

CENTRO PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL MARTIN LUTHER KING
ENSINO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO DE MECATRÔNICA - ETIM

Janela Automatizada

SÃO PAULO
2022

Rodrigo Hideki Imai

Janela Automatizada
Ensino Médio Integrado ao Técnico de Mecatrônica

Monografia apresentada à banca examinadora do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Mecatrônica da ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL MARTIN LUTHER KING, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

Orientador: Prof. ME. Eng. Paulo Roberto Murger Nogueira

SÃO PAULO

2022

GRUPO

João Gabriel Nobre Serra

Leonardo Kenji Wada

Lucas Fernando Neres Miranda

Lucas Ricardo dos Santos

Miguel Inácio Canavesi

Rodrigo Hideki Imai

CANAVESI, Miguel Inácio; **IMAI**, Rodrigo Hideki; **MIRANDA**, Lucas Fernando Neres; **SANTOS**, Lucas Ricardo; **SERRA**, João Gabriel Nobre; **WADA**, Leonardo Kenji.

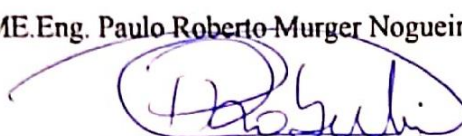
Monografia apresentada à banca examinadora do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Mecatrônica da ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL MARTIN LUTHER KING, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

Orientador: Prof.ME.Eng. Paulo Roberto Murger Nogueira

Aprovado em: 07/12/2022

Orientador: Prof.ME.Eng. Paulo Roberto Murger Nogueira

Assinatura: _____



Banca Examinadora

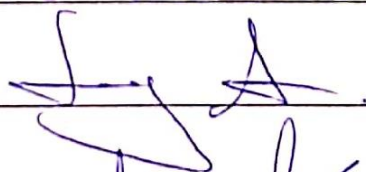
Professor: JOSE DIAS DA SILVA NETO

Assinatura: _____

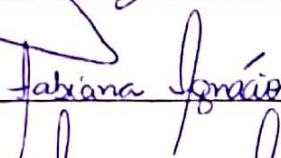


Professor: LUIZ AUGUSTO R.M. CUSTÓDIO

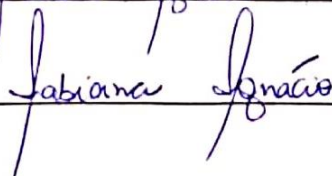
Assinatura: _____



Professor: _____



Assinatura: _____



DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho:

aos nossos familiares, por todo apoio e por sempre estarem presentes nos momentos mais difíceis;

a Deus, por haver nos capacitado, guiado e fortalecido durante toda essa jornada;

ao nosso orientador, por conduzir o trabalho com paciência e dedicação, sempre disponível a compartilhar todo o seu vasto conhecimento;

a todos os nossos professores, por nos instruírem com empenho para que fosse possível a produção deste projeto.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos:

a Deus, pelas nossas vidas, e por nos permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho;

aos nossos familiares, por todo o apoio e ajuda que muito contribuíram para a realização deste projeto;

ao professor Paulo Roberto Murger Nogueira, por ter sido nosso orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade;

ao professor Marcos Antônio de Sousa, por ter dado sugestões para o aperfeiçoamento do projeto;

às professoras Denise Landi Corrales Guaranha e Fabiana Cardenuto, por analisarem as produções textuais referentes ao trabalho;

ao carpinteiro José Ribamar Serra Almeida, por construir a estrutura do protótipo da janela;

ao torneiro mecânico Cleuber Nishikiori, por ter fabricado e doado as buchas utilizadas no projeto, além de auxiliar na escolha da engrenagem e da cremalheira;

aos amigos Lucas Brito Oliveira e Rebeca Gonçalves Oliveira, por todo apoio dado no decorrer do projeto e pelo auxílio na confecção da placa de circuito impresso (PCB) utilizada no protótipo da Janela Automatizada;

a todos os integrantes do grupo, pela colaboração e dedicação na efetuação do projeto.

“Permanecer ignorante é como se trancar em um quarto carente de luz. Contudo, ao abrir das janelas, são rompidas as barreiras da ignorância, rasgando o caminho para o raiar de novas ideias e a ampliação de novos horizontes.”

(Rodrigo Hideki Imai)

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) objetivou aplicar os conhecimentos adquiridos da área técnica de Mecatrônica, na construção de um protótipo que almeja mostrar como pode ser realizada a aplicação da *Internet* das Coisas (IoT) e da Domótica em uma janela, tornando-a uma Janela Automatizada. Para isso, inicialmente, foram realizadas diversas pesquisas relacionadas ao tema, as quais serviram de apoio para o desenvolvimento do protótipo em ambas as partes: *hardware*, constituído pelos componentes eletrônicos; e *software*, o que se refere a toda a programação presente no projeto: microcontrolador, aplicativo e banco de dados, realizados na IDE do Arduino, no *MIT App Inventor*, e no *Firebase*, respectivamente. Com isso em mente, o protótipo foi desenvolvido para permitir, ao usuário, o controle a distância da janela, ou seja, o mecanismo da janela estaria conectado a um banco de dados, em tempo real, na *internet*, e sujeito ao comando dado remotamente via aplicativo de celular, que também foi desenvolvido pelo grupo. A Janela Automatizada possui serviço de detecção e fechamento automático, em caso de precipitação de água, o que oferece maior grau de segurança ao usuário com relação à integridade dos bens contidos no interior da casa. Além disso, ela é controlada por sensores que possibilitam ao cliente o monitoramento do estado da janela, em tempo real, mesmo que distante dela. Vale destacar que, a fim de se evitar acidentes na operação da janela, foi implantado um sistema de interrupção do movimento das folhas em caso de obstáculo em seu campo de atuação. Dessa forma, o presente projeto mostrou que é possível realizar uma integração de objetos do cotidiano com a IoT e a Domótica, oferecendo aos usuários maior conforto, praticidade e segurança em relação à integridade de seus bens.

Palavras-chave: Domótica, Janela Automatizada, Controle a Distância, Internet das Coisas (IoT).

ABSTRACT

This Final Paper had objectified to apply the acquired knowledge from the technical mechatronic area into the building of a prototype, which craves to show how can be realized the implementation of the Internet of Things (IoT) and the domotic in a window, turning it in an Automatized Window. For that, initially were realized many researches related to the matter, which were used as support to the development of the prototype in it's both parts, hardware, constituted by the electronic components, and software, what refers to all the programming present in the project, microcontroller, app and database, realized on the Arduino's IDE, on the MIT App Inventor, and on Firebase, respectively. With this in mind, the prototype was developed in order to allow to the user, the control at distance of the window, in other words, the window would be connected to a database in real-time on the Internet and subjected to the control given remotely through the cell phone app, that also had been developed by the group. The Automatized Window has a detection and automatic closure service in case of precipitation of water from rain, what would offer a greater security level to the user, when it comes to the integrity of the goods contained inside the house. Besides this, it is controlled by sensors, which enable to the customer the supervision of the window's state in real-time, even if he is distant from it. It is worth noting that, in order to avoid accidents during the operation of the window, it was implemented a leaf window movement interruption system in case of presence of obstacle in it's actuation field. In this way, the present project has shown that is possible to realize the integration of daily objects with IoT and the domotic, offering more comfort, practicality and security to the users, in relation to the integrity of the internal goods of the house.

Keywords: Domotic, Automatized Window, Control at Distance, Internet of Things (IoT).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Movimento Progressivo e Retrógrado	25
Figura 2 - Gráfico da Velocidade em Função do Tempo	26
Figura 3 – MCU.....	27
Figura 4 - Aceleração Centrípeta.....	28
Figura 5 - Sistema Pinhão-Cremalheira.....	30
Figura 6 - Exemplo Série Triboelétrica	36
Figura 7 - Exemplo Circuito Série.....	39
Figura 8 - Exemplo Circuito Paralelo.....	40
Figura 9 - Exemplo Circuito Misto.....	40
Figura 10 - Sentido da Corrente	41
Figura 11 - Lei dos Nós	43
Figura 12 - Lei das Malhas	43
Figura 13 - Resistor	44
Figura 14 – Estrutura Interna do Capacitor	45
Figura 15 - Estrutura Interna do Diodo	46
Figura 16 - Transistor NPN e PNP	46
Figura 17 - Exemplo de Sinal Analógico	47
Figura 18 - Exemplo de Sinal Digital.....	47
Figura 19 - <i>Reed Switch</i>	48
Figura 20 - <i>Reed Switch</i> Circuito Fechado	48
Figura 21 - Sensor Infravermelho.....	48
Figura 22 – Sensor Acústico.....	49
Figura 23 - Sensor Indutivo.....	49
Figura 24 - Sensor de Chuva	49
Figura 25 - Motor de Passo NEMA.....	50
Figura 26 - Fonte Chaveada.....	51
Figura 27 - Polos Magnéticos do Ímã.....	56
Figura 28 - Inseparabilidade dos Polos.....	57
Figura 29 - Interação entre Polos.....	57
Figura 30 - Espira Circular	58
Figura 31 – Bobina Chata.....	58
Figura 32 - Condutor Reto.....	59
Figura 33 – Solenoide.....	60

Figura 34 – Diamagnetismo	61
Figura 35 – Paramagnetismo	62
Figura 36 – Ferromagnetismo.....	62
Figura 37 - Navegador Mosaic	74
Figura 38 - Esquema de um SGBD	78
Figura 39 - Exemplo de Estrutura de Arquivo JSON	80
Figura 40 – Engrenagem.....	87
Figura 41 – PCB Janela Automatizada.....	93
Figura 42 – PWM	94
Figura 43 - Ponte H	95
Figura 44 - Driver A4988	95
Figura 45 - Fonte Chaveada BWX	96
Figura 46 - LM7805	98
Figura 47 - TMS100	98
Figura 48 - Arduino UNO	99
Figura 49 - WeMos D1 R32	99
Figura 50 - Logo <i>Firebase</i>	100
Figura 51 - Comparação Arquivo JSON padrão e JSON no <i>Firebase</i>	100
Figura 52 - Organização <i>Firebase</i>	101
Figura 53 - Logo <i>MIT App Inventor</i>	102
Figura 54 - Exemplo de Programação em Bloco.....	102
Figura 55 - Tela Recepção.....	103
Figura 56 – Recepção – Bloco I	103
Figura 57 - Login - Bloco I.....	104
Figura 58 - <i>Login</i> - Bloco I.....	104
Figura 59 - <i>Login</i> - Bloco II.....	104
Figura 60 - <i>Login</i> - Bloco III	105
Figura 61 - Tela Menu	105
Figura 62 - Menu - Bloco I.....	105
Figura 63 - Menu - Bloco II.....	106
Figura 64 - Menu - Bloco III	106
Figura 65 - Menu - Bloco IV	106
Figura 66 - Menu - Bloco V	106
Figura 67 - Tela Controle	107
Figura 68 - Controle - Bloco I	107

Figura 69 - Controle - Bloco II.....	107
Figura 70 - Controle - Bloco III.....	108
Figura 71 - Controle - Bloco IV	108
Figura 72 - Controle - Bloco V.....	109
Figura 73 - Controle - Bloco VI	109
Figura 74 - Controle - Bloco VII.....	110
Figura 75 - Controle - Bloco VIII.....	110
Figura 76 - Tela Sensor de Chuva	111
Figura 77 - Chuva - Bloco I.....	111
Figura 78 - Chuva - Bloco II	111
Figura 79 - Chuva - Bloco III.....	112
Figura 80 - Tela Rotina.....	112
Figura 81 - Rotina - Bloco I.....	112
Figura 82 - Rotina - Bloco II	113
Figura 83 - Rotina - Bloco III.....	113
Figura 84 - Rotina - Bloco IV.....	113
Figura 85 - Rotina – Bloco V	114
Figura 86 - Rotina - Bloco VI.....	114
Figura 87 - Tela Ajuda.....	115
Figura 88 - Ajuda - Bloco I	115
Figura 89 - Ajuda - Bloco II.....	115
Figura 90 - Logo IDE Arduino	116
Figura 91 - Library ArduinoJson.h.....	117
Figura 92 - Sintaxe <i>#include</i>	119
Figura 93 - Sintaxe <i>#define</i>	120
Figura 94 - Sintaxe <i>pinMode()</i>	120
Figura 95 - Sintaxe <i>delay()</i>	120
Figura 96 - Sintaxe <i>Serial.begin()</i>	120
Figura 97 - Sintaxe <i>Serial.read()</i>	121
Figura 98 - Sintaxe <i>Serial.print()</i>	121
Figura 99 - Sintaxe <i>Serial.println()</i>	121
Figura 100 - Sintaxe <i>digitalWrite()</i>	121
Figura 101 - Sintaxe <i>WiFi.bengin()</i>	122
Figura 102 - Sintaxe <i>WiFi.status()</i>	122
Figura 103 - Sintaxe <i>ntp.begin()</i>	122

Figura 104 - Sintaxe <i>ntp.forceUpdate()</i>	123
Figura 105 - Sintaxe <i>ntp.getFormattedTime()</i>	123
Figura 106 - Sintaxe <i>Firebase.begin()</i>	123
Figura 107 - Sintaxe Função <i>Get</i>	123
Figura 108 - Sintaxe Função <i>Set</i>	124
Figura 109 - Sintaxe da Função <i>Push</i>	124
Figura 110 - Programação ESP32	130
Figura 111 - Esquema Integração <i>Firebase-App Inventor-Wemos</i>	131

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
INTRODUÇÃO.....	21
1. FUNDAMENTOS	24
1.1. Tipos de Movimento	24
1.1.1. Conceitos de Movimento.....	24
1.1.2. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).....	25
1.1.3. Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)	26
1.1.4. Movimento Circular Uniforme (MCU)	27
1.2. Força e Torque	29
1.2.1. Definição de Força.....	29
1.2.2. Torque.....	29
1.3. Conversão de Formas de Movimento	30
1.4. Energia	30
1.4.1. O que é Energia	30
1.4.1.1. Conservação de Energia.....	31
1.4.1.2. Trabalho.....	31
1.4.1.3. Joule.....	31
1.4.1.4. Potência	31
1.4.2. Tipos de Energia.....	32
1.4.2.1. Energia Cinética	32
1.4.2.1.1. Definição de Energia Cinética	32
1.4.2.1.2. Contexto Histórico	33
1.4.2.2. Energia Elétrica	33
1.4.2.2.1. Definição de Energia Elétrica	33
1.4.2.2.2. Contexto Histórico da Eletricidade	33
1.4.2.2.3. Conceitos Gerais da Eletricidade	34
1.4.2.2.3.1. Partículas Elementares	34
1.4.2.2.3.2. Coulomb e Carga Fundamental	34
1.4.2.2.3.3. Eletrostática e a Eletrização.....	35
1.4.2.2.3.4. Campo Elétrico	36
1.4.2.2.3.5. Potencial Elétrico e Energia Potencial.....	37

1.4.2.2.3.6. Condutores e Isolantes	37
1.5. Fundamentos da Elétrica.....	38
1.5.1. Circuito Elétrico	38
1.5.1.1. Tipos de Circuito	39
1.5.2. Corrente Elétrica.....	40
1.5.3. Tensão.....	41
1.5.4. Resistência	41
1.5.5. 1ª Lei de Ohm	42
1.5.6. Leis de Kirchhoff.....	42
1.5.7. Placas de Circuito Impresso (PCB ou PCI)	43
1.5.8. Componentes Gerais.....	44
1.5.9. Sinais Elétricos	46
1.5.10. Sensores	47
1.5.11. Motores	50
1.5.12. Fontes de Alimentação.....	51
1.6. Fundamentos da Automação.....	51
1.6.1. Pilares	51
1.6.2. O que é Automação	51
1.6.3. História da Automação	52
1.6.4. Automação na Era Atual.....	52
1.6.5. Tipos de Automação	52
1.6.5.1. Automação Industrial	52
1.6.5.2. Automação Fixa	53
1.6.5.3. Automação Flexível.....	53
1.6.5.4. Automação Programável	53
1.6.5.5. Automação Elétrica.....	53
1.6.5.6. Automação Predial	54
1.6.5.7. Domótica	54
1.7. Magnetismo.....	54
1.7.1. Contexto Histórico.....	54

1.7.2.	Definição Magnetismo	55
1.7.3.	Ímã.....	56
1.7.3.1.	Características do Ímã.....	56
1.7.3.1.1.	Polos Magnéticos.....	56
1.7.3.1.2.	Inseparabilidade dos Polos	56
1.7.3.1.3.	Interação entre Polos	57
1.7.4.	Campo Magnético.....	57
1.7.4.1.	Fórmulas para Calcular Campo Magnético	58
1.7.4.1.1.	Espira Circular	58
1.7.4.1.2.	Bobina Chata	58
1.7.4.1.3.	Condutor Reto	59
1.7.4.1.4.	Solenóide.....	60
1.7.5.	Força Magnética	60
1.7.5.1.	Força Magnética sobre Partículas	60
1.7.5.2.	Força Magnética sobre Condutores Retilíneos	61
1.7.6.	Tipos de Materiais Magnéticos.....	61
1.7.6.1.	Diamagnéticos	61
1.7.6.2.	Paramagnéticos	62
1.7.6.3.	Ferromagnéticos.....	62
1.7.7.	Eletromagnetismo.....	62
1.7.7.1.	Indução Eletromagnética	63
1.7.7.1.1.	Aplicações da Indução Eletromagnética em Motores.....	63
1.8.	Fundamentos da Computação	63
1.8.1.	O que é Computação.....	63
1.8.2.	História da Computação	64
1.8.2.1.	Algoritmos	64
1.8.2.2.	Lógica Binária.....	64
1.8.2.3.	Engenho Analítico	65
1.8.2.4.	Nascimento da Ciência da Computação.....	65
1.8.3.	<i>Hardware</i>	65
1.8.4.	<i>Software</i>	66
1.8.4.1.	<i>Software</i> como Programa de Computador	66
1.8.5.	Comunicação Hardware-Software.....	66

1.8.6.	Linguagem de Programação	67
1.8.6.1.	O que é Linguagem de Programação	67
1.8.6.2.	Tipos de Linguagem de Programação	68
1.8.6.2.1.	ASP	68
1.8.6.2.2.	<i>ActionScript</i>	68
1.8.6.2.3.	C / C++	68
1.8.6.2.4.	C#.....	68
1.8.6.2.5.	Pascal.....	69
1.8.6.2.6.	<i>Euphoria</i>	69
1.8.6.2.7.	Java.....	69
1.8.6.2.8.	JavaScript.....	69
1.8.6.2.9.	Lua	69
1.8.6.2.10.	MATLAB.....	70
1.8.6.2.11.	PHP	70
1.8.6.2.12.	Python	70
1.8.6.2.13.	R	70
1.8.6.2.14.	Ruby.....	70
1.8.6.2.15.	Tcl	71
1.8.6.2.16.	<i>Basic / Visual Basic</i>	71
1.8.7.	Código Binário	71
1.8.8.	Código Hexadecimal	71
1.8.9.	Internet.....	72
1.8.9.1.	Contexto Histórico	72
1.8.9.1.1.	DARPA	72
1.8.9.1.2.	Teoria da Comutação de Pacotes	72
1.8.9.1.3.	Rede Galáctica	72
1.8.9.1.4.	WAN	73
1.8.9.1.5.	ARPANET.....	73
1.8.9.1.6.	Transição ARPANET – TCP/IP	73
1.8.9.1.7.	WWW	74
1.8.9.1.8.	Cenário Atual da Internet	74
1.8.9.2.	Computação em Nuvem	75
1.8.9.2.1.	O que é a Nuvem	75
1.8.9.2.2.	Como Funciona a Nuvem.....	75
1.8.9.2.3.	Principais Modelos de <i>Cloud Computing</i>	76
1.8.10.	Banco de Dados	76

1.8.10.1.	O que é um BD	76
1.8.10.2.	SGBD's	77
1.8.10.2.1.	Principais SGBD's	77
1.8.10.3.	Esquema SGBD-Usuário	78
1.8.10.4.	Tipos de Banco de Dados	78
1.8.10.4.1.	Banco de Dados Relacionais	78
1.8.10.4.2.	Banco de Dados Orientados a Objetos	78
1.8.10.4.3.	Banco de Dados Distribuídos	78
1.8.10.4.4.	<i>Data warehouse</i>	79
1.8.10.4.5.	Banco de Dados NoSQL	79
1.8.10.4.6.	Banco de Dados de Grafos	79
1.8.10.4.7.	Banco de Dados OLTP	79
1.8.10.4.8.	Banco de Dados de Código Aberto	79
1.8.10.4.9.	Banco de Dados em Nuvem	79
1.8.10.4.10.	Banco de Dados Multimodelo	80
1.8.10.4.11.	Banco de Dados de Documentos/JSON	80
1.8.10.4.12.	Banco de Dados Autônomos.....	80
2.	MECÂNICA	81
2.1.	Madeira	81
2.1.1.	Definição	81
2.1.2.	Características.....	81
2.1.3.	Tipos de Madeira	82
2.1.3.1.	Madeira Maciça	82
2.1.3.2.	Madeira Processada ou Reconstituída.....	82
2.2.	Vidro	82
2.2.1.	Definição	82
2.2.2.	Como é Feito	82
2.2.3.	Principais Tipos	83
2.2.3.1.	Sílica Vítreas	83
2.2.3.2.	Silicatos Alcalinos.....	83
2.2.3.3.	Vidros Sodo-Cálcicos.....	83
2.2.3.4.	Vidros ao Chumbo	84
2.2.3.5.	Vidros Borossilicatos.....	84
2.2.3.6.	Vidros Alumino-Borossilicato.....	84

2.2.4.	Normal – Laminado – Temperado.....	85
2.3.	Elementos de Fixação	85
2.3.1.	O que são Elementos de Fixação.....	85
2.3.2.	Para que Servem	86
2.4.	Transmissão	86
2.4.1.	O que são Elementos de Transmissão	86
2.4.2.	Tipos de Elementos de Transmissão	86
2.4.3.	Engrenagens.....	86
2.4.3.1.	O que são	86
2.4.3.2.	Funcionamento.....	87
2.4.3.3.	Tipos de Engrenagens	88
2.4.3.4.	Engrenagem Cilíndrica de Dentes Retos	88
2.4.3.5.	Cálculo do Módulo.....	89
2.4.3.6.	Cálculo do Diâmetro Externo	89
2.4.3.7.	Cálculo da Altura Total do Dente	89
2.4.3.8.	Cálculo da Altura do Pé do Dente da Engrenagem	89
2.4.3.9.	Cálculo do Diâmetro Externo	90
2.4.3.10.	Cálculo do Passo	90
2.4.3.11.	Cálculo da Distância entre Eixos	90
2.4.4.	Cremalheira	91
2.4.4.1.	Definição.....	91
2.4.4.2.	Aplicações das Cremalheiras.....	91
2.4.4.3.	Tipos de Cremalheiras	92
2.4.4.3.1.	Dentes Retos ou Perpendiculares.....	92
2.4.4.3.2.	Dentes Inclinação ou Helicoidais	92
3.	ELÉTRICA.....	92
3.1.	Placa de Fenolite	92
3.2.	Motores e Drives.....	93
3.2.1.	Norma NEMA	93
3.2.2.	Motor NEMA 17	93
3.2.3.	Driver.....	94
3.2.3.1.	O que é um Driver.....	94

3.2.3.1.1.	PWM.....	94
3.2.3.1.2.	Ponte H.....	95
3.2.3.2.	Driver A4988.....	95
3.2.4.	Fonte Chaveada	96
3.2.4.1.	O que é Fonte Chaveada.....	96
3.2.4.2.	Fonte Chaveada BWX	96
3.2.5.	Componentes Gerais Especificados.....	97
3.2.5.1.	Resistores Utilizados.....	97
3.2.5.2.	Capacitores Utilizados	97
3.2.5.3.	Regulador de Tensão Utilizado	97
3.2.5.4.	Sensores Utilizados.....	98
3.2.6.	Microcontroladores.....	98
3.2.6.1.	Definição e História.....	98
4.	PROGRAMAÇÃO	100
4.1.	<i>Firestore</i>	100
4.1.1.	O que é o <i>Firestore</i>	100
4.1.2.	Aplicação do <i>Firestore</i> no TCC.....	100
4.1.3.	Organização dos Dados no <i>Firestore</i>	101
4.2.	<i>MIT App Inventor</i>	101
4.2.1.	O que é o <i>App Inventor</i>	101
4.2.2.	Aplicação do <i>App Inventor</i> no TCC	102
4.2.3.	Programação no <i>MIT App Inventor</i>	102
4.2.3.1.	Recepção	102
4.2.3.2.	<i>Login</i>	103
4.2.3.3.	Menu	105
4.2.3.4.	Controle.....	106
4.2.3.5.	Sensor de Chuva	110
4.2.3.6.	Rotina	112
4.2.3.7.	Ajuda.....	114
4.3.	IDE do Arduino e Aplicação no TCC.....	116
4.3.1.	Linguagem da IDE do Arduino	116
4.3.2.	Bibliotecas Utilizadas.....	116

4.3.3.	Principais Variáveis Constantes	117
4.3.3.1.	<i>True</i> e <i>false</i>	117
4.3.3.2.	INPUT e OUTPUT.....	118
4.3.3.3.	<i>HIGH</i> e <i>LOW</i>	118
4.3.4.	Principais Tipos de Dados de Variáveis.....	118
4.3.4.1.	<i>String</i>	118
4.3.4.2.	<i>Int</i>	119
4.3.4.3.	<i>Float</i>	119
4.3.4.4.	<i>Bool</i>	119
4.3.5.	Comandos Utilizados no TCC.....	119
4.3.5.1.	<i>#include</i>	119
4.3.5.2.	<i>#define</i>	120
4.3.5.3.	<i>pinMode()</i>	120
4.3.5.4.	<i>delay()</i>	120
4.3.5.5.	<i>Serial.begin()</i>	120
4.3.5.6.	<i>Serial.read()</i>	121
4.3.5.7.	<i>Serial.print()</i>	121
4.3.5.8.	<i>digitalWrite()</i>	121
4.3.5.9.	<i>WiFi.begin()</i>	121
4.3.5.10.	<i>WiFi.status()</i>	122
4.3.5.11.	<i>ntp.begin()</i>	122
4.3.5.12.	<i>ntp.forceUpdate()</i>	122
4.3.5.13.	<i>ntp.getFormattedTime()</i>	123
4.3.5.14.	<i>Firebase.begin()</i>	123
4.3.5.15.	Função <i>Get</i>	123
4.3.5.16.	Função <i>Set</i>	124
4.3.5.17.	Função <i>Push</i>	124
4.3.6.	Programação na IDE do Arduino	125
4.4.	Integração <i>Firebase-App Inventor-Wemos</i>	130
CONSIDERAÇÕES FINAIS		132
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		133

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, a humanidade almeja aprimorar suas técnicas para obter novos tipos de tecnologias que pudessem simplificar seu trabalho. Por conta de a evolução desses inventos no decorrer dos séculos ter sido progressivamente lenta, apenas nos dias atuais se tornou mais perceptível, tendo em vista, muitos dispositivos desenvolvidos para substituir o esforço braçal, a fim de melhorar a qualidade de vida de seus usuários e liberar mais tempo para o lazer e atividades do intelecto.

No decorrer da história, é possível observar que o desenvolvimento desses mecanismos sempre enfatizou o atendimento das demandas do momento. Como os moinhos, projetados no ano de 1086, sendo inicialmente criados objetivando a trituração de cereais, e posteriormente implementados em outras áreas de produção, ou então, a agulha magnética, que tornou viável a exploração de novos horizontes. Entretanto, conforme as necessidades mais básicas dos seres humanos foram sendo supridas, outras menos fundamentais passaram a ganhar destaque, o que é evidenciado na distribuição da ocupação de mão de obra nos três setores da economia (primário, secundário e terciário), na qual houve, recentemente, um aumento nos índices de êxodo dos setores primário e secundário, além do crescimento das atividades terciárias, as quais se referem à prestação de serviços, ou seja, o bem-estar do consumidor passou a ser o principal alvo do mercado.

Tendo isso em mente, a ideia deste projeto foi desenvolver uma “Janela Automatizada”, que pudesse ser controlada manual ou automaticamente, através de uma interação *hardware-software* desenvolvido pelo grupo, partindo do princípio de que esse foi um projeto que visava aplicar os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso e/ou outros fora deste, para a execução de uma automação que almejasse comodidade, praticidade, segurança e otimização do tempo para os usuários.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Este trabalho visou ao desenvolvimento do protótipo de uma Janela Automatizada que mostra como pode ser realizada a integração da *Internet* das Coisas (IoT) com a Domótica, promovendo maior comodidade, praticidade, segurança e otimização do tempo para os usuários.

Objetivos Específicos

- Desenvolver um aplicativo de celular com menu interativo, que permite ao usuário do sistema controlar as ações da Janela Automatizada remotamente;
- Efetuar a programação de um microcontrolador e de um banco de dados em tempo real;
- Elaborar o circuito elétrico do projeto e da PCB, utilizados para o controle dos motores e acionamento dos sensores da Janela Automatizada;
- Construir a estrutura do protótipo que será controlado e acionado pelo aplicativo de celular ou de modo automatizado.

MOTIVAÇÃO

Com os avanços da Domótica, tem se tornado cada vez mais viável a implementação de novas tecnologias no âmbito residencial. Essa realidade só se mostrou possível pela evidente procura por segurança e praticidade para esse tipo de ambiente, sendo uma área que vem crescendo exponencialmente nos últimos anos. Com isso, o presente projeto buscou atender as necessidades que envolvem esse setor, estabelecendo os princípios da automação residencial em uma Janela Automatizada.

Em diversas situações do cotidiano, um simples descuido pode levar um morador a passar por variados incidentes, causados por falha humana. O mesmo se aplica no interior de uma residência, em que, o simples ato de deixar a janela aberta pode causar inúmeros prejuízos, como por exemplo, furtos e roubos. Um sistema de automação integrado resolveria facilmente esse problema, visto que, através da instalação dessa tecnologia, a segurança no local seria ampliada, evitando esse tipo de ocorrido.

Além de proporcionar um ambiente seguro, a Janela Automatizada também é proposta para prevenir, com o uso de sensores, a danificação de móveis e equipamentos eletrônicos, resultante de alterações climáticas, principalmente quando se trata da precipitação de chuva. Essa capacidade se torna ainda mais importante com o aumento significativo do *home-office*, mesmo após o auge da pandemia do corona vírus, já que a necessidade do funcionário de se locomover para fechar a janela será eliminada com a execução do projeto, excluindo uma possível distração.

Enfatizando a segurança, a comodidade, a otimização de tempo e outros aspectos, a Janela Automatizada foi projetada com o intuito de aperfeiçoar o espaço doméstico, utilizando componentes presentes na automação, podendo ser acionada remotamente, com auxílio de aplicativo, ou manipulada manualmente, quando for preciso.

1. FUNDAMENTOS

1.1. Tipos de Movimento

1.1.1. Conceitos de Movimento

Em meio ao desenvolvimento da sociedade, a capacidade de se locomover de um lugar para outro tornou-se um fator mais do que inevitável para a evolução humana. Em outras palavras, o que é chamado de movimento mostra-se como um dos mais importantes conceitos que envolvem a Física, desde o simples ato de andar até a possibilidade de converter a energia gerada por esse ato em eletricidade.

A definição mais simplista diz que o movimento nada mais é do que a mudança de posição de um determinado corpo em relação a um referencial. Partindo exatamente desse princípio, de que a área da Física que é conhecida como Cinemática analisa o movimento e as regras que o envolvem perante a natureza, com isso surgem termos como deslocamento, velocidade e aceleração.

Desde a Antiguidade, diversos estudiosos, como Aristóteles, Newton, Leibniz e Galileu realizaram variadas experiências e publicaram obras relacionadas ao movimento e à dinâmica que o envolvia. A partir das observações, além de termos um ponto material e alguns referenciais, a natureza de cada situação em que se encontra um movimento foi analisada, o que levou a algumas classificações para dadas ocasiões. Entre elas, o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e o Movimento Circular Uniforme (MCU).

Para existir a compreensão desses tipos de movimento, é fundamental o entendimento de deslocamento, posição, velocidade e aceleração, ou seja, conceitos indispensáveis da Cinemática.

- Posição: Distância de um corpo em relação a um determinado referencial;
- Deslocamento: Variação da posição relativamente ao referencial;
- Velocidade: É variação da posição em relação a um intervalo de tempo, sendo dada matematicamente pela razão entre o deslocamento e o tempo ($\Delta S/\Delta t$);
- Aceleração: Equivale à variação da velocidade em função do tempo ($\Delta V/\Delta t$).

