

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
FATEC SANTO ANDRÉ**

Tecnologia em Mecatrônica Industrial

Jonathan de Oliveira Gonçalves

DISPOSITIVO DE ALMOXARIFADO INTELIGENTE

Santo André
2020

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
FATEC SANTO ANDRÉ**

Tecnologia em Mecatrônica Industrial

Jonathan de Oliveira Gonçalves

DISPOSITIVO DE ALMOXARIFADO INTELIGENTE

Trabalho de Conclusão de Curso entregue à Fatec Santo André como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial.

Orientador: Prof. Me. Eliel Wellington Marcelino
Coorientador: Prof. Me. Paulo Tetsuo Hoashi

FICHA CATALOGRÁFICA

G635d

Gonçalves, Jonathan de Oliveira
Dispositivo de almoxarifado inteligente / Jonathan de
Oliveira Gonçalves. - Santo André, 2020. – 76f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo
André.

Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2020.

Orientador: Prof. Me. Eliel Wellington Marcelino

1. Mecatrônica. 2. Dispositivo inteligente. 3. Almoxarifado. 4.
Armazenagem. 5. Estoque. 6. Distribuição. 7. Logística I.
Dispositivo de almoxarifado inteligente.

Jonathan de Oliveira Gonçalves

Dispositivo de Almoxarifado Inteligente

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a FATEC SANTO ANDRÉ como requisito parcial à obtenção de título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial

BANCA EXAMINADORA

Local: Fatec Santo André

Horário: 15:00

Data: 15/07/2020

Prof. Me. Eliel Wellington Marcelino
Presidente da Banca
Fatec Santo André

Prof. Me. Paulo Tetsuo Hoashi
Primeiro membro da Banca
Fatec Santo André

Prof. Me. Fernando Garup Dalbo
Segundo Membro da Banca
Fatec Santo André

SANTO ANDRÉ

2020

Dedico este trabalho a minha mãe Maria, e minha namorada Larissa, duas mulheres incríveis que foram responsáveis por me apoiarem em todos os momentos da minha vida e contribuírem imensamente na minha formação como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os colegas, e especialmente à minha querida amiga, Tabata Aparecida de Oliveira Silva, por me proporcionarem uma convivência descontraída e agradável, conhecimento enriquecedores, habilidades e experiências inestimáveis durante toda minha permanência na Instituição.

Agradeço também aos Orientadores, Eliel Wellington Marcelino, Paulo Tetsuo Hoashi e Fernando Garup Dalbo por todo o apoio e incentivo durante essa jornada que agora se conclui.

Agradeço a todos que fazem parte da FATEC Santo André.

RESUMO

Todo tipo de trabalho deve ser feito de maneira correta e de uma forma segura, seguindo a metodologia e procedimentos definidos pela empresa que contratou o funcionário, assim como toda empresa deve garantir a seus funcionários condições mais seguras para realizar suas atividades , fornecer os devidos equipamentos de proteção e, inclusive instruir como deve ser feita sua utilização, sejam eles individuais (EPIs) ou coletivos (EPCs). Considerando que cada EPI possui um Certificado de Aprovação (CA), uma data de validade, e que ele após cumprir sua função pode acabar sendo descartado, observamos que há a necessidade de estarmos atentos quanto a este período de validade mesmo que o item aparente estar em boas condições de uso e, que em determinadas ocasiões um funcionário pode fazer uso de diversos equipamentos ao longo do dia. Portanto, objetivando facilitar o acesso dos funcionários aos devidos EPIs e sem a necessidade de ficar solicitando ao setor de almoxarifado, estamos propondo uma máquina para fazer a distribuição dos equipamentos ao funcionário e coletar os dados a cada vez que fazem sua utilização.

Palavra-chave: Segurança. Estoque. Automatizado. Equipamentos. Sistema.

