigora um tratamento de dados digitais, isto é, as funções de leitura e escrita de dados são digitais. Todos os pinos *PWM* são de 8 bits, com uma corrente em torno 40mA a 100mA e as conexões na simulação são as mesmas que na prática. Para os sensores flui uma corrente não inferior a 20mA, uma distância de actuação de 2-40cm e um ângulo efectivo de 35°.

3.5.2 Simulação do circuito do sistema no ISIS Proteus 8.9

Procedendo ao teste por meio do monitor serial, não se verificou problemas, pois todo o código comportou-se como o esperado.

Para possibilitar as ligações e simulações do circuito do sistema, fez-se o uso da plataforma *ISIS Proteus 8.9*, conforme indicado na figura 3.12, que consiste em um *software* que permite o desenho e simulação de *hardware*.

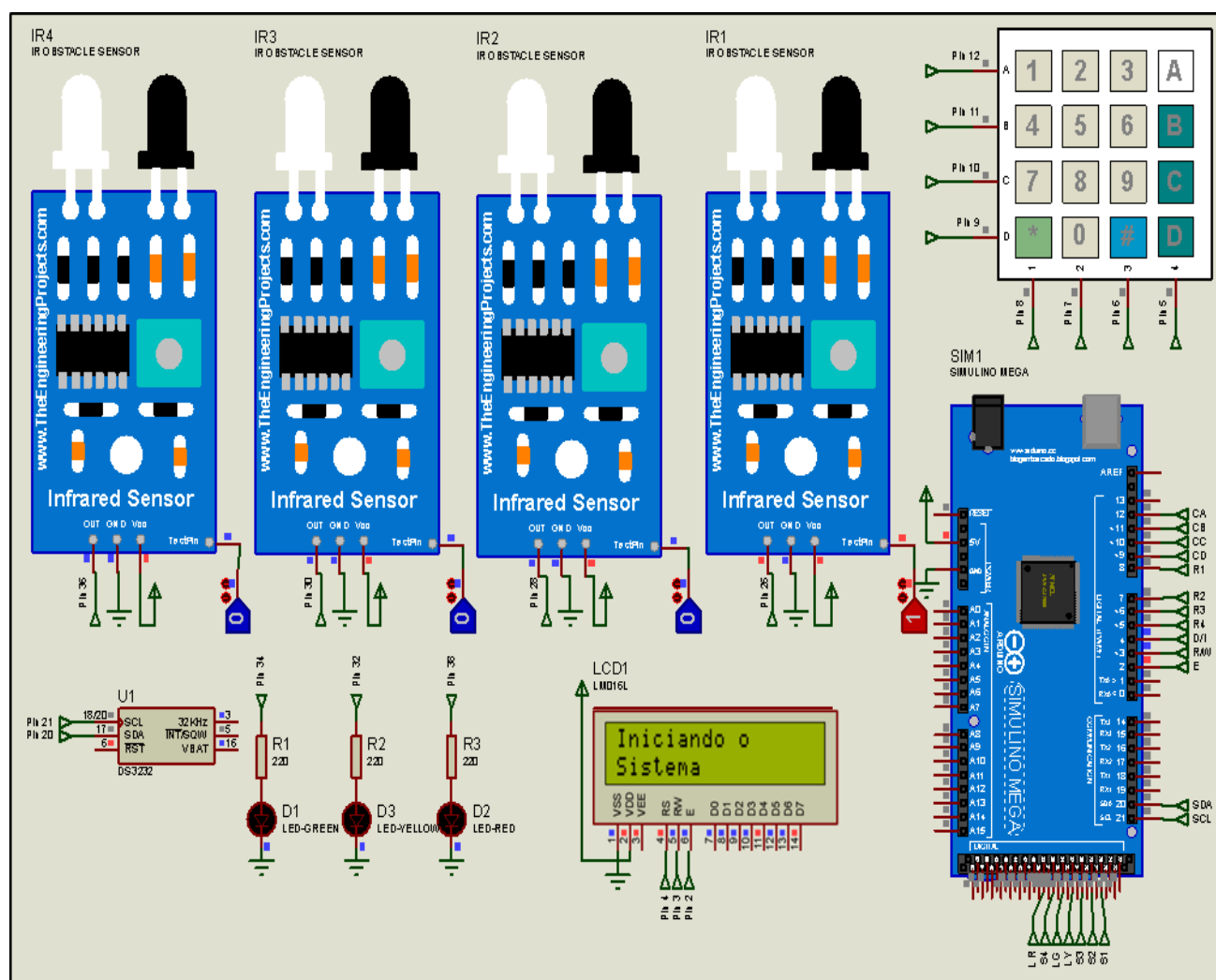


Figura 3.11. - Simulação do circuito do sistema no ISIS Proteus 8.9.

Fonte: Autor

3.5.3 Simulação do circuito do sistema na placa de teste

Montou-se o protótipo em uma *protoboard*⁹ de forma a verificar o funcionamento.

Nesta etapa, por motivos financeiros e de prudência, utilizou-se botões no lugar dos sensores para se efectuar as simulações. Esse arranjo não apresenta problemas tendo em conta que o principal interesse é a mudança de estado, com a diferença de ter que fazer uma pressão manual nos botões, e o efeito é relativamente o mesmo.

⁹Placa de montagem

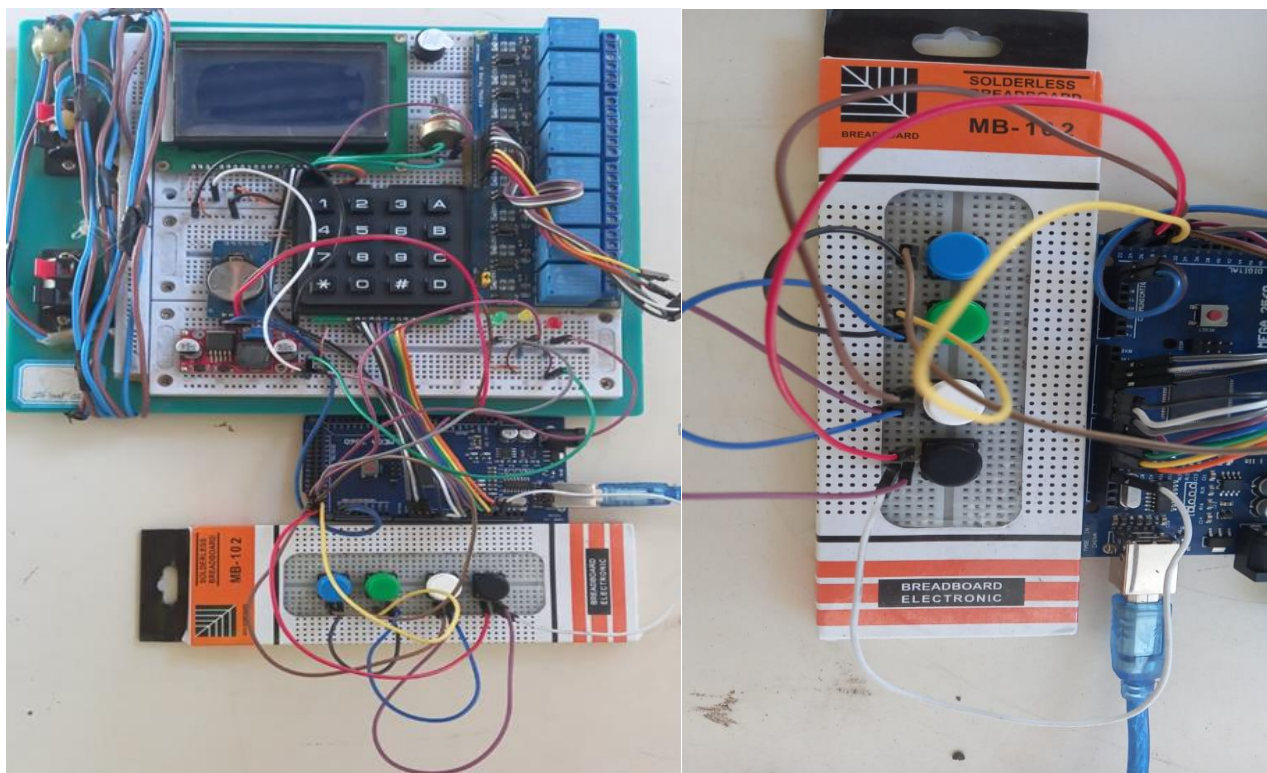


Figura 3.12. – Protótipo.

Fonte: Autor

Outras adaptações tiveram que decorrer na inserção de dados pelo facto de se ter optado por inserção via teclado para permitir um maior dinamismo com o utilizador e, consequentemente, a não dependência de um especialista na configuração e reconfiguração dos dados, cumprindo com os requisitos não funcionais (tabela 3.2).

Na tabela em destaque estão detalhados todos os números a serem utilizados em cada janela de configuração. Isso facilita ao utilizador, pois este precisa saber o que o sistema faz e não como exactamente o faz (o que um sistema faz é sempre mais importante do que como faz). Neste caso, se porventura inserir dados fora do descrito, ou um valor fora do estabelecido, o sistema simplesmente não executa comando algum.

Para se garantir valores reais na contagem, foram feitos testes de instalação dos sensores e verificou-se que a altura de melhor precisão é de 80cm em relação ao nível do chão, evitando assim que o sensor capte a passagem das pernas ou dos braços, o que faria com que na passagem de uma única pessoa o sensor efectuasse várias leituras.

Após todos os testes e com as favoráveis conclusões tiradas, procede-se à montagem do sistema, tal como se ilustra em Apêndice C.

3.6 Princípio de funcionamento do sistema

Para o funcionamento do sistema é necessária uma alimentação da placa do microcontrolador Arduíno, que segundo a sua folha de dados (vide anexo 2), deve ser de 5 volts. Além do microcontrolador, alimenta-se os demais componentes com 5 volts. No entanto, para os dispositivos externos, a tensão é mantida pelo regulador de tensão que a fixa dentro dos limites exigidos pelo sistema.

No caso particular do RTC, conecta-se uma bateria que permite com que os dados fiquem armazenados mesmo com a falta de energia. Além disso, o módulo é capaz de detectar falhas de energia e, conseqüentemente, accionar a bateria para evitar que os dados sejam perdidos. O módulo também é capaz de ajustar automaticamente o fim dos meses que possuem menos de 31 dias, fazer a correcção de ano bissexto, e funciona tanto no formato de 12 horas quanto de 24 horas.

Alimentado o sistema, procede a inserção de dados correspondentes às horas em que as aulas decorrem, os nomes das cadeiras, os cursos, entre várias outras informações inerentes ao horário que são inseridas via teclado, e a posterior são exibidas no LCD.

Esses dados encontram-se na memória do Arduíno, configurados ao longo da programação. Praticamente, no teclado ocorre a sua organização/categorização.

No subsistema de contagem detecta-se a passagem das pessoas por meio dos 4 sensores infravermelhos acoplados à porta, onde cada sensor consiste em barreiras infravermelhas emitindo luz de um lado ao outro. Quando a luz é interrompida por ocasião da passagem de uma pessoa, o contador verifica se está a entrar ou a sair. Essa verificação deve-se ao facto do contador possuir um par de sensores centrais, onde quando uma pessoa passa indica um incremento ou decremento dependendo do sentido.

Não esquecendo casos anormais de funcionamento, propôs-se o uso de mais dois (2) sensores (externos) que fazem o “reset”, permitindo uma contagem normal.

Por fim, toda a informação do horário e da contagem é exibida no painel electrónico.

No caso do número de ocupantes da sala, acusa-se a sua lotação a partir de LEDs, de forma a nortear as pessoas para que possam aderir ou não às salas do DEEL.

O conjunto de LEDs constitui uma advertência visual agregada ao sistema, que consiste em um conjunto de três (3) LEDs. De acordo com a contagem, o LED verde fica ligado para valores menores que a lotação máxima estipulada, o amarelo ligado para lotação máxima e, por fim, o vermelho mantém-se ligado para valores acima desta, sendo que para cada uma dessas acções os demais LEDs encontram-se desligados.

3.7 Orçamento

Os preços da tabela são baseados no mercado nacional e internacional, pois alguns produtos careceram de importação.

O valor e a quantidade do material para a realização do projecto encontram-se detalhadamente descritos na *tabela 3.5*.

Importa salientar que para o material importado tomou-se como base o câmbio do dia 05/03/2023, de uma unidade de moeda estrangeira (1 USD) corresponde à 63.25MZN, segundo o boletim de câmbio do Banco de Moçambique a vigorar nesta data, no poder de compra.

Tabela 3-5 - Preços do material necessário para o projecto.

Material	Quantidade	Preço (MZN)
LCD	1	1.500,00
Potenciômetros	1	50,00
PCB	1	300,00
Relógio e pilhas	1	450,00
Conectores	1 Unidade	300,00
Reguladores de tensão	1	300,00
Terminal Block	1	60,00
Diversos	-	250,00
Teclado	1	250,00
Sensores	4	800,00
Arduíno Mega 2560	1	950,00
Relé	4	1000,00
Subtotal	13	5.210,00
Contingência	-	790,00
Total	-	7.000,00

Fonte: Autor

4 Capítulo 4: Análise e discussão de resultados

4.1 Análise e discussão de resultados

Nas secções anteriores foi descrito com sucesso o modelo actual de elaboração de horários, facto que foi facultado pelo manual de procedimentos de gestão do processo pedagógico, onde se descreve os modelos de gestão académica vigentes na UEM.