1.1.2. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

O que também é denominado pela sigla MRU, o Movimento Retilíneo Uniforme é o movimento que acontece dentro de uma trajetória reta, com velocidade constante. Logo, o corpo percorrerá distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. No estudo dessa situação, é muito aplicada a fórmula da velocidade média, que, como dito anteriormente, é dada por:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

A partir da fórmula apresentada acima, é possível chegar na chamada Função Horária da Posição, bastando apenas manipular as variáveis:

$$V_m = v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0} = \frac{S - S_0}{t}$$

$$v = \frac{S - S_0}{t}$$

$$S = S_0 + vt$$

Com essa função se torna mais fácil a obtenção de análises gráficas da variação de uma distância em função do tempo, como nas imagens a seguir:

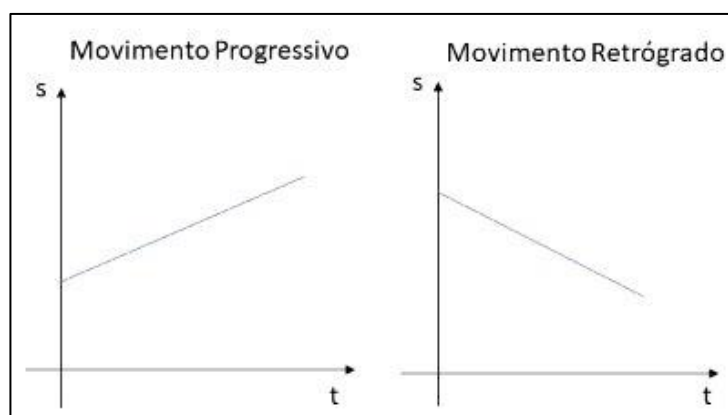


Figura 1 - Movimento Progressivo e Retrógrado

Fonte: [Toda Matéria](#)

No primeiro gráfico, observa-se que a distância vai aumentando de acordo com o tempo decorrido, logo, há um movimento progressivo. Já no gráfico à direita, como a distância vai caindo, diz-se que o movimento é retrógrado.

1.1.3. Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Nas descrições anteriores, não há variação alguma na velocidade, ou seja, não existe a aceleração. No entanto, essa variação da velocidade vai acontecendo de maneira uniforme. A partir disso, surgem características novas, que conseqüentemente introduzem o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, ou apenas MRUV.

Em termos mais matemáticos, a aceleração é uma grandeza vetorial (ou seja, tem módulo, direção e sentido), medida em metros por segundo quadrado.

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Em que:

- a é a aceleração, em m/s^2 ;
- ΔV é a variação da velocidade;
- Δt é a variação do tempo.

Desenvolvendo melhor a expressão matemática apresentada, chega-se na Função Horária da Velocidade:

$$a = \frac{V - V_0}{t - t_0} = \frac{V - V_0}{t}$$

$$V = V_0 + at$$

Com essa fórmula, ainda é possível descrever a Função Horária da Posição quando existe aceleração, bastado ter em vista apenas o gráfico abaixo:

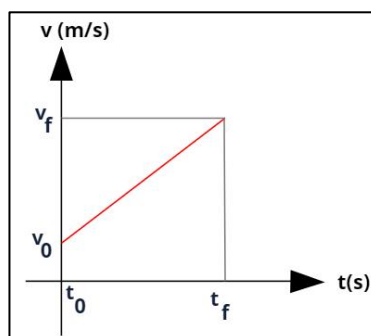


Figura 2 - Gráfico da Velocidade em Função do Tempo

Fonte: [Brasil Escola](#)

Sabendo que para quaisquer valores será formado um trapézio e que a área da figura equivale ao deslocamento, mostra-se viável calcular a área desse trapézio e substituir os valores, como por exemplo:

$$A_{\Delta} = \frac{(B + b) \times h}{2}$$

$$\Delta S = \frac{(V + V_0) \times t}{2}$$

$$\frac{(V + V_0)t}{2} = \Delta S$$

$$\frac{(V_0 + at + V_0)t}{2} = \Delta S$$

$$\frac{2V_0 + at^2}{2} = S - S_0$$

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Combinando a equação horária da velocidade e a equação horária da posição, encontramos a chamada equação de Torricelli. A equação de Torricelli não considera o tempo de percurso. É extremamente útil quando não se tem o valor do tempo.

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S$$

1.1.4. Movimento Circular Uniforme (MCU)

Quando existe um corpo o qual está percorrendo uma trajetória circular com uma velocidade de módulo constante, conclui-se que o mesmo está em um MCU ou, dizendo de maneira mais formalizada, um Movimento Circular Uniforme. Esse conceito se aplica muito em sistemas mecânicos que envolvem polias e engrenagens, já que realizam rotações para o próprio funcionamento. Além disso, esse estudo é muito útil também na órbita de planetas e satélites.

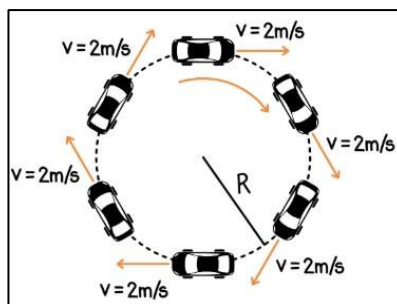


Figura 3 – MCU
Fonte: [Me Salva](#)

Apesar do nome desse movimento levar a induzir que não existe aceleração sobre o corpo, em todo movimento circular existe uma força que mantém o corpo sobre a volta, a chamada força centrípeta. Para que essa força exista, é necessária a existência de uma aceleração, que nesse caso será a aceleração centrípeta.

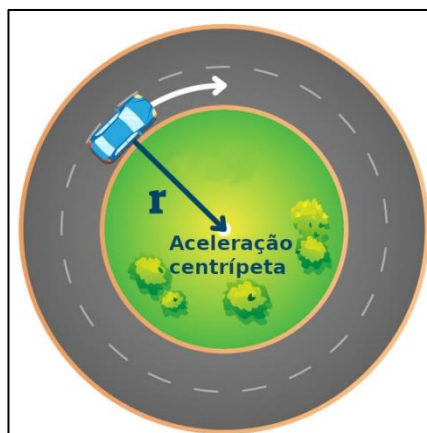


Figura 4 - Aceleração Centrípeta

Fonte: [Brasil Escola](#)

Levando-se em consideração que a trajetória que o corpo percorre é circular, o deslocamento pode ser calculado pela famosa fórmula do arco da circunferência ($2\pi R$). Dessa maneira, tem-se como velocidade escalar:

$$V = \frac{2\pi R}{\Delta t}$$

A velocidade angular (representada na física por ω), que matematicamente é a razão entre a distância angular percorrida e o tempo, também é de claríssima importância dentro de um contexto prático. Sua unidade de medida é radianos por segundo (rad/s), e pode ser calculada da seguinte forma:

$$\omega = \frac{2\pi}{\Delta t}$$

Sabendo-se que a variação de tempo equivale ao período, que é o inverso do que é conhecido como frequência, deduz-se que:

$$\omega = 2\pi f$$

1.2. Força e Torque

1.2.1. Definição de Força

Fundamentalmente, diversos eventos na natureza são realizados devido a forças existentes. Sendo assim, o entendimento dessas principais causas de movimentos é essencial para a Física. Com isso, de maneira muito simplificada, uma força é uma interação entre dois corpos, na qual pode resultar em aceleração. Assim, existem vários tipos de forças conhecidos, e alguns deles são: força gravitacional, força normal, força de atrito, força magnética, força elástica, força peso, dentre outras.

De acordo com a 2ª Lei de Newton, a força pode ser calculada pelo produto da massa do corpo com a sua aceleração, tendo como unidade o Newton (N).

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

De um olhar mais prático, quanto maior a aceleração, maior a força. Em contraste, se o corpo a que a força é aplicada tiver uma massa muito grande, a aceleração tende a ser menor, visto que haverá maior dificuldade para o movimento.

1.2.2. Torque

Também denominado de momento de uma força, o torque é, de um olhar mais dinâmico, a tendência que uma força tem de rotacionar um corpo onde é aplicada. Pode ser visto com muita frequência em oficinas mecânicas, pois ao trocar o pneu do carro com uma chave, existe uma força para gerar uma rotação sobre a porca, ou seja, há um torque. Essa grandeza também é aplicada no estudo da Estática e da Engenharia Mecânica.

Para calcular um torque (τ) gerado, basta multiplicar a força pela distância entre o ponto que está sendo submetido a essa força (F) e o ponto que é afetado pelo torque (r). Vale deixar em evidência que caso o ângulo não seja reto, é necessário adicionar o seno deste no produto.

$$\tau = F \times r$$

1.3. Conversão de Formas de Movimento

Quando a realização de movimentos é referida, existem muitos casos em que é escolhido um movimento linear, mas em muitos processos, movimentos rotativos são completamente eficazes e indispensáveis, como é caso de sistemas de transmissão de movimentos, que podem usar polias e engrenagens para chegar em alguma rotação.

Apesar de terem muitas características diferentes, a utilização de movimentos rotativos para a geração de lineares, e vice-versa, está muito presente em máquinas que são essenciais para a vida humana atualmente. Um dos exemplos mais usuais para essa integração é o Sistema Pinhão-Cremalheira. Nele, o que chamamos de pinhão, nada mais é do que uma engrenagem, que a partir de sua rotação pode mover cremalheira que está encaixada sobre seus dentes.

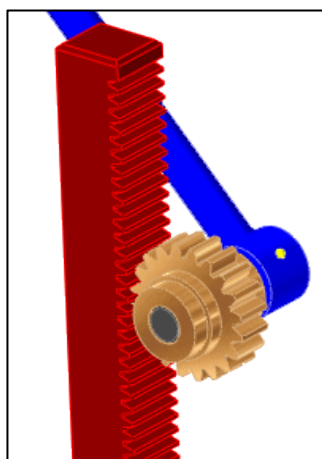


Figura 5 - Sistema Pinhão-Cremalheira
Fonte: SolidWorks

1.4. Energia

1.4.1. O que é Energia

Sendo um dos conceitos mais fundamentais da Física, a energia é uma das propriedades que pode se apresentar em qualquer corpo no universo. Ela se revela em um corpo quando este tem a capacidade de realizar **trabalho**, ou seja, quando visualizado num Sistema Isolado (fronteiras que não permitem trocas de matéria nem de energia com a vizinhança, sendo completamente restritiva à troca de matéria, à variação de volume, e à transferência de calor), o corpo, com uma quantidade de energia geralmente medida em **joule (J)**, realiza uma atividade física qualquer.

1.4.1.1. Conservação de Energia

Seguindo os mesmos conceitos da Lei de Lavoisier, a energia que é utilizada por um corpo (num sistema isolado) não é simplesmente criada, da mesma forma que também não é destruída, ela sempre surge como produto de uma outra força precedente e transforma-se em outro tipo de energia subsequente, mantendo esta energia constante no sistema. Este mesmo conceito pode ser aplicado em todo o universo, determinando que toda a energia existente nele se mantém a mesma desde seus primórdios, tendo como constante principal o tempo.

1.4.1.2. Trabalho

Trabalho é uma grandeza física relacionada à transferência de energia devido à atuação de uma força. Realizamos um trabalho quando aplicamos uma força em um corpo e este sofre um deslocamento. O cálculo que define o trabalho (T) relaciona o vetor de uma força constante (N) sobre um corpo multiplicada pelo vetor de deslocamento (d) apresentado por este mesmo corpo e pela angulação ($\cos\theta$) formada entre estes dois vetores. Portanto: $T = F * d * \cos\theta$, sendo o trabalho medido em joules (J).

1.4.1.3. Joule

Joule é uma unidade de medida padrão para trabalho ou energia usada em eletricidade, mecânica, energia térmica e aplicações científicas em geral. Nomeado em homenagem ao físico inglês James Prescott Joule, um joule (escrito com a letra inicial minúscula quando referia a unidade por extenso) equivale ao trabalho realizado (ou energia despendida) por uma força de um newton (N) atuando a uma distância de um metro (m) em um segundo a cada segundo que passa, sendo considerado também uma unidade derivada.

1.4.1.4. Potência

Potência é uma grandeza física usada para calcular a quantidade de energia concedida ou consumida por unidade de tempo. Em outras palavras, é a taxa de variação da energia em função do tempo. A potência é útil para medir a rapidez com a qual uma forma de energia é transformada por meio da realização de um trabalho. A definição de potência média é dada pelo trabalho realizado em função da variação de tempo, ou seja:

$$P = \frac{T}{\Delta t}$$

Sua unidade de medida adotada pelo SI é o watt (W), unidade equivalente ao joule por segundo (J/s). A unidade watt foi adotada a partir de 1882 como forma de homenagem aos trabalhos desenvolvidos por *James Watt*, que foram de extrema relevância para o desenvolvimento das máquinas a vapor.

Relacionando-se a expressão da Potência com a do Trabalho, anteriormente citada, possibilita-se a utilização de uma fórmula de potência relacionada a qualquer forma de energia, sendo esta fórmula:

$$P = \frac{F * d * \cos\theta}{\Delta t}$$

1.4.2. Tipos de Energia

Como dito anteriormente, a energia, como propriedade de um corpo, pode se apresentar das mais diversas formas, sempre em transformação e, de certa forma, transferindo-se de corpo em corpo através da espaço. Dos tipos de energia mais comuns na natureza, os que se destacam são energias mecânica (que se divide em energia cinética e potencial), térmica, elétrica, química e atômica.

1.4.2.1. Energia Cinética

1.4.2.1.1. Definição de Energia Cinética

A energia cinética é a capacidade de algum corpo em movimento realizar trabalho, modificando o estado de movimento dos corpos ao seu redor ou deformando-os. Quanto maior a velocidade e a massa do corpo, maior é a sua capacidade de realizar trabalho quando estiver em movimento. De forma análoga, podemos pensar que um corpo que apresenta uma grande energia cinética necessita de uma grande quantidade de energia para cessar o seu movimento.

Ela se diferencia da energia potencial por considerar a energia proveniente do movimento de um corpo, enquanto a potencial leva em questão a energia armazenada no sistema de acordo com a posição deste corpo no espaço.

O cálculo que define a energia cinética é a metade do produto da massa de um corpo pelo quadrado de sua velocidade, ou seja:

$$E_c = \frac{(mv^2)}{2}$$

1.4.2.1.2. Contexto Histórico

A palavra Cinética deriva da palavra grega "*kinesis*", que significa movimento; entretanto, o termo "energia cinética" foi cunhado pelo físico *William Thomson*. Os estudos relacionados a esse tipo de energia começaram a ser desenvolvidos por *Leibniz* e por *Johann Bernoulli* ao notarem que havia uma proporção entre Energia e produto da massa pelo quadrado da velocidade, evidências experimentais sobre essa relação foram obtidas pelos experimentos realizados pelo matemático holandês *Willem s' Gravesande*. A fim de verificar a proporção com o quadrado da velocidade, foram realizados experimentos soltando pesos de diferentes alturas em um bloco de argila e analisando a profundidade do impacto do peso no bloco. As implicações de tal experimento foram reconhecidas pela matemática francesa *Émilie du Châtelet*, a qual publicou explicações sobre tal. Contudo, as primeiras publicações acerca do entendimento moderno sobre energia cinética foram feitas no século 19, sendo as primeiras creditadas ao matemático e engenheiro francês *Gaspard-Gustave Coriolis* em sua obra *Du Calcul de l'Effet des Machines* em 1829.

1.4.2.2. Energia Elétrica

1.4.2.2.1. Definição de Energia Elétrica

A energia elétrica é a capacidade de um corpo exercer trabalho através da eletricidade, nome dado a um conjunto de fenômenos que ocorre graças ao desequilíbrio ou à movimentação das cargas elétricas. É também comumente associada à energia consumida por equipamentos e circuitos elétricos, sendo essa a Energia Potencial Elétrica, podendo ser medida em joules, mas é comumente utilizada a grandeza *watts*.

1.4.2.2.2. Contexto Histórico da Eletricidade

Descoberta inicialmente pelo filósofo grego *Tales de Mileto* (625a.C. – 547a.C), ao esfregar um âmbar a um pedaço de pele de carneiro, observou que pedaços de palhas e fragmentos de madeira começaram a ser atraídas pelo próprio âmbar, entendendo posteriormente o fenômeno como uma diferença de carga entre os corpos. Deste âmbar (do grego *élektron*) surgiu o nome eletricidade.

Com o passar dos anos, surgiram diversos outros pesquisadores deste ramo, como *Otto von Guericke*, que inventa uma máquina de cargas elétricas e *Stephen Gray* examina a diferença do comportamento dos condutores e dos isolantes elétricos.

Benjamin Franklin inventou o para-raios no século XVIII, desenvolvendo também a teoria da existência de cargas elétricas positivas e negativas. No século XIX, *Luigi Galvani* inventou a pilha

voltaica, até que *Hans Christian Ørsted* descobriu a relação da eletricidade e o magnetismo. Essas contribuições para o então entendimento sobre a natureza da eletricidade tem se aprofundado, quando a ideia do átomo como elemento constituinte da matéria foi aceita e, com ela, a convicção de que a eletricidade é uma propriedade de **partículas elementares** que compõem o átomo (elétrons, prótons e nêutrons).

1.4.2.2.3. Conceitos Gerais da Eletricidade

1.4.2.2.3.1. Partículas Elementares

Presentes em qualquer átomo, as partículas elementares referem-se aos Prótons (localizam-se no núcleo do átomo e possuem carga elétrica positiva), Nêutrons (também localizados no núcleo atômico, não possuem carga elétrica) e Elétrons (ficam na eletrosfera, região ao redor do núcleo atômico, e têm carga elétrica negativa), de forma que a Carga Elétrica é uma das propriedades destas partículas. Todos os corpos são formados por cargas elétricas, porém, não é fácil perceber suas propriedades, pois a maioria dos corpos, quando estão eletricamente neutros, possuem a mesma quantidade de prótons e elétrons.

1.4.2.2.3.2. Coulomb e Carga Fundamental

A unidade de grandeza da carga elétrica no Sistema Internacional de Unidades é o Coulomb, representado pela letra C, em homenagem a Charles Augustin Coulomb, responsável por sete tratados sobre eletricidade e magnetismo. A unidade do Coulomb define a carga elétrica transportada por uma corrente de 1 ampere em 1 segundo.

Anos depois desta definição, em 1891, com a possibilidade de medir e calcular grandezas elétricas, o físico George Stoney concebeu o estudo sobre a Carga fundamental, ou a menor carga elétrica perceptível na natureza, advinda de uma unidade de uma partícula subatômica (próton ou elétron). O valor desta carga é de $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, representada pela letra “e”, sendo positiva no caso do próton e negativa no elétron.

Quanto a cargas elétricas de forma geral, estas são geralmente representadas pela letra “Q” e são calculadas a partir da quantidade a mais ou a menos de elétrons num corpo multiplicada pelo valor da carga fundamental, portanto:

$$Q = n * e$$

1.4.2.2.3.3. Eletrostática e a Eletrização

Nos entendimentos gerais, um corpo se mostra eletrizado quando há uma diferença (ou desequilíbrio) entre a quantidade de prótons e elétrons nele, mais especificamente, quando ganha ou perde elétrons, devido à impossibilidade física deste perder prótons. Este processo define o tipo de eletrização que o corpo sofrerá, no caso, quando este possuir uma maior quantidade de cargas positivas, dizemos que perdeu elétrons, e por isso está eletrizado positivamente, porém, quando possuir mais cargas negativas que positivas, ou seja, quando ganha elétrons, dizemos que está eletrizado negativamente.

Como um conceito da Eletrostática, a eletrização dos corpos pode ocorrer de três maneiras principais, em que todas ocorrem de acordo com os princípios de conservação de energia. São elas:

- **Por contato:** quando dois corpos condutores, em que um deles ao menos está eletricamente carregado, entram em contato e as suas cargas elétricas dividem-se até que os dois estejam sob o mesmo potencial elétrico. Ao final do processo, os corpos apresentam o mesmo sinal de cargas.
- **Por atrito:** envolve o fornecimento de energia para dois corpos por meio da fricção entre eles. Durante a fricção (atrito), alguns elétrons são arrancados de um dos corpos, sendo capturados em seguida pelo outro corpo. Para tanto, é necessário verificar a afinidade desses dois corpos nesse tipo de eletrização em uma consulta à **série triboelétrica**. A série triboelétrica é a tabela que indica a tendência de diversos materiais de doar ou receber elétrons.
- **Por indução:** ocorre pela aproximação relativa entre um corpo eletricamente carregado, chamado de indutor, e um corpo condutor, chamado de induzido. A presença do indutor gera uma separação de cargas no corpo induzido, chamada de polarização. A partir dessa separação, aterra-se o induzido no chão, fazendo com que suas cargas fluam através de um fio terra.

Materiais		
	pele humana seca	
	couro	
	pele de coelho	
	vidro	
	cabelo humano	
	fibra sintética	
	lã	
	chumbo	
	pele de gato	
	seda	
	aluminio	
	papel	
	algodão	
	aço	
	madeira	
	âmbar	
	borracha dura	
	níquel e cobre	
	latão e prata	
	ouro e platina	
	poliéster	
	filme de PVC	
	poliuretano	
	polietileno (fita adesiva)	
	polipropileno	
	vinil (PVC)	
	silicone	
	teflon	

Figura 6 - Exemplo Série Triboelétrica

Fonte: [PreParaEnem](#)

A partir destes corpos eletricamente carregados, é possível também determinar uma força de atração ou repulsão entre eles, a depender dos sinais da eletrização. Esta força é denominada Força Elétrica. Corpos com cargas elétricas de sinais iguais repelem-se, e corpos cujas cargas elétricas possuem sinais contrários atraem-se.

A lei que nos permite calcular o módulo da força elétrica exercida entre duas cargas é a Lei de Coulomb, que determina que a força elétrica é igual a multiplicação da constante eletrostática do espaço por duas cargas elétricas diferentes presentes neste espaço, divididas pelo quadrado da distância entre elas. Mais especificamente: $F = k_0 (q_1 \cdot q_2)/d^2$. Geralmente, é utilizado a constante eletrostática do vácuo, ou seja, $k_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

1.4.2.2.3.4. Campo Elétrico

O campo elétrico é uma grandeza física vetorial atribuída a cargas elétricas. Toda carga elétrica influencia o espaço ao seu redor por causa do seu campo elétrico. Podemos entender o campo elétrico, portanto, como a influência que as cargas elétricas exercem em seus arredores. A unidade de campo elétrico no Sistema Internacional de Unidades é o Newton por Coulomb (N/C) ou o Volt por metro (V/m), já que as duas são unidades equivalentes. A expressão do campo elétrico é definida pelo produto da **constante eletrostática** do espaço pela divisão entre uma carga elétrica e o quadrado da distância do ponto onde se deseja medir a intensidade do campo elétrico até a posição da carga elétrica. Ou seja:

$$E = k_0 * \frac{q_1}{d^2}$$

1.4.2.2.3.5. Potencial Elétrico e Energia Potencial

O potencial elétrico é uma grandeza física escalar representada totalmente por seu módulo e medida em Volts (V) no Sistema Internacional de Unidades. Essa grandeza mede a quantidade de energia fornecida por um campo elétrico para cada Coulomb de carga. Assim, podemos dizer que o potencial elétrico de um ponto de um campo elétrico é a energia potencial elétrica por unidade de carga elétrica colocada naquele ponto. A expressão que demonstra o potencial elétrico gerado por uma carga demonstra o produto da constante eletrostática do meio pela divisão da carga analisada e a distância entre um ponto determinado até esta mesma carga. Assim:

$$U = k_0 * \frac{q_1}{d}$$

Já quando duas ou mais cargas elétricas são fixadas a uma distância d entre si, elas armazenam uma forma de energia chamada de energia potencial elétrica. Se uma dessas cargas for solta, essa energia será transformada em energia cinética, por exemplo. Essa energia é medida em Joules no Sistema Internacional de Unidades. Podemos calculá-la por meio do produto entre as cargas elétricas com a constante eletrostática do meio dividida pela distância entre essas cargas elétricas. Logo:

$$E_p = k_0 * \frac{q_1 * q_2}{d}$$

1.4.2.2.3.6. Condutores e Isolantes

Todos os corpos no universo apresentam a capacidade de conduzir eletricidade, ou seja, a possibilidade da passagem de elétrons a partir de uma corrente elétrica. Porém, a diferenciação entre condutores e isolantes se apresenta a partir do quanto um material permite a passagem destes elétrons, sendo possível determinar que alguns corpos são mais condutores que outros a partir da sua Resistividade e sua Condutividade, que definem o quão fácil ou difícil os portadores de carga podem se movimentar através deles. Em relação aos materiais considerados condutores, são matérias que possuem baixa resistividade e alta condutividade, permitindo maior passagem de eletricidade.

Nesses materiais, as cargas elétricas se movimentam com mais liberdade em função dos elétrons livres presentes na sua camada de valência. A ligação dos elétrons livres com o núcleo atômico é bastante fraca. Assim, esses elétrons têm tendência para serem doados, movimentam-se e espalham-se facilitando a passagem da eletricidade.

São exemplos de condutores elétricos os metais em geral, tais como cobre, ferro, ouro e prata. Podem ser também de segunda e terceira espécie: soluções eletrolíticas, e soluções aquosas de ácidos, bases ou sais são casos da segunda espécie (nestes condutores os portadores de cargas são íons negativos ou positivos) e os gases ionizados são da terceira (os portadores de carga podem ser íons positivos, negativos e elétrons livres).

Já quanto aos isolantes, estes possuem alta resistividade e, conseqüentemente, baixa condutividade, de modo que os portadores de carga (elétrons e íons) têm dificuldade de se movimentarem através deles. Também chamados dielétricos, verifica-se a ausência ou pouca presença de elétrons livres. Isso faz com que os elétrons dos isolantes estejam fortemente ligados ao núcleo, inibindo a sua movimentação. São exemplos de isolante elétricos borracha, isopor, lã, madeira, plástico e papel, vácuo e vidro.

Matematicamente, a relação entre as propriedades de resistividade e condutividade é inversamente proporcional. Ou seja, quanto mais resistivo for o material, menor será sua condutividade e vice-versa. O cálculo para tal é:

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

Sendo ρ a resistividade e σ a condutividade.

Há ainda um terceiro tipo de material referente as estas propriedades, os Semicondutores, que têm como característica principal se comportarem como um condutor ou como um isolante mediante as condições físicas. Os elementos mais comuns que apresentam esta propriedade são o silício e o germânio. Estes são comumente utilizados na produção componentes elétricos baseados nesta funcionalidade de passar ou não corrente elétrica quando necessário.

1.5. Fundamentos da Elétrica

1.5.1. Circuito Elétrico

Na área da Eletricidade em geral, o termo “Circuito Elétrico” é usado em referência a qualquer caminho por onde trafegue corrente elétrica. Para que se forme um circuito elétrico, são necessários alguns elementos:

- Fonte de energia elétrica (pilhas e baterias, por exemplo) - responsável por gerar uma tensão nas cargas elétricas presentes no circuito, forçando-as a moverem-se;

- Carga (resistores, capacitores e motores, por exemplo) - componente (s) que interagirá com a tensão existente no circuito, de modo a desempenhar alguma função realizando trabalho.
- Condutores (fios metálicos) - encarregado de interligar e energizar os componentes do circuito, de modo que as cargas elétricas possam fluir pelo circuito gerando trabalho.

Possuindo estes três elementos é possível criar um circuito elétrico (no caso de um circuito fechado sem carga, temos um “curto-circuito”, que pode causar graves acidentes, devido ao fato de, neste circuito estar sendo feita a ligação direta de um dos polos da bateria ao outro sem nenhum tipo de resistência, já que a resistência de um fio condutor é desprezível, o que faz com que os níveis de corrente elétrica tendam aos máximos possíveis, sobreaquecendo e danificando o material condutor, podendo até mesmo causar explosões e incêndios).

1.5.1.1. Tipos de Circuito

Existem diferentes tipos de circuitos elétricos no que diz respeito à forma de se realizar a ligação de seus componentes, sendo estas:

- **Série:** Os componentes são conectados de maneira sequencial, isto é, o terminal de um se liga ao do outro criando apenas um caminho possível para a corrente passar.

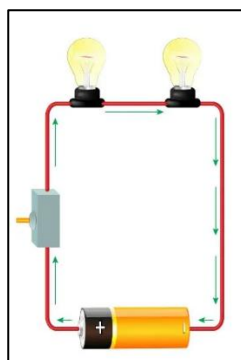


Figura 7 - Exemplo Circuito Série
Fonte: [TodaMatéria](#)

- **Paralelo:** O terminal de um componente se conecta aos terminais de pelo menos outros dois componentes, produzindo dois ou mais caminhos pelos quais a corrente pode fluir, de maneira que ela se divide durante um trecho do circuito.

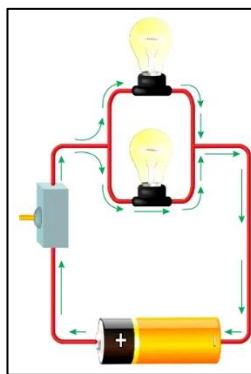


Figura 8 - Exemplo Circuito Paralelo

Fonte: [TodaMatéria](#)

- **Misto:** É aquele circuito que possui conexões em série e em paralela entre seus componentes, ou seja, é a mistura dos outros dois tipos de circuitos.

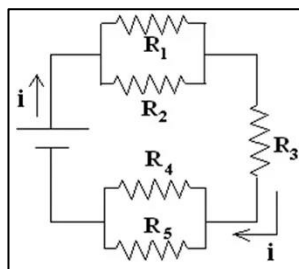


Figura 9 - Exemplo Circuito Misto

Fonte: [Brasil Escola](#)

1.5.2. Corrente Elétrica

A corrente elétrica pode ser descrita como sendo o movimento ordenado de cargas elétricas (uma propriedade elementar de partículas subatômicas. Cada átomo presente no universo possui três partículas básicas: os prótons, os elétrons e os nêutrons, e são essas subpartículas fundamentais que possuem tal propriedade, sendo que, os prótons possuem carga elétrica positiva, os elétrons têm carga elétrica negativa, e os nêutrons carga elétrica nula. Vale acrescentar que, a carga elétrica elementar é a menor quantidade de carga elétrica que pode ser encontrada natureza, sendo seu valor igual a $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulombs, no caso da carga do elétron e $1,6 \cdot 10^{-19}$ C positivo, no caso da carga do próton, em um condutor elétrico sólido ou em soluções iônicas gerado pela aplicação de uma diferença de potencial entre dois pontos distintos do condutor ou da substância.

O sentido real do movimento dos elétrons (única partícula do átomo que, não sendo inerente ao núcleo pode desprender-se do átomo) ocorre de um ponto de potencial negativo para um ponto de potencial positivo. Porém, por motivos históricos, muitas vezes o sentido real do movimento dos elétrons (corrente elétrica) em um condutor, não é o considerado em âmbito acadêmico, e sim o sentido convencional da corrente, o qual foi definido como sendo de um ponto potencial positivo para

um ponto potencial negativo, ou seja, o sentido convencional da corrente é o sentido das cargas positivas em movimento.

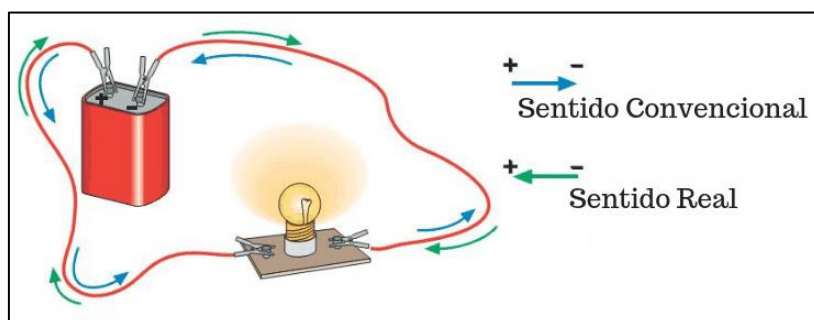


Figura 10 - Sentido da Corrente
Fonte: [Portal da Engenharia](#)

1.5.3. Tensão

A tensão elétrica, também conhecida como diferença de potencial (ddp) ou força eletromotriz, é a quantidade de energia elétrica armazenada em cada coulomb de carga elétrica, quando está se encontra em regiões com campo elétrico (grandeza física que define a força elétrica que uma determinada carga é capaz de produzir em outras cargas elétricas de prova e de módulo unitário em função de suas distâncias) não nulo. Desse modo, a tensão é a responsável por provocar o movimento das cargas elétricas, e consequentemente pelo surgimento da corrente elétrica. Quanto ao sentido do deslocamento das cargas elétricas quando se aplica uma tensão nelas, temos que: as cargas positivas movem-se em direção aos potenciais elétricos mais baixos, enquanto as cargas negativas movem-se em direção aos potenciais elétricos mais altos.

1.5.4. Resistência

A resistência elétrica é a propriedade física dos materiais de se opor à passagem de corrente elétrica. As colisões que ocorrem entre os elétrons livres da corrente uns com os outros dentro do condutor e também entre os átomos do próprio material condutor apresentam-se fisicamente como um obstáculo para a corrente elétrica durante a sua travessia pelo condutor. Por ser um atributo que depende dos átomos que compõem o material, cada corpo possui uma resistividade elétrica própria, porém, pelo fato de a temperatura à qual este corpo está sujeito influenciar diretamente no comportamento de seus átomos, podendo agitá-los ou retardá-los, ela pode modificar a resistividade do material.