ABSTRACT

All work must be done correctly and safely, following the methodology and procedures defined by the company that hired the employee, as well as every company should ensure its employees safer conditions to perform their activities, provide the appropriate equipment. including how their use should be made, whether individual (EPI'S) or collective (EPC'S). Considering that each PPE has a Certificate of Approval (CA), an expiration date, and that after fulfilling its function may end up being discarded, we note that there is a need to be aware of this validity period even if the item appears to be in good condition and that on certain occasions an employee may make use of various equipment throughout the day. Therefore, in order to facilitate employees' access to appropriate PPE's and without having to ask the warehouse sector, we are proposing a machine to distribute equipment to the employee and collect data each time they use it.

Keywords: Security. Stock. Automated. Equipment. System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa mental dos tópicos teóricos	19
Figura 2 – Fluxograma dos cartões de operação.	20
Figura 3 - Fluxograma dos cartões administrativos.	21
Figura 4 – Modelo de celeiro da 6ª dinastia egípcia	22
Figura 5 - Primeira Vending Machine da história	23
Figura 6 – Linha do tempo da evolução das Vending Machines.....	24
Figura 7 - Armazém vertical.....	25
Figura 8 – Carrossel Vertical	25
Figura 9 – Carrossel Horizontal	26
Figura 10 - Estrutura do código de barras EAN-13.....	27
Figura 11– Esquemático da IoT.....	28
Figura 12 - Esquemático do sistema RFID	29
Figura 13 - Classificações do Sistema RFID	30
Figura 14- Microcontrolador TMS1000	31
Figura 15 - NodeMCU.....	31
Figura 16 - Arduino UNO	32
Figura 17 - Funcionamento de um motor CC.....	34
Figura 18 – Servomotor	34
Figura 19 – Transmissão por polia e correia.....	36
Figura 20 - Engrenamento dos dentes nos elos da corrente	36
Figura 21 - Transmissão por engrenagens.....	37
Figura 22 - Modelagem 3D do dispositivo vertical	38
Figura 23 - Modelagem 3D do dispositivo horizontal	38
Figura 24 - Esteira, revestida com fita e sem tinta.....	40
Figura 25 - Rampa, revestida e pintada com spray prateado.	41
Figura 26 - Estrutura completa, vista frontal	41
Figura 27 - Módulo MFRC522	42
Figura 28 - Tags RFID	43
Figura 29- Motor de passo 28BYJ-48	43
Figura 30 - Driver do motor de passo	44
Figura 31 - Circuito montado	44
Figura 32- Loop do Arduino	45

Figura 33 - Validação da tag 1.....	46
Figura 34 - Escolha do botão 1.....	46
Figura 35 - Escolha do botão 2.....	47
Figura 36 -Bloco de código dos botões 1 e 2 pressionados	47
Figura 37 - Leitura da tag 3.....	48
Figura 38 - Leitura da tag 4.....	49
Figura 39 - Leitura de tag não cadastrada	49
Figura 40 - Motores	56
Figura 41 - Topo e base	56
Figura 42 - Laterais.....	57
Figura 43 - Base interna - Comprimento.....	57
Figura 44 - Traseira	58
Figura 45 - Esteira	58
Figura 46 - Base interna - Parte frontal.....	59
Figura 47 - Triangulo da frontal.....	59
Figura 48 - Rampa.....	60
Figura 49 - Painel	60
Figura 50 - Frontal	61
Figura 51 - Corrente	61
Figura 52 - Divisória inteira	62
Figura 53 - Braço do motor	62
Figura 54 Haste engrenagem	63
Figura 55 - Haste Motor	63
Figura 56 - Engrenagem.....	64
Figura 57 - Circuito elétrico do dispositivo	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Duração estimada de alguns EPI's	17
Quadro 2 - Lista de componentes do circuito	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ONU	Organização das Nações Unidas
CC	Corrente Contínua
a.C	antes de Cristo
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>
UPC	<i>Universal Product Code</i>
EAN	<i>European Article Numerical Association</i>
EUA	Estados Unidos da América
IoT	<i>Internet of Things</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>
GSM	<i>Global System for Mobile</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
CI	Circuito Integrado
ROM	<i>Read-Only Memory</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
OTA	<i>Over the Air</i>
MHz	Megahertz
RISC	<i>Reduced Instruction Set Computer</i>