Entretanto, não houve necessidade de ajustes ou adaptações da elaboração de horário da FE_UEM, visto que das entrevistas feitas aos directores de curso, estes são elaborados com base num modelo tomado como convencional.

De seguida, identificou-se os requisitos funcionais para o sistema, que por ordem das necessidades foram relativamente simples de nomear.

No referente ao desempenho dos dispositivos, tem-se, primeiro, a placa microcontroladora, onde a princípio foi utilizado o Arduíno Nano pelos motivos descritos na revisão de literatura (cf. Subtópico 2.3.2. e a Tabela 2.1). Contudo, por ter saturado a memória antes de se concluir a programação, conforme comprova-se na figura. 3.14, inviabilizou o uso desta versão e, conseqüentemente, alterou-se para uma versão com um processador de maior capacidade, que é o Arduíno Mega 2560.

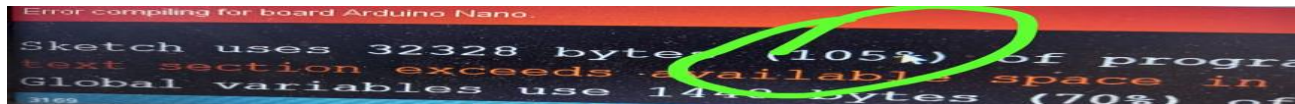


Figura 4.1. - Espaço do armazenamento do programa para Arduíno Nano.

Fonte: Autor (Plataforma IDE do Arduíno)

```
0 sketch usa 196308 bytes (77%) de espaço de armazenamento para programas. O máximo são 253952 bytes.  
Variáveis globais usam 1626 bytes (19%) de memória dinâmica, deixando 6566 bytes para variáveis locais. O máximo são 8192 bytes.
```

Figura 4.2 - Espaço do armazenamento do programa para Arduíno Mega 2560

Fonte: Autor (Plataforma IDE do Arduíno)

Segundo, o LCD utilizado na simulação é diferente daquele que é usado na prática, porque uma versão de LCD inferior a 128x64 poderia executar a mesma tarefa, porém não com a mesma eficácia, pois a utilização de caracteres condicionaria a organização das informações, o que, de alguma forma, dificulta na programação e baralha na visualização. Além disso, o sistema de texto corrido não é muito viável quando a intenção é exibir uma elevada quantidade de informações e não permite a escalabilidade, violando um dos requisitos não funcionais do sistema (vide a tabela 3.2).

De forma a expandir, aplica-se o módulo I2C que permite ligar vários displays ao Arduíno.

No mesmo contexto, a utilização da resistência de 220Ω no pino A (+), conforme sugerido na folha de dados, fez com que o LCD não exibisse os caracteres, mudando-se para $10K\Omega$ pela limitação de corrente que esta oferece.

Terceiro, os sensores, ao detectarem uma desistência num ponto intermédio, anulam o efeito e o sistema de contagem continua a funcionar normalmente.

E estes apresentam entre si a mesma resposta de sensibilidade, ainda que sob condições diferentes. Notou-se também que grande sensibilidade não garante grande precisão, mas aumenta a probabilidade de se conseguir alta precisão. Contudo, pode aumentar a possibilidade de haver interferências e captação de ruídos.

Alguns detalhes técnicos a ter em conta são de que o sensor possui um potenciómetro que controla a frequência do sinal, utilizado no caso de haver interferência de infravermelho com outras fontes de infravermelho, sendo que, do contrário, não se aconselha a sua alteração.

Quarto, o teclado permite navegar em todos os campos de selecção dos dados do horário, seleccionando os pretendidos para o cadastro.

No que tange aos problemas da programação verificados no funcionamento dos dispositivos, o ponto focal da discussão é o *delay*. Esta característica torna-se um problema ao monitorar vários sensores ao mesmo tempo, pois ao colocar determinado tempo num dos sensores e o mesmo disparar, só se pode interromper o seu accionamento após o código retomar sua sequência, isto é, para casos programados para accionar por mais tempo, não há como desabilitar até que esse tempo termine e o código retome a sua sequência. Dito isso, a solução encontrada para este problema é utilizar o *mills* no lugar do *delay*. O *mills* não segue toda a sequência do programa, simplesmente retorna o tempo que decorreu desde o início do programa.

Generalizando, com esse feito, obteve-se um sistema em que são inseridos dados via teclado e de sensores que são processados accionando LEDs e exibidos no LCD.

Com isso verifica-se alto grau de satisfação em relação aos objectivos do trabalho no que diz respeito à redução de esforços, onde isso é verificado recorrendo à técnica de comparação do antigo método de cadastro de horários e o desenvolvido neste trabalho.

Por fim, de salientar que durante o desempenho do sistema, as faixas de operação estabelecidas na folha de dados são mais largas que a relativa operação. Este facto deve-se à influência por vários factores, como temperatura do processo e ambiente, condutividade eléctrica, alimentação e ruídos externos.

4.2 Aspectos tecnológicos

Para a transferência de dados (programa), conecta-se a placa Arduino ao computador, que simultaneamente irá fornecer energia à placa utilizando o cabo *type B* (cf. Figura 3.10). E para conexões entre dispositivos internos utiliza-se o cabo flexível, por possuir relativamente menor área de secção transversal ($0,75\text{mm}^2$) e, conseqüentemente, menor consumo de corrente, sendo ideal para este projecto.



Figura 4.3. - USB (type B)¹⁰, Cabo flexível.¹¹

4.2.1 Alimentação do sistema

O sistema possui conjuntamente a conexão ao fornecimento fotovoltaico de energia e a rede eléctrica. O sistema fotovoltaico está acoplado a uma bateria que armazena energia para utilizar no caso de insuficiência ou uma queda de energia. Quando se esgota a energia armazenada na bateria, transmuda-se manualmente para a rede eléctrica de energia, o que torna o sistema relativamente eficiente quanto à alimentação do circuito.

4.2.2 Especificação de segurança

Para excluir perigos a pessoas e equipamentos leva-se em consideração a protecção contra choques eléctricos e temperaturas excepcionalmente elevadas, de forma que o sistema responda adequadamente a distúrbios dessa natureza que porventura venham a ocorrer. Posto isto, classifica-se a temperatura adequada ao funcionamento para que o sistema não provoque super aquecimento devido ao efeito Joule.

Tabela 4-1. -Temperaturas de Operação.

Influencia	Condições de operação normal	Limites de operação
Temperatura do sensor IF	0°C a +70°C	-65°C a +150°C ¹²
Temperatura do LCD	-20°C a +85° C	-55°C a +125°C
Temperatura do regulador de tensão	-40°C a +125°C	-65°C a +150°C
Temperatura do Arduino	-55°C a +125°C	-65°C a +150°C

Fonte: Autor

Importa dizer que os valores mencionados são teóricos e não são atingidos na prática.

¹⁰<https://www.onlogic.com/company/io-hub/usb-type-c-and-usb-3-1-explained/>

¹¹ Autor

¹² Essa temperatura é do AmpOp embutido no sensor

5 Capítulo V – Considerações finais e recomendações

5.1 Conclusão

Como se pode verificar, tanto com o protótipo, quanto pela implementação, com base nos instrumentos de suporte referidos na metodologia, consolidaram-se e sistematizaram-se as várias etapas de modo a desenvolver um sistema automatizado de horário académico e ocupação de salas de aulas, concretizando o enfoque deste trabalho.

No que tange ao primeiro objectivo específico, foi alcançado sem sobressaltos, pois descreveu-se o modelo actual de elaboração de horários e a respectiva ocupação de salas. Para o alcance deste, notou-se que é imprescindível a intervenção dos actores do processo de gestão pedagógica empregando os instrumentos de gestão académica, nomeadamente a planificação, implementação, monitoria e avaliação. Esses instrumentos têm uma função facilitadora visando orientar, acompanhar e avaliar as diversas etapas de elaboração dos horários vigentes na UEM com vista à racionalização dos recursos, optimização dos resultados e execução em prazos determinados e etapas definidas.

Na sequência, foram identificados os requisitos funcionais, facto que culminou com a elaboração do sistema que apresenta uma interface amigável em que o utilizador poderá alterar os dados por meio do teclado e visualizá-los por meio de um mostrador.

Além disso, obteve-se um sistema com maior nível de qualidade, maior flexibilidade, menores perdas materiais e de energia e que apresenta a funcionalidade desejada com possibilidade de escalabilidade.

Finalizando, foram descritos os principais componentes onde se verificou que para o processamento de dados, o Arduíno Mega 2560 apresenta-se como o ideal dentre os demais controladores, demonstrando o seu potencial pela capacidade de processamento e elevado número de pinos de entrada e saída de dados.

Agregou-se outros componentes com vista à extensão e obtenção de funcionalidades complementares ao sistema proposto e a sua escolha foi facultada pela padronização com a plataforma Arduíno e propiciou a redução do tempo de execução do trabalho.

Portanto, de modo geral, a automatização de horário académico e ocupação de salas de aulas optimiza os procedimentos de gestão nas unidades orgânicas da FE_UEM, e simplifica a gestão pedagógica concernente aos horários, assegurando que se desenvolvam as competências gerais e específicas definidas no quadro curricular da UEM, nos curricula dos cursos.

5.2 Inconvenientes do sistema

A contagem é feita de forma unitária, não possibilitando o uso deste sistema em locais com duas ou mais pessoas passando simultaneamente pela porta.

Em casos anormais de contagem, não existe um método automático de reajuste, apresentando a partir daí dados viciados.

Requer manutenção correctiva, preventiva ou predictiva e ajustes periódicos de modo a manter-se exacto;

No caso de uma outra turma ocupar o espaço, o sistema mantém os dados padrão, não reconhecendo mudanças ou momentos em que a sala é ocupada, tornando nesse contexto um sistema estático.

5.3 Aplicação

Nem todas as aplicações deste sistema poderão ser listadas, todavia as principais estão relacionadas com o campo de aplicação deste modelo e locais com esse perfil. Há muitas outras aplicações, das mais simples a complexas, dependendo do propósito final.

Após a concepção do sistema, verificou-se pontos estratégicos inerentes à sua aplicação, a saber:

- Para o cadastro e exibição de informações, garantindo a sua disseminação;
- Para auxiliar a administração da FE_UEM, em técnicas de comunicação interpessoal e de massas;
- Para restringir ou definir o perfil de acesso e direccionar as pessoas;
- Fora estes, pode citar-se a aplicação em locais com a necessidade de detecção de superlotação, estimativa do fluxo, a contabilização do número de pessoas, etc.

5.4 Recomendações e projectos futuros

Para que este sistema seja utilizado sem causar problemas e com o máximo de aproveitamento do seu potencial, existem algumas mudanças de conduta ou inclusões de hábitos a serem adoptadas, tais como fazer manutenções constantes, passar uma única pessoa de cada vez e não viciar o sistema.

Todavia, a manutenção criteriosa, utilizando componentes originais e conservando o sistema, não melhora a precisão fornecida quando novo, porém evita que se degrade e ultrapasse os limites pré-estabelecidos. Deste modo, é crucial respeitar os limites de operação para que o sistema não se danifique.

Respeitando-se estas recomendações e fazendo bom uso do equipamento, pode garantir-se o funcionamento adequado e eficiente do sistema.

A tecnologia está em constante evolução, sendo assim existe sempre uma necessidade de haver estudos de forma a tornar os sistemas mais flexíveis, acessíveis e com qualidade. Desta forma para trabalhos futuros propõe-se:

- A implementação de melhorias como: inserção de um sistema de reconhecimento dos utilizadores da sala conjuntamente a uma base de dados que permita o envio de relatórios, relativos a faltas, atrasos, tendências a frequentar algumas aulas em detrimento de outras ou em períodos específicos, acesso a áreas restritas, etc.
- A adição de dispositivos de monitoramento que possibilitem acompanhar em tempo real as actividades a serem desenvolvidas ao nível do campo, possibilitado pelo sistema SCADA via Arduíno OPC Server ou outra tecnologia adequada;
- Um sistema integrado de planificação pedagógica que não só permita a interacção entre os actores desta actividade, mas que possibilite a execução e a gestão dos instrumentos que compõem esta actividade, por meio de sistemas automatizados;
- Adição de instrumentos estatísticos que para além de simplesmente exibir informações, podem ser utilizados para fornecer essas informações aos gestores para a tomada de decisão;
- A conexão ao sistema web/wi-fi/Bluetooth para a difusão de informações;
- Permitir accionamentos eléctricos, o que pode ajudar na economia de energia;
- Gerenciá-los remotamente através de uma interface computadorizada;
- Desenvolver um subsistema de envio de alertas SMS para casos de accionamento do alarme de lotação ou de detecção de algum erro de sistema;
- Exibição de uma cadeira não listada e volta ao loop principal após terminar.

5.5 Impacto social, ambiental e económico

O impacto económico, social e ambiental constitui o último instrumento de análise deste trabalho. A apresentação desses impactos tem como alicerces as previsões de funcionamento do sistema, e orienta-se pelos resultados da afectação de recursos.