1.5.5. 1ª Lei de Ohm

Tendo em vista que as grandezas: tensão, corrente elétrica e resistência elétrica estão fisicamente relacionadas umas com as outras, fazia-se necessário que uma lei matemática que pudesse estabelecer a relação entre elas existisse, por isso em 1827, Georg Simon Ohm postulou as famosas Leis de Ohm, sendo que, a primeira delas é a que correlaciona essas grandezas físicas, e a segunda é a que possibilita que se calcule a resistência elétrica de um corpo específico, isto é, um corpo composto de um certo material, à uma dada temperatura e que possui um comprimento e área de secção transversal próprios.

Segundo a 1ª Lei de Ohm, em um condutor ôhmico (isto é, material com resistência constante independentemente da ddp nele aplicada) a corrente elétrica (I) é diretamente proporcional à tensão (V) aplicada entre suas extremidades. Tal lei é representada pela seguinte formula: .

$$U = R * I$$

Em que:

- U : Diferença de potencial, medido em volts [V];
- R : Resistência elétrica, medida em Ohm [Ω];
- I : Corrente elétrica, medido em Ampére [A].

1.5.6. Leis de Kirchhoff

As Leis de Kirchhoff, foram concebidas por *Gustav Robert Kirchhoff* em 1845, e são ferramentas muito importantes na análise de circuitos. Suas leis são as seguintes:

- 1ª Lei de Kirchhoff (Lei dos Nós): É aplicada em pontos do circuito nos quais a corrente se divide por haver mais de um caminho possível para a corrente seguir, tais pontos são chamados de nós. Conforme a 1ª Lei de Kirchhoff, a soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem do nó, e isto por consequência da conservação da carga elétrica em um sistema fechado.

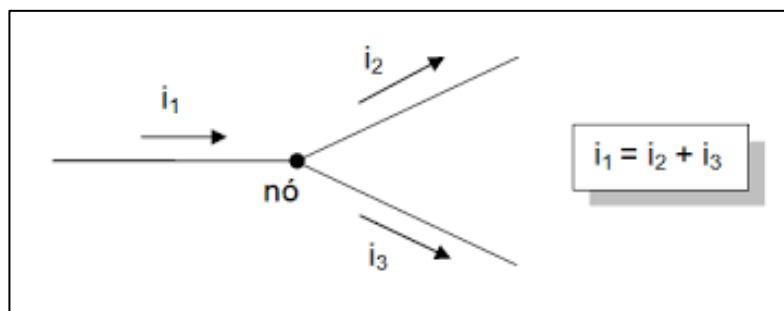


Figura 11 - Lei dos Nós

Fonte: [Unesp](#)

- 2ª Lei de Kirchhoff (Lei das Malhas): Segundo esta lei a soma dos potenciais elétricos de cada componente de uma malha (caminhos fechados de um circuito) é igual à tensão fornecida pela fonte. Tal lei decorre do princípio de conservação de energia, que implica que toda a energia elétrica (tensão) fornecida à malha deve ser consumida totalmente pelos próprios elementos presentes nessa malha.

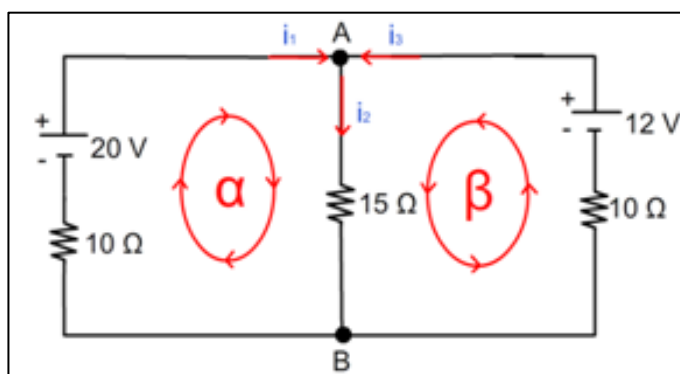


Figura 12 - Lei das Malhas

Fonte: [Física Eletrônica](#)

Para se calcular o potencial elétrico (queda de tensão) de cada elemento de uma malha, multiplica-se o valor da resistência individual de cada elemento pela corrente que o atravessa em consonância com a 1ª Lei de ohm.

1.5.7. Placas de Circuito Impresso (PCB ou PCI)

As Placas de Circuito Impresso (PCIs ou PCBs) são itens eletrônicos usados como base para a montagem de circuitos eletrônicos. As PCIs comuns são constituídas por algumas partes e materiais indispensáveis, tais como:

1. Placa virgem feita e revestida por um material isolante, o qual pode ser fibra de vidro, fenolite, fibra de poliéster ou outros polímeros isolantes;

2. Folha de cobre que é fixada na superfície da placa de circuito, possibilitando que os componentes sejam interligados entre si;

A função de uma PCB é conectar os componentes entre si, permitindo o tráfego de informações, sinais e corrente elétrica por eles, através de trilhas condutoras na placa. Devido à composição das placas padrões, é necessário se realizar um processo de subtração nelas, criando caminhos para a corrente e permitindo a ligação correta e polarização dos componentes, da seguinte forma: desenha-se com um material resistente à corrosão um projeto (as trilhas de condução deste) sobre a placa, e retira-se a camada de cobre das partes que não foram desenhadas mergulhando a placa em um material corrosivo, restando apenas que, após ser lavada, a placa seja furada, para que posteriormente se realize o encaixe e soldagem das peças em seus respectivos lugares na placa.

No entanto, existe um outro tipo de placa que em alguns casos é preferível em relação às comuns, as chamadas “Placas Universais”, as quais possuem diversos furos e ilhas de cobre, que viabilizam a montagem e soldagem dos componentes na placa sem a necessidade de se projetar uma PCB ou realizar a corrosão da placa. Nas placas universais, as trilhas condutoras são feitas diretamente através da solda ou através dos terminais dos próprios componentes.

1.5.8. Componentes Gerais

Os componentes eletrônicos são os dispositivos responsáveis por realizar o controle e a utilização da eletricidade. Existem inúmeros tipos de componentes com diferentes características e funções, entretanto, dentre os mais comuns e principais podemos citar:

- **Resistor:** Este dispositivo possui a capacidade de se opor à passagem de corrente elétrica, limitando a quantidade de elétrons que o atravessam e dissipando calor devido ao efeito Joule. Na maioria das vezes, os resistores são utilizados apenas com o intuito de restringir a passagem de corrente no circuito, porém, em alguns casos a transformação de energia elétrica em energia térmica é desejável, como, por exemplo, em um chuveiro, onde um resistor é utilizado para este fim.

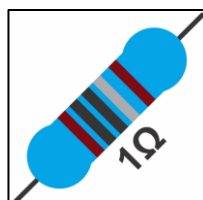


Figura 13 - Resistor
Fonte: [Casa da Robótica](#)

- **Capacitor:** É capaz de armazenar e fornecer cargas elétricas, pois, por conta de sua constituição e característica física, ao ser submetido à uma tensão, este dispositivo tem suas placas carregadas e, um campo elétrico é criado entre elas, porém, se a fonte de tensão que o está alimentando for desconectada e ele permanecer conectado a alguma carga, ele a alimentará por um pouco de tempo (o qual depende da capacitância, que é a capacidade de armazenamento de cargas de um capacitor, me do capacitor e do quão carregado ele está) até descarregar totalmente.

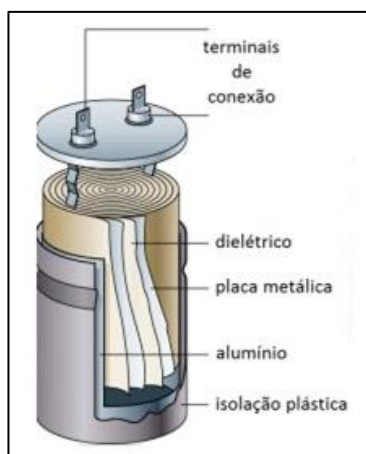


Figura 14 – Estrutura Interna do Capacitor

Fonte: *Mundo da Elétrica*

- **Diodo:** É um componente formado por cristais semicondutores, que são conjuntos de átomos de germânio ou silício (os quais possuem exatamente 4 elétrons em sua camada de valência, o que os torna materiais intermediários quanto a classificação de condutor ou isolante elétrico) dopados com átomos tri ou pentavalentes, os quais fazem com que haja a falta (no caso de cristais semicondutores do tipo P, ou seja, positivo) ou o excesso de partículas negativas (no caso de cristais semicondutores do tipo N, ou seja, negativo) neste cristal. O diodo, também chamado de diodo de junção, é criado a partir da união de um cristal do tipo P com um do tipo N, a qual se dá a por meio de um procedimento de aquecimento.

Após formado o diodo, uma interação entre os dois lados (positivo e negativo) dele passa a ocorrer, parte das cargas negativas em excesso de um lado ocupam parte das lacunas presentes no outro lado, e por causa disso, uma região eletricamente neutra chamada de “camada de depleção” surge na área da junção entre os cristais semicondutores. Quando a camada de depleção atinge um determinado tamanho, a passagem de elétrons de um lado para o outro sem a aplicação de nenhuma tensão externa é dificultada, até que a interação entre o cristal do tipo P do diodo pare de interagir com o cristal do tipo N.

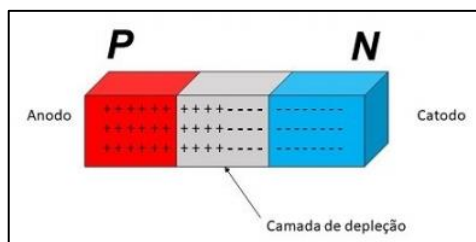


Figura 15 - Estrutura Interna do Diodo

Fonte: [Manual da Eletrônica](#)

Este dispositivo desenvolvido, por conta de sua capacidade de permitir que a corrente elétrica flua através de si apenas em um sentido, do anodo para o catodo, pode, dentre suas principais funções, ser aplicado para atuar na transformação da corrente alternada para corrente contínua, realizar chaveamento no circuito e proteger os elementos do circuito contra a corrente reversa.

- **Transistor de junção:** É um dispositivo formado pela união de três camadas de materiais semicondutores, que podem ser configurados de modo a possuir dois cristais do tipo N e um P (no caso do transistor NPN), ou o contrário (no caso do PNP). O transistor é principalmente usado como: chave eletrônica e amplificador de corrente. Quando está atuando como chave fechada, ele realiza a amplificação da corrente elétrica conforme o seu ganho, de modo que, sendo alimentado por uma baixa corrente de entrada é capaz de produzir uma corrente de intensidade muito maior. Por outro lado, quando está funcionando como uma chave aberta no circuito, o transistor pode barrar totalmente a passagem de corrente elétrica através de si.

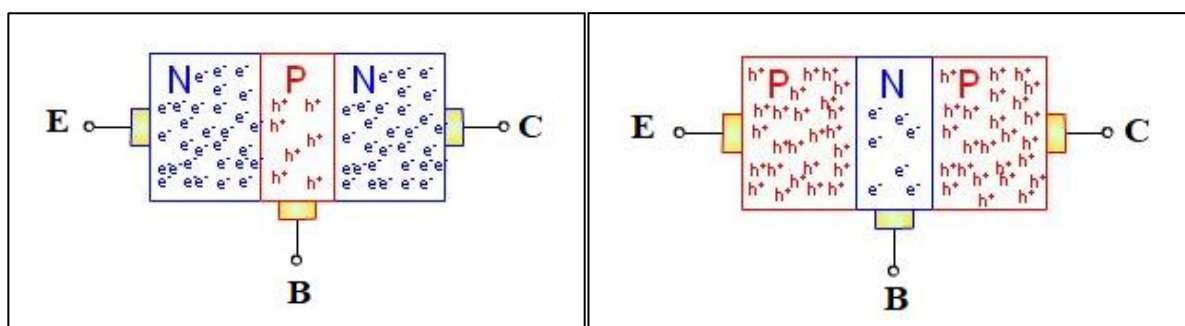


Figura 16 - Transistor NPN e PNP

Fonte: [Portaleso](#)

1.5.9. Sinais Elétricos

Um sinal elétrico é uma função que representa o estado de uma determinada variável ou grandeza ao longo do tempo. Todo sinal elétrico pode ser classificado como:

- **Analógico:** É aquele tipo de sinal que pode assumir infinitos valores entre seus valores de pico máximo e mínimo. Algumas grandezas que podem ser definidas analogicamente são: som, temperatura, pressão e distância.

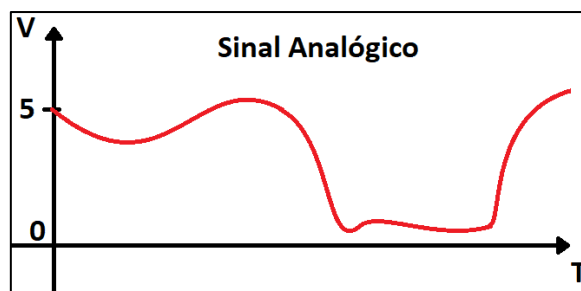


Figura 17 - Exemplo de Sinal Analógico
Fonte: [Embarcados](#)

- **Digital:** É o tipo de sinal que possui uma quantidade finita de valores que podem ser por ele assumidas. Alguns exemplos de dispositivos que funcionam digitalmente, são: sensores de presença, sensores fim de curso e botões.

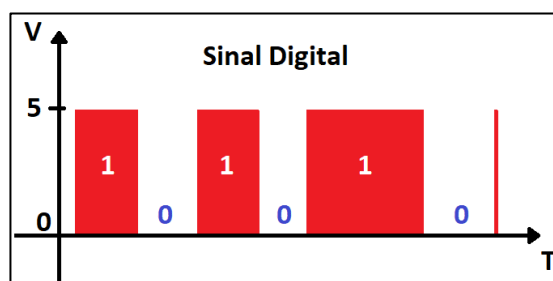


Figura 18 - Exemplo de Sinal Digital
Fonte: [Embarcados](#)

1.5.10. Sensores

Os sensores são dispositivos que detectam o estado de uma determinada variável presente no ambiente físico (tais como: luz, movimento, temperatura, umidade, pressão, entre outros) no qual estão inseridos e eficientemente enviam um sinal contendo as informações adquiridas para outro(s) elemento(s) do circuito, os quais hão de converter e interpretar os sinais recebidos.

Existem diversos tipos de sensores no mercado desenvolvidos para identificar vários tipos de fatores variáveis do ambiente, alguns deles são:

- **Reed Switch:** É um interruptor ou chave que pode ser acionado quando em presença de um campo magnético criado por uma bobina ou ímã. A estrutura básica de um *reed switch* é a seguinte:

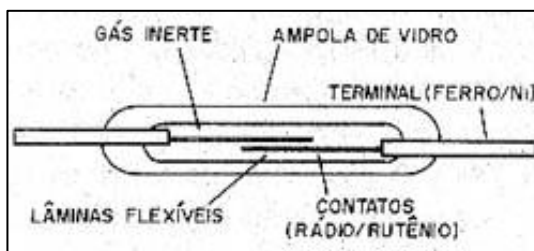


Figura 19 - Reed Switch

Fonte: [Instituto NCB](#)

Seu princípio de funcionamento é muito simples: as lâminas flexíveis, feitas de um material ferroso, cumprem a função de contatos do dispositivo; quando as submetemos a um campo magnético, seus contatos se atraem, de modo que as lâminas se conectem, fechando o circuito (no caso de um *reed switch* com contatos NA, Normalmente Aberto).

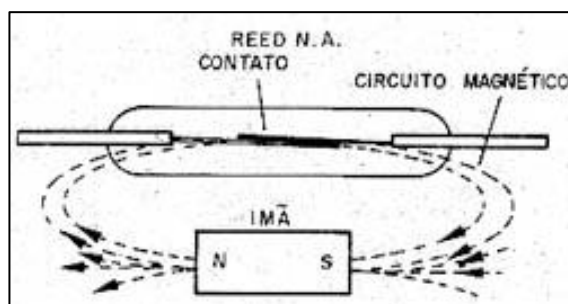


Figura 20 - Reed Switch Circuito Fechado

Fonte: [Instituto NCB](#)

- **Sensores de Presença:** Há vários tipos de sensores que podem ser classificados como sensores de presença, que, por definição, são instrumentos utilizados para identificar se em determinado ambiente há ou não um determinado objeto. Alguns dos principais tipos de sensores com esta finalidade são:
 - **Sensor Infravermelho:** Este dispositivo possui um emissor de raios infravermelhos (luz invisível ao olho humano) e um receptor desses raios. Quando um corpo invade o espaço em que a luz infravermelha está sendo emitida, ele a reflete, redirecionando-a ao sensor novamente, de modo que, quando o receptor a detecta, ele envia o sinal de que há um objeto a frente.



Figura 21 - Sensor Infravermelho

Fonte: [Sensores Temperatura](#)

- **Sensor Acústico:** Este sensor possui um princípio de funcionamento semelhante ao do sensor Infravermelho, entretanto, ao invés de emitir e recepcionar fótons, funciona através do som. Assim, várias ondas inaudíveis para o ser humano são emitidas por ele, e quando essas ondas são refletidas por algum obstáculo, o sensor identifica que há um objeto em seu campo de atuação.



Figura 22 – Sensor Acústico
Fonte: [SIEMENS](#)

- **Sensor Indutivo:** Quando este sensor é energizado, seu circuito interno gera um campo magnético constante, até que algum objeto metálico por adentrar no espaço deste campo o faça variar, atuando nesse instante o sensor. Por existirem diferentes materiais metálicos com propriedades distintas, cada material precisa penetrar até, pelo menos, determinado ponto do campo magnético para o variar, ou seja, o sensor Indutivo possui um alcance específico de detecção para cada tipo de metal.



Figura 23 - Sensor Indutivo
Fonte: [Filipeflop](#)

- **Sensor de Chuva:** É um detector de ocorrência ou não de precipitação de chuva. Pelo fato de a água facilitar a condução de eletricidade, quando este sensor é molhado seus condutores paralelos entram em curto-circuito, de modo que uma corrente elétrica é conduzida por eles, e se identifica a presença de chuva.

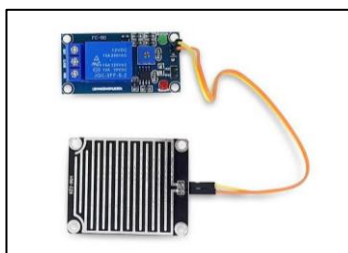


Figura 24 - Sensor de Chuva
Fonte: [WJ Componentes](#)

1.5.11. Motores

Enquanto os sensores são dispositivos de entrada em um circuito e microcontroladores e outros componentes como resistores, capacitores e transistores, por exemplo, são os responsáveis pelo controle de como o circuito funcionará, os motores são os incumbidos de realizar a conversão da energia das mais variadas formas que ele recebe em energia mecânica, o que proporciona às partes móveis de um equipamento ou até mesmo ao próprio sistema como um todo a capacidade de se movimentar.

Existem diferentes tipos de motores, sendo um deles o que segue:

- **Motor de passo:** É caracterizado pela precisão de seu movimento e velocidade. O controle deste tipo de motor é feito a partir da energização de suas bobinas. Quando ocorre a passagem de eletricidade em uma bobina, um dos polos do ímã conectado ao eixo do rotor é atraído por ela, de maneira que o rotor é movimentado em direção à bobina, e assim, da mesma forma, se está bobina for desativada e a seguinte a ela for acionada, o motor girará mais um passo em direção a ela, e fazendo isso sucessivamente é possível se realizar o controle preciso do movimento do motor. Entretanto, energizar de forma individual as bobinas do motor não é o único meio de se promover a rotação do motor. Se duas bobinas imediatamente seguintes uma para com a outra forem energizadas ao mesmo tempo, o eixo do motor posicionar-se-á em uma posição intermediária em relação as bobinas, de forma que, por meio deste artifício técnico a resolução deste motor, isto é, a quantidade de passos que um motor pode dar por ciclo é dobrada.



Figura 25 - Motor de Passo NEMA

Fonte: [*Mundo da Elétrica*](#)

- **Outros tipos de motores existentes:** servo motor, motor de corrente contínua e motor trifásico entre tantos outros.

1.5.12. Fontes de Alimentação

As fontes de alimentação ou fontes de tensão, são responsáveis por transformar a energia elétrica que é distribuída nas redes de energia na forma de corrente alternada em corrente contínua, forma de corrente com a qual a maioria dos aparelhos eletrônicos operam. Além disso, as fontes são importantes para a proteção de todo o circuito contra os picos e instabilidades muito comuns nas redes de energia elétrica no Brasil. Dentre os diversos tipos de fontes de alimentação temos a chamada **fonte chaveada**, que se destaca pelo seu menor tamanho, sua maior eficiência e ampla faixa de saída, além da baixa geração de calor.



Figura 26 - Fonte Chaveada
Fonte: [CIM Automação](#)

1.6. Fundamentos da Automação

1.6.1. Pilares

A automação se sustenta em quatro pilares:

- Redução do erro Humano;
- Aumento da produtividade;
- Redução de custos;
- Otimização do tempo.

1.6.2. O que é Automação

A automação consiste no uso de máquinas programáveis, os famosos robôs, para otimizar os processos de produção.

De acordo com a enciclopédia Larousse Cultural:

“Automação - Parte da automática que trata dos automatismos mais complexos. Palavra utilizada pela primeira vez em 1936... na General Motors...” “Automática - Ciência e técnica da automatização, agrupando o conjunto das disciplinas teóricas e tecnológicas que intervêm na concepção, construção... dos sistemas automáticos.”

1.6.3. História da Automação

A primeira máquina criada era simples e apenas adicionava capacidades humanas como alavancas e polias. Depois de algum tempo, os primeiros relógios foram inventados, mas exigiam ajustes frequentes. A Revolução Industrial teve um impacto profundo nos processos de produção e no desempenho industrial, e as máquinas foram o início do que mais tarde se tornaria a automação industrial.

Também no século XVIII, surgiu o primeiro motor de combustão interna, utilizado para bombear água nas minas de carvão. Em 1769, James Watt aperfeiçoou o motor a vapor, inserindo um controlador nele para dar-lhe regularidade. Este dispositivo veio a ser conhecido como um regulador de watts. No início do século XIX, surgiu a primeira máquina programável: o tear Jacquard. As máquinas complexas desenvolvidas no período entre guerras, como navios e aeronaves, só foram possíveis com o desenvolvimento das primeiras tecnologias de automação industrial.

1.6.4. Automação na Era Atual

Em seu uso moderno, a automação pode ser definida como uma tecnologia que utiliza comandos programados para operar um dado processo, combinados com retroação de informação para determinar que os comandos sejam executados corretamente, frequentemente utilizada em processos antes operados por seres humanos, é a aplicação de técnicas computadorizadas ou mecânicas para diminuir o uso de mão de obra em qualquer processo, especialmente o uso de robôs nas linhas de produção. A automação diminui os custos e aumenta a velocidade da produção.

1.6.5. Tipos de Automação

1.6.5.1. Automação Industrial

A Automação industrial é definida como a utilização de máquinas eletromecânicas, *softwares* e equipamentos específicos para automatizar processos industriais. Possui como objetivo aumentar a eficiência dos processos, maximizar a produção com o menor consumo de energia, menor emissão de resíduos e melhores condições de segurança, seja material, humana ou das informações. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos de maquinaria para auxiliá-los em seus trabalhos.

1.6.5.2. Automação Fixa

Esse tipo de automação industrial é caracterizado pela rigidez da configuração do equipamento, ou seja, uma vez criada uma determinada configuração de controle, não é possível alterá-la posteriormente sem realizar um novo projeto.

Apesar da relativa inflexibilidade, existe um bom ganho em termos de eficiência e taxa de produção, além da redução do custo por unidade produzida.

1.6.5.3. Automação Flexível

A automação flexível é uma extensão da automação programável e na realidade a sua definição exata ainda está em evolução. Esse sistema de automação fornece o equipamento de controle automático que oferece uma grande flexibilidade para modificações no design do produto. Essas mudanças podem ser realizadas de forma ágil através de comandos fornecidos via código pelos operadores.

1.6.5.4. Automação Programável

A automação programável é um ótimo facilitador para processos produtivos que necessitam da produção de uma variedade de produtos. Isso significa que, com classes específicas de produtos definidas no sistema da planta, basta selecionar um programa diferente no controlador para que um novo produto possa começar a ser feito, facilitando a alternância na produção de produtos distintos.

1.6.5.5. Automação Elétrica

A Automação Elétrica é basicamente tornar automáticas determinadas funções elétricas. Ou seja, diminuir ou excluir totalmente a intervenção humana. Em indústrias, esse sistema acaba sendo mais complexo, automatizando maquinários de produção, por exemplo, que executam serviços de coleta, transporte e entrega de produtos.

A Automação elétrica é um serviço que visa, principalmente, ao lucro. Assim, é possível substituir funcionários por tecnologia, obtendo o mesmo serviço por um custo menor. Exemplos disso são os elevadores, controles, semáforos, poste de luz, entre outros equipamentos que estão presentes no nosso dia a dia.

1.6.5.6. Automação Predial

A Automação predial ou Automação de utilidades é o controle automático e centralizado dos sistemas de um edifício, como por exemplo iluminação, climatização, controle de acesso, sistemas de segurança, prevenção de incêndio, hidráulica e outros sistemas relacionados por meio de um sistema computadorizado de gerenciamento predial. O objetivo é o gerenciamento mais eficiente dos sistemas dos prédios, o que resulta não só em maior conforto para os ocupantes, como também maior segurança, melhor aproveitamento dos equipamentos, e uma grande economia de recursos, levando a uma grande redução nos custos de manutenção dos edifícios.

1.6.5.7. Domótica

Domótica é o termo usado para caracterizar a integração dos mecanismos automáticos de um espaço residencial, simplificando o cotidiano das pessoas, satisfazendo necessidades de comunicação de conforto e segurança.

Além do conforto de ter todas as funções da casa em suas mãos, a Domótica oferece:

- Segurança;
- Pré-programações de acordo com seus desejos;
- Economia de consumo de energia;
- Flexibilidade;
- Versatilidade;
- Aumento da valorização e funcionalidade de todos os ambientes.

1.7. Magnetismo

1.7.1. Contexto Histórico

O magnetismo sempre existiu, mas nem sempre era conhecido pelo homem, por isso, é muito difícil contar toda a sua história. Os primeiros sinais de que esse fenômeno estava sendo observado pelos humanos foi há 2.500 anos, mais especificamente no século VI a.C., quando o filósofo grego Tales de Mileto encontrou em Magnesia, região do continente asiático, fragmentos de minério que atraíam ferro e outros tipos de pedras.

A explicação do filósofo na época foi de que no minério encontrado existia uma alma que comunicava vida ao ferro, fazendo com que os dois materiais se atraíssem. No entanto, com o passar do tempo e a evolução do estudo, entendeu-se que a razão desse fenômeno foi de que nos minérios

da região existiam propriedades chamadas magnetita, material magnético que gerava o fenômeno de atração de ferros e pedras.

Antes de compreender totalmente o magnetismo, outras explicações e teorias apareceram. O francês Pierre de Maricourt, a partir de estudos mais intensos, escreveu o primeiro tratado sobre as propriedades presentes no ímã, em 1.269. Aliás, ele foi quem disse pela primeira vez o famoso princípio da física:

“Os opostos se atraem e os iguais se repelem”.

Depois de Pierre, muitos estudiosos começaram a implementar o magnetismo em suas análises e criações, como William Gilbert, que evoluiu o estudo do tema para princípios mais modernos da ciência, Hans Christian Orsted, primeiro físico a evidenciar a ligação entre magnetismo e fenômenos elétricos, dando origem, então ao magnetismo e eletromagnetismo, e Alessandro Volta, que a partir do magnetismo inventou a pilha.

1.7.2. Definição Magnetismo

O magnetismo é um conjunto de fenômenos (atração e repulsão) relacionados à interação entre campos magnéticos, que são as regiões do espaço que se encontram sob a influência de correntes elétricas ou dos momentos magnéticos de moléculas ou partículas elementares.

O movimento de cargas elétricas é o que dá origem aos fenômenos magnéticos. Como nunca se encontram parados, os átomos produzem seu próprio campo magnético. Além disso, as partículas elementares, como prótons, nêutrons e elétrons também possuem um campo magnético intrínseco, porém de origem diferente. O campo magnético dessas partículas é proveniente de uma propriedade quântica chamada *spin*.

Outra maneira de explicar sobre o magnetismo, é através das forças dipolo. Os materiais que dispõem de propriedades magnéticas possuem dois diferentes polos.

Quando esses objetos entram em contato com outros, os polos iguais se repelem e os polos opostos se atraem. Este fenômeno recebe a denominação de “dipolo magnético”, que pode ser considerado uma grandeza.

1.7.3. Ímã

O ímã é um corpo que possui uma movimentação contínua de elétrons em seu interior e, por isso, gera um campo magnético, que conseguem atrair ou repelir outros materiais ferromagnéticos, na área a sua volta. O ímã pode ser dividido em natural e artificial.

Os ímãs naturais são aqueles que são ferromagnéticos naturalmente, por exemplo, pedaços de ferro magnético ou rochas magnéticas, como a magnetita.

Os ímãs artificiais são aqueles que adquirem sua propriedade magnética ao serem atritados com um ímã natural. Esse processo se chama imantação.

1.7.3.1. Características do Ímã

1.7.3.1.1. Polos Magnéticos

O ímã possui dois polos magnéticos em sua composição, sendo elas o polo Norte, representado pelo N, e polo Sul, representado pelo S. Esses dois pontos do ímã são onde estão presentes as forças magnéticas e é nessas extremidades que acontece a movimentação de atração ou repulsão, baseado na combinação dos polos.

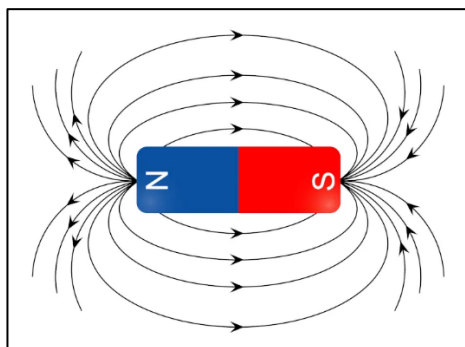


Figura 27 - Polos Magnéticos do Ímã
Fonte: [PreParaEnem](#)

1.7.3.1.2. Inseparabilidade dos Polos

Outra característica de um ímã é que seus polos são inseparáveis, ou seja, mesmo que um ímã for dividido ao meio, novos polos norte e sul serão gerados em cada pedaço, formando, assim, novos ímãs.

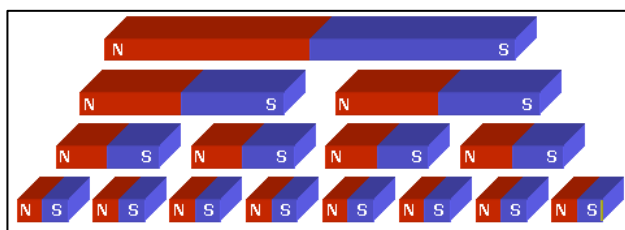


Figura 28 - Inseparabilidade dos Polos

Fonte: [Descomplica](#)

1.7.3.1.3. Interação entre Polos

Os polos de um ímã possuem forças magnéticas que sofrem uma reação quando entram em contato com outros polos o de atração ou repulsão

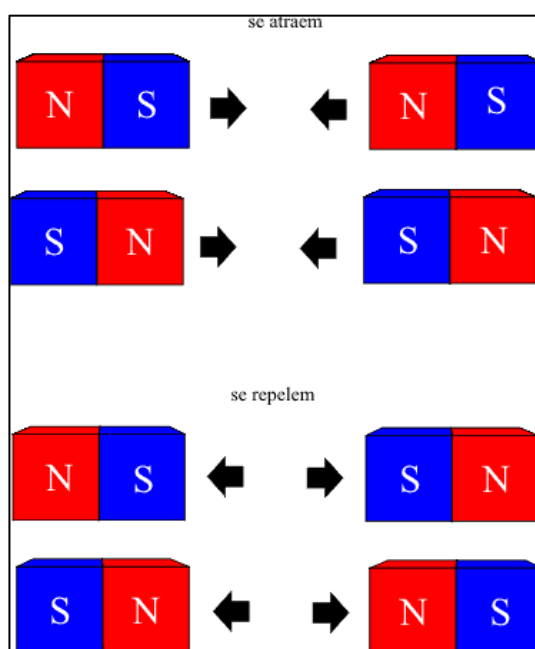


Figura 29 - Interação entre Polos

Fonte: [Só Física](#)

1.7.4. Campo Magnético

O campo magnético gera forças magnéticas no espaço ao seu redor, fazendo com que substâncias magnéticas ou correntes elétricas interajam com essa força, seja com repulsão ou atração. O espaço do campo magnético de um ímã é orientado do polo Norte ao polo sul e cada propriedade fará a sua interação a partir das substâncias presentes nela. Polos magnéticos que forem iguais farão o movimento de repulsão, já propriedades com polos diferentes terão a atração magnética.