Mb	<i>Megabyte</i>
Kb	<i>Kilobyte</i>
VDC	<i>Volts Direct Current</i>
IDE	<i>Integrated Development Enviroment</i>
V	<i>Volt</i>
EEPROM	<i>Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
TTL	<i>Transistor-Transistor Logic</i>
CMOS	<i>Complementary Metal-Oxide Semiconductor</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>

SUMÁRIO

1. Introdução	16
1.1 Motivação	16
1.2 Objetivos.....	18
1.3 Justificativa	18
1.4 Metodologia.....	18
2. Fundamentação teórica.....	21
2.1. Logística e estoque	22
2.1.1. A origem do estoque.....	22
2.1.2. Técnicas De Estoque	22
2.1.3. <i>Vending Machines</i>.....	23
2.1.4. Máquinas de estoque.....	24
2.2. Métodos de aquisição e transmissão de dados	26
2.2.1. Código de barras.....	27
2.2.2. Internet das coisas	28
2.2.3. Sistema de identificação por rádio frequência	29
2.3. Microcontroladores	30
2.3.1. TMS 1000.....	31
2.3.2. Módulo NodeMCU.....	31
2.3.3. Arduino UNO.....	32
2.4. Estruturação do dispositivo	33
2.4.1. Motor de corrente contínua	33
2.4.2. SERVOMOTOR.....	34
2.4.3. ACOPLAMENTOS	35
2.4.4. ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO	35
3. DESENVOLVIMENTO	37

4. Considerações Finais	50
5. REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A - Desenhos 2D dos componentes da estrutura do dispositivo	56
APÊNDICE B – Circuito elétrico criado em software.....	65
APÊNDICE C – Código utilizado no microcontrolador.....	66
ANEXO A – Datasheet <i>driver</i> ULN2003.....	75
ANEXO B – Datasheet motor de passo 28BYJ-48	76

1. Introdução

No mundo globalizado tempo é um recurso precioso, principalmente para as empresas, que visam reduzir o tempo de produção de um produto para, conseqüentemente aumentar sua produção. Mas não se pode sacrificar ou negligenciar a integridade do trabalhador em qualquer processo que seja. Por vezes um funcionário perde tempo no processo de solicitação e recebimento de material e equipamentos e, visando otimizar o uso desse tempo dentro das atividades de uma empresa, foi pensado em um sistema para almoxarifado automatizado, que facilitará o fornecimento dos itens que serão solicitados pelo usuário.

Evitando abordar a vasta gama de produtos que possam existir em um estoque industrial, seu uso foi direcionado para aquisição de equipamentos de proteção individuais (EPIs).

Atualmente a maioria das empresas adotam algum tipo de formulário em papel, para solicitar o EPI, no qual o funcionário deve preencher e entregar para o responsável pelo técnico de segurança do trabalho que irá encaminhar para o responsável pelo almoxarifado, então sempre que algum operário necessitar de algum EPI novo, todo esse trâmite interno há de ocorrer e conseqüentemente um determinado tempo é perdido e, quando levado em consideração uma empresa com milhares de funcionários, a soma do acúmulo de tempo ocioso por funcionário solicitante e o tempo gasto pelos funcionários da segurança do trabalho e almoxarifado que poderia ser utilizado em alguma outra tarefa, percebemos que é um tempo que poderia ser aproveitado com a realização de outras tarefas.