Neste contexto, as acções programadas serão analisadas pela meta física, a localização geográfica e o universo de beneficiários.

Iniciando pelo planeamento pedagógico, qualquer sociedade deve responder às marcas e aos valores dessa sociedade. Só assim é que pode funcionar o processo pedagógico, ora como força estabilizadora, ora como factor de mudança.

Assim, olhando para FE_UEM, o sistema cria uma força de mudança tendendo à adesão da tecnologia para a execução de seus processos, respondendo à preconização de faculdade de engenharia.

Nessa perspectiva, aponta-se para o desenvolvimento de uma cultura que afecta directamente o ritmo das transformações académicas e muda o comportamento e as expectativas visando uma acção criadora, inovadora, empreendedora e iniciativas favorecendo o lema “ensino centrado no estudante” e não simplesmente “aceitar receitas”. Isso remete à ideia de que nem todos os processos académicos devem ser encarados como actividade a ser realizada apenas pela administração, a não ser que haja vontade de se excluir segmentos comunitários da participação nesse processo.

Como tal, reinventar a FE_UEM para atender às demandas de um perfil institucional mais moderno, conjuntamente a um novo perfil de estudante que é mais crítico e dinâmico.

Visto de outro modo, a implantação deste sistema impacta na relação com as outras IES, tornando-se competitiva em apostar em tecnologia e inovação. Atenção que essa mudança pode acentuar assimetrias, já que a nova lógica favorece instituições tecnologicamente avançadas e isso não é só um desafio social, comercial ou de outra natureza, mas um imperativo estratégico.

Quanto aos utilizadores no ambiente académico, melhora na atenção e concentração dos docentes e estudantes e, conseqüentemente, mais comprometimento no processo de ensino-aprendizagem. Está claro que a atenção é uma das principais aliadas na percepção do que nos rodeia, na compreensão e na aquisição do conhecimento, principalmente para a compreensão e execução de algo mais complexo. E o maior impacto está na eliminação das barreiras que interferem a atenção dos estudantes e melhoria massiva do desempenho académico dos estudantes.

Também impacta na racionalização de custos¹³ de produção, visto que o sistema apresenta relativamente um alto valor inicial para a instalação, porém, diferentemente do sistema rudimentar, este não requer um investimento contínuo para a aquisição do material como seria o caso de materiais de leitura que precisam ser impressos em massa.

Nesse mesmo ponto um impacto significativo sobre a redução de custos é assistido pela utilização do painel solar como fonte alternativa de energia, como o impacto ambiental pela produção de energia limpa demandada nos últimos tempos.

Associado à racionalização de custos, obtém-se paralelamente maior nível de qualidade e flexibilidade realizando cada vez mais tarefas simultâneas, menores perdas materiais e melhor planejamento, praticidade e facilidade nas interações humanas com o sistema.

Porque um impacto não é necessariamente positivo, existem pontos negativos impactados pela criação desse sistema como em casos da sua utilização implicar em problemas como consumo de energia eléctrica. Ainda que em porções bem reduzidas relativamente à sua aplicação, vai acarretar custos de energia eléctrica.

Por outro lado, é sabido que a tecnologia está cada vez mais presente na vida das pessoas pelos benefícios que oferece; no entanto, a adesão em massa aos sistemas pode gerar consequências no meio ambiente.

Cria-se uma poluição pelos materiais das estruturas dos dispositivos, como o plástico que constitui um empecilho para uma vida mais sustentável pela demora na decomposição do material.

O outro material é o utilizado na bateria, por exemplo; este pode liberar vários componentes tóxicos capazes de contaminar o solo ao se desfazer dos componentes em locais incorrectos. Além do ambiente, os químicos liberados podem trazer consequências ao ser humano, tais como intoxicação, câncer, inflamação no pulmão, entre outras.

Ainda no contexto ambiental, apesar da advertência visual ter sido uma das proposta na concepção desse sistema, impacta no meio ambiente criando uma poluição visual com as luzes que estarão acesas e/ou alternando as cores.

Generalizando, todo o aspecto do impacto da implantação do sistema poder-se-á assegurar equilíbrio nas três vertentes da sustentabilidade, a económica, social e ambiental, o que é uma exigência dos utilizadores.

¹³Ver a tabela 3.5.

Bibliografia

- Arduino. (2022). Retrieved Outubro 2022, from Arduino: <https://www.arduino.cc/>
- Banzi, M. (2011). *Getting Started with Arduino* (Second Edition ed.). O'Reilly Media Inc.
- Boylestad, R. L. (2012). *Introdução à análise de circuitos* (10 ed.). (J. L. do Nascimento, Trans.) São Paulo: PEARSON Prentice Hall.
- Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2004). *Dispositivos Eletrônicos e teoria de circuitos* (8 ed.). (R. M. Simon, Trans.) São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- DE MORAES, C. C., & CASTRUCCI, P. D. (2010). *Engenharia de Automação Industrial* (2ª Edição ed.). Rio de Janeiro, Brasil: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.
- Evans, B. (2011). *Beginning Arduino Programming*. EUA: Technology in Action.
- Evans, M., Noble, J., & Hochenbaum, J. (2013). *Arduino em acção* (1 ed.). (R. Prates, Ed.) Novatec.
- FLOYD, T. L. (2007). *Sistemas digitais: fundamentos e aplicações* (9 ed.). (J. L. do Nascimento, Trans.) Porto Alegre: Bookman.
- Groover, M. P. (2011). *Automação industrial e sistemas de manufatura* (3 ed.). Brasil: Pearson Education do Brasil.
- Jr., S. L., & Silva, R. A. (2015). *Automação e Instrumentação Industrial com Arduino: Teoria e Projectos* (1 ed.). São Paulo, Brazil: Érica.
- McRoberts, M. (2011). *Arduino básico* (Primeira ed.). (R. Prates, Ed., & R. Zanolli, Trans.) São Paulo: Novatec Editora.
- Nelson, V. P., Nagle, H. T., Irwin, J. D., & Carroll, B. D. (1995). *Digital Logic Circuit Analysis and Design*. New Jersey: Prentice Hall.
- PADILHA, P. R. (2001). *Planeamento Dialógico: Como Construir o Projeto Político-Pedagógico da Escola* (Vol. 7). São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire.
- Parede, I. M., & Gomes, L. E. (2011). *Eletrônica-Automação industrial* (Vol. 6). São Paulo: Fundação Padre Anchieta.
- Quesada, R. C. (2017). *Controle e automação de processos industriais*. editora Londrina S.A.
- UEM. (2015). *Manual de Procedimentos de Gestão do Processo Pedagógico*. (D. P. Trabalho), Ed.) Maputo: Imprensa Universitária.

Outras bibliografias consultadas

EVANS, M.; NOBLE, J., & HOCHENBAUM, J. **Detecção de objetos**: Escolhendo um sensor ultrassônico. *Arduino em ação*. São Paulo: Novatec, 2013.

LAKATOS, Eva M. & MARCONI, Marina de A. Metodologia Científica. 2.ed. São Paulo, Atlas, 1991.

PAREDE, I. M. & Gomes, L. E. (2011). *Eletrônica Automação Industrial (Vol. 6)*. São Paulo: Fundação Padre Anchieta.

Schildt, H. (1996). *C: Completo e Total* (3 ed.). (R. C. Mayer, Trad.) São Paulo: Makron Books.

TOCCI, R. J., & WIDMER, S. N. (2000). *Sistemas Digitais: Principios e Aplicacoes* (7 ed.). (J.F. Do Amaral, & J. L. Do Amaral, Trans.) Rio de Janeiro, Brazil: LTC.

THOMSEN. **ArduinoMega 2560.Mega 2560**. 2014.
<<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino-mega-2560/>>. Acesso em: 15 fev. 2023.

ANEXOS

Anexo 1: Modelo de Horário de Ocupação das Salas e Laboratórios

Visto:
O Director da Unidade

(Categoria Profissional)



HORÁRIO DE OCUPAÇÃO DAS SALAS E LABORATÓRIOS

Faculdade/Escola/Centro _____
Departamento de _____ Ano lectivo de 20____ Semestre: _____
Curso (s) : _____ Nível _____
Regime _____ Período _____
Tutor de Turma _____

	2º SEMESTRE: DE		A		DE		DE 20			
Horas	2ª FEIRA	SALA	3ª FEIRA	SALA	4ª FEIRA	SALA	5ª FEIRA	SALA	6ª FEIRA	SALA
7:00 – 8:40							---			
8:50 – 10:30							Conselho de turma ⁸			
10:40 – 12:20							---			

O Director do curso

(-----)

O Chefe do Departamento

(-----)

⁸ As sessões deverão ocorrer nos dias 24 de Julho, 07 e 21 de Agosto, 04 e 18 de Setembro, 02, 16 e 30 de Outubro e no dia 13 de Novembro, sendo que as actas das sessões deverão ser entregues à Directora Adjunta para a Graduação, no dia imediato ao da realização do encontro.



Features

- **ATMega328P Processor**
 - **Memory**
 - AVR CPU at up to 16 MHz
 - 32KB Flash
 - 2KB SRAM
 - 1KB EEPROM
 - **Security**
 - Power On Reset (POR)
 - Brown Out Detection (BOD)
 - **Peripherals**
 - 2x 8-bit Timer/Counter with a dedicated period register and compare channels
 - 1x 16-bit Timer/Counter with a dedicated period register, input capture and compare channels
 - 1x USART with fractional baud rate generator and start-of-frame detection
 - 1x controller/peripheral Serial Peripheral Interface (SPI)
 - 1x Dual mode controller/peripheral I2C
 - 1x Analog Comparator (AC) with a scalable reference input
 - Watchdog Timer with separate on-chip oscillator
 - Six PWM channels
 - Interrupt and wake-up on pin change
- **ATMega16U2 Processor**
 - 8-bit AVR® RISC-based microcontroller
- **Memory**
 - 16 KB ISP Flash
 - 512B EEPROM
 - 512B SRAM
 - debugWIRE interface for on-chip debugging and programming
- **Power**
 - 2.7-5.5 volts



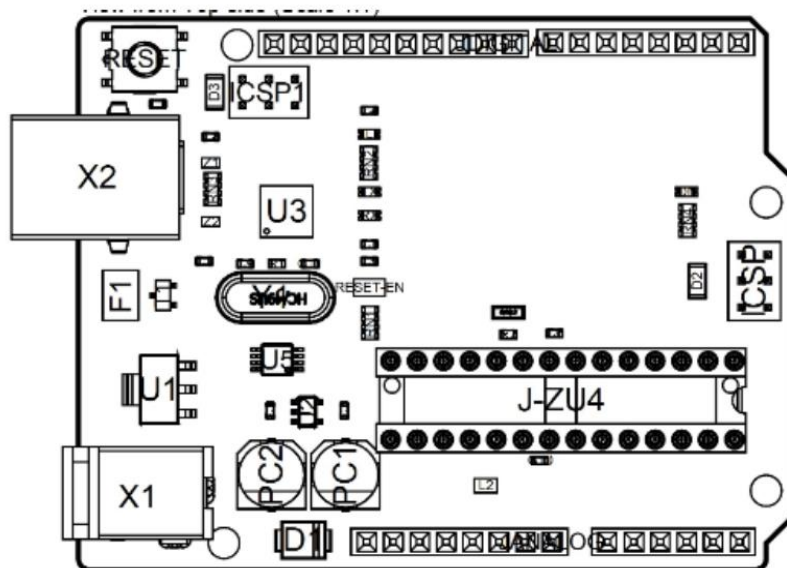
2.2 Power Consumption

Symbol	Description	Min	Typ	Max	Unit
VINMax	Maximum input voltage from VIN pad	6	-	20	V
VUSBMax	Maximum input voltage from USB connector		-	5.5	V
PMax	Maximum Power Consumption	-	-	xx	mA

3 Functional Overview

3.1 Board Topology

Top view



Board topology

Ref.	Description	Ref.	Description
X1	Power jack 2.1x5.5mm	U1	SPX1117M3-L-5 Regulator
X2	USB B Connector	U3	ATMEGA16U2 Module
PC1	EEE-1EA470WP 25V SMD Capacitor	U5	LMV358LIST-A.9 IC
PC2	EEE-1EA470WP 25V SMD Capacitor	F1	Chip Capacitor, High Density
D1	CGRA4007-G Rectifier	ICSP	Pin header connector (through hole 6)
J-ZU4	ATMEGA328P Module	ICSP1	Pin header connector (through hole 6)
Y1	ECS-160-20-4X-DU Oscillator		



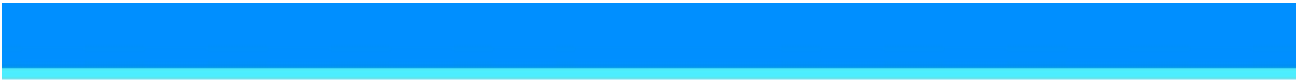
5.1 JANALOG

Pin	Function	Type	Description
1	NC	NC	Not connected
2	IOREF	IOREF	Reference for digital logic V - connected to 5V
3	Reset	Reset	Reset
4	+3V3	Power	+3V3 Power Rail
5	+5V	Power	+5V Power Rail
6	GND	Power	Ground
7	GND	Power	Ground
8	VIN	Power	Voltage Input
9	A0	Analog/GPIO	Analog input 0 /GPIO
10	A1	Analog/GPIO	Analog input 1 /GPIO
11	A2	Analog/GPIO	Analog input 2 /GPIO
12	A3	Analog/GPIO	Analog input 3 /GPIO
13	A4/SDA	Analog input/I2C	Analog input 4/I2C Data line
14	A5/SCL	Analog input/I2C	Analog input 5/I2C Clock line