1.7.4.1. Fórmulas para Calcular Campo Magnético

1.7.4.1.1. Espira Circular

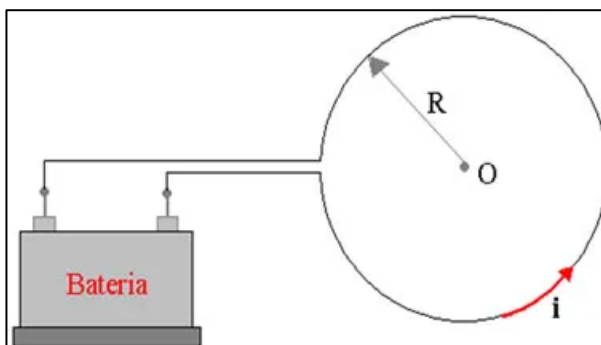


Figura 30 - Espira Circular
Fonte: [Mundo Educação](#)

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot R}$$

B: é o campo magnético, medido em Tesla [T].

μ_0 : é a constante de permeabilidade magnética do vácuo, seu valor é $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$.

i: é a corrente elétrica, medida em Ampère [A].

R: é o raio da espira, medido em metros [m].

1.7.4.1.2. Bobina Chata

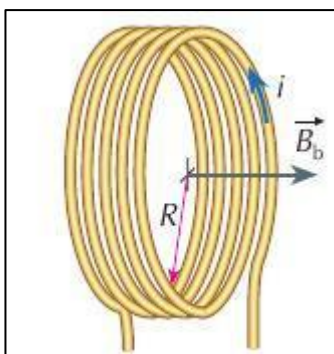


Figura 31 – Bobina Chata
Fonte: [Brainly](#)

$$B = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot R}$$

B: é o campo magnético, medido em Tesla [T].

N: é o número de espiras da bobina.

μ_0 : é a constante de permeabilidade magnética do vácuo, seu valor é $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$.

i: é a corrente elétrica, medida em Ampère [A].

R: é o raio da espira, medido em metros [m].

1.7.4.1.3. Condutor Reto

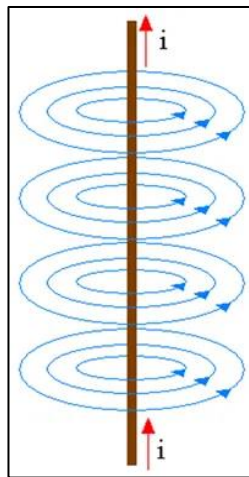


Figura 32 - Condutor Reto

Fonte: [Brasil Escola](#)

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot d}$$

B: é o campo magnético, medido em Tesla [T].

μ_0 : é a constante de permeabilidade magnética do vácuo, seu valor é $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$.

i: é a corrente elétrica, medida em Ampère [A].

d: é a distância ao fio, medido em metros [m].

1.7.4.1.4. Solenoide

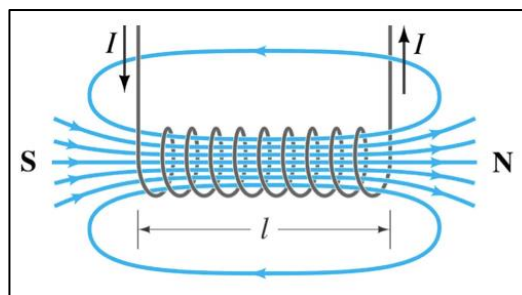


Figura 33 – Solenoide

Fonte: [Chimica](#)

$$B = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot i}{l}$$

B: é o campo magnético, medido em Tesla [T].

N: é o número de espiras da bobina.

μ_0 : é a constante de permeabilidade magnética do vácuo, seu valor é $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$.

i: é a corrente elétrica, medida em Ampère [A].

l: é o comprimento do solenoide, medido em metros [m].

1.7.5. Força Magnética

A força magnética é o resultado da interação entre dois corpos dotados de propriedades magnéticas, como ímãs ou cargas elétricas em movimento. Ela pode ser tanto atrativa quanto repulsiva e surge em corpos eletricamente carregados e que se encontram em movimento em relação a algum campo magnético exterior. Essa força é sempre perpendicular aos vetores de velocidade do corpo e de campo magnético.

1.7.5.1. Força Magnética sobre Partículas

Para calcular o módulo de uma força magnética de matérias carregadas, a fórmula é a seguinte:

$$F = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$

Para fazer o cálculo, entende-se “q” como a carga, “v” é a velocidade da partícula em relação ao campo magnético, que deve ser dada em metro por segundo (m/s), θ como o ângulo entre velocidade e o campo magnético.

1.7.5.2. Força Magnética sobre Condutores Retilíneos

Condutores retilíneos são quando cargas elétricas se movimentam a partir de um fio condutor de eletricidade. Se essa corrente elétrica (i) percorrer por uma região com campo magnético, uma ação de força magnética acontece e sua intensidade pode ser medida através da seguinte fórmula:

$$F = B \cdot i \cdot l \cdot \sin \theta$$

Vale destacar também que para realizar o cálculo, considera-se “B” como a intensidade do campo magnético em Tesla (T) e “L” a metragem do comprimento do fio que leva a corrente elétrica. O ângulo para essa fórmula deve sempre ser retilíneo, ou seja, formado pelo campo magnético e comprimento do fio.

1.7.6. Tipos de Materiais Magnéticos

1.7.6.1. Diamagnéticos

São os materiais conhecidos por não se atraírem pelos ímãs, já que, ao serem aproximados a um campo magnético externo, em seu interior surge um campo magnético com sentido oposto e que some ao afastá-los desse campo magnético externo, como se o repelissem. Alguns exemplos desses materiais são: água, madeira, mercúrio, plástico, ouro, bismuto etc.

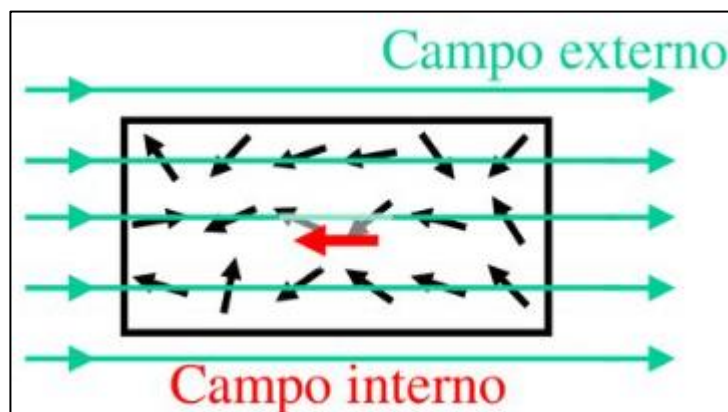


Figura 34 – Diamagnetismo

Fonte: [Slide Player](#)

1.7.6.2. Paramagnéticos

São os materiais em que, quando aproximados de um campo magnético externo, seus momentos angulares se ordenam, e eles passam a se comportar semelhante a um ímã. Caso sejam afastados, eles deixam de se comportar dessa maneira e voltam ao seu estado inicial. Alguns exemplos desses materiais são: alumínio, sódio, cálcio, sulfato de cobre etc.

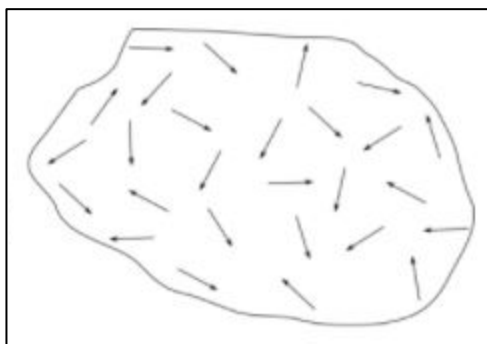


Figura 35 – Paramagnetismo

Fonte: [Maestrovirtuale](#)

1.7.6.3. Ferromagnéticos

São os materiais que possuem “memória magnética”, o que significa que, ao se aproximarem de um campo magnético externo, ocorre a ordenação dos seus momentos angulares. Assim, eles começam a se comportar semelhante a um ímã, semelhante aos materiais paramagnéticos, contudo, após o seu afastamento, isso se mantém inalterado, diferentemente dos materiais diamagnéticos. Alguns exemplos desses materiais são: ferro, cobalto, níquel, algumas ligas metálicas etc.

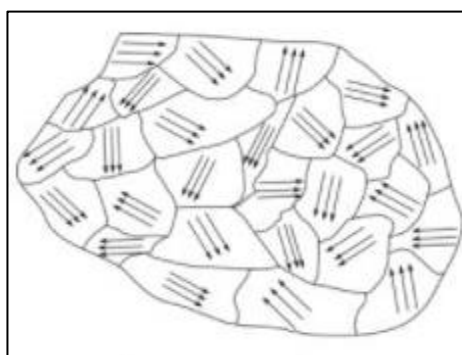


Figura 36 – Ferromagnetismo

Fonte: [Maestrovirtuale](#)

1.7.7. Eletromagnetismo

Eletromagnetismo é a área da Física que estuda os fenômenos relacionados à eletricidade e ao magnetismo de forma unificada. Ele utiliza como base o conceito de campo eletromagnético, descrevendo a relação entre os dois campos em separados, bem como os combinando.

O eletromagnetismo se baseia nos princípios de cargas elétricas e variação de fluxo magnético. As cargas elétricas em movimento geram campo magnético e a variação do fluxo magnético produz campo elétrico.

A variação do fluxo magnético resulta de um campo elétrico através da indução eletromagnética. De forma similar, a variação do campo elétrico causa um campo magnético. Uma vez que há uma relação de dependência mútua entre os campos, fala-se em campo eletromagnético.

1.7.7.1. Indução Eletromagnética

Indução eletromagnética é o fenômeno responsável pelo surgimento de correntes elétricas em materiais condutores imersos em campos magnéticos, quando sujeitos a mudanças no fluxo de campo magnético que os atravessa.

1.7.7.1.1. Aplicações da Indução Eletromagnética em Motores

Os motores elétricos operam como geradores elétricos invertidos, ou seja, em vez de converterem energia mecânica em eletricidade, produzem energia mecânica a partir de energia elétrica. Nesse caso, em vez de usarmos a rotação de um eixo para gerar eletricidade, fazemos com que uma corrente elétrica passe através de um eixo enrolado por diversas bobinas, fazendo-o girar.

1.8. Fundamentos da Computação

1.8.1. O que é Computação

Computação é a ciência que estuda técnicas, metodologias, instrumentos computacionais e aplicações tecnológicas, que informatizam os processos e desenvolvam soluções de processamento de dados de entrada e saída pautados no computador. Não se restringindo apenas ao estudo dos algoritmos, suas aplicações e implementação na forma de software. Assim, a Ciência da Computação também abrange as técnicas de modelagem de dados e gerenciamento de banco de dados, envolvendo também a telecomunicação e os protocolos de comunicação, além de princípios que abrangem outras especializações da área.

1.8.2. História da Computação

Atribuída a habitantes da Mesopotâmia, em torno de 2700–2300 a.C. Seu uso original era desenhar linhas na areia com rochas. Versões mais modernas do ábaco ainda são usadas como instrumento de cálculo.

No século VII a.C., na antiga Índia, o gramático *Pānini* formulou a gramática de Sânscrito usando 3959 regras conhecidas como *Ashtadhyāyī*, de forma bastante sistemática e técnica. *Pānini* usou transformações e recursividade com tamanha sofisticação que sua gramática possuía o poder computacional teórico tal qual a Máquina de *Turing*.

1.8.2.1. Algoritmos

No século VII, o matemático indiano *Brahmagupta* explicou pela primeira vez o sistema de numeração hindu-arábico e o uso do 0. Aproximadamente em 825, o matemático persa *al-Khwarizmi* escreveu o livro *Calculando com numerais hindus*, responsável pela difusão do sistema de numeração hindu-arábico no Oriente Médio, e posteriormente na Europa. Por volta do século XII houve uma tradução do mesmo livro para o latim: *Algoritmi de número Indorum*. Tais livros apresentaram novos conceitos para definir sequências de passos para completar tarefas, como aplicações de aritmética e álgebra. Por derivação do nome do matemático, atualmente usa-se o termo algoritmo.

1.8.2.2. Lógica Binária

Por volta do século III a.C., o matemático indiano *Pingala* inventou o sistema de numeração binário. Ainda usado atualmente no processamento de todos os computadores modernos, o sistema estabelece que sequências específicas de uns e zeros podem representar qualquer informação.

Em 1703 *Gottfried Leibniz* desenvolveu a lógica em um sentido formal e matemático, utilizando o sistema binário. Em seu sistema, uns e zeros também representam conceitos como verdadeiro e falso, ligado e desligado, válido e inválido. Mais de um século depois, *George Boole* publicou a álgebra booleana (em 1854), com um sistema completo que permitia a construção de modelos matemáticos para o processamento computacional. Em 1801, apareceu o tear controlado por cartão perfurado, invenção de *Joseph Marie Jacquard*, no qual buracos indicavam os uns e áreas não furadas indicavam os zeros. O sistema está longe de ser um computador, mas ilustrou que as máquinas poderiam ser controladas pelo sistema binário.

1.8.2.3. Engenho Analítico

Foi com *Charles Babbage* que o computador moderno começou a ganhar forma, através de seu trabalho no engenho analítico. O equipamento descrito originalmente em 1837, mais de um século antes de seu sucessor, nunca foi construído com sucesso, mas possuía todas as funções de um computador moderno. O dispositivo de Babbage se diferenciava por ser programável, algo imprescindível para qualquer computador moderno.

Durante sua colaboração, a matemática *Ada Lovelace* publicou os primeiros programas de computador em uma série de notas para o engenho analítico. Por isso, *Lovelace* é popularmente considerada como a primeira programadora.

1.8.2.4. Nascimento da Ciência da Computação

Antes da década de 1920, computador era um termo associado a pessoas que realizavam cálculos, geralmente liderados por físicos. Milhares de computadores eram empregados em projetos no comércio, governo e sítios de pesquisa. Após a década de 1920, a expressão máquina computacional começou a ser usada para referir-se a qualquer máquina que realize o trabalho de um profissional, especialmente aquelas de acordo com os métodos da Tese de *Church-Turing*.

O termo máquina computacional acabou perdendo espaço para o termo reduzido computador no final da década de 1940, com as máquinas digitais cada vez mais difundidas. *Alan Turing*, conhecido como pai da Ciência da Computação, inventou a Máquina de Turing, que posteriormente evoluiu para o computador moderno.

1.8.3. Hardware

O *hardware* é um termo técnico que foi traduzido para a língua portuguesa como equipamento, e pode ser definido como um termo geral da língua inglesa, que se refere à parte física de computadores e outros sistemas microeletrônicos.

No âmbito eletrônico, o termo "*hardware*" é bastante utilizado, principalmente na área de engenharia de computação, e se aplica à unidade central de processamento, à memória e aos dispositivos de entrada e saída, bem como a todos os componentes físicos de computadores. Ele é usado para fazer referência a detalhes específicos de um dado equipamento eletrônico, incluindo-se seu projeto lógico pormenorizado bem como a tecnologia de seus componentes.

O conceito de recursos de *hardware* engloba todos os dispositivos e equipamentos utilizados no processamento de informações.

1.8.4. *Software*

Software é um termo técnico que foi traduzido para a língua portuguesa como suporte lógico e trata-se de uma sequência de instruções a serem seguidas e/ou executadas, na manipulação, redirecionamento ou modificação de um dado ou acontecimento.

"*Software*" também é o nome dado ao comportamento exibido por essa sequência de instruções quando executada em um computador ou máquina semelhante, além de um produto desenvolvido pela engenharia de *software* e inclui não só o programa de computador, propriamente dito, mas, também, manuais e especificações. Para fins contabilísticos e financeiros, o *software* é considerado um bem de capital.

1.8.4.1. *Software* como Programa de Computador

Um programa de computador é composto por uma sequência de instruções, que podem ser em linguagem natural ou codificada, que é interpretada e executada por um processador ou por uma máquina virtual. Em um programa correto e funcional, essa sequência segue padrões específicos que resultam em um comportamento desejado.

Um programa pode ser executado por qualquer dispositivo capaz de interpretar e executar as instruções de que é formado.

Quando um *software* está representado como instruções que podem ser executadas diretamente por um processador, dizemos que está escrito em linguagem de máquina, conhecido também como código de máquina. A execução de um *software* também pode ser intermediada por um programa interpretador, responsável por interpretar e executar cada uma de suas instruções. Uma categoria especial e o notável de interpretadores são as máquinas virtuais, como a máquina virtual Java (JVM), que simulam um computador inteiro, real ou imaginado.

O dispositivo mais conhecido que dispõe de um processador é o computador. Atualmente, com o barateamento dos microprocessadores, existem outras máquinas programáveis, como telefone celular, sistemas de eletrônica embarcada, calculadora, entre outros.

1.8.5. Comunicação Hardware-Software

O conceito de recursos de *hardware* engloba todos os dispositivos e equipamentos utilizados no processamento de informações.

O *software* é a parte lógica, o conjunto de instruções e dados processados pelos circuitos eletrônicos do *hardware*. Toda interação dos usuários de computadores modernos é realizada através do *software*, que é a camada colocada sobre o *hardware* que transforma o computador em algo útil para o ser humano.

1.8.6. Linguagem de Programação

1.8.6.1. O que é Linguagem de Programação

A linguagem de programação é um método padronizado, formado por um conjunto de regras sintáticas e semânticas, de implementação de um código fonte - que pode ser compilado e transformado em um programa de computador, ou usado como *script* interpretado - que informará instruções de processamento ao computador. Permite que um programador especifique precisamente quais os dados que o computador irá atuar, como estes dados serão armazenados ou transmitidos e, quais ações devem ser tomadas de acordo com as circunstâncias. Linguagens de programação podem ser usadas para expressar algoritmos com precisão.

O conjunto de palavras, compostos de acordo com essas regras, constituem o código fonte de um *software*. Esse código fonte é depois traduzido para código de máquina, que é executado pelo microprocessador.

Uma das principais metas das linguagens de programação é que programadores tenham uma maior produtividade, permitindo expressar suas intenções mais facilmente do que quando comparado com a linguagem que um computador entende nativamente (código de máquina). Assim, linguagens de programação são projetadas para adotar uma sintaxe de nível mais alto, que pode ser mais facilmente entendida por programadores humanos. Linguagens de programação são ferramentas importantes para que programadores e engenheiros de *software* possam escrever programas mais organizados e com maior rapidez.

Linguagens de programação também tornam os programas menos dependentes de computadores ou ambientes computacionais específicos. Isto acontece porque programas escritos em linguagens de programação são traduzidos para o código de máquina do computador no qual será executado em vez de ser diretamente executado. Uma meta ambiciosa do *Fortran*, uma das primeiras linguagens de programação, era esta independência da máquina onde seria executada.

1.8.6.2. Tipos de Linguagem de Programação

1.8.6.2.1. ASP

O ASP, também conhecido como ASP Clássico hoje em dia, é uma estrutura de bibliotecas básicas para processamento de linguagens de *script* no lado servidor para geração de conteúdo dinâmico na *Web*.

1.8.6.2.2. *ActionScript*

ActionScript é uma linguagem de *script* orientada a objetos baseada no *ECMAScript*, utilizada principalmente para construção de aplicações RIA. É executada em uma máquina virtual, atualmente na versão 3 que está disponível no *Adobe Flash Player* e também no ambiente *Adobe AIR*.

1.8.6.2.3. C / C++

C é uma linguagem de programação compilada de propósito geral, estruturada, imperativa, procedural, padronizada pela Organização Internacional para Padronização, criada em 1972 por *Dennis Ritchie* na empresa *AT&T Bell Labs* para desenvolvimento do sistema operacional *Unix*.

C++ é uma linguagem de programação compilada multiparadigma e de uso geral. Desde os anos 1990 é uma das linguagens comerciais mais populares, sendo bastante usada também na academia por seu grande desempenho e base de utilizadores.

1.8.6.2.4. C#

C# é uma linguagem de programação, multiparadigma, de tipagem forte, desenvolvida pela *Microsoft* como parte da plataforma *.NET*. A sua sintaxe orientada a objetos foi baseada no C++ mas inclui muitas influências de outras linguagens de programação, como **Pascal** e, principalmente, **Java**. O código fonte é compilado para *Common Intermediate Language*, que é interpretado pela máquina virtual *Common Language Runtime*. C# é uma das linguagens projetadas para funcionar na *Common Language Infrastructure* da plataforma *.NET Framework*.

1.8.6.2.5. Pascal

Pascal é uma linguagem de programação orientada por objetos, que recebeu este nome em homenagem ao matemático e físico *Blaise Pascal*. Foi criada em 1970 pelo suíço *Niklaus Wirth*, tendo em mente encorajar o uso de código estruturado.

Object Pascal é uma ramificação de linguagens derivativas de Pascal, com suporte a orientação a objetos. As principais ferramentas para programar em *Object Pascal* são o IDE *Embarcadero Delphi* e o *Lazarus*.

1.8.6.2.6. Euphoria

Euphoria é uma linguagem de programação interpretada procedural de alto nível, criada por *Robert Craig*, da *Rapid Deployment Software*, em julho de 1993, e atualmente mantida pelo *openEuphoria Group*. A partir da versão 3.0.0, lançada em 19 de setembro de 2006, passou a ser totalmente código aberto. Sua última versão estável foi a 4.0.5, lançada em 19 de outubro de 2012.

1.8.6.2.7. Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida na década de 90 por uma equipe de programadores chefiada por *James Gosling*, na empresa *Sun Microsystems*, que em 2008 foi adquirido pela empresa *Oracle Corporation*.

1.8.6.2.8. JavaScript

JavaScript é uma linguagem de programação interpretada estruturada, de *script* em alto nível com tipagem dinâmica fraca e multiparadigma. Juntamente com HTML e CSS, o JavaScript é uma das três principais tecnologias da **World Wide Web (www)**. JavaScript permite páginas da *Web* interativas e, portanto, é uma parte essencial dos aplicativos da *internet*.

1.8.6.2.9. Lua

Lua é uma linguagem de programação interpretada, de *script* em alto nível, com tipagem dinâmica e multiparadigma, reflexiva e leve, projetada por *Tecgraf* da PUC-Rio em 1993 para expandir aplicações em geral, de forma extensível, para prototipagem e para ser embarcada em *softwares* complexos, como jogos. Assemelha-se com Python, Ruby e *Icon*, entre outras.

1.8.6.2.10. MATLAB

MATLAB trata-se de um *software* interativo de alta performance voltado para o cálculo numérico. O MATLAB integra análise numérica, cálculo com matrizes, processamento de sinais e construção de gráficos em ambiente fácil de usar, onde problemas e soluções são expressos somente como eles são escritos matematicamente, ao contrário da programação tradicional.

1.8.6.2.11. PHP

PHP é uma linguagem interpretada livre, usada originalmente apenas para o desenvolvimento de aplicações presentes e atuantes no lado do servidor, capazes de gerar conteúdo dinâmico na **World Wide Web**. Figura entre as primeiras linguagens passíveis de inserção em documentos HTML, dispensando em muitos casos o uso de arquivos externos para eventuais processamentos de dados.

1.8.6.2.12. Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada de script, imperativa, orientada a objetos, funcional, de tipagem dinâmica e forte. Foi lançada por *Guido van Rossum* em 1991. Atualmente, possui um modelo de desenvolvimento comunitário, aberto e gerenciado pela organização sem fins lucrativos *Python Software Foundation*.

1.8.6.2.13. R

R é uma linguagem de programação multiparadigma orientada a objetos, programação funcional, dinâmica, fracamente tipada, voltada à manipulação, análise e visualização de dados. Foi criado originalmente por *Ross Ihaka* e por *Robert Gentleman* no departamento de Estatística da Universidade de *Auckland*, Nova Zelândia. Atualmente é mantido por uma comunidade de colaboradores voluntários que contribuem com código fonte da linguagem e com a expansão de funcionalidades por bibliotecas.

1.8.6.2.14. Ruby

Ruby é uma linguagem de programação interpretada multiparadigma, de tipagem dinâmica e forte, com gerenciamento de memória automático, originalmente planejada e desenvolvida no Japão em 1995, por *Yukihiro Matsumoto*, para ser usada como linguagem de *script*. Matsumoto queria

desenvolver uma linguagem de *script* que fosse mais poderosa do que *Perl*, e mais orientada a objetos do que Python. Ruby suporta programação funcional, orientada a objetos, imperativa e reflexiva.

1.8.6.2.15. Tcl

Tcl, sigla de *Tool Command*, é uma linguagem de programação para *scripts* criada por John Ousterhout, de fácil aprendizagem, mas muito poderosa. Tcl pode ser utilizada numa vasta gama de aplicações, sendo bastante utilizada para a escrita de programas com interface gráfica, onde geralmente se utiliza a sua extensão *Tk Toolkit*, a interface gráfica padrão para o Tcl.

1.8.6.2.16. Basic / Visual Basic

BASIC é uma linguagem de programação, criada com fins didáticos, pelos professores John George Kemeny, Thomas Eugene Kurtz e Mary Kenneth Keller em 1964 no Dartmouth College.

O Visual Basic é uma linguagem de programação produzida pela empresa *Microsoft*, e é parte integrante do pacote *Microsoft Visual Studio*. Sua versão mais recente faz parte do pacote *Visual Studio .NET*, voltada para aplicações *.Net*. Sua versão anterior fez parte do *Microsoft Visual Studio 6.0*, ainda muito utilizado atualmente por aplicações legadas.

1.8.7. Código Binário

O sistema binário ou de base 2 é um sistema de numeração posicional em que todas as quantidades se representam com base em dois números, ou seja, zero e um (0 e 1).

Os computadores digitais trabalham internamente com dois níveis de tensão, pelo que o seu sistema de numeração natural é o sistema binário.

1.8.8. Código Hexadecimal

O sistema hexadecimal é um sistema de numeração posicional que representa os números em base 16, portanto empregando 16 símbolos, dois dígitos hexadecimais correspondem exatamente a um *byte*.

1.8.9. Internet

1.8.9.1. Contexto Histórico

Em 1957, durante o período da Guerra Fria, os Estados Unidos almejavam uma maneira de proteger suas informações e comunicações em caso de ataque soviético. As inovações que tentaram resolver esse problema levaram à criação da Internet.

1.8.9.1.1. DARPA

No ano de 1958, após o lançamento do primeiro satélite artificial, o *Sputnik 1*, pela URSS, os Estados Unidos fundaram a DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*, ou Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa, em português).

A DARPA foi responsável pela pesquisa e desenvolvimento de diversas novas tecnologias para fins defensivos e militares, entre elas, a rede de computadores.

1.8.9.1.2. Teoria da Comutação de Pacotes

Três anos após a fundação da **DARPA**, o engenheiro e cientista da computação, Leonard Kleinrock apresentou sua “Teoria de Comutação de Pacotes” em sua tese de doutorado no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Ela consistia na possibilidade de comunicação, envio e recebimento de informações entre dois servidores através de pacotes por meio de uma rede de nós. Esses pacotes podiam seguir caminhos diferentes, dependendo da saturação da rede, e ser refeitos na chegada ao destino.

1.8.9.1.3. Rede Galáctica

Em 1962, J. C. R Licklider, chefe da **DARPA** e pioneiro da Internet, descreveu o conceito de uma Rede Galáctica para acessar rapidamente dados de qualquer lugar do mundo.

Enquanto isso, de forma independente, o engenheiro e cientista da computação, Paul Baran, trabalhou na **comutação de pacotes** na RAND Corporation. Também em 1962, ele apresentou um sistema de comunicações que, por meio de computadores conectados a uma rede descentralizada (rede que não possui um ponto central e os dados são armazenados em vários servidores conectados entre si que podem estar em um mesmo local físico ou dispersos) era imune a ataques externos, uma vez que, se um ou mais nós fossem destruídos, os outros poderiam continuar funcionando.

Dessa maneira, se essa tecnologia fosse desenvolvida em larga escala, as informações dos Estados Unidos estariam protegidas, pois poderiam ser consultadas em qualquer computador.

1.8.9.1.4. WAN

Em 1965, quando os cientistas da computação, Lawrence G. Roberts em Massachusetts, e Thomas Merrill, na Califórnia, tentaram conectar um computador TX2 a um Q-32 por uma linha telefônica comutada de baixa velocidade. O experimento foi um sucesso e marcou o acontecimento que criou a primeira WAN (*Wide Area Network*) da história.

1.8.9.1.5. ARPANET

No ano de 1966, a **DARPA** criou o plano da ARPANET para desenvolver a primeira rede de comutação de pacotes. Embora o primeiro protótipo de uma rede comutada por pacotes descentralizada já tivesse sido projetado pelo Laboratório Nacional de Física (NPL) do Reino Unido em 1968, o projeto ganhou maior visibilidade somente em 1969, quando um computador da Universidade da Califórnia (UCLA) se conectou com sucesso a outro do *Stanford Research Institute* (SRI).

Em 1970, a ARPANET estava consolidada com centenas de computadores conectados.

S. Crocker e sua equipe do Network Working Group estabeleceram o protocolo de controle chamado **Network Control Protocol** (NCP), que permitia o desenvolvimento de aplicativos a partir dos computadores conectados à ARPANET.

Foi assim que, em 1972, o programador estadunidense Ray Tomlinson, criou o software básico de **e-mail**, que se tornou o aplicativo mais importante da década e mudou a natureza da comunicação e colaboração entre as pessoas. Tal impacto culminou no afastamento da ARPANET do uso militar e na aproximação para o uso científico na disseminação de informações.

1.8.9.1.6. Transição ARPANET – TCP/IP

Apesar dos avanços, ainda existia um problema, o **protocolo NCP** não conseguia se comunicar com redes ou máquinas fora da **ARPANET**, como redes de pacotes por rádio ou satélite. Diante disso, em 1974, Robert Kahn e Vinton Cerf desenvolveram uma nova versão do protocolo que respondia a um ambiente de rede de arquitetura aberta. Esse novo protocolo foi chamado de **TCP/IP**.

Esse novo protocolo, além de controlar, também facilitava a comunicação entre redes sem a necessidade de que estas fizessem alterações em sua interface. Como também, garantia que nenhum pacote de informações fosse perdido e verificava se eles chegavam na ordem em que haviam sido enviados.

Por volta dos anos 80, a ARPANET trocou o protocolo NCP para o novo TCP/IP. Dessa forma, O IP havia se tornado o serviço portador da Infraestrutura de Informação Global.

Em 1985, a Internet já estava consolidada como a principal rede de comunicação com alcance global.

1.8.9.1.7. WWW

Em meados de 1989, o cientista da computação Tim Berners-Lee desenvolveu a *World Wide Web* (WWW) para facilitar o trabalho colaborativo no CERN.

A WWW funciona como um sistema de distribuição de documentos de hipertexto (HTTP) interconectados e acessíveis por meio de um navegador web conectado à Internet.

O sistema se tornou tão popular no CERN que, em 1991, foi aberto ao público externo. Isso foi possível graças à criação do navegador Mosaic em 1993. De fato, sua recepção foi tão rápida que em 1997 havia mais de 200 mil sites.

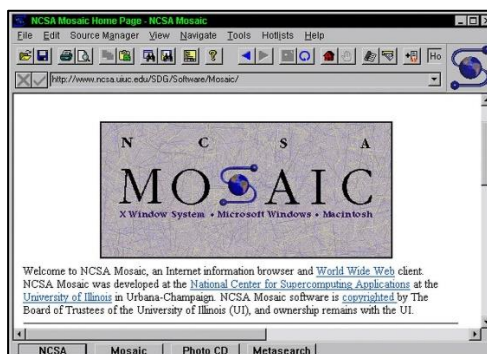


Figura 37 - Navegador Mosaic

Fonte: [Canaltech](#)

1.8.9.1.8. Cenário Atual da Internet

Desde a origem, a Internet modificou radicalmente. Ela não se trata apenas de um espaço onde e-mails são trocados e informações são armazenadas. Atualmente, ela está em todos os objetos e lugares em que oferece valor, principalmente com a chegada da IoT (*Internet das Coisas*), na qual

permite controlarmos equipamentos através da internet, possuindo aplicações diversas, além de culminar no surgimento de novas tecnologias como a **domótica**.

1.8.9.2. Computação em Nuvem

1.8.9.2.1. O que é a Nuvem

Nuvem (do Inglês - *Cloud*) é um termo utilizado para descrever uma rede global de servidores, cada um com uma função única. Ela não é uma entidade física, mas uma vasta rede de servidores remotos ao redor do globo que são conectados e operam como um único ecossistema. Esses servidores são responsáveis por armazenar e gerenciar dados, executar aplicativos, fornecer conteúdo ou serviços, como transmissão de vídeos, *webmail*, *software* ou mídias sociais. Em vez de acessar arquivos e dados de um computador local ou pessoal, acesse-os online, de qualquer dispositivo conectado à Internet. As informações estarão disponíveis em qualquer lugar, a todo instante.

Existem quatro maneiras de implementar recursos de nuvem. A **nuvem pública**, que compartilha recursos e oferece serviços ao público em geral da Internet, a **nuvem privada**, que não é compartilhada e oferece serviços em uma rede interna privada, geralmente hospedada localmente, a **nuvem híbrida**, que compartilha serviços entre nuvens públicas e privadas de acordo com seu propósito, e a **nuvem de comunidade**, que compartilha recursos apenas entre organizações, como instituições governamentais.

1.8.9.2.2. Como Funciona a Nuvem

Salvar um arquivo na nuvem é semelhante a arquivá-lo em um computador pessoal. A diferença está no fato de que esse dispositivo se encontra a grandes distâncias.

As informações trafegam através internet até um servidor, que consiste basicamente em um massivo conjunto de HDs (*Hard Disk* – equipamento para armazenamento de dados). Esses servidores se localizam em prédios conhecidos como “*data centers*”, ou seja, é necessário um espaço físico para armazenar os dados. Os *data centers* são inacessíveis à maioria da população, além de serem protegidas por fortes esquemas de segurança, justamente para garantir a integridade dos arquivos e equipamentos.

A comunicação servidor-usuário se dá por meio de “portas”. Quando se conecta em algum serviço da internet, o computador utiliza um protocolo para “abrir” a “porta” que permite o acesso ao

arquivo desejado. Um dos protocolos mais comuns é o “HTTP”, o mesmo utilizado em endereços da *web*.

Há casos que é necessário “chaves” para “abrir” a “porta”, pois é como se na “porta” houvesse uma tranca de segurança. Essas “trancas” do ambiente digital são, basicamente, o *login* e a senha. A maioria dos servidores também utiliza criptografia para resguardar o conteúdo pessoal de cada cliente. Os documentos são “quebrados” em várias partes e, muitas vezes, duplicados em outro servidor. Desse modo, tornam-se imunes à ação de hackers e a acidentes físicos.

1.8.9.2.3. Principais Modelos de Cloud Computing

Dentre os modelos de serviços de computação na nuvem pode-se destacar a IaaS, a PaaS, SaaS e BaaS. O sufixo “aaS” significa “*as a Service*“, ou seja, “como serviço” em português.

Na IaaS, ou Infraestrutura como Serviço, o provedor oferece aos usuários acesso remoto ao servidor, *hardware* e recursos de armazenamento.

Na PaaS, ou Plataforma como Serviço, há a oferta de plataformas de computação. Essas plataformas geralmente incluem sistemas operacionais (SO), **bancos de dados**, servidores *web* e diversas variedades de aplicativos.

No SaaS, ou Software como Serviço é o modelo de nuvem mais comum, que oferece aos usuários acesso a aplicativos prontos por meio de uma rede remota. Como por exemplo, o *Google Docs* e o *Google Planilhas*.

No BaaS, ou *Backend* como serviço é o modelo que oferece toda a infraestrutura voltada para o funcionamento interno do *software*, como sistemas, banco de dados, envio e recebimento de informações, armazenamento, entre outros.

1.8.10. Banco de Dados

1.8.10.1. O que é um BD

O banco de dados (BD) consiste na organização e armazenamento de informações **sob** um domínio específico, ou seja, sempre que for possível agrupar informações que se relacionam e tratam de um mesmo assunto, podemos utilizar um banco de dados.

1.8.10.2. SGBD's

Para se ter o controle das informações do **BD** é utilizado um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Esse sistema consiste em um *software* com recursos capazes de manipular os dados do BD e interagir com o usuário.

Um SGBD tem por objetivo isolar o usuário dos detalhes internos do banco de dados (promover a abstração de dados) e promover a independência dos dados em relação às aplicações, ou seja, tornar independente da aplicação, a estratégia de acesso e a forma de armazenamento.

1.8.10.2.1. Principais SGBD's

A seguir teremos uma lista das principais SGBD's:

- Oracle;
- MySQL;
- SQLServer;
- PostgreSQL;
- MongoDB;
- DB2;
- Cassandra;
- Microsoft Access;
- Redis;
- SQLite.

1.8.10.3. Esquema SGBD-Usuário

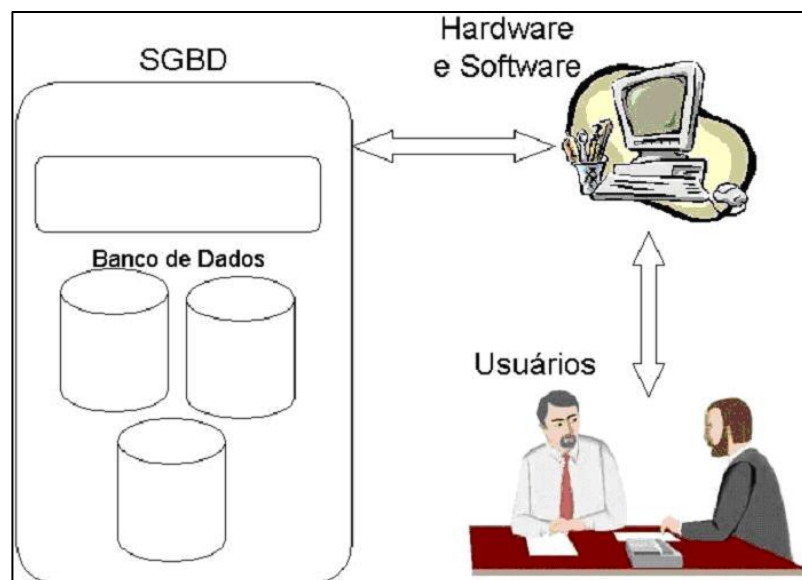


Figura 38 - Esquema de um SGBD

Fonte: [DEVMEDIA](#)

1.8.10.4. Tipos de Banco de Dados

1.8.10.4.1. Banco de Dados Relacionais

Os itens em um banco de dados relacional são organizados como um conjunto de tabelas com colunas e linhas. A tecnologia de banco de dados relacional fornece a maneira mais eficiente e flexível de acessar informações estruturadas.

1.8.10.4.2. Banco de Dados Orientados a Objetos

As informações em um banco de dados orientado a objetos são representadas na forma de objetos, como na programação orientada a objetos.

1.8.10.4.3. Banco de Dados Distribuídos

Um banco de dados distribuído consiste em dois ou mais arquivos localizados em sites diferentes. O banco de dados pode ser armazenado em vários computadores, localizados no mesmo local físico ou espalhados por diferentes redes.

1.8.10.4.4. Data warehouse

Um *data warehouse*, repositório central de dados, é um tipo de banco de dados projetado especificamente para consultas e análises rápidas.

1.8.10.4.5. Banco de Dados NoSQL

Um NoSQL, ou banco de dados não relacional, permite que dados não estruturados e semiestruturados sejam armazenados e manipulados (em contraste com um banco de dados relacional, que define como todos os dados inseridos no banco de dados devem ser compostos).

1.8.10.4.6. Banco de Dados de Grafos

Um banco de dados de grafos armazena dados em termos de entidades e os relacionamentos entre entidades.

1.8.10.4.7. Banco de Dados OLTP

Um banco de dados OLTP é um banco de dados rápido e analítico projetado para um grande número de transações realizadas por vários usuários.

1.8.10.4.8. Banco de Dados de Código Aberto

Um sistema de banco de dados de código aberto é aquele cujo código-fonte é código aberto; esses bancos de dados podem ser bancos de dados SQL ou NoSQL.

1.8.10.4.9. Banco de Dados em Nuvem

Um banco de dados em nuvem é uma coleção de dados, estruturados ou não estruturados, que residem em uma plataforma de computação em nuvem privada, pública ou híbrida. Existem dois tipos de modelos de banco de dados em nuvem: tradicional e **banco de dados como um serviço (DBaaS)**. Com o DBaaS, as tarefas administrativas e a manutenção são executadas por um provedor de serviços.

1.8.10.4.10. Banco de Dados Multimodelo

Bancos de dados multimodelo combinam diferentes tipos de modelos de banco de dados em um *back-end* único e integrado. Isso significa que eles podem acomodar vários tipos de dados.

1.8.10.4.11. Banco de Dados de Documentos/JSON

Projetado para armazenar, recuperar e gerenciar informações orientadas a documentos, os bancos de dados de documentos são uma maneira moderna de armazenar dados no formato JSON, em vez de linhas e colunas.

```
{
  "image": {
    "width": 800,
    "height": 600,
    "title": "JSONlogo",
    "thumbnail": {
      "url": "http://www.json.org/img/json160.gif",
      "height": 160,
      "width": 160
    },
    "animated": false,
    "IDs": [116, 943,
234]
  }
}
```

Figura 39 - Exemplo de Estrutura de Arquivo JSON

Fonte: [ResearchGate](#)

1.8.10.4.12. Banco de Dados Autônomos

Os bancos de dados independentes mais novos e inovadores (também conhecidos como bancos de dados autônomos) são baseados em nuvem e usam *machine learning* para automatizar o ajuste de banco de dados, segurança, backups, atualizações e outras tarefas de gerenciamento de rotina tradicionalmente executadas por administradores de banco de dados.

2. MECÂNICA

2.1. Madeira

2.1.1. Definição

A madeira pode ser definida como sendo o tecido lenhoso das árvores, ela é o principal produto mercantil florestal. É obtida do corte das árvores, é preciso que a extração seja feita em florestas controladas, onde apenas uma pequena fração das árvores é cortada para evitar o desmatamento em larga escala. Após o corte, as árvores têm seus galhos removidos e são cortadas novamente em diagonal antes de serem transportadas para tratamento adicional. Ao chegar à serralheria, os cortes de madeira são convertidos em pranchas de tamanho diversificado e recebem um tratamento com conservantes para prolongar sua vida útil.

A utilização da madeira em grande escala se deve à razão entre a sua resistência e o seu peso que são altos, por isso é um excelente material de construção. Possui propriedades como durabilidade e solidez que são essenciais para estruturas resistentes. Além disso, a madeira é muito fácil de ser trabalhada, objetos que exigem um trabalho artesanal como móveis, instrumentos musicais, artigos de arte e painéis são trabalhados em madeira.

Na construção civil, a madeira desempenha um importante papel, fornecendo material para os diferentes estágios de uma construção. Já na parte de acabamentos, a madeira serve na decoração com o uso de painéis ou forros, além de pisos e assoalhos.

A resistência, a durabilidade e a facilidade para a realização de produtos que a madeira proporciona a tornam um dos materiais mais usados em todo o mundo. Os objetos que exigem que se faça um trabalho artesanal são fabricadas com o uso dela.

2.1.2. Características

As características da madeira, como cheio, cor, textura, desenho, entre outros, são consideradas especialmente quando o uso dessa é voltado para a decoração. Então esses seriam meios de identificação dos diferentes tipos.

A respeito da cor da madeira, ela se forma devido às substâncias com propriedades de pigmentação que são introduzidas na parte internas das células dessa (células que formam parte do seu material lenhoso). É comum que se utilizem meios artificiais para mudar a cor de uma madeira, especialmente se a mesma possui a finalidade de decoração.

Quanto ao cheiro da madeira, é algo que não é tão simples de ser definido. Mas é comum que o cheiro que algumas plantas exalem seja em decorrência de substâncias voláteis que ficam, em especial, no cerne da madeira. Esse cheiro pode ficar mais fraco de acordo com o quanto de exposição que a madeira teria, podendo ter um cheiro forte novamente ao raspar a superfície da madeira ou realizar cortes nela.

2.1.3. Tipos de Madeira

2.1.3.1. Madeira Maciça

É a madeira obtida a partir do corte das árvores, sendo o tipo que mais gera impacto ambiental. É um material nobre, pesado e de alta durabilidade. As características físicas variam de acordo com a espécie utilizada, como exemplo: carvalho, cedro, mogno, peroba, pinus e cumaru.

2.1.3.2. Madeira Processada ou Reconstituída

É a madeira obtida da fabricação industrial de placas maciças de madeira, a partir da madeira em lâminas (compensado), partículas (Aglomerado, MDP e OSB) ou fibras (MDF, HDF e Chapa Dura), sendo aglutinadas por meio de pressão, temperatura e/ou resinas.

2.2. Vidro

2.2.1. Definição

O vidro é um material inorgânico, cujo elemento básico é a sílica encontrada em abundância na areia, que se une a óxidos fundentes, estabilizantes e substâncias corantes para formar o silicato. Formado pelo supercongelamento de um líquido, esse fenômeno ocorre quando a temperatura ultrapassa o ponto de congelamento antes que a solidificação tenha início. Quando um líquido chega a esse ponto, sua viscosidade torna-se muito alta e ele se torna semelhante a um sólido, com maior dureza, rigidez e forma constante.

2.2.2. Como é Feito

A fórmula conhecida do vidro contém areia de sílica, sódio e cálcio. Mas não é só disso que o vidro é feito. Além destes três materiais também há a inclusão de magnésio, alumina e potássio, todos facilmente encontrados na natureza.

A formação do vidro é toda pautada na etapa de resfriamento, em que a taxa de tal fase é imprescindível no processo, já que a velocidade varia de acordo com a composição de cada vidro. Um utilizado em janelas, por exemplo, não necessita que seu resfriamento seja feito de forma rápida, já um vidro metálico, necessita que seu resfriamento seja feito de forma veloz, chegando a uma velocidade de até 106 Km/s.

A proporção de cada material pode variar. Mas geralmente a composição é feita por 72% de areia, 14% de sódio, 9% de cálcio e 4% de magnésio. Alumina e potássio são incluídos apenas em alguns casos.

2.2.3. Principais Tipos

2.2.3.1. Sílica Vítre

A sílica vítrea é obtida a partir do aquecimento da areia de sílica ou cristais de quartzo, até uma temperatura de 1725 °C, sendo um processo muito lento, por conta da rede tridimensional que o material tem. O vidro obtido por tal material é muito viscoso e, por ter um baixo coeficiente de expansão é ideal para ser utilizado em janelas de veículos espaciais, espelhos astronômicos, na produção de fibras óticas e aplicações que requerem de um produto com resistência a choques térmicos e estabilidade dimensional.

2.2.3.2. Silicatos Alcalinos

Para reduzir a excessiva viscosidade do vidro de sílica, acrescentam-se óxidos alcalinos na composição do mesmo, para que ajam como modificadores de rede, “amolecendo” a estrutura original do vidro formado. Na temperatura de 550 °C, os carbonatos introduzidos interagem com a Sílica, onde através dessa interação se obtêm uma reação que resulta em um líquido silicoso, que ao ser resfriado forma-se um vidro. Como a adição de alcalinos diminui a resistência química do material, o mesmo é utilizado para adesivos, produtos de limpeza e películas protetoras.

2.2.3.3. Vidros Sodo-Cálcicos

Para reduzir a solubilidade (propriedade do material de se dissolver ou não em uma substância) e manter a baixa temperatura de fusão dos vidros de silicatos alcalinos, acrescentam-se ao invés de óxidos alcalinos, fluxos estabilizantes (óxido de Cálcio em conjunto com o óxido de Magnésio, por exemplo), que resultam nos chamados vidros sodo-cálcicos.

A composição desse vidro é bem controlada, já que o exagerado uso de Cálcio pode resultar na cristalização do material e o pouco uso do mesmo, pode acarretar uma baixa durabilidade química do material. Esse vidro é frequentemente utilizado em garrafas, frascos, potes, janelas e em tubos de lâmpadas.

2.2.3.4. Vidros ao Chumbo

Dependendo da composição base do vidro, quando é adicionado o óxido de Chumbo, o mesmo pode agir como modificador ou formador de rede. Logo, os vidros alcalinos ao Chumbo têm uma vasta aplicação, podendo ser encontrado em artigos fino de mesa (taças e copos), peças de arte, funil de tubo de televisão e em produtos óticos, por possuir propriedades como, resistividade elétrica (o quanto o material se opõe à passagem de uma corrente elétrica), elevado índice de refração (brilho) e capacidade de absorção de raios X.

2.2.3.5. Vidros Borossilicatos

O óxido de Boro se transforma em vidro quando resfriado em temperaturas acima de 460 °C, temperatura do seu ponto de fusão. Tal óxido é frequentemente utilizado na indústria vítrea para substituir os óxidos alcalinos, pois o mesmo aumenta a resistência ao choque térmico (capacidade de resistir a uma grande variação de temperatura) do material e o deixa resistente a ataques químicos. Esse tipo vidro é empregado principalmente em produtos que podem entrar em contato com altas temperaturas e em equipamentos laboratoriais.

2.2.3.6. Vidros Alumino-Borossilicato

Com a adição da Alumina em um vidro silicato alcalino, o mesmo se torna mais viscoso em temperaturas elevadas, logo isso possibilita que este vidro possa ser aquecido a altas temperatura sem sofrerem deformações, quando comparado aos vidros sodo-cálcicos e borossilicatos. A aplicação desse material é bem diversa, já que podem ser utilizados em tubos de combustão, em fibras de reforço, vidros de alta resistência química e em vitro-cerâmicas (obtidos a partir da cristalização controlada dos vidros).

2.2.4. Normal – Laminado – Temperado

Além da variação de composição e acréscimo de óxidos distintos, as realizações de tratamentos específicos no vidro também podem acarretar o aperfeiçoamento de algumas propriedades do material. O vidro temperado, por exemplo, é fabricado a partir do convencional, mas passa por um tratamento térmico diferente, denominado como têmpera. Tal tratamento tem como finalidade estabelecer tensões elevadas de compressão em pontos superficiais do vidro e correspondentes a altas tensões de tração no centro.

Comparado ao vidro convencional, o vidro temperado tem uma elevada resistência mecânica a grandes impactos, cerca de cinco vezes maior, além de conseguir suportar variações de temperatura de até 227 °C. O vidro normal, quando quebrado, se fragmenta em grandes pedaços, que muitas vezes são pontiagudos e cortantes. Diferente do vidro convencional, o temperado se fragmenta em pequenos pedaços, com formatos arredondados e menos cortantes, garantindo, mesmo que significativamente, a segurança do usuário. Essa categoria é encontrada em fachadas, portas, janelas, boxes de banheiro, em mesas e em diversos outros produtos.

Por fim, outro tipo de vidro vinculado no mercado é o vidro laminado, que é resultado da junção de duas, ou mais, placas de vidro, que são unidas por uma película de plástico conhecida como Polivinil Butiral (PVB) ou resina. O vidro laminado é mais resistente aos impactos do que os outros tipos de vidro e quando quebrado, os fragmentos permanecem colados na película, evitando que o usuário seja cortado. Além disso, por conter a película de PVB na sua fabricação, o vidro laminado é capaz de filtrar cerca de 99,6% dos raios ultravioletas, que é responsável pela descoloração de móveis, tecidos e por causar câncer de pele, sendo capaz também de absorver ondas sonoras, reduzindo os ruídos externos do ambiente em que está. Esse tipo de vidro é encontrado nos para-brisas dos carros, escadas, fachadas, passarelas, janelas e entre outros.

2.3. Elementos de Fixação

2.3.1. O que são Elementos de Fixação

De uma forma básica, os elementos de fixação são componentes que servem para unir peças. Eles podem ser de fixação móvel ou permanente. A móvel permite que as peças possam ser montadas e desmontadas sem causar danos expressivos ao produto.

Já a fixação permanente é o oposto. Nela, os elementos de fixação mecânica não são reaproveitados. Portanto, uma vez instalados no conjunto, não há como retirar e utilizar novamente.

É importante frisar que os elementos de fixação devem ter uma boa qualidade, para ambos os tipos.

2.3.2. Para que Servem

Os elementos de fixação unem peças ou objetos. Muitas vezes, são peças pequenas, mas que têm uma grande aplicação na indústria, e são elas que dão vida a vários equipamentos e até edificações.

Os fixadores metálicos, são em grande parte produtos feitos de aço (aço carbono e aço inoxidável, por exemplo). Eles possuem diferentes geometrias, resistência e formas de aplicação. Neste tipo de elemento de fixação podemos citar os parafusos, rebites, porcas, pinos, insertos, arruelas.

2.4. Transmissão

2.4.1. O que são Elementos de Transmissão

Os elementos de transmissão mecânica são peças e sistemas que geram **potência** e movimento a maquinários industriais, garantindo seu funcionamento geral. Eles são os responsáveis por transmitir potência, **rotação** e **torque**, entre os elementos de uma máquina. Também são responsáveis por manter o bom funcionamento e rendimento das máquinas durante toda a operação industrial.

Uma característica desses equipamentos de transmissão é a presença de elementos rolantes, que fazem com que a transmissão de energia seja realizada por meio de um movimento rotacional.

2.4.2. Tipos de Elementos de Transmissão

Alguns elementos são prioritários para que um sistema mecânico funcione, pois são eles que fazem a transmissão de energia e do movimento para uma máquina acionada. São eles: acoplamentos, motorredutores, redutores de velocidade, correias, engrenagens, cabos de aço, polias, correntes, eixos e rolamentos.

2.4.3. Engrenagens

2.4.3.1. O que são

Engrenagens (ou rodas dentadas) possuem dentes que são espaçados simetricamente. São componentes de máquinas que se ligam a eixos para transmitir rotação, torque e potência. A

proporção e o diâmetro entre duas engrenagens definem as velocidades rotacionais e o torque que se quer atingir em um sistema rotativo.

Desse modo, à medida que uma engrenagem gira, esses dentes se encaixam no espaço entre os dentes da outra engrenagem ou correntes de transmissão, de maneira sucessiva, movendo-os e transmitindo movimento. Podem ter o formato cilíndrico ou de tronco de cone.



Figura 40 – Engrenagem
Fonte: [Tecma](#)

2.4.3.2. Funcionamento

A engrenagem funciona através do atrito dos seus dentes com uma segunda engrenagem. O seu objetivo é transmitir potência para uma determinada máquina através da ligação entre eixos, promovendo velocidade de rotação e torque a esse processo.

Portanto, através da junção de um par de engrenagens ou a combinação de várias delas, ou ainda combinadas com correntes de transmissão, são usadas para transmitir rotações e forças de um eixo motriz para um eixo movido. Formando assim, um sistema de transmissão de potência.

Há vários modelos e tipos de engrenagens que estão presentes em diversos segmentos de mercados industriais, como a aviação, indústria química, indústria alimentícia, siderúrgicas, metalúrgicas e transporte ferroviário.

Antigamente todas as engrenagens tinham um problema em relação a mudança do ponto de contato dos dentes à medida que elas entrassem em movimento. Para solucionar esse problema, os modelos fabricados hoje em dia têm um dente especial, levemente curvo, chamado de envolvente. Além disso, é importante que as suas superfícies de contato sejam moldadas com atenção e cuidado.

As engrenagens podem ser construídas de maneira a permitir que o giro de um eixo de entrada em um sentido se reverta no eixo de saída. Elas também servem para transformar um movimento rotacional num movimento linear.

Outra função muito comum da engrenagem é a redução de velocidade e consequente aumento de torque do eixo de saída em relação ao eixo de entrada. Isso é possível através de engrenagens de tamanhos diferentes.

2.4.3.3. Tipos de Engrenagens

Os principais tipos de engrenagem são: Cilíndrica de Dentes Retos, Cilíndrica de Dentes Helicoidais, Cônica de Dentes Retos, Cônica de Dentes Helicoidais, Cônica de Dentes Hipóides, Cônica de Dentes Espirais, Parafuso Sem-Fim, Planetárias e Cremalheira.

É preciso entender as diferenças entre os tipos de engrenagens para que um sistema mecânico possa realizar a transmissão de força, movimento de rotação ou potência desejada.

Depois de escolher o tipo de engrenagem, é importante considerar outros fatores como dimensões (módulo, número de dentes, largura da face, ângulo de hélice etc.), tipo de acabamento ou de tratamento térmico, faixa de torque permitido, e eficiência.

Uma das formas de se classificar uma engrenagem é em relação à posição dos eixos sobre o qual ela está montada.

2.4.3.4. Engrenagem Cilíndrica de Dentes Retos

A engrenagem cilíndrica de dentes retos é a mais comum que existe. Seu estudo é necessário devido a seu empregado generalizado na transmissão de movimento de um eixo a outro em praticamente todas as máquinas que pudermos imaginar. É um dos meios de transmissão de movimento mais antigos e dos mais viáveis.

Para a sua construção, é necessário considerar uma série de dados, a saber:

- Número de dentes – Z
- Diâmetro primitivo - d_p
- Módulo – m
- Diâmetro externo - d_e
- Diâmetro interno - d_i
- Altura do dente – h
- Altura da cabeça – a
- Altura do pé – b
- Passo – p

2.4.3.5. Cálculo do Módulo

O módulo (m) de uma engrenagem é a medida que representa a relação entre o diâmetro primitivo (dp) dessa mesma engrenagem e seu número de dentes (Z).

Essa relação é representada matematicamente do seguinte modo:

$$m = \frac{dp}{z}$$

2.4.3.6. Cálculo do Diâmetro Externo

O diâmetro externo é igual ao diâmetro primitivo (dp) mais duas vezes a altura da cabeça do dente (a) que, por sua vez, é igual a um módulo.

Sua fórmula é representada da seguinte maneira:

$$de = dp + 2m$$

2.4.3.7. Cálculo da Altura Total do Dente

A altura total (h) do dente de uma engrenagem cilíndrica de dentes retos é igual a 2 módulos mais $1/6$ de um módulo.

Sua fórmula é representada da seguinte maneira:

$$h = 2m + \frac{1}{6}m$$

$$h = \frac{12}{6}m + \frac{1}{6}m$$

$$h = \frac{13}{6}m = 2,166 * m$$

Ou seja, a fórmula para calcular a altura total (h) é:

$$h = 2,166 * m$$

2.4.3.8. Cálculo da Altura do Pé do Dente da Engrenagem

A altura do pé do dente da engrenagem (b) é igual a módulo mais $1/6$ de módulo, ou seja:

$$h = 1m + \frac{1}{6}m$$

$$h = \frac{6}{6}m + \frac{1}{6}m$$

$$h = \frac{7}{6}m = 1,166 * m$$

Ou seja, a fórmula para calcular a altura do pé do dente da engrenagem (b) é:

$$h = 1,166 * m$$

2.4.3.9. Cálculo do Diâmetro Externo

O diâmetro interno (di) é igual ao diâmetro primitivo (dp) menos 2 vezes a altura do pé do dente (b).

Sua fórmula é representada da seguinte maneira:

$$di = dp - 2b$$

2.4.3.10. Cálculo do Passo

O passo é a medida do arco da circunferência do diâmetro primitivo que corresponde a um dente e a um vão da engrenagem. Ele é calculado a partir do perímetro da circunferência do diâmetro primitivo ($dp * \pi$) dividido pelo número de dentes da engrenagem, já que o número de dentes corresponde ao número de passos.

Sua fórmula é representada da seguinte maneira:

$$p = \frac{dp * \pi}{z}$$

2.4.3.11. Cálculo da Distância entre Eixos

Uma engrenagem jamais trabalha sozinha, por isso, precisamos conhecer a distância entre os centros dos eixos que apoiam as engrenagens. Essa medida se baseia no ponto de contato entre as engrenagens. Esse ponto está localizado na tangente das circunferências que correspondem aos diâmetros primitivos das engrenagens.

Logo, temos que a distância entre os centros (d) é igual à metade do diâmetro primitivo da primeira engrenagem ($dp1/2$) mais a metade do diâmetro primitivo da segunda engrenagem ($dp2/2$).

Sua fórmula é representada da seguinte maneira:

$$p = \frac{dp1 + dp2}{2}$$

2.4.4. Cremalheira

2.4.4.1. Definição

A cremalheira é uma peça mecânica que consiste numa barra ou trilho dentado que, com o auxílio de uma engrenagem do mesmo passo (módulo), transforma movimentos retilíneos (cremalheira) em movimentos circulares ou de rotação (pinhão) ou vice-versa.

Para ocorrer o movimento ou transporte de carga é necessário acoplar uma engrenagem a um sistema motor. E essa engrenagem é encaixada em uma cremalheira de mesmo passo fixada a uma máquina, portão, braço, cabine ou qualquer dispositivo que necessite tal movimentação. Ela garante mais eficácia e segurança no trabalho, além de aumentar a qualidade dos produtos.

Isso porque é uma engrenagem destinada a sistemas de movimentação, fabricada em variados modelos, materiais e tamanhos, para atender a diferentes aplicações. Essa barra dentada transforma movimento rotativo em linear (ou o contrário) e geralmente é encontrada com dentes inclinados ou perpendiculares.

2.4.4.2. Aplicações das Cremalheiras

As engrenagens de cremalheiras industriais são as mais utilizadas para produzir um movimento linear, através do movimento rotativo de um motor. Uma das aplicações mais comuns são a porta e operadores de porta, usados em pontos de acesso residencial e de garagens para veículos. Quando o portão é aberto ou fechado, o motor é ativado e puxa o portão em rolos ou rodas ao longo de uma faixa (essas rodas, somadas a uma faixa, formam as cremalheiras industriais). Em geral, as cremalheiras industriais são destinadas a ambientes internos. Com alta resistência mecânica, essas peças têm boa transmissão de torque e velocidade linear.

A rotação da engrenagem, apesar de baixa (devido ao fator Velocidade em RPM x Perímetro da Engrenagem), proporciona uma velocidade linear, mais rápida do que os fusos de esferas. Por outro lado, é comum a necessidade de redutores planetários, quando utilizamos cremalheiras, para a redução da relação da inércia movida versus motora e, desta forma, obter maior controle do sistema.

2.4.4.3. Tipos de Cremalheiras

A cremalheira geralmente é feita de plástico ou aço (carbono, carbono com têmpera, de liga, inoxidável) e seu tamanho é bastante variável, dependendo da aplicação. Como mencionado antes, seus principais tipos são as de dentes retos ou helicoidais.

2.4.4.3.1. Dentes Retos ou Perpendiculares

As cremalheiras de dentes perpendiculares se engrenam com rodas de dentes retos. Esse é o tipo mais comercializado, pois cremalheiras e engrenagens de dentes retos têm fabricação mais simples, bem como sua instalação nas máquinas.

2.4.4.3.2. Dentes Inclinação ou Helicoidais

Nas cremalheiras de dentes inclinados, a peça é acoplada a engrenagens ou rodas helicoidais. Apesar de terem o mesmo papel que o tipo anterior, possui vantagem adicional: pelo ângulo de 20°, entregam mais área para o contato com os dentes do pinhão. Dessa forma, oferecem, levemente, um pouco mais de resistência mecânica. Com isso, a capacidade de carga é maior. Outra vantagem sutil é a redução de ruído dos dentes helicoidais, em comparação com os modelos de cremalheiras com dentes retos. Vale ressaltar que a cremalheira com dentes inclinados, devido ao seu ângulo, exerce uma força de oposição contrária ao eixo do motor, contudo, na sua aplicação, se a carga for baixa ou utilizar um redutor planetário (que é construído com rolamentos de contatos angulares para maior capacidade de carga axial e radial), esse problema será resolvido.

3. ELÉTRICA

3.1. Placa de Fenolite

Em circuitos eletrônicos, por um certo tempo eram usadas ligações simples entre condutores e soldagem. Porém, além da desorganização, principalmente em circuitos maiores, há o risco de acidentes que podiam prejudicar projetos. Para isso, o uso de placas de fenolite, nas quais possuem uma leve camada de cobre, onde os componentes são soldados, mantendo vantagens elétricas e mecânicas.

A partir de placas de fenolite, são formadas as **placas de circuito impresso (PCI)**, que, com linhas de condução isoladas, o restante do cobre é corroído, formando trilhas de condução.

Abaixo pode ser visto uma imagem do circuito da PCI utilizada no projeto da Janela Automatizada.

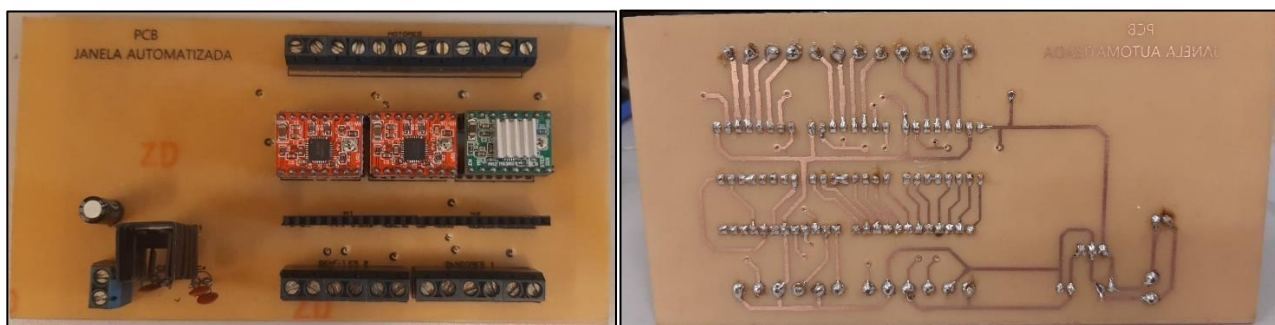


Figura 41 – PCB Janela Automatizada

Fonte: [Autoria](#)

3.2. Motores e Drives

3.2.1. Norma NEMA

A *National Electrical Manufacturers Association* (Associação Nacional de Fabricantes de Eletroeletrônicos), ou NEMA é um órgão que busca padronizar equipamentos eletrônicos de forma geral, a fim de trazer maior proteção e informações mais claras para a compra e venda de produtos do gênero. Semelhante a ISO (*International Organization for Standardization*) neste sentido, o NEMA pretende aplicar certas normas internacionalmente que facilitam a identificação de equipamentos, publicando uma série de padrões técnicos, porém, não testa nem certifica produtos.