5.2 JDIGITAL

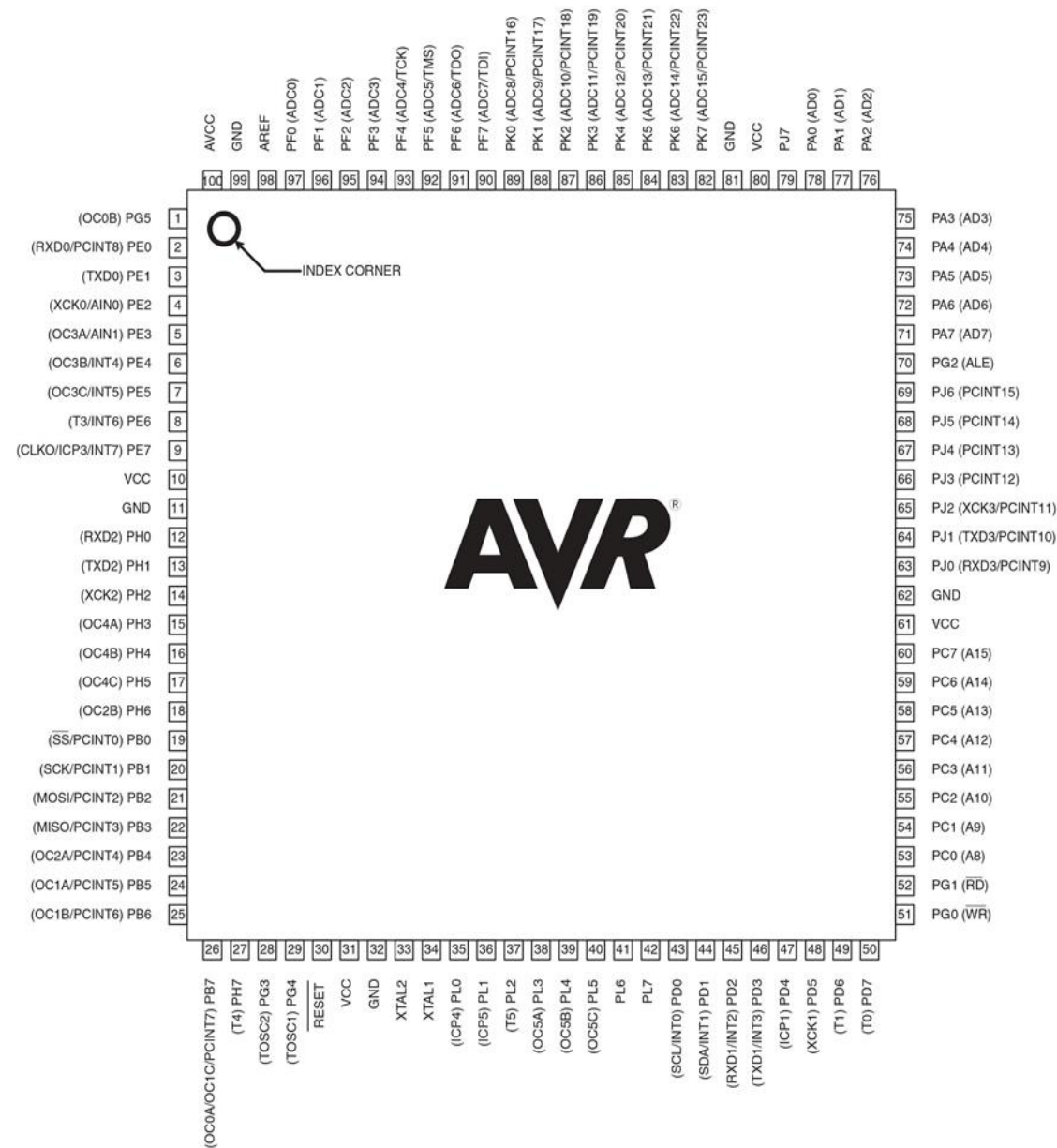
Pin	Function	Type	Description
1	D0	Digital/GPIO	Digital pin 0/GPIO
2	D1	Digital/GPIO	Digital pin 1/GPIO
3	D2	Digital/GPIO	Digital pin 2/GPIO
4	D3	Digital/GPIO	Digital pin 3/GPIO
5	D4	Digital/GPIO	Digital pin 4/GPIO
6	D5	Digital/GPIO	Digital pin 5/GPIO
7	D6	Digital/GPIO	Digital pin 6/GPIO
8	D7	Digital/GPIO	Digital pin 7/GPIO
9	D8	Digital/GPIO	Digital pin 8/GPIO
10	D9	Digital/GPIO	Digital pin 9/GPIO
11	SS	Digital	SPI Chip Select
12	MOSI	Digital	SPI1 Main Out Secondary In
13	MISO	Digital	SPI Main In Secondary Out
14	SCK	Digital	SPI serial clock output
15	GND	Power	Ground
16	AREF	Digital	Analog reference voltage
17	A4/SD4	Digital	Analog input 4/I2C Data line (duplicated)
18	A5/SD5	Digital	Analog input 5/I2C Clock line (duplicated)

Anexo 3: Folha de dados do ATmega 2560



1. Pin Configurations

Figure 1-1. TQFP-pinout ATmega640/1280/2560



31. Electrical Characteristics

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except RESET with respect to Ground	-0.5V to $V_{CC}+0.5V$
Voltage on RESET with respect to Ground.....	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage	6.0V
DC Current per I/O Pin	40.0mA
DC Current V_{CC} and GND Pins.....	200.0mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

31.1 DC Characteristics

$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 1.8\text{V}$ to 5.5V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
V_{IL}	Input Low Voltage, Except XTAL1 and Reset pin	$V_{CC} = 1.8\text{V} - 2.4\text{V}$ $V_{CC} = 2.4\text{V} - 5.5\text{V}$	-0.5 -0.5		$0.2V_{CC}^{(1)}$ $0.3V_{CC}^{(1)}$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage, XTAL1 pin	$V_{CC} = 1.8\text{V} - 5.5\text{V}$	-0.5		$0.1V_{CC}^{(1)}$	
V_{IL2}	Input Low Voltage, RESET pin	$V_{CC} = 1.8\text{V} - 5.5\text{V}$	-0.5		$0.1V_{CC}^{(1)}$	
V_{IH}	Input High Voltage, Except XTAL1 and RESET pins	$V_{CC} = 1.8\text{V} - 2.4\text{V}$ $V_{CC} = 2.4\text{V} - 5.5\text{V}$	$0.7V_{CC}^{(2)}$ $0.6V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$ $V_{CC} + 0.5$	
V_{IH1}	Input High Voltage, XTAL1 pin	$V_{CC} = 1.8\text{V} - 2.4\text{V}$ $V_{CC} = 2.4\text{V} - 5.5\text{V}$	$0.8V_{CC}^{(2)}$ $0.7V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$ $V_{CC} + 0.5$	
V_{IH2}	Input High Voltage, RESET pin	$V_{CC} = 1.8\text{V} - 5.5\text{V}$	$0.9V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$	
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽³⁾ , Except RESET pin	$I_{OL} = 20\text{mA}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ $I_{OL} = 10\text{mA}$, $V_{CC} = 3\text{V}$			0.9 0.6	
V_{OH}	Output High Voltage ⁽⁴⁾ , Except RESET pin	$I_{OH} = -20\text{mA}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ $I_{OH} = -10\text{mA}$, $V_{CC} = 3\text{V}$	4.2 2.3			
I_{IL}	Input Leakage Current I/O Pin	$V_{CC} = 5.5\text{V}$, pin low (absolute value)			1	μA
I_{IH}	Input Leakage Current I/O Pin	$V_{CC} = 5.5\text{V}$, pin high (absolute value)			1	
R_{RST}	Reset Pull-up Resistor		30		60	k Ω
R_{PU}	I/O Pin Pull-up Resistor		20		50	

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 1.8V to 5.5V (unless otherwise noted) (Continued)

Symbol	Parameter	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I _{CC}	Power Supply Current ⁽⁵⁾	Active 1MHz, V _{CC} = 2V (ATmega640/1280/2560/1V)		0.5	0.8	mA
		Active 4MHz, V _{CC} = 3V (ATmega640/1280/2560/1L)		3.2	5	
		Active 8MHz, V _{CC} = 5V (ATmega640/1280/1281/2560/2561)		10	14	
		Idle 1MHz, V _{CC} = 2V (ATmega640/1280/2560/1V)		0.14	0.22	
		Idle 4MHz, V _{CC} = 3V (ATmega640/1280/2560/1L)		0.7	1.1	
		Idle 8MHz, V _{CC} = 5V (ATmega640/1280/1281/2560/2561)		2.7	4	
	Power-down mode	WDT enabled, V _{CC} = 3V		<5	15	μA
		WDT disabled, V _{CC} = 3V		<1	7.5	
V _{ACIO}	Analog Comparator Input Offset Voltage	V _{CC} = 5V V _{in} = V _{CC} /2		<10	40	mV
I _{ACLK}	Analog Comparator Input Leakage Current	V _{CC} = 5V V _{in} = V _{CC} /2	-50		50	nA
t _{ACID}	Analog Comparator Propagation Delay	V _{CC} = 2.7V V _{CC} = 4.0V		750 500		ns

- Notes:
- "Max" means the highest value where the pin is guaranteed to be read as low.
 - "Min" means the lowest value where the pin is guaranteed to be read as high.
 - Although each I/O port can sink more than the test conditions (20mA at V_{CC} = 5V, 10mA at V_{CC} = 3V) under steady state conditions (non-transient), the following must be observed:
ATmega1281/2561:
1.)The sum of all IOL, for ports A0-A7, G2, C4-C7 should not exceed 100mA.
2.)The sum of all IOL, for ports C0-C3, G0-G1, D0-D7 should not exceed 100mA.
3.)The sum of all IOL, for ports G3-G5, B0-B7, E0-E7 should not exceed 100mA.
4.)The sum of all IOL, for ports F0-F7 should not exceed 100mA.
ATmega640/1280/2560:
1.)The sum of all IOL, for ports J0-J7, A0-A7, G2 should not exceed 200mA.
2.)The sum of all IOL, for ports C0-C7, G0-G1, D0-D7, L0-L7 should not exceed 200mA.
3.)The sum of all IOL, for ports G3-G4, B0-B7, H0-B7 should not exceed 200mA.
4.)The sum of all IOL, for ports E0-E7, G5 should not exceed 100mA.
5.)The sum of all IOL, for ports F0-F7, K0-K7 should not exceed 100mA.
If IOL exceeds the test condition, VOL may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test condition.
 - Although each I/O port can source more than the test conditions (20mA at V_{CC} = 5V, 10mA at V_{CC} = 3V) under steady state conditions (non-transient), the following must be observed:
ATmega1281/2561:
1)The sum of all IOH, for ports A0-A7, G2, C4-C7 should not exceed 100mA.
2)The sum of all IOH, for ports C0-C3, G0-G1, D0-D7 should not exceed 100mA.
3)The sum of all IOH, for ports G3-G5, B0-B7, E0-E7 should not exceed 100mA.
4)The sum of all IOH, for ports F0-F7 should not exceed 100mA.
ATmega640/1280/2560:
1)The sum of all IOH, for ports J0-J7, G2, A0-A7 should not exceed 200mA.
2)The sum of all IOH, for ports C0-C7, G0-G1, D0-D7, L0-L7 should not exceed 200mA.
3)The sum of all IOH, for ports G3-G4, B0-B7, H0-H7 should not exceed 200mA.
4)The sum of all IOH, for ports E0-E7, G5 should not exceed 100mA.
5)The sum of all IOH, for ports F0-F7, K0-K7 should not exceed 100mA.

Anexo 4: Folha de dados do Arduino Leonardo

ATmega16/32U4

- Byte Oriented 2-wire Serial Interface
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator
- Interrupt and Wake-up on Pin Change
- On-chip Temperature Sensor
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal 8 MHz Calibrated Oscillator
 - Internal clock prescaler & On-the-fly Clock Switching (Int RC / Ext Osc)
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - All I/O combine CMOS outputs and LVTTL inputs
 - 26 Programmable I/O Lines
 - 44-lead TQFP Package, 10x10mm
 - 44-lead QFN Package, 7x7mm
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V
- Operating temperature
 - Industrial (-40°C to +85°C)
- Maximum Frequency
 - 8 MHz at 2.7V - Industrial range
 - 16 MHz at 4.5V - Industrial range

Note: 1. See ["Data Retention" on page 8](#) for details.

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- Non-volatile Program and Data Memories
 - 16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash (ATmega16U4/ATmega32U4)
 - 1.25/2.5K Bytes Internal SRAM (ATmega16U4/ATmega32U4)
 - 512Bytes/1K Bytes Internal EEPROM (ATmega16U4/ATmega32U4)
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - All supplied parts are preprogrammed with a default USB bootloader
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- USB 2.0 Full-speed/Low Speed Device Module with Interrupt on Transfer Completion
 - Complies fully with Universal Serial Bus Specification Rev 2.0
 - Supports data transfer rates up to 12 Mbit/s and 1.5 Mbit/s
 - Endpoint 0 for Control Transfers: up to 64-bytes
 - 6 Programmable Endpoints with IN or Out Directions and with Bulk, Interrupt or Isochronous Transfers
 - Configurable Endpoints size up to 256 bytes in double bank mode
 - Fully independent 832 bytes USB DPRAM for endpoint memory allocation
 - Suspend/Resume Interrupts
 - CPU Reset possible on USB Bus Reset detection
 - 48 MHz from PLL for Full-speed Bus Operation
 - USB Bus Connection/Disconnection on Microcontroller Request
 - Crystal-less operation for Low Speed mode
- Peripheral Features
 - On-chip PLL for USB and High Speed Timer: 32 up to 96 MHz operation
 - One 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler and Compare Mode
 - Two 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
 - One 10-bit High-Speed Timer/Counter with PLL (64 MHz) and Compare Mode
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Four PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits
 - Six PWM Channels for High Speed Operation, with Programmable Resolution from 2 to 11 Bits
 - Output Compare Modulator
 - 12-channels, 10-bit ADC (features Differential Channels with Programmable Gain)
 - Programmable Serial USART with Hardware Flow Control
 - Master/Slave SPI Serial Interface



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with
16/32K Bytes of
ISP Flash
and USB
Controller**

**ATmega16U4
ATmega32U4**

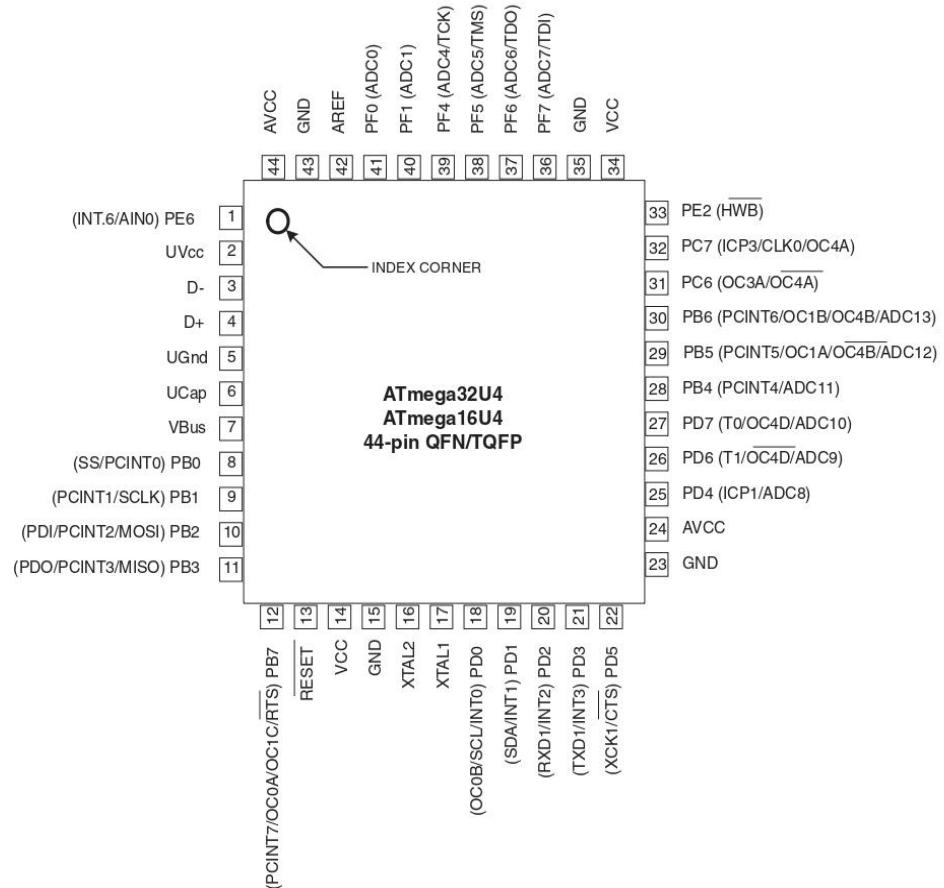
**Preliminary
Summary**

7766FS-AVR-11/10



1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega16U4/ATmega32U4



2. Overview

The ATmega16U4/ATmega32U4 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16U4/ATmega32U4 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Anexo 5: Folha de dados do Arduino Due

Microcontroller	AT91SAM3X8E
Operating Voltage	3.3V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 12 provide PWM output)
Analog Input Pins	12
Analog Outputs Pins	2 (DAC)
Total DC Output Current on all I/O lines	130 mA
DC Current for 3.3V Pin	800 mA
DC Current for 5V Pin	800 mA
Flash Memory	512 KB all available for the user applications
SRAM	96 KB (two banks: 64KB and 32KB)
Clock Speed	84 MHz

Power

The Arduino Due can be powered via the USB connector or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- + **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- + **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- + **3.3V.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 800 mA. This regulator also provides the power supply to the SAM3X microcontroller.
- + **GND.** Ground pins.
- + **IOREF.** This pin on the Arduino board provides the voltage reference with which the microcontroller operates. A properly configured shield can read the IOREF pin voltage and select the appropriate power source or enable voltage translators on the outputs for working with the 5V or 3.3V.

Memory

The SAM3X has 512 KB (2 blocks of 256 KB) of flash memory for storing code. The bootloader is preburned in factory from Atmel and is stored in a dedicated ROM memory. The available SRAM is 96 KB in two contiguous bank of 64 KB and 32 KB. All the available memory (Flash, RAM and ROM) can be accessed directly as a flat addressing space.

It is possible to erase the Flash memory of the SAM3X with the onboard erase button. This will remove the currently loaded sketch from the MCU. To erase, press and hold the Erase button for a few seconds while the board is powered.

Input and Output

- + **Digital I/O: pins from 0 to 53**
Each of the 54 digital pins on the Due can be used as an input or output, using `pinMode()`, `digitalWrite()`, and `digitalRead()` functions. They operate at 3.3 volts. Each pin can provide (source) a current of 3 mA or 15 mA, depending on the pin, or receive (sink) a current of 6 mA or 9 mA, depending on the pin. They also have an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 100 KOhm. In addition, some pins have specialized functions:

Fonte: <https://www.farnell.com/datasheets/1682211.pdf>

Anexo 6: Folha de dados do Arduino Nano



Arduino® Nano

5.1 Analog

Pin	Function	Type	Description
1	+3V3	Power	5V USB Power
2	A0	Analog	Analog input 0 /GPIO
3	A1	Analog	Analog input 1 /GPIO
4	A2	Analog	Analog input 2 /GPIO
5	A3	Analog	Analog input 3 /GPIO
6	A4	Analog	Analog input 4 /GPIO
7	A5	Analog	Analog input 5 /GPIO
8	A6	Analog	Analog input 6 /GPIO
9	A7	Analog	Analog input 7 /GPIO
10	+5V	Power	+5V Power Rail
11	Reset	Reset	Reset
12	GND	Power	Ground
12	VIN	Power	Voltage Input

5.2 Digital

Pin	Function	Type	Description
1	D1/TX1	Digital	Digital Input 1 /GPIO
2	D0/RX0	Digital	Digital Input 0 /GPIO
3	D2	Digital	Digital Input 2 /GPIO
4	D3	Digital	Digital Input 3 /GPIO
5	D4	Digital	Digital Input 4 /GPIO
6	D5	Digital	Digital Input 5 /GPIO
7	D6	Digital	Digital Input 6 /GPIO
8	D7	Digital	Digital Input 7 /GPIO
9	D8	Digital	Digital Input 8 /GPIO
10	D9	Digital	Digital Input 9 /GPIO
11	D10	Digital	Digital Input 10 /GPIO
12	D11	Digital	Digital Input 11 /GPIO
13	D12	Digital	Digital Input 12 /GPIO
14	D13	Digital	Digital Input 13 /GPIO
15	Reset	Reset	Reset
16	GND	Power	Ground

Fonte: <https://docs.arduino.cc/static/e014baf7204fb92d180d3f5205346ef/A000005-datasheet.pdf>

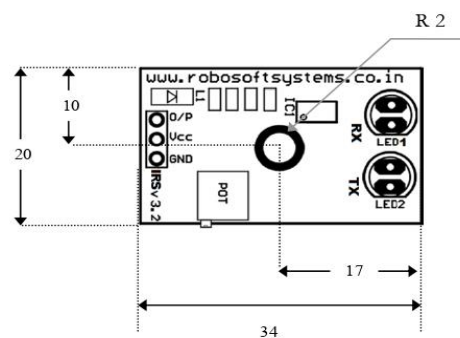
Anexo 7: Folha de dados do sensor Infravermelho

IR Sensor - Single

Maximum Ratings

Symbol	Quantity	Minimum	Typical	Maximum	Unit
o/p	Output Voltage	0	-	5	V
V _{CC}	Operating Voltage	4.5	5	5.5	V
GND	Ground Reference voltage	-	0	-	V

Pin Out Dimensions



Note : All dimension in mm
Error of $\pm 5\%$ is subjected because of component soldering

Anexo 8: Folha de dados do comparador LM393



LM193-N, LM2903-N, LM293-N, LM393-N

SNOSBJ6G –OCTOBER 1999–REVISED OCTOBER 2018

www.ti.com

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

	MIN	MAX	UNIT
Differential Input Voltage ⁽⁴⁾		36	V
Input Voltage	-0.3	36	V
Input Current ($V_{IN} < -0.3$ V) ⁽⁵⁾		50	mA
Power Dissipation ⁽⁶⁾	PDIP	780	mW
	TO-99	660	mW
	SOIC	510	mW
	DSBGA	568	mW
Output Short-Circuit to Ground ⁽⁷⁾		Continuous	
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)		260	°C
Soldering Information	PDIP Package Soldering (10 seconds)		260 °C
	SOIC Package	Vapor Phase (60 seconds)	215 °C
		Infrared (15 seconds)	220 °C
Storage temperature, T_{stg}	-65	150	°C

(1) *Absolute Maximum Ratings* indicate limits beyond which damage may occur. *Recommended Operating Conditions* indicate conditions for which the device is intended to be functional, but specific performance is not guaranteed. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics.

(2) Refer to RETS193AX for LM193AH military specifications and to RETS193X for LM193H military specifications.

(3) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the TI Sales Office/Distributors for availability and specifications.

(4) Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than -0.3V (or 0.3V below the magnitude of the negative power supply, if used).

(5) This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the comparators to go to the V^+ voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.3V.

(6) For operating at high temperatures, the LM393 and LM2903 must be derated based on a 125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 170°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM193/LM193A/LM293 must be derated based on a 150°C maximum junction temperature. The low bias dissipation and the "ON-OFF" characteristic of the outputs keeps the chip dissipation very small ($P_D \leq 100$ mW), provided the output transistors are allowed to saturate.

(7) Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 20 mA independent of the magnitude of V^+ .

6.2 ESD Ratings

	VALUE	UNIT
$V_{(ESD)}$ Electrostatic discharge Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±1300	V

(1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

6.3 Recommended Operating Conditions

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

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply Voltage (V^+) - Single Supply	2.0		36	V
Supply Voltage (V^+) - Dual Supply	±1.0		±18	V
Operating Input Voltage on (V_{IN} pin)	0	(V^+) -1.5V		V
Operating junction temperature, T_J : LM193/LM193A	-55		125	°C
Operating junction temperature, T_J : LM2903	-40		85	°C
Operating junction temperature, T_J : LM293	-25		85	°C
Operating junction temperature, T_J : LM393	0		70	°C

6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾	LMx93	UNIT
	TO-99	
	8 PINS	
R _{θJA} Junction-to-ambient thermal resistance	170	°C/W

(1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).

6.5 Electrical Characteristics: LM193A V⁺ = 5 V, T_A = 25°C

Unless otherwise stated.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM193A			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	See ⁽¹⁾		1.0	2.0	mV
Input Bias Current	I _{IN} (+) or I _{IN} (-) with Output in Linear Range, V _{CM} = 0 V ⁽²⁾		25	100	nA
Input Offset Current	I _{IN} (+) – I _{IN} (-) V _{CM} = 0 V		3.0	25	nA
Input Common Mode Voltage Range	V ⁺ = 30 V ⁽³⁾	0		V ⁺ – 1.5	V
Supply Current	R _L = ∞ V ⁺ = 5 V		0.4	1	mA
	V ⁺ = 36 V		1	2.5	mA
Voltage Gain	R _L ≥ 15 kΩ, V ⁺ = 15 V V _O = 1 V to 11 V	50	200		V/mV
Large Signal Response Time	V _{IN} = TTL Logic Swing, V _{REF} = 1.4 V V _{RL} = 5V, R _L = 5.1 kΩ		300		ns
Response Time	V _{RL} = 5V, R _L = 5.1 kΩ ⁽⁴⁾		1.3		μs
Output Sink Current	V _{IN} (-) = 1V, V _{IN} (+) = 0, V _O ≈ 1.5 V	6.0	16		mA
Saturation Voltage	V _{IN} (-) = 1V, V _{IN} (+) = 0, I _{SINK} ≤ 4 mA		250	400	mV
Output Leakage Current	V _{IN} (-) = 0, V _{IN} (+) = 1V, V _O = 5 V		0.1		nA

- (1) At output switch point, V_O = 1.4V, R_S = 0 Ω with V⁺ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to V⁺ – 1.5V), at 25°C.
(2) The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the reference or input lines.
(3) The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is V⁺ – 1.5 V at 25°C, but either or both inputs can go to 36 V without damage, independent of the magnitude of V⁺.
(4) The response time specified is for a 100 mV input step with 5 mV overdrive. For larger overdrive signals 300 ns can be obtained, see [LMx93 and LM193A Typical Characteristics](#).