Dentre os diversos produtos registrados por este órgão, o **motor de passo** foi analisado como essencial para o projeto.

3.2.2. Motor NEMA 17

A fim de movimentar as folhas da janela, foi selecionado o **motor de passo** modelo NEMA, que tem como principais características seu alto **torque** e precisão em relação a motores de propriedades e tamanhos semelhantes. Mais especificamente, será utilizado o modelo NEMA 17, que apresenta dimensões mais compatíveis com o projeto, além de uma força de torque suficiente para o serviço de movimentação por um custo benefício de grande potencial tanto para o protótipo quanto para o possível modelo comercial.

O Motor NEMA 17 (nomeado “17” em referência a aproximação de seu tamanho em polegadas de 1,7in) apresenta dimensões cúbicas de aproximadamente 43 mm de altura e largura, com um comprimento de 48 mm, pesa cerca de 370g e possui um pino rotor de 23,5 mm de altura

por um diâmetro de 5 mm. Seu torque de *cogging* é de 5Kgf/cm e o torque de retenção é de 260gf/cm, já a inércia do rotor de 68gf/cm². Seu ângulo de passo é de 1,8° (200 passos para uma volta completa), com uma precisão angular de passo de aproximadamente 5%. Sua resistência de fase é de 1,5 ohm (precisão de resistência de aproximadamente 10%) e ele necessita de uma corrente de 1,7A por fase para funcionar na sua eficiência máxima. A frequência de resposta do motor é de 0,5KHz. O aumento de sua temperatura chega a 80°C no máximo e a temperatura ambiente recomendada de trabalho varia entre -20°C até 50°C. Sua resistência de isolamento é de 100MΩ e 500VDC. A força radial e axial do motor são respectivamente 28N e 10N. A força dielétrica presente nele é de 500VAC/1 min. A precisão de sua indutância é de 20%, aproximadamente.

3.2.3. Driver

3.2.3.1. O que é um Driver

Um driver é, basicamente, um equipamento eletrônico capaz de transcrever pulsos elétricos vindos de um controlador digital que gere pulsos **PWM** para um motor elétrico, facilitando a manipulação do movimento deste motor, bem como sua velocidade, torque etc. O driver serve como o mediador entre o controlador e o motor, de forma semelhante ao arranjo **Ponte H**, porém com maiores funcionalidades e configurações.

3.2.3.1.1. PWM

O PWM (*Pulse Width Modulation* ou *Modulação por Largura de Pulso*) é uma técnica utilizada por controladores digitais para criar pulsos analógicos através de pulsos digitais, variando a duração e atraso de cada pulso digital a fim de desenvolver, como resultado, um sinal analógico capaz de variar sua intensidade e duração a cada ciclo.

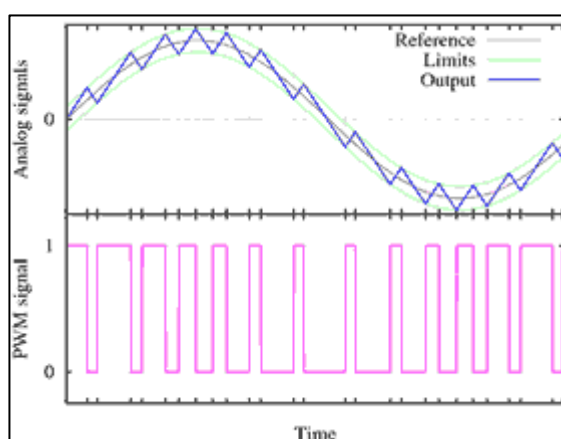


Figura 42 – PWM
Fonte: [Citissystems](#)

3.2.3.1.2. Ponte H

A Ponte H é um circuito elétrico comumente utilizado para inverter a polaridade das cargas de um dispositivo qualquer. Isto é feito a partir de um arranjo de chaves elétricas ligadas nas saídas do motor, onde dois pares em cada saída determinam o sentido da corrente que passará pelo dispositivo. Esta corrente então determina o sentido de giro do motor dependendo de onde ela entra e por onde sai.

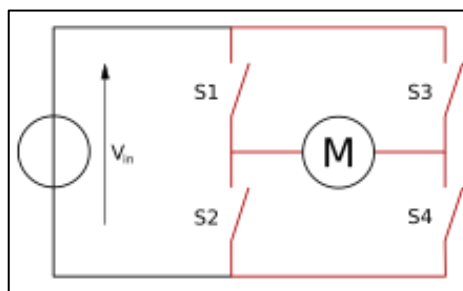


Figura 43 - Ponte H
Fonte: [Wikipedia](#)

3.2.3.2. Driver A4988

Foi selecionado especificamente este Driver não só por conta das funcionalidades gerais de seu chip A4988, como também pela combinação de componentes existentes em seu módulo. Primeiramente, nota-se que ele foi especialmente desenvolvido para um controle *microstepping* (pequenos passos) de motores de passo bipolares, apresentando cinco resoluções diferentes: *full-step*, *half-step*, *1/4-step*, *1/8-step* e *1/16-step*, sendo perfeito para movimentos precisos. Segundo, o driver já apresenta embutido em si um regulador de tensão, tendo como tensão de operação lógica entre 3,5V e 5V, podendo controlar motores que suportam de 8V a 35V de **tensão** e 2A de corrente por bobina (picos de 4A), se encaixando perfeitamente nas propriedades dos outros componentes elétricos presentes no sistema. Terceiro, sua corrente pode ser ajustada conforme a necessidade de maior ou menor tensão para o motor através de um potenciômetro. E por último, está presente no módulo uma proteção contra sobrecarga de corrente e/ou curto-circuito em caso de possíveis falhas, protegendo tanto a si, quanto ao motor e a todo o sistema elétrico.

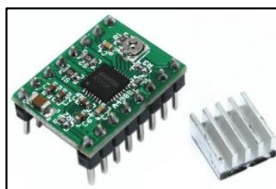


Figura 44 - Driver A4988
Fonte: [Autocore](#)

3.2.4. Fonte Chaveada

3.2.4.1. O que é Fonte Chaveada

Semelhante a uma **fonte de alimentação** convencional, a fonte chaveada tem como principal característica converter CA em CC (quando usada como retificadora) a partir de um circuito interno **comutador**, por isso são também chamadas de **Fonte de Alimentação Comutada** (ou *Switched Mode Power Supply*).

O **comutador** nesta fonte funciona como o arranjo principal para a conversão da corrente pois, com o chaveamento eletrônico conectado a ele, que abre e fecha constantemente, a corrente alternada é transformada milhares e vezes em altas frequências, fazendo com que apenas uma parte da corrente seja utilizada pelo circuito, tornando-se então uma corrente contínua. A vantagem deste recurso é que, por se tratar de um sistema inteiramente eletrônico, a fonte chaveada consegue ser menor e mais barata por utilizar menos componentes (por exemplo não utilizando um transformador), porém possuindo uma eficiência maior por demonstrar grande estabilidade e proteção a projetos semelhantes.

3.2.4.2. Fonte Chaveada BWX

Foi selecionado especificamente o modelo da marca BWX, que é constantemente utilizada para alimentar dispositivos pequenos com muita eficiência graças ao baixo custo e qualidades essenciais para o serviço. Algumas destas qualidades são: Entrada Bivolt de AC 110-220V (frequência de AC 50Hz-60Hz), garantindo a instalação em praticamente qualquer estabelecimento; Chaveamento de ajuste de tensão (127V-220V); Conexão por Borne; *Cooler* embutido; Saída de 12V de tensão e 10A de corrente, suficiente para alimentar todos os componentes do projeto; e Potência de 120W. Dentre outras característica, apresenta um peso de 305g e tem dimensões de 13cm X 10cm X 4cm.



Figura 45 - Fonte Chaveada BWX
Fonte: [Amazon](#)

3.2.5. Componentes Gerais Especificados

Cada um dos diversos componentes eletrônicos utilizados no projeto foram cuidadosamente selecionados pensando no melhor desempenho possível. Isto foi feito identificando os dispositivos essenciais (motores, fonte e **sensores**) e analisando quais seriam os componentes necessários para seu funcionamento eficiente.

3.2.5.1. Resistores Utilizados

De especial, o único resistor utilizado no projeto foi um comum de 10.000 Ohms (ou 10K Ohms). Este foi conectado do microcontrolador para um dos sensores do projeto como um resistor *Pull Up*.

3.2.5.2. Capacitores Utilizados

Dentre os capacitores, temos por destaque um Capacitor de 100 μ F, um de 0,33 μ F e um terceiro de 0,1 μ F. O primeiro foi utilizado na conexão entre a fonte e os sensores, enquanto o segundo e o terceiro foram utilizados na conexão do regulador de tensão.

Capacitores são componentes elétricos usado para armazenar cargas elétricas num sistema. Isto é possível graças as placas condutoras presentes em seu interior que, ao receberem uma corrente elétrica, produzem um campo elétrico que consegue armazenar cargas positivas e negativas. Estas cargas então são utilizadas quando a corrente deixa de passar pelo capacitor, transformando-o numa espécie de bateria momentaneamente, fornecendo grandes quantidades para o circuito.

3.2.5.3. Regulador de Tensão Utilizado

O regulador utilizado foi o modelo 7805, regulando a tensão para o funcionamento dos Drivers dos motores.

Um regulador de tensão, como já diz seu nome, serve para modificar a voltagem de saída de uma fonte, a fim de fornecer a tensão de funcionamento correta para um dispositivo qualquer. O modelo 7805 é um dos mais comuns dentre os reguladores, aguentando tensões de 7,5V a 20V e regulando-as para uma tensão de 5V.

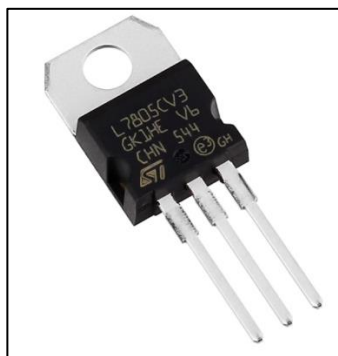


Figura 46 - LM7805

Fonte: [Circuits Diy](#)

3.2.5.4. Sensores Utilizados

Para o monitoramento e controle das folhas da Janela Automatizada foram utilizados os seguintes sensores:

- Reed Switch;
- Sensor Infravermelho;
- Sensor de Chuva;

3.2.6. Microcontroladores

3.2.6.1. Definição e História

Basicamente, um microcontrolador é como um circuito integrado que pode ser programado, em outras palavras uma união entre **hardware** e **software**. Essa integração permite que esse dispositivo receba e envie sinais elétricos de componentes, como sensores e lâmpadas.

O primeiro microcontrolador (TMS100) foi criado na década de 1970 pela *Texas Instruments*, na mesma época que foi criado o primeiro microprocessador pela Intel, criadora do clássico 4051. Pouco tempo mais tarde, os microcontroladores evoluíram a ponto de serem utilizados em praticamente todos os eletrodomésticos, carros e sistemas embarcados projetados atualmente.



Figura 47 - TMS100

Fonte: [Robopatos](#)

Atualmente, existem indeterminados modelos de microcontroladores no mercado, e a escolha deles depende da especificação do projeto. Entre os mais conhecidos estão o 8051 da Intel, o PIC da Microship, e a linha Atmega, da Atmel, responsável pelos microcontroladores do Arduino, renomada plataforma de prototipagem.



Figura 48 - Arduino UNO

Fonte: [Casa da Robótica](#)

Hoje, sem dúvida alguma a presença de um microcontrolador torna-se indispensável no cotidiano das pessoas, estando disponível em máquinas industriais, eletrodomésticos, automóveis, aviões, ente outros.

Com uma análise mais ampla sobre as necessidades que envolviam o Trabalho de Conclusão de Curso, para o funcionamento desejado dos componentes escolhidos pelo grupo, foi aplicado ao projeto da Janela Automatizada a placa de desenvolvimento **WeMos D1 R32**, da *espressif*.



Figura 49 - WeMos D1 R32

Fonte: [Recicomp](#)

4. PROGRAMAÇÃO

4.1. *Firebase*

4.1.1. O que é o *Firebase*

O *Firebase* é uma plataforma digital de desenvolvimento de aplicativos lançada pela empresa *Google*. Ele pode ser acessado através do link: “<https://firebase.google.com/?hl=pt>”. Através dele, é possível criar e expandir apps com muita simplicidade, agilidade e facilidade para *Android*, *iOS* e para a *Web*. Nesse sentido, o *FireBase* é considerado um **BaaS**.



Figura 50 - Logo *Firebase*

Fonte: [Firebase](#)

4.1.2. Aplicação do *Firebase* no TCC

Para o projeto do TCC foi utilizada a ferramenta *Realtime Database* da plataforma *Firebase*. Ela consiste em um **banco de dados hospedado na nuvem**, além de ser um **NoSQL**. Os dados são armazenados como **JSON** e sincronizados em tempo real para cada usuário conectado. Ou seja, todos os clientes compartilham uma instância do *Realtime Database* e recebem automaticamente atualizações com os dados mais recentes.

Portanto, a utilização dessa ferramenta é de suma importância para o armazenamento e controle em tempo real da Janela Automatizada, mesmo a grandes distâncias, desde que se esteja conectado à internet.

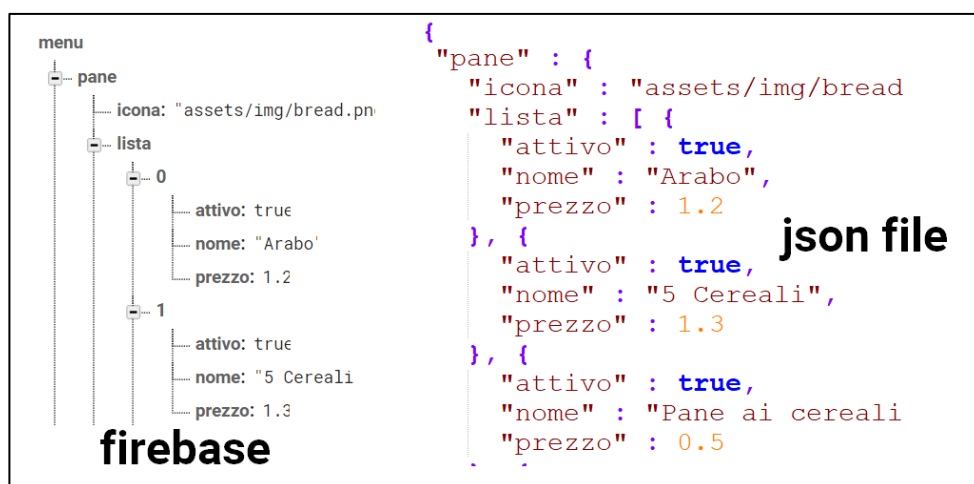


Figura 51 - Comparação Arquivo JSON padrão e JSON no *Firebase*

Fonte: [StackOverflow](#)

4.1.3. Organização dos Dados no Firebase



Figura 52 - Organização *Firebase*
Fonte: *Autoria*

4.2. MIT App Inventor

4.2.1. O que é o App Inventor

O *MIT App Inventor* é um ambiente de programação de fácil utilização para os iniciantes na área de programação *mobile* (para celular). É uma ferramenta de utilização online mantida pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) disponível no site: “<http://ai2.appinventor.mit.edu/>” e possui tradução para português. É preciso ter uma conta de *e-mail* para acessar.



Figura 53 - Logo *MIT App Inventor*
 Fonte: *MIT App Inventor*

A programação no *App Inventor* é baseada em blocos, sendo que a ferramenta foi desenvolvida através da linguagem **Java**, mais especificamente usando a biblioteca aberta "*Blocks JAVA*" para a criação desses blocos visuais que realmente utilizamos no momento da programação.

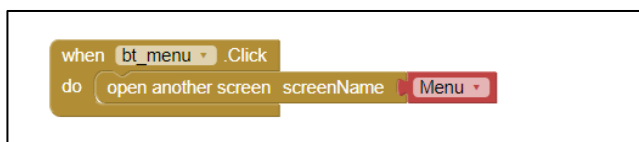


Figura 54 - Exemplo de Programação em Bloco
 Fonte: *Autoria*

4.2.2. Aplicação do *App Inventor* no TCC

O *MIT App Inventor* será utilizado como uma plataforma para o desenvolvimento do aplicativo que atuará no controle e monitoramento das ações da Janela Automatizada.

Através dele foi desenvolvido o layout de cada uma das telas utilizadas no aplicativo. Assim como os **blocos de programação** referente a cada tela.

4.2.3. Programação no *MIT App Inventor*

4.2.3.1. Recepção

A tela de Recepção tem o intuito de introduzir o aplicativo ao usuário.



Figura 55 - Tela Recepção
Fonte: [Autoria](#)

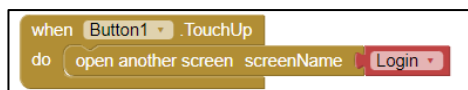


Figura 56 – Recepção – Bloco I
Fonte: [Autoria](#)

O *Recepção – Bloco I* atua quando o botão “*Login*” for acionado. Ele muda a tela de Recepção para a tela de ***Login***.

4.2.3.2. ***Login***

A tela de *Login* é utilizada para segurança. Fazendo com que cada Janela Automatizada possua o seu *login* próprio.



Figura 57 - Login - Bloco I

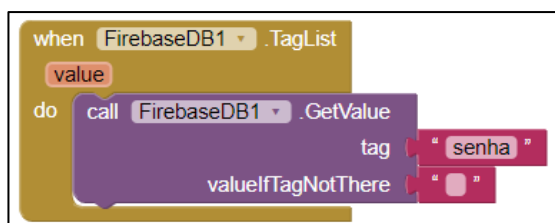
Fonte: [Autoria](#)

Figura 58 - Login - Bloco I

Fonte: [Autoria](#)

O *Login – Bloco I* extrai a senha cadastrada no **Firestore** alocada no registro “senha” e guarda esse dado para futura comparação.

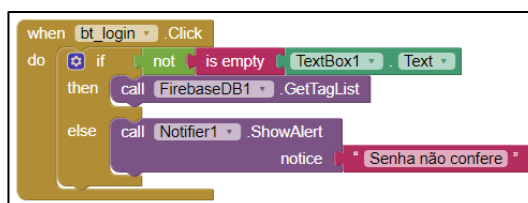


Figura 59 - Login - Bloco II

Fonte: [Autoria](#)

O *Login – Bloco II* verifica se, quando o botão “Enter” for pressionado, a entrada da senha para o login está vazia. Caso isso seja verdadeiro, então aparecerá a mensagem “Senha não confere”.

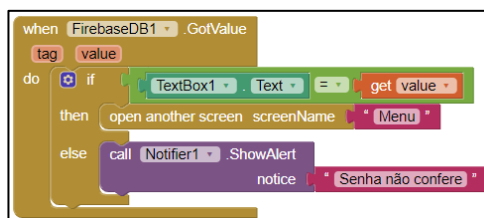


Figura 60 - Login - Bloco III

Fonte: *Autoria*

O *Login – Bloco III* compara o texto colocado na entrada da senha com o dado extraído no *Login – Bloco I*. Caso sejam iguais, a tela de **Menu** é aberta, do contrário, o acesso é negado e a mensagem “Senha não confere” é emitida na tela do usuário.

4.2.3.3. Menu

A tela de Menu tem por objetivo organizar as funções da Janela Automatizada.



Figura 61 - Tela Menu

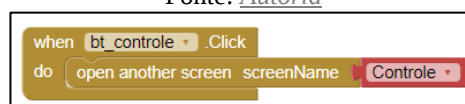
Fonte: *Autoria*

Figura 62 - Menu - Bloco I

Fonte: *Autoria*

O *Menu – Bloco I* atua quando o botão “Controle” for acionado. Ele muda a tela do Menu para a tela de **Controle**.

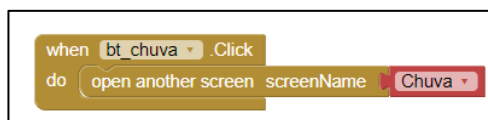


Figura 63 - Menu - Bloco II

Fonte: [Autoria](#)

O *Menu – Bloco II* atua quando o botão “Chuva” for acionado. Ele muda a tela do Menu para a tela do **Sensor de Chuva**.

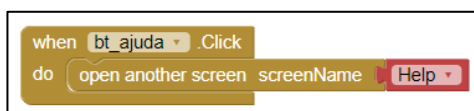


Figura 64 - Menu - Bloco III

Fonte: [Autoria](#)

O *Menu – Bloco III* atua quando o botão “Ajuda” for acionado. Ele muda a tela do Menu para a tela de **Ajuda**.

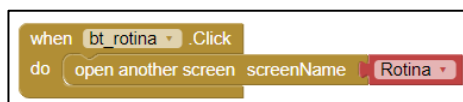


Figura 65 - Menu - Bloco IV

Fonte: [Autoria](#)

O *Menu – Bloco IV* atua quando o botão “Rotina” for acionado. Ele muda a tela do Menu para a tela de **Rotina**.

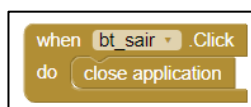


Figura 66 - Menu - Bloco V

Fonte: [Autoria](#)

O *Menu – Bloco V* atua no encerramento do programa, ou seja, quando o botão “Sair” for acionado, o programa é encerrado.

4.2.3.4. Controle

Através da tela Controle é possível realizar o controle de abertura e fechamento de cada uma das três folhas da Janela Automatizada de maneira independente. Além de possuir uma sinalização para o usuário saber se a janela realmente se encontra fechada, isso somente é possível devido ao sensor **Reed-switch**.

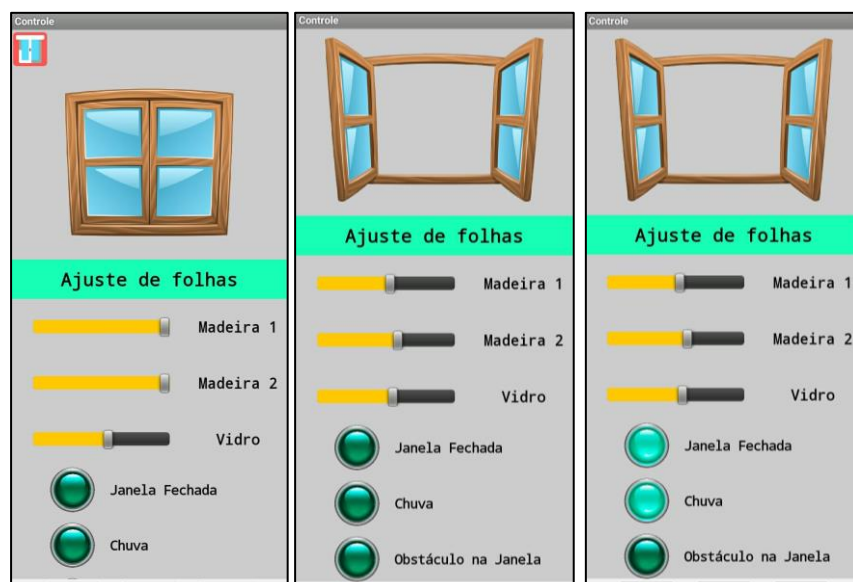


Figura 67 - Tela Controle

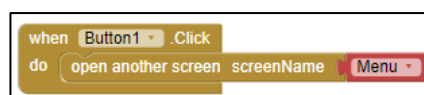
Fonte: [Autoria](#)

Figura 68 - Controle - Bloco I

Fonte: [Autoria](#)

O *Controle – Bloco I* serve para retornar à tela de **Menu**, através do clique na logo que está localizada no canto superior esquerdo.

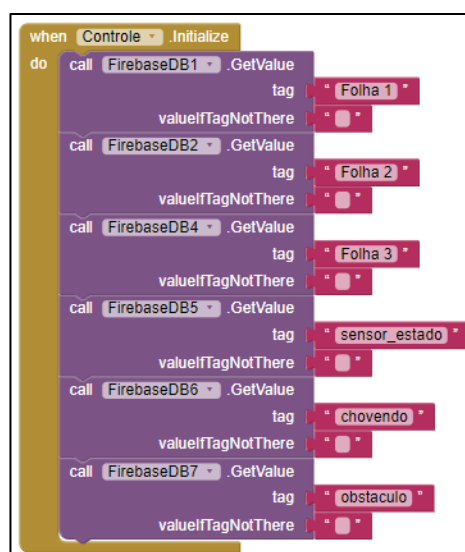


Figura 69 - Controle - Bloco II

Fonte: [Autoria](#)

O *Controle - Bloco II*, quando a tela **Controle** inicializa, extrai os dados do **Firestore** alocados nos registros “Folha 1”, “Folha 2”, “Folha 3”, “sensor_estado”, “chovendo” e “obstaculo” e os salva.

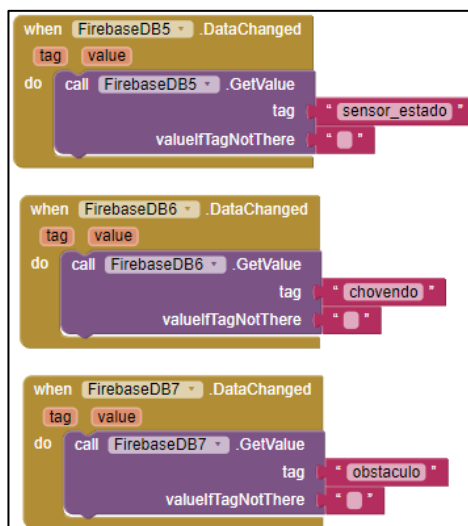


Figura 70 - Controle - Bloco III

Fonte: [Autoria](#)

O *Controle – Bloco III* lê constantemente os dados do **Firestore** alocados nos registros “sensor_estado”, “chovendo” e “obstaculo” e os salva.

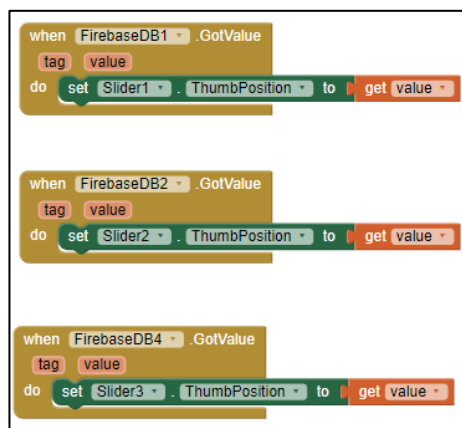


Figura 71 - Controle - Bloco IV

Fonte: [Autoria](#)

O *Controle – Bloco IV* ajusta as posições dos controles deslizantes da tela **Controle** de acordo com os dados lidos no *Controle – Bloco II*.

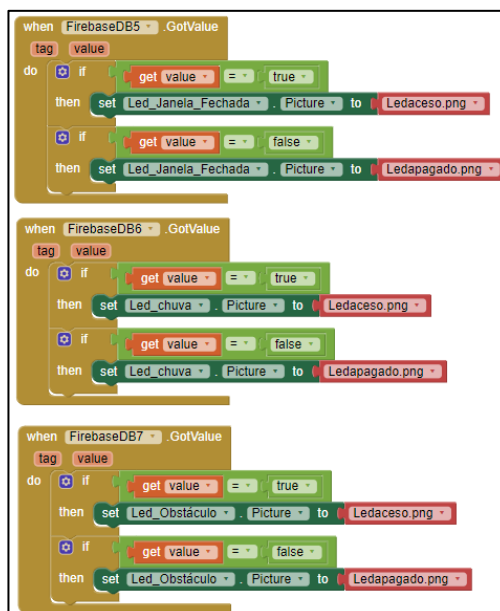


Figura 72 - Controle - Bloco V

Fonte: [Autoria](#)

O *Controle – Bloco V* efetua comparações com os dados extraídos no *Controle - Bloco II* e modifica a imagem de acordo com o resultado (*True* ou *False*) da comparação.

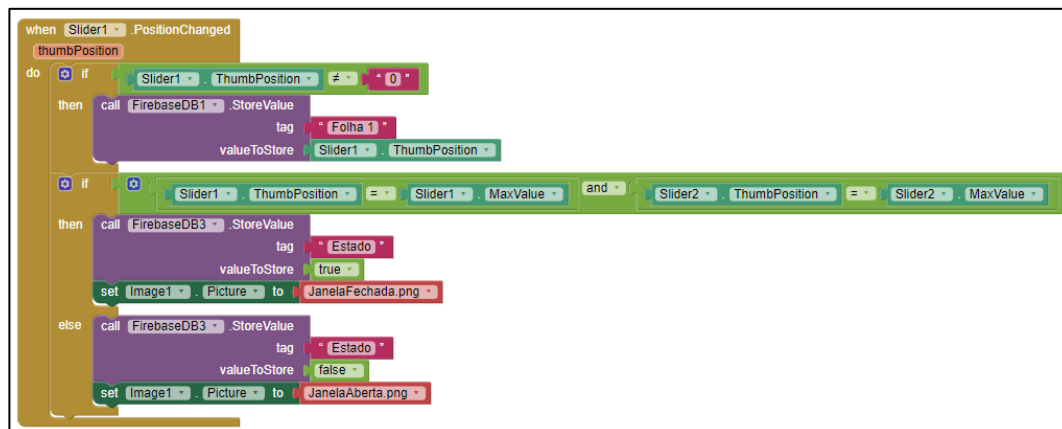


Figura 73 - Controle - Bloco VI

Fonte: [Autoria](#)

O *Controle – Bloco VI* salva a posição do controle deslizante “*Madeira 1*” no **Firestore**.

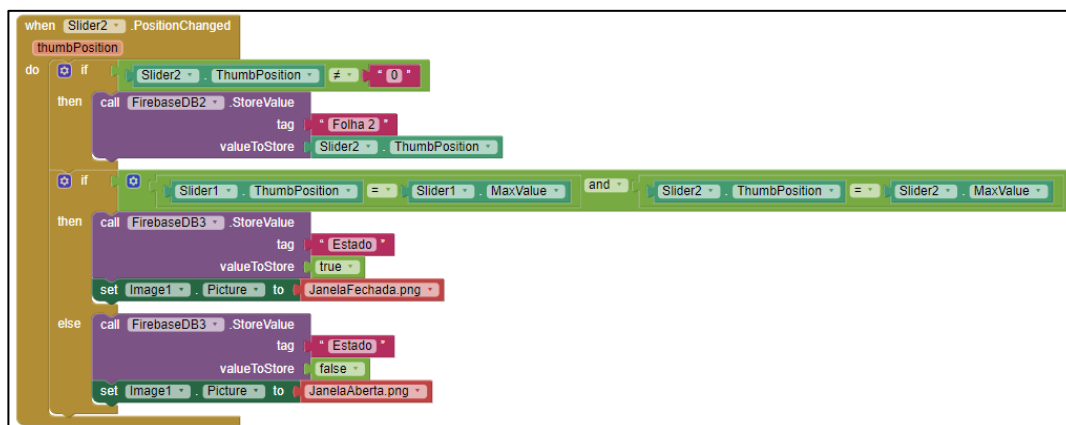


Figura 74 - Controle - Bloco VII

Fonte: [Autoria](#)

O *Controle – Bloco VII* salva a posição do controle deslizante “Madeira 2” no **Firestore**.

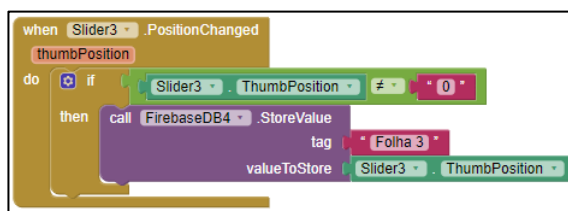


Figura 75 - Controle - Bloco VIII

Fonte: [Autoria](#)

O *Controle – Bloco VIII* salva a posição do controle deslizante “Vidro” no **Firestore**.

4.2.3.5. Sensor de Chuva

A tela Sensor de Chuva é utilizada para que o usuário possa ativar ou desativar a função do sensor de chuva, ou seja, para que a Janela Automatizada tenha, ou não, o controle automático da abertura e fechamento em caso de precipitação de água de chuva.



Figura 76 - Tela Sensor de Chuva
Fonte: [Autoria](#)

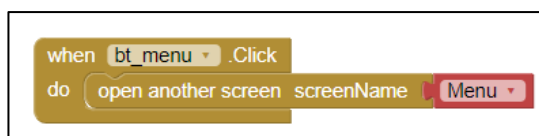


Figura 77 - Chuva - Bloco I
Fonte: [Autoria](#)

A *Chuva – Bloco I* serve para retornar à tela de **Menu**, através do clique na logo que está localizada no canto superior esquerdo.