6.6 Electrical Characteristics: LM193A (V⁺ = 5 V)⁽¹⁾

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM193A			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	See ⁽²⁾			4.0	mV
Input Offset Current	I _{IN} (+) – I _{IN} (-), V _{CM} = 0 V			100	nA
Input Bias Current	I _{IN} (+) or I _{IN} (-) with Output in Linear Range, V _{CM} = 0 V ⁽³⁾			300	nA
Input Common Mode Voltage Range	V ⁺ = 30 V ⁽⁴⁾	0		V ⁺ – 2.0	V
Saturation Voltage	V _{IN} (-) = 1V, V _{IN} (+) = 0, I _{SINK} ≤ 4 mA			700	mV
Output Leakage Current	V _{IN} (-) = 0, V _{IN} (+) = 1V, V _O = 30 V			1.0	μA
Differential Input Voltage	Keep All V _{IN} 's ≥ 0 V (or V ⁻ , if Used), ⁽⁵⁾			36	V

- (1) These specifications are limited to –55°C ≤ T_A ≤ +125°C, for the LM193/LM193A. With the LM293 all temperature specifications are limited to –25°C ≤ T_A ≤ +85°C and the LM393 temperature specifications are limited to 0°C ≤ T_A ≤ +70°C. The LM2903 is limited to –40°C ≤ T_A ≤ +85°C.
(2) At output switch point, V_O = 1.4V, R_S = 0 Ω with V⁺ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to V⁺ – 1.5V), at 25°C.
(3) The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the reference or input lines.
(4) The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is V⁺ – 1.5 V at 25°C, but either or both inputs can go to 36 V without damage, independent of the magnitude of V⁺.
(5) Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than –0.3V (or 0.3V below the magnitude of the negative power supply, if used).

LM193-N, LM2903-N, LM293-N, LM393-N

SNOSBJ6G –OCTOBER 1999–REVISED OCTOBER 2018

www.ti.com
6.7 Electrical Characteristics: LMx93 and LM2903 $V^+ = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

Unless otherwise stated.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM193-N			LM293-N, LM393-N			LM2903-N			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	See ⁽¹⁾		1.0	5.0		1.0	5.0		2.0	7.0	mV
Input Bias Current	$I_{IN}(+)$ or $I_{IN}(-)$ with Output in Linear Range, $V_{CM} = 0\text{ V}$ ⁽²⁾		25	100		25	250		25	250	nA
Input Offset Current	$I_{IN}(+) - I_{IN}(-)$ $V_{CM} = 0\text{ V}$		3.0	25		5.0	50		5.0	50	nA
Input Common Mode Voltage Range	$V^+ = 30\text{ V}$ ⁽³⁾	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	V
Supply Current	$R_L = \infty$ $V^+ = 5\text{ V}$		0.4	1		0.4	1		0.4	1.0	mA
	$V^+ = 36\text{ V}$		1	2.5		1	2.5		1	2.5	mA
Voltage Gain	$R_L \geq 15\text{ k}\Omega$, $V^+ = 15\text{ V}$ $V_O = 1\text{ V to } 11\text{ V}$	50	200		50	200		25	100		V/mV
Large Signal Response Time	$V_{IN} = \text{TTL Logic Swing}$, $V_{REF} = 1.4\text{ V}$ $V_{RL} = 5\text{ V}$, $R_L = 5.1\text{ k}\Omega$		300			300			300		ns
Response Time	$V_{RL} = 5\text{ V}$, $R_L = 5.1\text{ k}\Omega$ ⁽⁴⁾		1.3			1.3			1.5		μs
Output Sink Current	$V_{IN}(-) = 1\text{ V}$, $V_{IN}(+) = 0$, $V_O \leq 1.5\text{ V}$	6.0	16		6.0	16		6.0	16		mA
Saturation Voltage	$V_{IN}(-) = 1\text{ V}$, $V_{IN}(+) = 0$, $I_{SINK} \leq 4\text{ mA}$		250	400		250	400		250	400	mV
Output Leakage Current	$V_{IN}(-) = 0$, $V_{IN}(+) = 1\text{ V}$, $V_O = 5\text{ V}$		0.1			0.1			0.1		nA

(1) At output switch point, $V_O = 1.4\text{ V}$, $R_S = 0\text{ }\Omega$ with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to $V^+ - 1.5\text{ V}$), at 25°C .

(2) The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the reference or input lines.

(3) The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5\text{ V}$ at 25°C , but either or both inputs can go to 36 V without damage, independent of the magnitude of V^+ .

(4) The response time specified is for a 100 mV input step with 5 mV overdrive. For larger overdrive signals 300 ns can be obtained, see [LMx93 and LM193A Typical Characteristics](#).

6.8 Electrical Characteristics: LMx93 and LM2903 ($V^+ = 5\text{ V}$)⁽¹⁾

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM193-N			LM293-N, LM393-N			LM290-N			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	See ⁽²⁾			9			9			15	mV
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $V_{CM} = 0\text{ V}$			100			150			200	nA
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ with Output in Linear Range, $V_{CM} = 0\text{ V}$ ⁽³⁾			300			400			500	nA
Input Common Mode Voltage Range	$V^+ = 30\text{ V}$ ⁽⁴⁾	0		$V^+ - 2.0$	0		$V^+ - 2.0$	0		$V^+ - 2.0$	V
Saturation Voltage	$V_{IN(-)} = 1\text{ V}$, $V_{IN(+)} = 0$, $I_{SINK} \leq 4\text{ mA}$			700			700			700	mV
Output Leakage Current	$V_{IN(-)} = 0$, $V_{IN(+)} = 1\text{ V}$, $V_O = 30\text{ V}$			1.0			1.0			1.0	μA
Differential Input Voltage	Keep All $V_{IN}'s \geq 0\text{ V}$ (or V^- , if Used), ⁽⁵⁾			36			36			36	V

(1) These specifications are limited to $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, for the LM193/LM193A. With the LM293 all temperature specifications are limited to $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ and the LM393 temperature specifications are limited to $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$. The LM2903 is limited to $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$.

(2) At output switch point, $V_O = 1.4\text{ V}$, $R_S = 0\ \Omega$ with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to $V^+ - 1.5\text{ V}$), at 25°C .

(3) The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the reference or input lines.

(4) The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5\text{ V}$ at 25°C , but either or both inputs can go to 36 V without damage, independent of the magnitude of V^+ .

(5) Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than -0.3 V (or 0.3V below the magnitude of the negative power supply, if used).

Anexo 9: Folha de dados do LCD ST7920

ST7920

DC Characteristics ($T_A = -30^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 4.5\text{ V} - 5.5\text{ V}$)

Symbol	Characteristics	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{DD}	Operating Voltage	-	4.5	-	5.5	V
V_{LCD}	LCD Voltage	$V_0 - V_{SS}$	3.0	-	7	V
I_{CC}	Power Supply Current	$f_{OSC} = 540\text{KHz}$, $V_{DD}=5\text{V}$ $R_f=33\text{K}\Omega$	-	0.45	0.75	mA
V_{IH1}	Input High Voltage (Except OSC1)	-	$0.7V_{DD}$	-	V_{DD}	V
V_{IL1}	Input Low Voltage (Except OSC1)	-	-0.3	-	0.6	V
V_{IH2}	Input High Voltage (OSC1)	-	$V_{DD}-1$	-	V_{DD}	V
V_{IL2}	Input Low Voltage (OSC1)	-	-	-	1.0	V
V_{OH1}	Output High Voltage (DB0 - DB7)	$I_{OH} = -0.1\text{mA}$	$0.8V_{DD}$	-	V_{DD}	V
V_{OL1}	Output Low Voltage (DB0 - DB7)	$I_{OL} = 0.1\text{mA}$	-	-	0.4	V
V_{OH2}	Output High Voltage (Except DB0 - DB7)	$I_{OH} = -0.04\text{mA}$	$0.8V_{DD}$	-	V_{DD}	V
V_{OL2}	Output Low Voltage (Except DB0 - DB7)	$I_{OL} = 0.04\text{mA}$	-	-	$0.1V_{DD}$	V
I_{LEAK}	Input Leakage Current	$V_{IN} = 0\text{V to } V_{DD}$	-1	-	1	μA
I_{PUP}	Pull Up MOS Current	$V_{DD} = 5\text{V}$	75	80	85	μA

AC Characteristics ($T_A = -30^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 4.5\text{V}$) Parallel Mode Interface

Symbol	Characteristics	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
<i>Internal Clock Operation</i>						
f_{OSC}	OSC Frequency	$R = 33\text{K}\Omega$	480	540	600	KHz
<i>External Clock Operation</i>						
f_{EX}	External Frequency	-	480	540	600	KHz
	Duty Cycle	-	45	50	55	%
T_R, T_F	Rise/Fall Time	-	-	-	0.2	μs
<i>Write Mode (Writing data from MPU to ST7920)</i>						
T_C	Enable Cycle Time	Pin E	1200	-	-	ns
T_{PW}	Enable Pulse Width	Pin E	140	-	-	ns
T_R, T_F	Enable Rise/Fall Time	Pin E	-	-	25	ns
T_{AS}	Address Setup Time	Pins: RS, RW, E	10	-	-	ns
T_{AH}	Address Hold Time	Pins: RS, RW, E	20	-	-	ns
T_{DSW}	Data Setup Time	Pins: DB0 - DB7	40	-	-	ns
T_H	Data Hold Time	Pins: DB0 - DB7	20	-	-	ns
<i>Read Mode (Reading Data from ST7920 to MPU)</i>						
T_C	Enable Cycle Time	Pin E	1200	-	-	ns
T_{PW}	Enable Pulse Width	Pin E	140	-	-	ns
T_R, T_F	Enable Rise/Fall Time	Pin E	-	-	25	ns
T_{AS}	Address Setup Time	Pins: RS, RW, E	10	-	-	ns
T_{AH}	Address Hold Time	Pins: RS, RW, E	20	-	-	ns
T_{DDR}	Data Delay Time	Pins: DB0 - DB7	-	-	100	ns
T_H	Data Hold Time	Pins: DB0 - DB7	20	-	-	ns
<i>Interface Mode with LCD Driver (ST7921)</i>						
T_{CWH}	Clock Pulse with High	Pins: CL1, CL2	800	-	-	ns
T_{CWL}	Clock Pulse with Low	Pins: CL1, CL2	800	-	-	ns
T_{CST}	Clock Setup Time	Pins: CL1, CL2	500	-	-	ns
T_{SU}	Data Setup Time	Pin: D	300	-	-	ns
T_{DH}	Data Hold Time	Pin: D	300	-	-	ns
T_{DM}	M Delay Time	Pin: M	-1000	-	1000	ns

AC Characteristics ($T_A = -30^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 4.5\text{V}$) Serial Mode Interface

Symbol	Characteristics	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
<i>Internal Clock Operation</i>						
f_{OSC}	OSC Frequency	$R = 33\text{K}\Omega$	470	530	590	KHz
<i>External Clock Operation</i>						
f_{EX}	External Frequency	-	470	530	590	KHz
	Duty Cycle	-	45	50	55	%
T_R, T_F	Rise/Fall Time	-	-	-	0.2	μs
T_{SCYC}	Serial clock cycle	Pin E	400	-	-	ns
T_{SHW}	SCLK high pulse width	Pin E	200	-	-	ns
T_{SLW}	SCLK low pulse width	Pin E	200	-	-	ns
T_{SDS}	SID data setup time	Pins RW	40	-	-	ns
T_{SDH}	SID data hold time	Pins RW	40	-	-	ns
T_{CSS}	CS setup time	Pins RS	60	-	-	ns
T_{CSH}	CS hold time	Pins RS	60	-	-	ns

AC Characteristics ($T_A = -30^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 2.7\text{V}$) Serial Mode Interface

Symbol	Characteristics	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
<i>Internal Clock Operation</i>						
f_{OSC}	OSC Frequency	$R = 18\text{K}\Omega$	470	530	590	KHz
<i>External Clock Operation</i>						
f_{EX}	External Frequency	-	470	530	590	KHz
	Duty Cycle	-	45	50	55	%
T_R, T_F	Rise/Fall Time	-	-	-	0.2	μs
T_{SCYC}	Serial clock cycle	Pin E	600	-	-	ns
T_{SHW}	SCLK high pulse width	Pin E	300	-	-	ns
T_{SLW}	SCLK low pulse width	Pin E	300	-	-	ns
T_{SDS}	SID data setup time	Pins RW	40	-	-	ns
T_{SDH}	SID data hold time	Pins RW	40	-	-	ns
T_{CSS}	CS setup time	Pins RS	60	-	-	ns
T_{CSH}	CS hold time	Pins RS	60	-	-	ns

I_{SS}(μA)

Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on V_{CC}, V_{BAT}, 32kHz, SCL, SDA, $\overline{\text{RST}}$,
INT/SQW Relative to Ground.....-0.3V to +6.0V
Operating Temperature Range
(noncondensing)-40°C to +85°C
Junction Temperature+125°C

Storage Temperature Range-40°C to +85°C
Lead Temperature
(Soldering, 10s)+260°C/10s
Soldering TemperatureSee the *Handling,
PC Board Layout, and Assembly* section.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}		2.3	3.3	5.5	V
	V _{BAT}		2.3	3.0	5.5	V
Logic 1 Input SDA, SCL	V _{IH}		0.7 x V _{CC}		V _{CC} + 0.3	V
Logic 0 Input SDA, SCL	V _{IL}		-0.3		+0.3 x V _{CC}	V
Pullup Voltage (SDA, SCL, 32kHz, INT/SQW)	V _{PU}	V _{CC} = 0V			5.5V	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 2.3V to 5.5V, V_{CC} > V_{BAT}, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Typical values are at V_{CC} = 3.3V, V_{BAT} = 3.0V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Supply Current	I _{CCA}	(Notes 3, 4)	V _{CC} = 3.63V		200	μA
			V _{CC} = 5.5V		300	
Standby Supply Current	I _{CCS}	I ² C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off (Note 4)	V _{CC} = 3.63V		110	μA
			V _{CC} = 5.5V		170	
Temperature Conversion Current	I _{CCSCONV}	I ² C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off	V _{CC} = 3.63V		575	μA
			V _{CC} = 5.5V		650	
Power-Fail Voltage	V _{PF}		2.45	2.575	2.70	V
Logic 0 Output, 32kHz, INT/SQW, SDA	V _{OL}	I _{OL} = 3mA			0.4	V
Logic 0 Output, $\overline{\text{RST}}$	V _{OL}	I _{OL} = 1mA			0.4	V
Output Leakage Current 32kHz, INT/SQW, SDA	I _{LO}	Output high impedance	-1	0	+1	μA
Input Leakage SCL	I _{LI}		-1		+1	μA
$\overline{\text{RST}}$ Pin I/O Leakage	I _{OL}	$\overline{\text{RST}}$ high impedance (Note 5)	-200		+10	μA
V _{BAT} Leakage Current (V _{CC} Active)	I _{BATLKG}			25	100	nA

Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal

DS3231

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 2.3V to 5.5V, V_{CC} > V_{BAT}, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Typical values are at V_{CC} = 3.3V, V_{BAT} = 3.0V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Frequency	f _{OUT}	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V		32.768		kHz
Frequency Stability vs. Temperature (Commercial)	Δf/f _{OUT}	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V, aging offset = 00h	0°C to +40°C		±2	ppm
			>40°C to +70°C		±3.5	
Frequency Stability vs. Temperature (Industrial)	Δf/f _{OUT}	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V, aging offset = 00h	-40°C to <0°C		±3.5	ppm
			0°C to +40°C		±2	
			>40°C to +85°C		±3.5	
Frequency Stability vs. Voltage	Δf/V			1		ppm/V
Trim Register Frequency Sensitivity per LSB	Δf/LSB	Specified at:	-40°C	0.7		ppm
			+25°C	0.1		
			+70°C	0.4		
			+85°C	0.8		
Temperature Accuracy	Temp	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V	-3		+3	°C
Crystal Aging	Δf/f ₀	After reflow, not production tested	First year	±1.0		ppm
			0–10 years	±5.0		

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 2.3V to 5.5V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Battery Current	I _{BATA}	E _{OSC} = 0, BBSQW = 0, SCL = 400kHz (Note 4)	V _{BAT} = 3.63V		70	μA
			V _{BAT} = 5.5V		150	
Timekeeping Battery Current	I _{BATT}	E _{OSC} = 0, BBSQW = 0, EN32kHz = 1, SCL = SDA = 0V or SCL = SDA = V _{BAT} (Note 4)	V _{BAT} = 3.63V	0.84	3.0	μA
			V _{BAT} = 5.5V	1.0	3.5	
Temperature Conversion Current	I _{BATTC}	E _{OSC} = 0, BBSQW = 0, SCL = SDA = 0V or SCL = SDA = V _{BAT}	V _{BAT} = 3.63V		575	μA
			V _{BAT} = 5.5V		650	
Data-Retention Current	I _{BATTD}	E _{OSC} = 1, SCL = SDA = 0V, +25°C			100	nA

Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal

DS3231

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = V_{CC(MIN)} to V_{CC(MAX)} or V_{BAT} = V_{BAT(MIN)} to V_{BAT(MAX)}, V_{BAT} > V_{CC}, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}	Fast mode	100		400	kHz
		Standard mode	0		100	
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t _{BUF}	Fast mode	1.3			μs
		Standard mode	4.7			
Hold Time (Repeated) START Condition (Note 6)	t _{HD:STA}	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.0			
Low Period of SCL Clock	t _{LOW}	Fast mode	1.3			μs
		Standard mode	4.7			
High Period of SCL Clock	t _{HIGH}	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.0			
Data Hold Time (Notes 7, 8)	t _{HD:DAT}	Fast mode	0		0.9	μs
		Standard mode	0		0.9	
Data Setup Time (Note 9)	t _{SU:DAT}	Fast mode	100			ns
		Standard mode	250			
Start Setup Time	t _{SU:STA}	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.7			
Rise Time of Both SDA and SCL Signals (Note 10)	t _R	Fast mode	20 + _____	300		ns
		Standard mode	0.1C _B	1000		
Fall Time of Both SDA and SCL Signals (Note 10)	t _F	Fast mode	20 + _____	300		ns
		Standard mode	0.1C _B	300		
Setup Time for STOP Condition	t _{SU:STO}	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.7			
Capacitive Load for Each Bus Line (Note 10)	C _B				400	pF
Capacitance for SDA, SCL	C _{I/O}			10		pF
Pulse Width of Spikes That Must Be Suppressed by the Input Filter	t _{SP}			30		ns
Pushbutton Debounce	PB _{DB}			250		ms
Reset Active Time	t _{RST}			250		ms
Oscillator Stop Flag (OSF) Delay	t _{OSF}	(Note 11)		100		ms
Temperature Conversion Time	t _{CONV}			125	200	ms

POWER-SWITCH CHARACTERISTICS

(T_A = T_{MIN} to T_{MAX})

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{CC} Fall Time; V _{PF(MAX)} to V _{PF(MIN)}	t _{VCCF}		300			μs
V _{CC} Rise Time; V _{PF(MIN)} to V _{PF(MAX)}	t _{VCCR}		0			μs
Recovery at Power-Up	t _{REC}	(Note 12)		250	300	ms

Anexo 11: Folha de dados do regulador de tensão LM2596

7 Specifications

7.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)^{(1) (2)}

			MIN	MAX	UNIT
Maximum supply voltage (V_{IN})				45	V
SD/SS pin input voltage ⁽³⁾				6	V
Delay pin voltage ⁽³⁾				1.5	V
Flag pin voltage			−0.3	45	V
Feedback pin voltage			−0.3	25	V
Output voltage to ground, steady-state				−1	V
Power dissipation			Internally limited		
Lead temperature	KTW package	Vapor phase (60 s)		215	°C
		Infrared (10 s)		245	
	NDZ package, soldering (10 s)			260	
Maximum junction temperature				150	°C
Storage temperature, T_{sta}			−65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions*. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the Texas Instruments Sales Office/ Distributors for availability and specifications.
- (3) Voltage internally clamped. If clamp voltage is exceeded, limit current to a maximum of 1 mA.

7.2 ESD Ratings

			VALUE	UNIT
V_{ESD}	Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±2000	V

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

7.3 Operating Conditions

	MIN	MAX	UNIT
Supply voltage	4.5	40	V
Temperature	−40	125	°C

7.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾		LM2596		UNIT
		KTW (TO-263)	NDZ (TO-220)	
		5 PINS	5 PINS	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance ^{(2) (3)}	See ⁽⁴⁾	50	°C/W
		See ⁽⁵⁾	50	
		See ⁽⁶⁾	30	
		See ⁽⁷⁾	20	
$R_{\theta JC(top)}$	Junction-to-case (top) thermal resistance	2	2	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the [Semiconductor and IC Package Thermal Metrics application report](#).
- (2) The package thermal impedance is calculated in accordance to JESD 51-7.
- (3) Thermal Resistances were simulated on a 4-layer, JEDEC board.
- (4) Junction to ambient thermal resistance (no external heat sink) for the package mounted TO-220 package mounted vertically, with the leads soldered to a printed circuit board with (1 oz.) copper area of approximately 1 in².
- (5) Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a single sided printed circuit board with 0.5 in² of 1-oz copper area.

- (6) Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a single sided printed circuit board with 2.5 in² of 1-oz copper area.
- (7) Junction to ambient thermal resistance with the TO-263 package tab soldered to a double sided printed circuit board with 3 in² of 1-oz copper area on the LM2596S side of the board, and approximately 16 in² of copper on the other side of the PCB.

7.5 Electrical Characteristics – 3.3-V Version

Specifications are for $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN ⁽¹⁾	TYP ⁽²⁾	MAX ⁽¹⁾	UNIT
SYSTEM PARAMETERS ⁽³⁾ (see Figure 9-13 for test circuit)					
V_{OUT} Output voltage	4.75 V $\leq V_{IN} \leq 40$ V, 0.2 A $\leq I_{LOAD} \leq 3$ A	$T_J = 25^\circ\text{C}$	3.168	3.3	V
		$-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	3.135	3.465	
η Efficiency	$V_{IN} = 12$ V, $I_{LOAD} = 3$ A		73%		

- (1) All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are specified via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (2) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (3) External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in Figure 9-13, system performance is shown in the test conditions column.

7.6 Electrical Characteristics – 5-V Version

Specifications are for $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN ⁽¹⁾	TYP ⁽²⁾	MAX ⁽¹⁾	UNIT
SYSTEM PARAMETERS ⁽³⁾ (see Figure 9-13 for test circuit)					
V_{OUT} Output voltage	7 V $\leq V_{IN} \leq 40$ V, 0.2 A $\leq I_{LOAD} \leq 3$ A	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	V
		$-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	4.75	5.25	
η Efficiency	$V_{IN} = 12$ V, $I_{LOAD} = 3$ A		80%		

- (1) All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are specified via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (2) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (3) External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in Figure 9-13, system performance is shown in the test conditions column.

7.7 Electrical Characteristics – 12-V Version

Specifications are for $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN ⁽¹⁾	TYP ⁽²⁾	MAX ⁽¹⁾	UNIT
SYSTEM PARAMETERS ⁽³⁾ (see Figure 9-13 for test circuit)					
V_{OUT} Output voltage	15 V $\leq V_{IN} \leq 40$ V, 0.2 A $\leq I_{LOAD} \leq 3$ A	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.52	12	V
		$-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	11.4	12.6	
η Efficiency	$V_{IN} = 25$ V, $I_{LOAD} = 3$ A		90%		

- (1) All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are specified via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (2) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (3) External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in Figure 9-13, system performance is shown in the test conditions column.

7.8 Electrical Characteristics – Adjustable Voltage Version

Specifications are for $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN ⁽¹⁾	TYP ⁽²⁾	MAX ⁽¹⁾	UNIT
SYSTEM PARAMETERS ⁽³⁾ (see Figure 9-13 for test circuit)					
V_{FB} Feedback voltage	4.5 V $\leq V_{IN} \leq 40$ V, 0.2 A $\leq I_{LOAD} \leq 3$ A		1.23		V
	V_{OUT} programmed for 3 V (see Figure 9-13 for test circuit)	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.193	1.267	
		$-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$	1.18	1.28	
η Efficiency	$V_{IN} = 12$ V, $V_{OUT} = 3$ V, $I_{LOAD} = 3$ A		73%		

- (1) All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are specified via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (2) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.

- (3) External components such as the catch diode, inductor, input and output capacitors can affect switching regulator system performance. When the LM2596 is used as shown in Figure 9-13, system performance is shown in the test conditions column.

7.9 Electrical Characteristics – All Output Voltage Versions

Specifications are for $T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_{\text{LOAD}} = 500\text{ mA}$, $V_{\text{IN}} = 12\text{ V}$ for the 3.3-V, 5-V, and adjustable version, and $V_{\text{IN}} = 24\text{ V}$ for the 12-V version (unless otherwise noted).