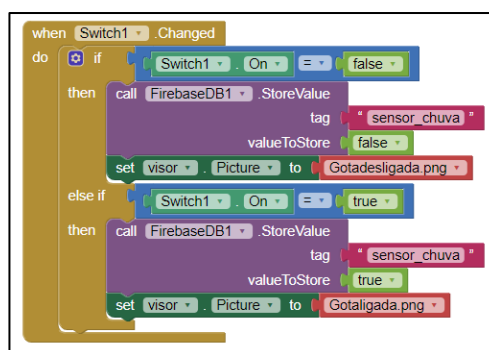


Figura 78 - Chuva - Bloco II
Fonte: [Autoria](#)

A *Chuva – Bloco II* corresponde à operação do botão do tipo *Switch*, ele é quem envia os comandos de ativação (*True*) e desativação (*False*) do sensor de chuva ao **Firestore**.

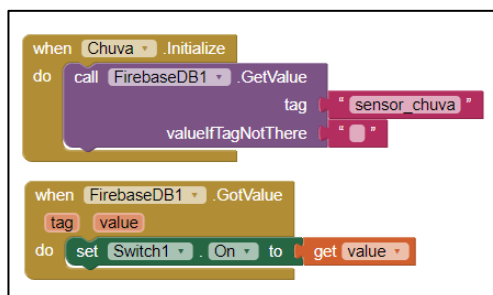


Figura 79 - Chuva - Bloco III

Fonte: [Autoria](#)

A *Chuva – Bloco III* serve para resgatar o estado (*True* ou *False*) que o sensor está colocado no instante, de acordo com os dados armazenados no *Realtime Database* do **Firestore**.

4.2.3.6. Rotina

Com a tela Rotina o usuário pode programar um horário (rotina) para que a Janela Automatizada abra ou feche de modo automático.



Figura 80 - Tela Rotina

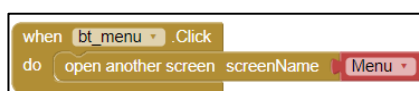
Fonte: [Autoria](#)

Figura 81 - Rotina - Bloco I

Fonte: [Autoria](#)

A *Rotina – Bloco I* serve para retornar à tela de **Menu**, através do clique na logo que está localizada no canto superior esquerdo.

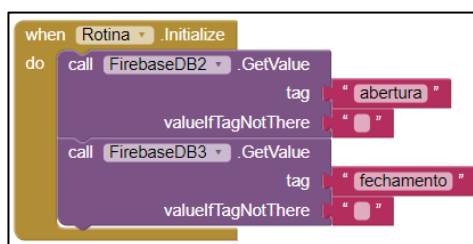


Figura 82 - Rotina - Bloco II

Fonte: [Autoria](#)

A *Rotina - Bloco II*, quando a tela **Rotina** inicializa, extrai os dados do **Firestore** alocados nos registros “abertura” e “fechamento” e os salva.

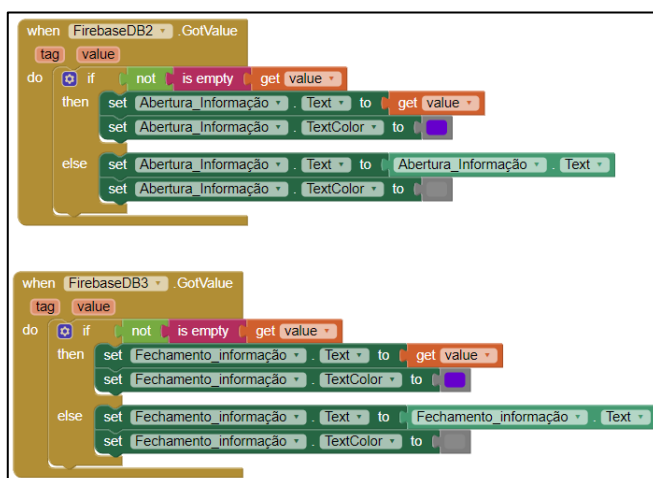


Figura 83 - Rotina - Bloco III

Fonte: [Autoria](#)

A *Rotina – Bloco III* verifica se os dados extraídos na *Rotina - Bloco II* estão vazios ou com algum horário registrado.

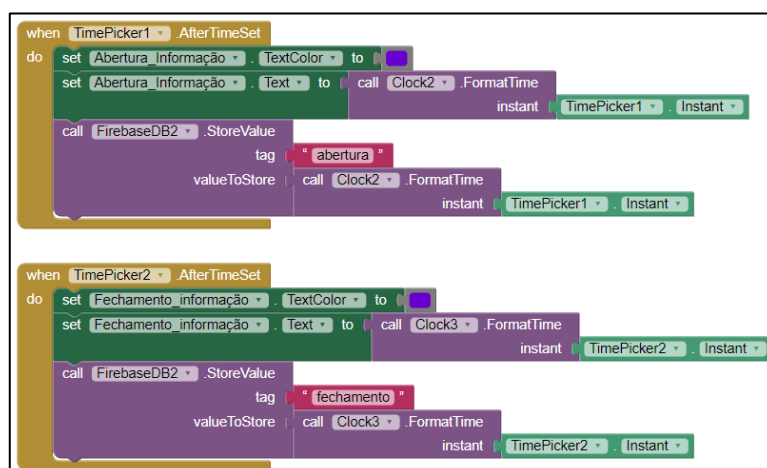


Figura 84 - Rotina - Bloco IV

Fonte: [Autoria](#)

A *Rotina – Bloco IV* registra os horários definidos em *Rotina – Bloco V* no **Firestore**.

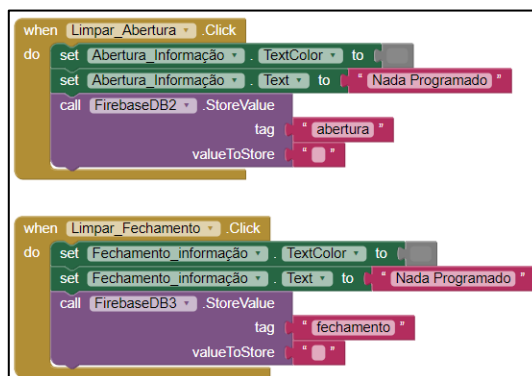


Figura 85 - Rotina – Bloco V

Fonte: [Autoria](#)

A *Rotina – Bloco V* permite o agendamento do horário de abertura e fechamento da janela.

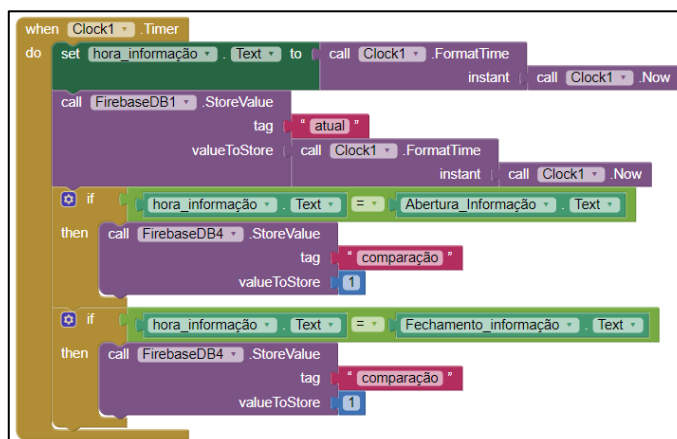


Figura 86 - Rotina - Bloco VI

Fonte: [Autoria](#)

A *Rotina – Bloco VI* registra constantemente o horário atual do celular no **Firestore** e também efetua comparação se o horário programado na *Rotina – Bloco V*, caso os horários sejam iguais, o valor 1 é emitido no registro “comparação”.

4.2.3.7. Ajuda

A tela Ajuda tem por objetivo auxiliar os usuários orientando, através de um vídeo que será elaborado pelo grupo de TCC, sobre a utilização e funcionamento de cada parte do aplicativo.

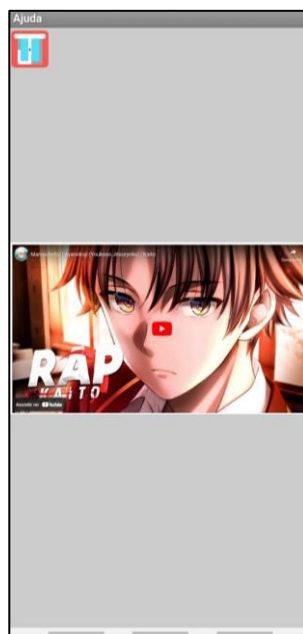


Figura 87 - Tela Ajuda
Fonte: *Autoria*



Figura 88 - Ajuda - Bloco I
Fonte: *Autoria*

A *Ajuda – Bloco I* serve para retornar à tela de **Menu**, através do clique na logo que está localizada no canto superior esquerdo.

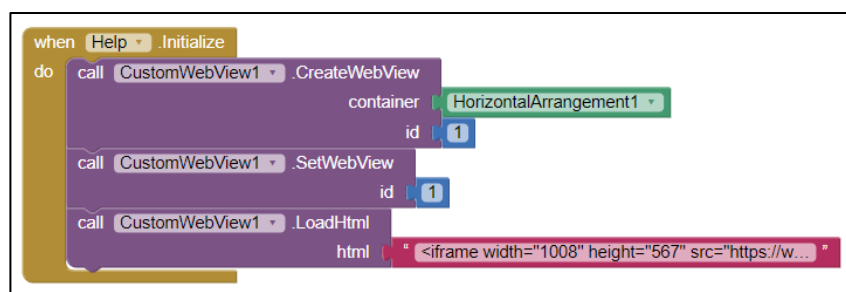


Figura 89 - Ajuda - Bloco II
Fonte: *Autoria*

A *Ajuda – Bloco II* serve para dispormos o vídeo, que está postado na plataforma do *YouTube*, diretamente na interface do aplicativo. O vídeo de ajuda pode ser acessado através do link: < https://www.youtube.com/watch?v=_l0EyEqu69g&list=PLqqWpAqS7-3AtIbIQICdUcYah7jVroC65&index=2&t=6s&ab_channel=RHIdk >.

4.3. IDE do Arduino e Aplicação no TCC

Do inglês, IDE significa *Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado. Em outras palavras, é um software desenvolvido para a programação do **microcontrolador** através de códigos ou comandos.

Portanto, para a programação do microcontrolador Wemos d1 R32, que será utilizado no projeto da Janela Automatizada, é de suma importância a utilização de tal ferramenta.

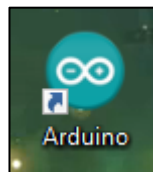


Figura 90 - Logo IDE Arduino
Fonte: [Autoria](#)

4.3.1. Linguagem da IDE do Arduino

Pode-se dizer que a linguagem utilizada para se programar no IDE do Arduino consiste em uma mistura de recursos disponíveis na linguagem C e na linguagem C++. Porém, nem todos os recursos da linguagem estarão disponíveis e nem todos os disponíveis funcionam da mesma maneira. Diante disso, o próprio Arduino disponibiliza em seu site: “<https://www.arduino.cc/reference/pt/>”; uma Documentação de Referência da Linguagem Arduino.

De modo geral, temos que a linguagem de programação utilizado na IDE do Arduino pode ser dividida em três partes principais: estruturas, valores (variáveis e constantes) e funções. As estruturas consistem nos elementos da linguagem Arduino (C++). As variáveis correspondem aos tipos de dados e constantes da linguagem Arduino. Por fim, as funções servem para controle do microcontrolador e realizar computações.

4.3.2. Bibliotecas Utilizadas

Uma biblioteca ou *library* consiste em um trecho de software que fornece funcionalidade específica a um programa. Logo, o uso de uma biblioteca simplifica o desenvolvimento de aplicações, pois o código da biblioteca já está pronto, e apenas precisa ser incluído (**#include**) ao programa em desenvolvimento para que suas funções possam ser acessadas e utilizadas pelo desenvolvedor.

Dessas bibliotecas, podemos dividi-las em três tipos: Core (biblioteca essencial), Padrão ou Nativa, Adicional ou Não-nativa.

As bibliotecas Core vêm instaladas na IDE do Arduino e são imprescindíveis para o desenvolvimento de programas. Algumas funções comuns fornecidas pela biblioteca core são as funções ***digitalWrite()*** e ***Serial.begin()***, entre outras.

As bibliotecas Nativas são incluídas na instalação do IDE do Arduino, porém não são incluídas por padrão nos projetos que você cria, pois o Arduino possui recursos de memória limitados, e assim essas bibliotecas somente são incluídas de forma explícita quando se necessita delas.

As bibliotecas Não-nativas não vêm na instalação do programa, sendo disponibilizadas por desenvolvedores diversos que contribuem voluntariamente, e não são distribuídas por padrão com o IDE do Arduino. Para usá-las, é necessário baixá-las e então efetuar sua instalação por meio do IDE. Elas oferecem funções adicionais a bibliotecas existentes ou novas funcionalidades não presentes em nenhuma biblioteca padrão, permitindo estender o uso do Arduino de forma praticamente ilimitada.

Além das bibliotecas Core, o projeto da Janela Automatizada utilizará a biblioteca nativa do **ESP 32**: “*WiFi.h*”; para conectar o microcontrolador à internet. E as bibliotecas não-nativas: “*ArduinoJson.h*” (Versão 5.13.5), “*NTPClient.h*” (disponibilizado em: <https://github.com/arduino-libraries/NTPClient>) e “*IOXhop_FirebaseESP32.h*” (diponibilizado em: https://github.com/ArtronShop/IOXhop_FirebaseESP32); para conectar o microcontrolador ao *Firebase*.

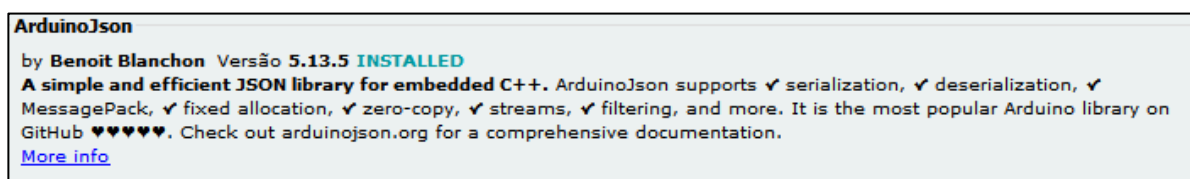


Figura 91 - Library ArduinoJson.h
Fonte: [Autoria](#)

4.3.3. Principais Variáveis Constantes

4.3.3.1. True e false

Existem duas constantes usadas para representar verdade e falsidade na linguagem Arduino: *true* e *false*, respectivamente.

False é o mais fácil dos dois de ser definido. Sendo definido apenas como 0 (zero). *true* é frequentemente dito ser definido como 1, porém qualquer inteiro que não seja zero é *true*.

4.3.3.2. INPUT e OUTPUT

Pinos configurados como *INPUT* ou entrada, recebem sinais de componentes exteriores. Já pinos configurados como *OUTPUT* ou saída, enviam sinais para os componentes exteriores.

4.3.3.3. HIGH e LOW

Lendo-se ou escrevendo-se o estado de um pino digital há apenas dois valores possíveis que esse pino pode assumir: *HIGH* e *LOW*.

O significado de *HIGH* (em relação a um pino) depende se o pino está configurado como entrada ou saída (*INPUT* ou *OUTPUT*). Quando um pino é configurado como *INPUT* com *pinMode()* ou *digitalWrite()* o microcontrolador irá retornar *HIGH* se:

- uma tensão maior que 3.0V está presente no pino (em placas 5V);
- uma tensão maior que 2.0V está presente no pino (em placas 3.3V).

Quando configurado como *OUTPUT*, a tensão no pino é:

- 5 volts (em placas 5V);
- 3.3 volts (em placas 3.3V).

O significado de *LOW* depende também se o pino está configurado como *INPUT* ou *OUTPUT*. Quando um pino é configurado como *INPUT* com *pinMode()* ou *digitalWrite()* o microcontrolador irá retornar *LOW* se:

- uma tensão menor que 1.5V está presente no pino (em placas 5V);
- uma tensão menor que 1.0V (aproximadamente) está presente no pino (em placas 3.3V).

Quando configurado como *OUTPUT*, a tensão no pino é 0V, tanto em placas de 5V como em 3.3V.

4.3.4. Principais Tipos de Dados de Variáveis

4.3.4.1. String

Strings são cadeias de caracteres que armazenam dados textuais e, portanto, podem armazenar informações para as mais diversas finalidades. O conteúdo de uma *string* pode representar um fato em si, ou uma informação.

4.3.4.2. *Int*

Int são os tipos de dados primários para armazenamento de números pertencentes ao conjunto dos inteiros.

4.3.4.3. *Float*

Float são os tipos de dados para armazenamento de números de ponto flutuante, ou seja, de números pertencentes ao conjunto dos racionais.

4.3.4.4. *Bool*

O tipo de dado *Bool* pode armazenar apenas as variáveis **true** ou **false**.

4.3.5. Comandos Utilizados no TCC

4.3.5.1. *#include*

A diretiva *#include* é usada para incluir **bibliotecas** externas ao seu sketch. Isso dá acesso a um grande número de bibliotecas padrão e também bibliotecas adicionais.

```
#include nomeDaBiblioteca
```

Figura 92 - Sintaxe *#include*
Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.2. *#define*

#define é uma diretiva que permite ao programador dar um nome a um valor constante antes de o programa ser compilado. Constantes definidas no arduino não ocupam nenhum espaço na memória de programa do chip.

```
#define nomeDaConstante Valor
```

Figura 93 - Sintaxe *#define*

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.3. *pinMode()*

Configura o pino especificado para funcionar como modo **INPUT** ou **OUTPUT**.

```
pinMode(pino, modo);
```

Figura 94 - Sintaxe *pinMode()*

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.4. *delay()*

Pausa por completo o programa por uma quantidade especificada de tempo (em milissegundos).

```
delay(tempo);
```

Figura 95 - Sintaxe *delay()*

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.5. *Serial.begin()*

Serial.begin() ativa o Monitor Serial da IDE e configura a taxa de transferência em *bits* por segundo para a transmissão serial. As velocidades mais comuns são 9600 e 115200 *bits* por segundo.

```
Serial.begin(velocidade);
```

Figura 96 - Sintaxe *Serial.begin()*

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.6. *Serial.read()*

A função *Serial.read()* serve para ler os dados do Monitor Serial. Vale ressaltar que para utilizar esse comando, primeiro é necessário utilizar o comando ***Serial.begin()***, uma vez que sem ele o Monitor estaria desativado não tendo dados para serem lidos.

```
Serial.Read();
```

Figura 97 - Sintaxe *Serial.read()*

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.7. *Serial.print()*

Serial.print() imprime dados na porta serial como texto ASCII (facilmente legível, diferentemente dos valores binários). O valor colocado pode assumir qualquer tipo de dado, inclusive ser uma variável.

```
Serial.Print(valor);
```

Figura 98 - Sintaxe *Serial.print()*

Fonte: [Autoria](#)

Temos também a função *Serial.println()* que exerce assume as mesmas formas que o *Serial.print()*, porém após imprimir o dado, é pulado uma linha. Isso auxilia na organização visual dos dados no Monitor Serial.

```
Serial.Println(valor);
```

Figura 99 - Sintaxe *Serial.println()*

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.8. *digitalWrite()*

A função *digitalWrite()* aciona um estado **HIGH** ou **LOW** em um pino digital.

```
digitalWrite(pino, estado);
```

Figura 100 - Sintaxe *digitalWrite()*

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.9. *WiFi.begin()*

WiFi.begin() é uma função pertencente à **biblioteca “WiFi.h”**. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**.

A função `WiFi.begin()` inicializa as configurações de rede de internet no microcontrolador e fornece o status atual. Para isso deve-se preencher os parâmetros `ssid` e `pass`. O parâmetro `ssid` corresponde ao SSID (*Service Set Identifier*), ou seja, é o nome da rede WiFi a qual se deseja conectar. Já o `pass` consiste na senha da rede WiFi que se deseja conectar, ela possui forma de uma **string**.

```
WiFi.begin(ssid,pass);
```

Figura 101 - Sintaxe `WiFi.begin()`

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.10. `WiFi.status()`

`WiFi.status()` é uma função pertencente à **biblioteca “WiFi.h”**. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**. Ela retorna o status da conexão, sendo as possibilidades de retorno:

- `WL_CONNECTED`: quando conectado com a rede WiFi;
- `WL_CONNECT_FAILED`: quando ocorre uma falha na conexão com a rede WiFi;
- `WL_CONNECTION_LOST`: quando a conexão com a rede WiFi for perdida;
- `WL_DISCONNECTED`: quando desconectar da rede WiFi.

```
WiFi.status()
```

Figura 102 - Sintaxe `WiFi.status()`

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.11. `ntp.begin()`

`ntp.begin()` é uma função pertencente a **biblioteca “NTPClient.h”**. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**. Ela inicia o protocolo NTP, o qual atua como um contador de tempo localizado na **internet**. Por conta disso, é necessário utilizar também os **comandos da biblioteca “WiFi.h”**.

```
ntp.begin();
```

Figura 103 - Sintaxe `ntp.begin()`

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.12. `ntp.forceUpdate()`

`ntp.forceUpdate()` é uma função pertencente a **biblioteca “NTPClient.h”**. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**. Ela força o `update` a fim de garantir que a hora seja exata.

```
ntp.forceUpdate();
```

Figura 104 - Sintaxe *ntp.forceUpdate()*
Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.13. *ntp.getFormattedTime()*

ntp.getFormattedTime() é uma função pertencente a **biblioteca** “*NTPClient.h*”. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**. Ele permite armazenar a hora atual em uma variável, no caso abaixo, a variável que armazena essa informação foi chamada de “hora”.

```
hora = ntp.getFormattedTime();
```

Figura 105 - Sintaxe *ntp.getFormattedTime()*
Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.14. *Firebase.begin()*

Firebase.begin() é uma função pertencente a **biblioteca** “*IOXhop_FirebaseESP32.h*”. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**. Ela inicia a conexão entre o Wemos e o **Firestore**. Para isso, necessita-se de dois parâmetros: “*host*” (URL do projeto do *Firestore*) e “*auth*” (chave secreta do projeto do *Firestore*).

```
Firebase.begin(host, auth);
```

Figura 106 - Sintaxe *Firebase.begin()*
Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.15. **Função Get**

Get é uma função pertencente a **biblioteca** “*IOXhop_FirebaseESP32.h*”. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**. Ela consulta o **Realtime Database** e lê o valor que está atribuído a variável. Para isso é necessário que entre os parêntesis seja colocado o endereço do local que se encontra a variável que deseja ser lida e após o *get* seja colocado o **tipo de variável** que será lida.

```
Firestore.getString("endereço")  
Firestore.getInt("endereço")  
Firestore.getFloat("endereço")  
Firestore.getInt("endereço")
```

Figura 107 - Sintaxe Função *Get*
Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.16. Função Set

Set é uma função pertencente a **biblioteca “IOXhop_FirebaseESP32.h”**. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**. Ela consulta o **Realtime Database** e altera o valor que está atribuído a variável. Para isso é necessário que entre os parêntesis seja colocado o endereço do local que se encontra a variável que deseja ser alterada e o valor que substituirá no *Database*, além disso, após o *set* dever ser colocado o tipo de variável que será alterada.

```
Firestore.setString("endereço", "valor");  
Firestore.setInt("endereço", valor);  
Firestore.setFloat("endereço", valor);  
Firestore.setBool("endereço", valor);
```

Figura 108 - Sintaxe Função Set

Fonte: [Autoria](#)

4.3.5.17. Função Push

Push é uma função pertencente a **biblioteca “IOXhop_FirebaseESP32.h”**. Por isso, para utilizá-la, é necessário primeiramente incluir a biblioteca com a função **#include**. Ela é semelhante a **função set**, porém diferente dela, a função *push* não altera o valor da variável, mas cria um novo tópico de dado no endereço especificado que ficará armazenado no **Realtime Database**.

```
Firestore.pushString("endereço", "valor");
```

Figura 109 - Sintaxe da Função Push

Fonte: [Autoria](#)

4.3.6. Programação na IDE do Arduino

```
#include <WiFi.h>
#include <IOXhop_FirebaseESP32.h>
// #include <IOXhop_FirebaseStream.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <Arduino.h>

//Definições para o Firebase
#define WIFI_SSID "Kenji" //substitua "Nome_do_seu_wifi" pelo nome da sua rede wifi
#define WIFI_PASSWORD "12345678" //substitua "Senha_do_seu_wifi" pela senha da sua rede wifi
#define FIREBASE_HOST "https://teste-c4104-default-rtdb.firebaseio.com/" //substitua "Link_do_seu_banco_de_dados" pelo link do seu banco de dados
#define FIREBASE_AUTH "exW7sV2kgZiyP5eP8ecWTrhcV00U8A0UWW5YmBdn" //substitua "Senha_do_seu_banco_de_dados" pela senha do seu banco de dados

//Configurações para os motores
int STEP1 = 18; // Define os pinos para controlar os passos de cada motor
int DIR1 = 19;
int STEP2 = 23;
int DIR2 = 5;
int STEP3 = 13;
int DIR3 = 12;
int en1 = 22; // enable
int en2 = 21;
int en3 = 21;

int MS1A = 26; |
int MS2A = 1;
int MS3A = 3;
int MS1B = 2;
int MS2B = 4;
int MS3B= 35;

//Sensores
#define sensorBarreira 14 //Sensor de obstáculo
#define sensorChuva 27 //Sensor de chuva
#define sensorFechal 16 // Reed Switch
#define sensorFecha2 17
#define sensorFecha3 25
#define interruptor 34
```

```
// Folhas da Janela
int Folha1;
int Folha2;
int Folha3;

//Variáveis auxiliares
int passosRealizados1 = 0; // Conta o número de passos que o motor realizou
int passosNecessarios1 = 0 ; // Define o número de passos que devem ser dados
int passosRealizados2 = 0; // Conta o número de passos que o motor realizou
int passosNecessarios2 = 0 ; // Define o número de passos que devem ser dados
int passosRealizados3 = 0; // Conta o número de passos que o motor realizou
int passosNecessarios3 = 0 ; // Define o número de passos que devem ser dados
int tempo = 3000; // Define o intervalo a cada passo dado pelo motor

void setup() {

    pinMode(STEP1,OUTPUT);
    pinMode(DIR1,OUTPUT);
    pinMode(en1,OUTPUT);
    pinMode(STEP2,OUTPUT);
    pinMode(DIR2,OUTPUT);
    pinMode(en2,OUTPUT);
    pinMode(STEP3,OUTPUT);
    pinMode(DIR3,OUTPUT);

    pinMode(sensorBarreira, INPUT_PULLUP);
    pinMode(sensorChuva, INPUT_PULLUP);
    pinMode(sensorFechal, INPUT_PULLUP);
    pinMode(sensorFecha2, INPUT_PULLUP);
    pinMode(sensorFecha3, INPUT_PULLUP);
    pinMode(interruptor, INPUT_PULLUP);

    pinMode(MS1A, OUTPUT);
    pinMode(MS2A, OUTPUT);
    pinMode(MS3A, OUTPUT);
    pinMode(MS1B, OUTPUT);
    pinMode(MS2B, OUTPUT);
    pinMode(MS3B, OUTPUT);
```

```

digitalWrite(MS1A,1);
digitalWrite(MS2A,1);
digitalWrite(MS3A,1);
digitalWrite(MS1B,1);
digitalWrite(MS2B,1);
digitalWrite(MS3B,1);

Serial.begin(115200);      //inicia comunicação serial
Serial.println();          //imprime pulo de linha

WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);    //inicia comunicação com wifi com rede definida anteriormente

Serial.print("Conectando ao wifi");      //imprime "Conectando ao wifi"
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)    //enquanto se conecta ao wifi fica colocando pontos
{
    Serial.print(".");
    delayMicroseconds(300);
}
Serial.println("Conectado!!");
Serial.println();                      //imprime pulo de linha

Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);    //inicia comunicação com firebase definido anteriormente
}

void loop() {

    String estadoFolha1 = Firebase.getString("/Folhas/Folha 1");
    Folha1 = estadoFolha1.toInt();
    Serial.println("estadoFolha1:");
    Serial.println(Folha1);

    String estadoFolha2 = Firebase.getString("/Folhas/Folha 2");
    Folha2 = estadoFolha2.toInt();
    Serial.println("estadoFolha2:");
    Serial.println(Folha2);

    String estadoFolha3 = Firebase.getString("/Folhas/Folha 3");
    Folha3 = estadoFolha3.toInt();
    Serial.println("estadoFolha3:");
    Serial.println(Folha3);

    String horaAtual = Firebase.getString("/Horario/comparacao");
    Serial.println(horaAtual);
    if (horaAtual == "1")
    {
        Firebase.setString("/Folhas/Folha 2", "100");
        Firebase.setString("/Folhas/Folha 3", "0");
        Firebase.setString("/Horario/comparacao", "0");
    }
    if (horaAtual == "2")
    {
        Firebase.setString("/Folhas/Folha 2", "0");
        Firebase.setString("/Folhas/Folha 3", "0");
        Firebase.setString("/Horario/comparacao", "0");
    }

    moveFolha1();
    moveFolha2();
    moveFolha3();

    if (digitalRead(sensorChuva) == 1){
        Firebase.setBool("/Sensor de Chuva/chovendo", false);
    }
}

```

```

void moveFolhal()
{
    if (Folhal < 25)
    {
        passosNecessarios1 = 0;
    }
    if (Folhal >= 25 and Folhal < 50)
    {
        passosNecessarios1 = 1750;
    }
    if (Folhal >= 50 and Folhal < 75)
    {
        passosNecessarios1 = 3500;
    }
    if (Folhal >= 90)
    {
        passosNecessarios1 = 5000;
    }

    chuva();
    while (passosNecessarios1 > passosRealizados1)
    {
        digitalWrite(en1,0);
        obstaculo();
        if (digitalRead(interruptor) == 0)
        {
            parada();
        }
        digitalWrite(DIR1,1);
        digitalWrite(STEP1, 1);
        delayMicroseconds(tempo);
        digitalWrite(STEP1, 0);
        delayMicroseconds(tempo);
        passosRealizados1 ++;
    }
}

```

```

while (passosNecessarios1 < passosRealizados1)
{
    digitalWrite(en1,0);
    if (digitalRead(interruptor) == 0)
    {
        parada();
    }
    digitalWrite(DIR1, 0);
    digitalWrite(STEP1, 1);
    delayMicroseconds(tempo);
    digitalWrite(STEP1, 0);
    delayMicroseconds(tempo);
    passosRealizados1 --;
}
descansa();
Firebase.setBool("/Erro/obstaculo", false);
}

void moveFolha2()
{
    if (Folha2 < 25)
    {
        passosNecessarios2 = 0;
    }
    if (Folha2 >= 25 and Folha2 < 50)
    {
        passosNecessarios2 = 850;
    }
    if (Folha2 >= 50 and Folha2 < 75)
    {
        passosNecessarios2 = 1500;
    }
    if (Folha2 >= 90)
    {
        passosNecessarios2 = 2500;
    }
}

```

```

chuva();
while (passosNecessarios2 > passosRealizados2)
{
    digitalWrite(en2,0);
    obstaculo();
    if (digitalRead(interruptor) == 0)
    {
        parada();
    }
    digitalWrite(DIR2, 1);
    digitalWrite(STEP2, 1);
    delayMicroseconds(tempo);
    digitalWrite(STEP2, 0);
    delayMicroseconds(tempo);
    passosRealizados2 ++;
}
while (passosNecessarios2 < passosRealizados2)
{
    digitalWrite(en2,0);
    if (digitalRead(interruptor) == 0)
    {
        parada();
    }
    digitalWrite(DIR2, 0);
    digitalWrite(STEP2, 1);
    delayMicroseconds(tempo);
    digitalWrite(STEP2, 0);
    delayMicroseconds(tempo);
    passosRealizados2 --;
}
Firebase.setBool("/Erro/obstaculo", false);
}

```

```

void moveFolha3()
{
    if (Folha3 < 25)
    {
        passosNecessarios3 = 0;
    }
    if (Folha3 >= 90)
    {
        passosNecessarios3 = 340;
    }

    //chuva();
    while (passosNecessarios3 > passosRealizados3)
    {
        digitalWrite(en3,0);
        if (digitalRead(interruptor) == 0)
        {
            parada();
        }
        obstaculo();
        digitalWrite(DIR3, 1);
        digitalWrite(STEP3, 1);
        delayMicroseconds(10000);
        digitalWrite(STEP3, 0);
        delayMicroseconds(10000);
        passosRealizados3 ++;
    }
    while (passosNecessarios3 < passosRealizados3)
    {
        digitalWrite(en3,0);
        if (digitalRead(interruptor) == 0)
        {
            parada();
        }
        digitalWrite(DIR3, 0);
        digitalWrite(STEP3, 1);
        delayMicroseconds(10000);
        digitalWrite(STEP3, 0);
        delayMicroseconds(10000);
        passosRealizados3 --;
    }
}

```

```

Firebase.setBool("/Erro/obstaculo", false);
}

void obstaculo ()
{
    if (digitalRead(sensorBarreira) == 1 and digitalRead(sensorChuva) == 1) //Se o sensor de obstáculo for acionado e o sensor de chuva não....
    {
        Firebase.setBool("/Erro/obstaculo", true);
        // Janela abre completamente
        digitalWrite(en1,0);
        digitalWrite(en2,0);
        digitalWrite(en3,0);
        Serial.println(digitalRead(sensorBarreira));
        Firebase.setString("/Folhas/Folha 1", "0");
        Firebase.setString("/Folhas/Folha 2", "0");
        Firebase.setString("/Folhas/Folha 3", "0");

        passosNecessarios1 = 0;
        passosNecessarios2 = 0;
        passosNecessarios3 = 0;
    }
}

```

```

void chuva ()
{
  bool sensor_chuva = Firebase.getBool("/Sensor de Chuva/sensor_chuva");
  if (sensor_chuva==true){
    if (digitalRead(sensorChuva) == 0 and digitalRead(sensorBarreira) == 0)// Se o sensor de chuva estiver acionado, e o sensor de obstáculo não...
    {
      // Janela fecha completamente
      Firebase.setString("/Folhas/Folha 1", "100");
      Firebase.setString("/Folhas/Folha 2", "0");
      Firebase.setString("/Folhas/Folha 3", "0");
      Firebase.setBool("/Sensor de Chuva/chovendo", true);
    }
  }
}

void descansa()
{
  if (passosNecessarios1 == passosRealizados1)
  {
    digitalWrite(en1,1);
  }
  if (passosNecessarios2 == passosRealizados2)
  {
    digitalWrite(en2,1);
  }
  if (passosNecessarios3 == passosRealizados3)
  {
    digitalWrite(en3,1);
  }
}

void parada ()
{
  digitalWrite(en1,1);
  digitalWrite(en2,1);
  digitalWrite(en3,1);
}

```

Figura 110 - Programação ESP32

Fonte: [Autoria](#)

4.4. Integração *Firebase-App Inventor-Wemos*

Para que a Janela Automatizada possa ser controlada a longas distâncias através de um aplicativo foi necessária a integração de três ferramentas: **Firebase**, **MIT App Inventor** e **IDE do Arduino**.

O *App Inventor* foi utilizado para a criação da interface e programação das funções do aplicativo. O aplicativo é conectado ao *Realtime Database* do *Firebase*. Deste modo, quando um comando é dado no aplicativo, o mesmo envia e armazena essa informação no banco de dados (BD) na nuvem. Nesse momento a programação feita na IDE do Arduino entra em ação, o Wemos irá ler as informações em tempo real no BD e executará os comandos mandados.

Quando um movimento automático da Janela é realizado, como o fechamento através da detecção de precipitação de água de chuva, a informação é enviada ao *Realtime Database* do *Firebase*, que imediatamente atualizará os dados no aplicativo.

Portanto, a integração *Firebase-App Inventor-Wemos* pode ser resumida pelo seguinte esquema.

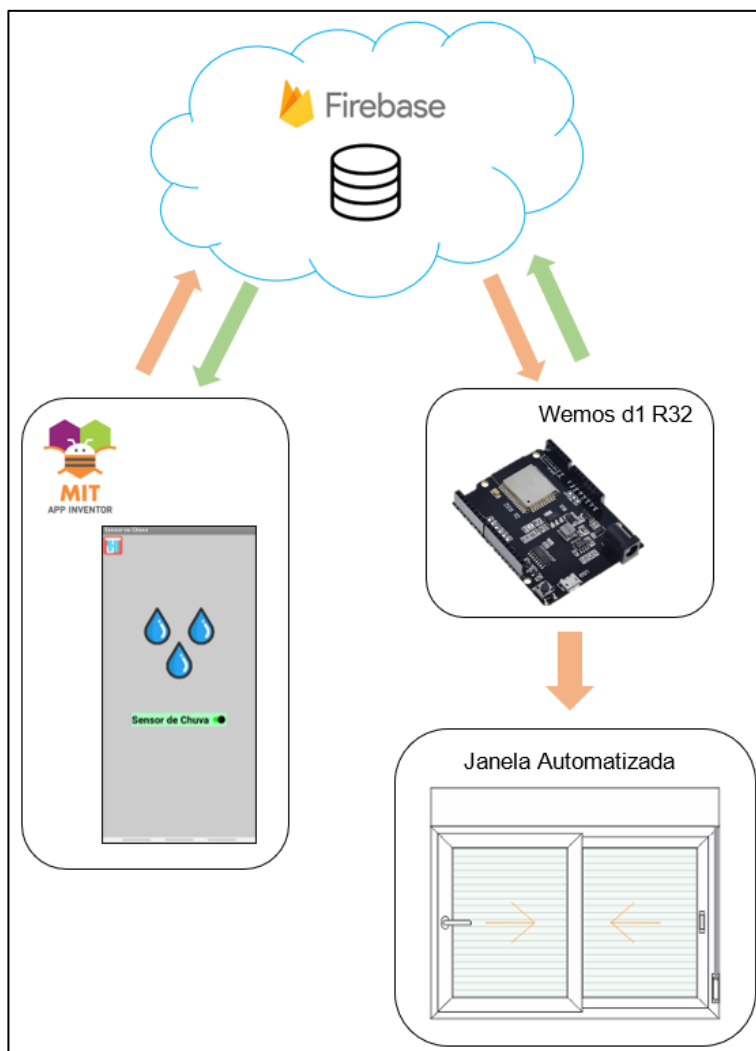


Figura 111 - Esquema Integração *Firebase-App Inventor-Wemos*
Fonte: *Autoria*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi, a princípio, desenvolvido com o intuito de aplicar uma nova tendência da tecnologia, a *Internet das Coisas* (IoT), em consonância com a Domótica em uma janela, tornando-a dessa forma, automatizada, a fim de que seus usuários desfrutassem de maior conforto, praticidade e segurança em seus lares.

O projeto possui uma ideia de funcionamento que resulta em uma integração *hardware-software* com a utilização da nuvem: o microcontrolador controla fisicamente os componentes para que haja a movimentação das folhas da janela, ele estará conectado ao banco de dados em tempo real, *Firebase*, que se encontra na nuvem, de modo a receber o comando dado via o aplicativo *JA*, elaborado pelo grupo na plataforma *MIT App Inventor*, ou seja, quando um comando é dado no aplicativo, o mesmo altera as informações no banco de dados do *Firebase*, as quais vão ser enviadas ao microcontrolador que efetuará a ordem dada.

Além disso, o protótipo é sensorialmente controlado, sendo empregados o *reed-switch* para a detecção do fim de curso das folhas, o sensor de chuva para a detecção de precipitação de água de chuva e o sensor infravermelho para a detecção da presença de possíveis obstáculos nos trilhos, permitindo que a janela tome ações de modo automático e sempre atualize o estado da janela no *Firebase*.

Portanto, diante dos objetivos previamente declarados, foi constatado que todos as metas foram atingidas, o que garantiu o pleno funcionamento do projeto. Entretanto, existem aprimoramentos que podem ser realizados em futuros projetos tais como: a adição de uma trava magnética para aumentar a segurança contra furtos; a implementação de um sistema de persiana que realiza o controle de luminosidade do ambiente autonomamente; o incremento de uma tela mosquiteira que, assim como toda a janela, seria controlada a distância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Líria Alves de Souza. Vidro, **Mundo Educação**. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/vidro.htm>>. Acessado em 7 de outubro de 2022 - 14h30.

Vidro: propriedades e aplicações, **Materiais Junior**. Disponível em:

<https://materiaisjr.com.br/vidro-propriedades-e-aplicacoes/?gclid=Cj0KCQjwnbmaBhD-ARIsAGTPcfVkFT7HLyd6rAiiXcsp_Pz4ZNq80qKuifb6UfBCcShJGuviM5zcG4caAl8aEALw_wcB>. Acessado em 7 de outubro de 2022 - 14h47.

Como é feito o vidro? Conheça o processo de fabricação, **Divinal Vidros**. Disponível em:

<<https://www.divinalvidros.com.br/blog/como-e-feito-o-vidro-fabricacao>>. Acessado em 7 de outubro de 2022 - 15h04.

Conceito de vidro, **Conceito.de**. Disponível em: <<https://conceito.de/vidro>>. Acessado em 7 de outubro de 2022 - 15h16.

O Que É Energia? | Episódio 1. **Ciência Todo Dia**, Pedro Loos, 2020. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=3VLPyOLC1nc&ab_channel=Ci%C3%AanciaTodoDia>. Acessado em 8 de outubro de 2022 - 17h27.

Joule. **Portal São Francisco**. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/fisica/joule>>.

Acessado em 8 de outubro de 2022 - 18h32.

Sistema (física). **Infopédia** Dicionários Porto Editora. Disponível em:

<[https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$sistema-\(fisica\)](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$sistema-(fisica))>. Acessado em 8 de outubro de 2022 - 19h02.

CONTENT, Rock. **Conheça a história da Internet, sua finalidade e qual o cenário atual.**

rockcontent, 2020. Disponível em: <<https://rockcontent.com/br/blog/historia-da-internet/#1>>.

Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 11h02.

DIANA, Daniela. História da Internet. **Toda Matéria**. Disponível em:

<<https://www.todamateria.com.br/historia-da-internet/>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 11h10.

Blockchain. O que são bases de dados centralizadas, descentralizadas e distribuídas?. **foxbit**, 2019.

Disponível em: <<https://bit.ly/3fWnua5>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 11h35.

Quais São os Tipos de Energia e Suas Fontes? **Portal Solar**. Disponível em:

<<https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-energia-e-suas-fontes>>. Acessado em 9 de outubro de 2022 - 16h48.

Equipe TOTVS. Computação em nuvem: o que é, aplicações, tipos e vantagens. **TOTVS**, 2022.

Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/negocios/computacao-em-nuvem/>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 19h50.

O que é nuvem?. **Azure**. Disponível em: <<https://azure.microsoft.com/pt-br/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-the-cloud/>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 19h52.

O que é a nuvem e como ela funciona?. **TCA CORP**. Disponível em:

<<https://www.tca.com.br/blog/o-que-e-a-nuvem-e-como-ela-funciona/>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 19h53.

SALES, Giulian. Entenda definitivamente o que é provedor de internet. **Lecupon**, 2021. Disponível em: <<https://lecupon.com/blog/o-que-e-provedor-de-internet/>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 20h00.

SCUDERO, Erick. TOP 10 principais SGBDs do mercado global!. **Becode**, 2018. Disponível em: <<https://becode.com.br/principais-sgbds/>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 21h58.

O Que É um Banco de Dados?. **ORACLE**. Disponível em:

<<https://www.oracle.com/br/database/what-is-database/#autonomous>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 22h02.

Ricardo. **Conceitos Fundamentais de Banco de Dados**. DEVMEDIA, 2006. Disponível em:

<<https://www.devmedia.com.br/conceitos-fundamentais-de-banco-de-dados/1649>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 22h03.

SOUZA, Ivan. **Banco de dados**: saiba o que é, os tipos e a importância para o site da sua empresa. *rockcontent*, 2020. Disponível em: <<https://rockcontent.com/br/blog/banco-de-dados/>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 22h05.

Juliano. **Gerenciamento de Banco de Dados**: Análise Comparativa de SGBD’S. DEVMEDIA, 2014. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/gerenciamento-de-banco-de-dados-analise-comparativa-de-sgbd-s/30788>>. Acesso em: 09 de outubro. 2022 – 22h07.

Rafael Helerbrock. Energia Cinética. **Mundo Educação**, 2022. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/energia-cinetica.htm>>. Acessado em 10 de outubro de 2022 - 16h30.

Gabriel Briguiet. Energia Potencial, **Quero Bolsa**, 28 de julho de 2022. Disponível em: <<https://querobolsa.com.br/enem/fisica/energia-potencial>>. Acessado em 10 de outubro de 2022 - 17h02.

Sobre o App Inventor. **UFMS**. Disponível em: <<https://destacom.ufms.br/sobre-o-app-inventor/>>. Acesso em: 10 de outubro. 2022 – 17h57.

About Us. **MIT APP INVENTOR**. Disponível em: <<https://appinventor.mit.edu/about-us>>. Acesso em: 10 de outubro. 18h00.

Firebase: descubra para que serve, como funciona e como usar. **Remessa Online**, 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3SUF3Ww>>. Acesso em: 10 de outubro. 2022 – 19h05.

Energia Potencial, **Quero Bolsa**, **Gabriel Briguiet**, 28 de julho de 2022. Disponível em: <<https://querobolsa.com.br/enem/fisica/energia-potencial>>. Acessado em 10 de outubro de 2022 - 17h02.

Firebase Realtime Database. **Firebase**. Disponível em: <<https://firebase.google.com/docs/database>>. Acesso em: 10 de outubro. 2022 – 19h07.

Francisco Baguinski. Energia Cinética, **Acervo Museológico dos Laboratórios de ensino de Física**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/amlef/glossario/energia-cinetica/>>. Acessado em 10 de outubro de 2022 - 19h12.

Movimento Retilíneo Uniforme. **Toda Matéria**, 2022. Disponível em: <<https://bityli.com/TCcHmgdx/>>. Acesso em: 11 de outubro. 2022 – 13h06.

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). **Stoodi**, 2020. Disponível em: <<https://bityli.com/SWMfqFpR/>>. Acesso em: 11 de outubro. 2022 – 13h25.

SUHANKO, DJames. A “linguagem do Arduino” é C ou C++?. **Dobitaobyte**, 2019. Disponível em: <<https://www.dobitaobyte.com.br/a-linguagem-do-arduino-e-c-ou-c/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h00.

QUINTINO, Eduardo de Castro. O que é IDE Arduino?. **FILIFELOP**, 2021. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-ide-arduino/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h02.

REIS, Fábio dos. Arduino – O que são as Bibliotecas. **Bóson Treinamentos**, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3CRLXpM>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h10.

МАПЕО. Como comunicar Esp32 com Firebase. **YouTube**, 15 de maio. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_ADdFH2K7SI&t=1226s&ab_channel=ma%CF%80eo>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h11.

Constantes. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/variables/constants/constants/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h25.

Documentação de Referência da Linguagem Arduino. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h31.

string. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/variables/data-types/string/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h37.

int. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/variables/data-types/int/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h37.

float. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/variables/data-types/float/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h37.

bool. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/variables/data-types/bool/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 15h37.

#include. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/structure/further-syntax/include/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 18h57.

#define. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/structure/further-syntax/define/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 18h58.

pinMode(). **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/functions/digital-io/pinmode/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 18h58.

delay(). **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/functions/time/delay/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 18h58.

Serial.begin(). **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/functions/communication/serial/begin/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 18h58.

Serial.read(). **Arduino**. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/functions/communication/serial/read/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 18h59.

digitalWrite(). **Arduino**. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/reference/pt/language/functions/digital-io/digitalwrite/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 18h59.

WiFi – WiFi.begin(). **Arduino**. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/wifi/wifi.begin/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 22h39.

WiFi – WiFi.status(). **Arduino**. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/wifi/wifi.status/>>. Acesso em: 12 de outubro. 2022 – 22h39.

Rosimar Gouveia. Eletricidade, **Toda Matéria**. Disponível em:

<<https://www.todamateria.com.br/eletricidade/>>. Acessado em 13 de outubro de 2022 - 14h30.

Rafael Helerbrock. Eletricidade, **Brasil Escola**. Disponível em:

<<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/eletricidade.htm#Conceito+de+eletricidade>>. Acesso em 13 de outubro de 2022 - 14h45.

Talita Alves dos Anjos. A História da Eletricidade, **Mundo Educação**. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/a-historia-eletricidade.htm>>. Acessado em 13 de outubro de 2022 - 15h56.

Histórico da Eletricidade, **FORP**, 19 de julho de 2005. Disponível em:

<https://www.forp.usp.br/restauradora/pg/metrologia/metrologia_eletric/hist_elet.htm>. Acessado em 13 de outubro de 2022 - 16h05.

MENDES, Mariana. O que é carga elétrica? **Brasil Escola**. Disponível em:

<<https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-carga-eletrica.htm>>. Acessado em 13 de outubro de 2022 - 19h22.

HELERBROCK, Rafael. Carga Elétrica, **Brasil Escola** . Disponível em:

<<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/carga-eletrica.htm>>. Acessado em 13 de outubro de 2022 - 19h27.

George Johnstone Stoney (1826-1911), **GPET Física**, **Lhonidas de Senna Junior**, 20 de abril de 2018. Disponível em: <<https://www3.unicentro.br/petfisica/2018/04/20/george-johnstone-stoney-1826-1911/>>. Acessado em 13 de outubro de 2022 - 20h15.

Rafael Asth. Condutores e Isolantes, **Toda Matéria**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/condutores-e-isolantes/>>. Acessado em 14 de outubro de 2022 - 17h30.

Talita Alves dos Anjos. Processos de Eletrização, **Mundo Educação**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/processos-eletrizacao.htm>>. Acessado em 14 de outubro de 2022 - 19h42.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. "O que é carga elétrica?"; **Brasil Escola**, . Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-carga-eletrica.htm>>. Acesso em 14 de outubro de 2022 - 21h44.

JÚNIOR, Joab Silas da Silva. "O que é corrente elétrica?"; **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-corrente-eletrica.htm>>. Acesso em 14 de outubro de 2022 - 21h48.

HELERBROCK, Rafael. "Campo elétrico"; **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/campo-eletrico.htm>>. Acesso em 15 de outubro de 2022 - 02h35.

HELERBROCK, Rafael. "Tensão elétrica"; **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/tensao-eletrica.htm>>. Acesso em 15 de outubro de 2022 - 03h09.

MELO, Pâmella Raphaella. "Resistência elétrica"; **Mundo Educação**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/resistencia-eletrica.htm>>. Acesso em: 15 de outubro de 2022 - 03h14.

A história dos microcontroladores. **eHow Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.ehow.com.br/historia-microcontroladores-info_42970/>. Acesso em: 15 de outubro. 2022 – 14h45.

A História dos Microcontroladores. **O incrível mundo nerd**, 2014. Disponível em: <<http://oincrivelmundonerd.blogspot.com/2014/03/a-historia-dos-microcontroladores.html?m=1>>. Acesso em: 15 de outubro. 2022 – 15h21.

GOUVEIA, Rosimar. “Leis de Ohm”; **Toda Matéria**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/leis-de-ohm/>>. Acesso em: 16 de outubro de 2022 - 01h56.

“PLACAS DE CIRCUITO: SAIBA O QUE SÃO E COMO MONTAR A SUA PRÓPRIA.” **Mult Comercial**. Disponível em: <<https://blog.multcomercial.com.br/placas-de-circuito-o-que-sao-como-montar/>>. Acesso em: 16 de outubro - 02h26.

GOUVEIA, Rosimar. “Leis de Kirchhoff”; **Toda Matéria**. Disponível em: <<https://bit.ly/3yHXNAE>>. Acesso em: 16 de outubro de 2022 - 05h08.

HELERBROCK, Rafael. "Leis de Kirchhoff"; **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-de-kirchhoff.htm>>. Acesso em 16 de outubro de 2022 - 05h58.

Vidro, o que é? Definição, como é formado, utilização e reciclagem, **Conhecimento Científico**, **Júlia Alves**. Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.com/vidro/>>. Acessado em 16 de outubro de 2022 - 14h21.

Líria Alves. Tipos de vidros, **Brasil Escola UOL**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/tipos-vidros.htm>>. Acessado em 16 de outubro de 2022 - 14h31.

Líria Alves. Madeira. **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/madeira.htm>>. Acessado em 16 de outubro de 2022 - 19h22.

Priscila Sousa. Conceito de Madeira. **Conceito.de**. Disponível em: <<https://conceito.de/madeira>>. Acessado em 16 de outubro de 2022 - 19h30.

Bruna Tosi. Tipos de Madeira: Conheça as Opções Para Móveis, Pisos e Construções. **Viva Decora**. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/revista/tipos-de-madeira/>>. Acessado em 16 de outubro de 2022-19h37.

Conheça os principais tipos de madeira para móveis. **ForMóble Digital**. Disponível em: <<https://digital.formobile.com.br/oportunidades/conheca-os-principais-tipos-de-madeira-para-moveis>>. Acessado em 16 de outubro de 2022 - 19h44.

Marília Gaspar. 10 tipos de madeira para as suas obras. **Sienge**. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/10-tipos-de-madeira-para-obra/>>. Acessado em 16 de outubro de 2022 - 19h57.

FELIZARDO, Gabriel. Componentes Eletrônicos Básicos. **Eletrogate**. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/componentes-eletronicos-basicos/>>. Acesso em: 16 de outubro de 2022 - 21h03.

Principais elementos de fixação usados na indústria. **Rufix**. Disponível em: <<https://rufix.team/informativos/os-principais-elementos-de-fixacao-usados-na-industria-e-suas-aplicacoes/>>. Acessado em 17 de outubro de 2022 - 18h32.

Saiba mais sobre os principais elementos de fixação. **VJ Parafusos**. Disponível em: <<https://vj-parafusos.com.br/principais-elementos-de-fixacao/>>. Acessado em 17 de outubro de 2022 - 18h41.

Lourenço Daudt. 8 Principais Elementos de Fixação e Sua Importância. **Antares**. Disponível em: <<https://www.ataresacoplamentos.com.br/blog/elementos-de-fixacao/>>. Acessado em 17 de outubro de 2022 - 18h52.

Raquel Sales. Elementos de transmissão mecânica: entenda a importância desses ativos para sua indústria. **Acoplast Brasil**. Disponível em: <<https://blog.acoplastbrasil.com.br/elementos-de-transmissao-mecanica/#:~:text=Os%20elementos%20de%20transmiss%C3%A3o%20mec%C3%A2nica,%2C%20correntes%2C%20eixos%20e%20rolamentos.>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 14h32.

Lourenço Daudt. O Que São Elementos de Transmissão e Quais os Principais? **Antares**, 2022. Disponível em: <<https://www.ataresacoplamentos.com.br/blog/elementos-transmissao/>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 14h30.

Elementos de máquinas: conheça os principais, suas funções e como escolhê-los! **Abecom**, 2022. Disponível em: <<https://www.abecom.com.br/elementos-de-maquinas/>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 14h41.

Engrenagem: Veja os principais tipos e aplicações. Saiba qual usar e como especificar a sua. **Abecom**, 2022. Disponível em: <<https://www.abecom.com.br/engrenagem-tipos-e-aplicacoes/>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 14h53.

Raquel Sales. Engrenagem: o que é? Quais são os seus principais modelos? Aprenda TUDO sobre esse dispositivo mecânico. **Acoplast Brasil**. Disponível em: <<https://blog.acoplastbrasil.com.br/engrenagem/>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 15h02.

Cremalheiras industriais. **Engrenagens Pozelli**. Disponível em: <<https://www.pozelli.ind.br/cremalheiras-industriais.>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 15h10.

Edilson Cravo. Cremalheira: qual função e quais os tipos? **Kalatec**. Disponível em: <<https://blog.kalatec.com.br/cremalheira/>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 15h16.

Cremalheira: o que é e como funciona. **Grupo TECMAF**. Disponível em: <<https://tecmaf.com.br/o-que-e-e-como-funciona-a-cremalheira/>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 15h29.

Engrenagem cilíndrica de dentes retos. **Blogger**. Disponível em: <<http://eng-cleitonchaves.blogspot.com/2015/03/engrenagem-cilindrica-de-dentes-retos.html>>. Acessado em 20 de outubro de 2022 - 15h50.

Motor de Passo Nema 17 1.7A 4KG 17HS4401 para CNC, Impressora 3D, Braço Robótico, **Casa da Robótica**. Disponível em: <<https://www.casadarobotica.com/robotica/atuadores/motores-de-passo/motor-de-passo-nema-17-1-7a-17hs4401-para-cnc-impressora-3d-braco-robotico>>. Acessado em 21 de outubro de 2022 - 20h20.

Graus de Proteção NEMA, **Rittal Sist. Eletrom. Ltda**. Disponível em: <https://www.rittal.com/br-pt/content/pt/support/technischeswissen/qminformiert/schutzarten/nema/nema_1.jsp>. Acessado em 21 de outubro de 2022 - 20h56.

Tudo Sobre DRIVER A4988 e Motor de Passo, **Blog Eletrogate**, 9 de setembro de 2022. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/driver-a4988-motor-de-passo-usando-o-arduino/>>. Acessado em 21 de outubro de 2022 - 22h03.

Driver para Motor de Passo, **UsinaInfo**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/driver-para-motor-479>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 13h42.

Driver Motor de Passo A4988, **FilipeFlop**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/driver-motor-de-passo-a4988/>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 13h50.

Cristiano Bertulucci Silveira. O que é PWM e para que serve? **Citisystems**, 26 de novembro de 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/pwm/>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 14h10.

O que é acrílico? Conheça tudo sobre esse material e suas aplicações, **AfixGraf**. Disponível em: <<https://www.afxigraf.com.br/blog/o-que-e-acrilico-aplicacoes/>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 15h56.

Acrílico, o que é? **InkPlus**. Disponível em: <<https://inkplus.com.br/o-que-e-acrilico/>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 16h09.

O que é acrílico e Por que você deve usar! **Bárions Produções**. Disponível em:

<<http://www.barions.com.br/blog-o-que-e-acrilico>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 16h18.

O que é acrílico? **Viacrilico**. Disponível em: <<https://www.viacrilico.com.br/blog/o-que-e-acrilico>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 16h40.

Benefícios do Acrílico: Por que utilizar o acrílico é melhor que outros materiais? **Sul Acrílicos**. Disponível em: <<https://sulacrilicos.com.br/blog/beneficios-acrilico/>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 16h47

Quais os tipos de acrílico? **Tudo em Acrílico**. Disponível em:

<<https://www.tudoemacrilico.com/blog/post/quais-os-tipos-de-acrilico>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 17h09.

O que é feito o acrílico? **Tudo em Acrílico**. Disponível em:

<<https://www.tudoemacrilico.com/blog/post/o-que-e-feito-o-acrilico>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 17h15.

Vidro ou Acrílico: qual a opção mais barata? **Sul Acrílicos**. Disponível em:

<<https://sulacrilicos.com.br/blog/vidro-ou-acrilico-qual-opcao-mais-barata/#:~:text=O%20acr%C3%ADlico%20apresenta%20propriedades%20superiores,Vidro%20ou%20acr%C3%ADlico%3F>>. Acessado em 22 de outubro de 2022 - 17h27.

O que é magnetismo? Veja o conceito, como funciona e para que serve. **Beduka: buscador de faculdade**. Disponível em: <<https://beduka.com/blog/materias/fisica/o-que-e-magnetismo/>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 13h18.

Magnetismo – o que é, para que serve e exemplos. **Pravaler**. Disponível em:

<<https://www.pravaler.com.br/magnetismo-o-que-e-para-que-serve-e-exemplos/>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 13h25.

Magnetismo: o que é, resumo e exercícios. **Stoodi**. Disponível em:

<<https://www.stoodi.com.br/blog/fisica/magnetismo/#:~:text=%C3%89%20o%20fen%C3%B4meno%20de%20atra%C3%A7%C3%A3o,dedica%20a%20estudar%20esse%20fen%C3%B4meno.>>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 13h37.

Magnetismo. **Toda Matéria**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/magnetismo/>>.

Acessado em 23 de outubro de 2022 - 13h25.

Pâmella Raphaella Melo. Magnetismo. **Mundo Educação**. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/magnetismo.htm>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 13h51.

Rafael Helerbrock. O que é magnetismo? **Brasil Escola**, 2022. Disponível em:

<<https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-magnetismo.htm>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 14h06.

Rafael Helerbrock. Eletromagnetismo. **Brasil Escola**, 2022. Disponível em:

<<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/eletromagnetismo.htm>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 14h19.

Rosimar Gouveia. Eletromagnetismo. **Toda Matéria**. Disponível em:

<<https://www.todamateria.com.br/eletromagnetismo/>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 14h27.

Eletromagnetismo: o que é, história e mais! **Stoodi**. Disponível em:

<<https://www.stoodi.com.br/blog/fisica/eletromagnetismo-o-que-e/>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 14h37.

João Carlos Menezes. Eletromagnetismo: introdução, fórmulas e aplicações. **Descomplica**.

Disponível em: <<https://descomplica.com.br/artigo/eletromagnetismo-introducao-formulas-e-aplicacoes/PxG/>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 14h47.

Fabiana Dias. Eletromagnetismo. **Educa mais Brasil**. Disponível em:

<<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/eletromagnetismo>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 14h55.

Rafael Helerbrock. Indução eletromagnética **Brasil Escola**, /2022. Disponível em:

<<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/eletromagnetismo.htm>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 15h19.

Fonte Chaveada, **Kalatec Automação**. Disponível em: <<https://www.kalatec.com.br/fonte-chaveada/>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 16h30.

Comutadores, **Loja Elétrica Ltda**. Disponível em:

<<https://www.lojaelettrica.com.br/comutadores,dept,23006.aspx>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 17h07.

Fonte Chaveada 10a 12v 120W Bivolt para Câmera Dvr Cftv Led Som Automotivo, **Amazon**.

Disponível em: <<https://bityli.com/XPlgkXox>>. Acessado em 23 de outubro de 2022 - 17h40.

“O que é um Diodo?”. **Curto Circuito**. Disponível em: <<https://curtocircuito.com.br/blog/eletronica-basica/o-que-e-um-diodo>>. Acesso em: 25 de outubro de 2022 - 22h33.

HELERBROCK, Rafael. "Transistor"; **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/transistor.htm>>. Acesso em 26 de outubro de 2022 - 01h59.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. “Sensor: Você Sabe o Que é Quais os Tipos?”. **Citisystems**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/sensor-voce-sabe-que-quais-tipos/>>. Acesso em: 26 de outubro de 2022 - 02h55.

FURLAN, Luiza. “Motores: tipos e aplicações em máquinas”. **EESC Jr**. Disponível em: <<https://eescjr.com.br/blog/motores-tipos-aplicacoes/>>. Acesso em: 26 de outubro de 2022 - 04h18.

Rafael Helerbrock. Capacitores, **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/capacitores.htm>>. Acessado em 30 de outubro de 2022 - 19h22.

Regulador de Tensão, **UsinaInfo**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/reguladores-de-tensao-454>>. Acessado em 1 de novembro de 2022 -15h30.

Regulador de Tensão 7805, **FilipeFlop**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/regulador-de-tensao-7805-5v/>>. Acessado em 1 de novembro de 2022 - 15h52.

“Como funciona o Reed Switch (ART373)”. **Instituto Newton C. Braga**, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/3E4Jfy8>>. Acesso em: 03 de novembro de 2022 - 12h25.

EDUARDA, Maria. “FONTE DE ALIMENTAÇÃO: O QUE É E PARA QUE SERVE?”. **Iluminim**, 2022. Disponível em: <<https://blog.iluminim.com.br/fonte-de-alimentacao-o-que-e-e-para-que-serve/>>. Acesso em: 03 de novembro de 2022 - 14h22.

MATTEDE, Henrique. “Como Funciona um Sensor de Proximidade?”. **Mundo da Elétrica**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-um-sensor-de-proximidade/>>. Acesso em: 03 de novembro de 2022 - 13h56.

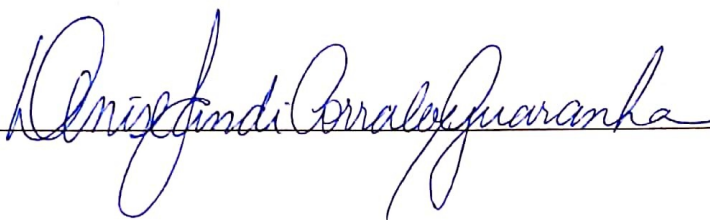
“Módulo Sensor de Chuva / Nível de Água”. **Eletrogate**. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/modulo-sensor-de-chuva-nivel-de-agua>>. Acesso em: 03 de novembro de 2022 - 22h39.

COELHO, Ítalo. “O que é motor de passo? Entenda seu funcionamento e aplicações”. **FilipeFlop**, 2020. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-motor-de-passo-entenda-seu-funcionamento-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 04 de novembro de 2022 - 12h39.

FOLHA DE REVISÃO DE LÍNGUA PORTUGUESA

Esta monografia foi revisada pela professora Denise L. C. Guaranta
RG 16.156.053-2, da instituição ETEC MARTIN LUTHER KING, no dia 20 de
novembro de 2022.

Assinatura: _____



FOLHA DE REVISÃO DE LÍNGUA INGLESA

Esta monografia foi revisada pela professora FABIANA CARDENUTO SAES
RG 19.978.539-9, da instituição ETEC MARTIN LUTHER KING, no dia 22 de
novembro de 2022.

Assinatura: _____

Fabiana Cardenuto Saes.