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN ⁽¹⁾	TYP ⁽²⁾	MAX ⁽¹⁾	UNIT
DEVICE PARAMETERS							
I _b	Feedback bias current	Adjustable version only, V _{FB} = 1.3 V	T _J = 25°C		10	50	nA
			−40°C ≤ T _J ≤ 125°C			100	
f _O	Oscillator frequency ⁽³⁾	T _J = 25°C		127	150	173	kHz
		−40°C ≤ T _J ≤ 125°C		110		173	
V _{SAT}	Saturation voltage ^{(4) (5)}	I _{OUT} = 3 A	T _J = 25°C		1.16	1.4	V
			−40°C ≤ T _J ≤ 125°C			1.5	
DC	Max duty cycle (ON) ⁽⁵⁾				100%		
	Min duty cycle (OFF) ⁽⁶⁾				0%		
I _{CL}	Current limit ^{(4) (5)}	Peak current	T _J = 25°C	3.6	4.5	6.9	A
			−40°C ≤ T _J ≤ 125°C		3.4		
I _L	Output leakage current ^{(4) (6)}	Output = 0 V, V _{IN} = 40 V				50	μA
		Output = −1 V			2	30	mA
I _Q	Operating quiescent current ⁽⁶⁾	See ⁽⁶⁾			5	10	mA
I _{STBY}	Current standby quiescent	ON/OFF pin = 5 V (OFF) ⁽⁷⁾	T _J = 25°C		80	200	μA
			−40°C ≤ T _J ≤ 125°C			250	μA
SHUTDOWN/SOFT-START CONTROL (see Figure 9-13 for test circuit)							
V _{IH}	ON/OFF pin logic input threshold voltage	Low (regulator ON)	T _J = 25°C		1.3		V
			−40°C ≤ T _J ≤ 125°C			0.6	
V _{IL}		High (regulator OFF)	T _J = 25°C		1.3		V
			−40°C ≤ T _J ≤ 125°C		2		
I _H	ON/OFF pin input current	V _{LOGIC} = 2.5 V (regulator OFF)			5	15	μA
I _L		V _{LOGIC} = 0.5 V (regulator ON)			0.02	5	μA

- (1) All room temperature limits are 100% production tested. All limits at temperature extremes are specified via correlation using standard Statistical Quality Control (SQC) methods. All limits are used to calculate Average Outgoing Quality Level (AOQL).
- (2) Typical numbers are at 25°C and represent the most likely norm.
- (3) The switching frequency is reduced when the second stage current limit is activated. The amount of reduction is determined by the severity of current overload.
- (4) No diode, inductor, or capacitor connected to output pin.
- (5) Feedback pin removed from output and connected to 0 V to force the output transistor switch ON.
- (6) Feedback pin removed from output and connected to 12 V for the 3.3-V, 5-V, and the adjustable versions, and 15 V for the 12-V version, to force the output transistor switch OFF.
- (7) $V_{\text{IN}} = 40\text{ V}$.



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTECNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	Data:
---------------------	-------

1. AGENDA:

1. Submissão da proposta do tema;
2. Termo de atribuição do tema;
3. Estágio de desenvolvimento do trabalho;
4. Normas do RCE;
5. Estágio de desenvolvimento do trabalho;
6. Apresentação do relatório final.

2. PRESENÇAS

1º Encontro	Machavele (Presencial) - 08-09-2022
2º Encontro	Machavele (Presencial) - 21-09-2022
3º Encontro	Machavele (Presencial) - 05-10-2022
4º Encontro	Machavele (Presencial) - 20-10-2022
5º Encontro	Machavele (Presencial) - 03-11-2022
6º Encontro	Machavele (Presencial) - 06-04-2023
7º Encontro	Machavele (Presencial) - 19-04-2023
8º Encontro	Machavele (Presencial) - 04-05-2023
9º Encontro	Machavele (Presencial) - 11-05-2023
10º Encontro	Machavele (Presencial) - 08-06-2023
11º Encontro	Machavele (Presencial) - 16-06-2023
12º Encontro	Machavele (Presencial) - 28-06-2023

3. RESUMO DO ENCONTRO:

1. Submissão do tema e discussão de pontos necessários para o desenvolvimento do trabalho.
2. • Delimitação do tema; • Reestruturação dos objectivos específicos; • Discussão acerca da contextualização; • Discussão acerca da problemática; • Discussão acerca da relevância da pesquisa; • Diversos.
3. Análise do desenvolvimento do primeiro objectivo específico.
4. • Revisão da contextualização; • Revisão da problemática; • Desenvolvimento do primeiro objectivo específico.
5. Reestruturação da revisão bibliográfica, eliminação de alguns pontos (que falam da programação, por exemplo), acréscimos de alguns pontos (comparação das diferentes plataformas do Arduino).
6. • Revisão da Metodologia; • Análise do desenvolvimento do segundo objectivo específico.
7. • Discussão acerca dos pontos da parte introdutória do trabalho; • Análise do desenvolvimento dos objectivos específicos; • Diversos.
8. Discussão do desenvolvimento do sistema (indicação dos subsistemas, esquemas, ...)
9. • Desenvolvimento do sistema; • Impacto tecnológico, ambiental e económico.
10. • Desenvolvimento do sistema; • Requisitos do sistema.
11. • Revisão dos pontos do desenvolvimento do sistema; • Revisão dos pontos da parte introdutória; • Revisão dos pontos da revisão teórica.
12. Conclusão e diversos.

3. Argumentação										
3.1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/ resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 30)										

4. Apresentação e estilo da escrita										
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5					
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5					
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5					
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5					
Secção 4 subtotal (max: 20)										

Total de pontos (max: 100)

Nota (=Total*0,2)

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTRONICA

➤ **F2 - GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA**

Nome do estudante: Machavele, Valente Jeremias Júnior.

Referência do tema: _____ Data: ____/____/____

Tema: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE ELABORAÇÃO DE HORÁRIO ACADÉMICO E CONTAGEM DE FLUXO DE PESSOAS.

1. Introdução										
1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 1 subtotal (max: 10)										

2. Organização e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
Secção 2 subtotal (max: 25)										

3. Estilo da apresentação										
3. 1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audiovisuais	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (max: 15)										

4. Defesa										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos Resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 3 subtotal (max: 50)										

Total de pontos (max: 100)

Nota (=Total*0,2)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

➤ **FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE**

(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: Machavele, Valente Jeremias Júnior.

Referência do tema: _____ Data: ____ / ____ / ____

Tema: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE ELABORAÇÃO DE HORÁRIO ACADÉMICO E CONTAGEM DE FLUXO DE PESSOAS.

Indicador	Classificação				
Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)	1	2	3	4	5
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)	1	2	3	4	5
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)	1	2	3	4	5
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)	1	2	3	4	5
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)	1	2	3	4	5
Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)	1	2	3	4	5
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)	1	2	3	4	5
Total de pontos (max: 35)					

Valor do classificador	Cotação obtida	Significado
	1	Não aceitável (0 a 9 valores)
	2	Suficiente (10 a 13 valores)
	3	Bom (14 a 16 valores)
	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)

Total de pontos (max: 35)

Nota (=Total*20/35)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTECNICA

➤ **F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL**

Nome do estudante: Machavele, Valente Jeremias Júnior.

Referência do tema: _____ Data: ____ / ____ / ____

Tema: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE ELABORAÇÃO DE HORÁRIO ACADÉMICO E CONTAGEM DE FLUXO DE PESSOAS.

AVALIADOR	NOTA OBTIDA	PESO (%)
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2=	B= 40

CLASSIFICAÇÃO FINAL $= (N1 \cdot A + N2 \cdot B) / 100$

OS MEMBROS DO JURI:

O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	

Apêndice A

Este inquérito tem como objectivo recolher informações para a realização de um trabalho de Licenciatura, na FE_UEM, com o tema: “*Desenvolvimento de um sistema automatizado de horário académico e ocupação de salas de aulas*”. A população "alvo" deste inquérito são os docentes que são ou já foram actores de gestão académica no processo de elaboração ou revisão de horários.

Os dados fornecidos são utilizados exclusivamente para fins de investigação científica.

Dados pessoais

Nome: _____

1. Já desempenhou a função de actor do processo de elaboração de horário académico?

Sim

☐

Não

☐

2. Se respondeu afirmativamente na questão anterior, diga que cargo exerce.

Perguntas Gerais (A respostas serão colocadas numa folha extra)

1. Como é feito o processo de elaboração de horários académicos?
2. Quais são as dificuldades encontradas durante o processo de elaboração de horários?
3. Existe algum método utilizado para otimizar o processo?
Em caso afirmativo, qual?
4. Porque após a sua elaboração, os horários sofrem mudanças?
5. Como é que olha a questão da ocupação de salas de aulas, sob o ponto de vista de distúrbios?
6. Qual é a sua opinião sobre a automatização do horário académico?

Observações

Obrigado pela colaboração!

Apêndice B

Modelo abstracto de programação de uma “sala”

Ao criar-se um código em linguagem C++ para a placa do Arduino é necessário ter o *sketch*, que é esboçado no IDE (Ambiente Integrado de Desenvolvimento).

É no IDE que se escreve todo o programa que se carrega no Arduino e que consequentemente permitirá com que os actuadores interligados a esse Arduino comuniquem-se e realizem as suas tarefas.

O programa é realizado por ciclos formados por três blocos, a saber:

- O bloco de definição das variáveis;
- O bloco da função *setup()* - com declarações, inicializações e funções internas. Essas funções são executadas uma única vez.
- O bloco da função *loop()* - com funções que se repetirão.

Para uma descrição clara, o código será dividido e explicado em partes.

a) Bibliotecas

Logo no início importam-se algumas das bibliotecas úteis para o funcionamento de alguns componentes.

Ao importar a biblioteca correspondente a um componente, esta comanda o compilador para incluir o arquivo-cabeçalho onde existem declarações de funções úteis para entrada e saída de dados desse componente.

Neste trabalho precisa-se das bibliotecas que possuem funções que auxiliam nas configurações e tratamento dos dados relativos ao LCD, RTC e ao protocolo Wire.

b) Inicialização das variáveis

Na inicialização há variáveis do tipo caracteres para definir a data, a hora, o dia da semana, variáveis do tipo inteiro para a escolha das opções, e vários outros números tais como o total de ocupantes da sala, variáveis booleanas para as condições verdade/falso, *byte* para conectores dos pinos das linhas e colunas do teclado.

Depois da inicialização, todos os pinos são definidos como entradas ou como saídas.

c) *Loop* principal

Encontra-se o código que será monitorado através do *loop* de repetição.

No *loop* principal tem-se a leitura das horas, minutos e segundos, os sinais dos sensores (S1,S2,S3,S4). A cada *loop* é executada a estrutura de condição “*if*”, para permitir a entrada de dados correspondente a mudança do nível de tensão nos sensores,

onde incrementa caso os sensores (S1,S3,S4, respectivamente) sejam activados.

Não obstante, ao activar-se os sensores (S4,S2,S1, respectivamente) sucede um decremento.

Na sequência é executada a estrutura “*if-else*” que basicamente mantém o LED verde em nível alto para valores menores que 20 (lotação máxima), o LED amarelo em nível alto para (contador=20), e por fim, mantém o nível alto do LED vermelho para valores acima de 20, sendo que para cada uma dessas acções os demais LEDs encontram-se definidos para um nível baixo de tensão.

Satisfeitas as condições iniciais, entra-se na estrutura “*do*”, onde a informação é exibida no LCD.

Na sequência de configuração, começa-se com a página inicial que vai exibir a seguinte String, "INICIANDO O SISTEMA", e "POR FAVOR CLICA A TECLA", após clicar vem a informação "PARA CONFIGURAR". Depois dessa etapa coloca-se a sequência das aulas e dias da semana.

Como o subsistema de horário académico tem estilo de um menu, torna-se conveniente a utilização da estrutura “*do-while*”, no qual se garante que o valor digitado pelo utilizador seja validado.

Na estrutura “*do*”, configura-se a fonte e a posição das letras do dia da semana e abre-se a condição “*if*” para configurar a hora das aulas de acordo com a sua sequência.

De seguida, na estrutura “*if*” configura-se o nome da aula a decorrer de acordo com a fonte e o posicionamento no LCD.

Um contador é colocado após uma configuração terminar, permitindo o salto para outro modo de configuração e o processo repete-se.

Terminada a configuração do dia coloca-se o “*next e else*” para o outro dia.

Por questões de praticidade na demonstração, as horas são separadas de 6h em 6h, onde cada separação representa uma semana.

Depois do “*next*” abre-se uma nova estrutura “*if*” com dia de semana. Nesse dia de semana comparam-se os minutos.

Para os primeiros 6 minutos tem-se a semana 1, e para os outros 6min a semana 2, até alcançar os 36 minutos de acordo com os dias da semana.

Feita a divisão dos dias da semana em função aos minutos abre-se o ciclo “*do*” contendo informações a serem exibidas no LCD, nomeadamente posicionamento, String, fonte, sequência.

Na estrutura “*if*”, se o dia da semana for igual a “1” abre-se uma estrutura para

comparar os minutos, e abre-se um “if” para exibir a cadeira em curso e outras informações. Se o último “if” mudar o número do contador, exibe-se outra cadeira em curso e a que sucede, e o processo repete-se.

Basicamente trabalha-se com a ideia do encapsulamento, onde se testa estruturas “if” dentro de outras estruturas “if”.

Quando o dia da semana for igual a 6 (no caso sábado), só se imprime o dia da semana (Sábado) e nenhuma outra informação é exibida, sendo que depois dos 6 minutos passa para domingo que, analogamente ao sábado, passa para a segunda-feira e o processo repete-se.

Apêndice C

Circuito eléctrico na placa