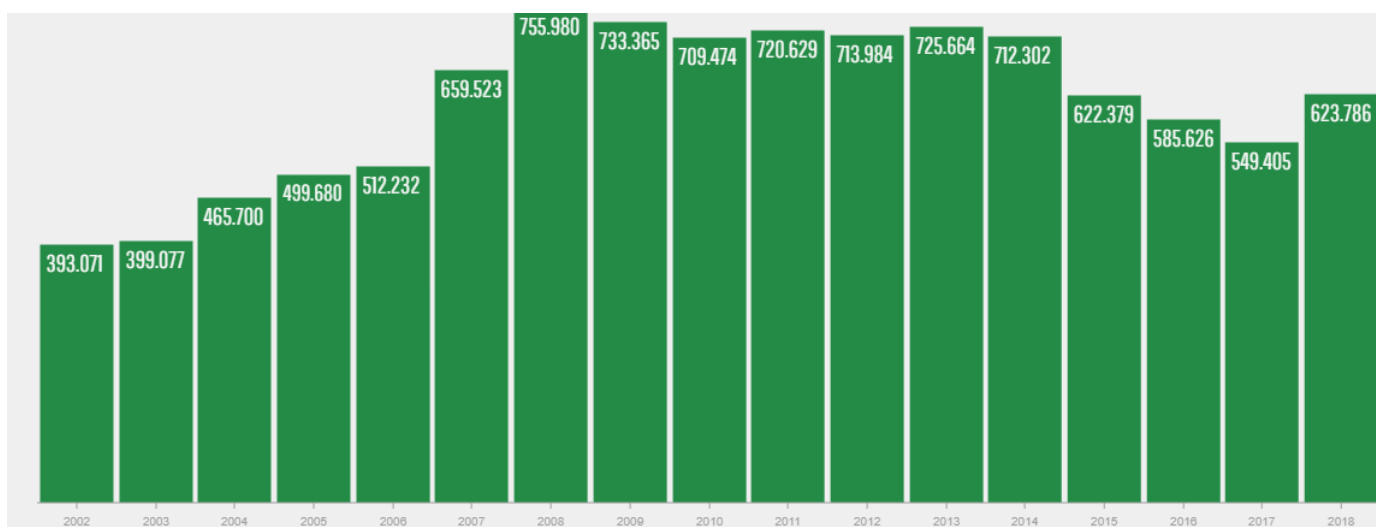
Os equipamentos poderão ser solicitados através de um código que deverá lido pela máquina, que por sua vez, permitirá a retirada do item solicitado, respeitando alguns critérios de uso e um número de limitações de retiradas.

1.1 Motivação

O projeto “Dispositivo Almoxarifado Inteligente” tem como inspiração a combinação entre as máquinas no estilo *Vending Machine* e as máquinas de armazenamento vertical, com a esperança de criar um dispositivo que ajude e minimizar número de acidentes de trabalho, de um modo que todos os trabalhadores estejam com os equipamentos de segurança em dia e em boas condições de uso.

Segundo o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS, 2019), só no ano de 2018 mais de 620 mil acidentes de trabalho foram registrados, número que pode facilmente poderia ser maior, se considerarmos que por vezes, muitos acidentes de trabalho acabam não sendo notificados. Na tabela 1 podemos observar a quantidade de acidentes de trabalho no Brasil entre os anos 2002 a 2018 e, no quadro 1 podemos observar a validade estimada de alguns EPIs.

Tabela 1- Histórico de acidentes de trabalho no Brasil



Fonte: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=frequenciaAcidentes>

Quadro 1 – Duração estimada de alguns EPI's

Equipamento	Duração Mínima Estimada
Bota de borracha	6 meses
Máscara de Solda	6 meses
Botina de segurança	6 meses
Capacete de segurança	1 ano
Óculos de segurança	1 ano
Protetor Auricular plug	1 a 2 meses
Abafador de ruído concha	6 meses

Fonte: <https://www.lbmdata.com.br/prazo-de-validade-de-epis/>, adaptado

1.2 Objetivos

Criar um dispositivo inteligente para realizar a distribuição automatizada de itens utilizando a tecnologia de identificação por radiofrequência.

1.3 Justificativa

Proporcionar uma maneira eficiente de controle e distribuição de equipamentos de segurança, cumprindo um dos objetivos da agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). De acordo com a ONU (2015), a agenda 2030 que consiste em um plano de ações com 17 objetivos e 169 metas de desenvolvimento sustentável, para o planeta e as pessoas.

O objetivo 8 se caracteriza em promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos, enquanto seu subtópico, também de número 8, tem como objetivo proteger os direitos trabalhistas e promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores.

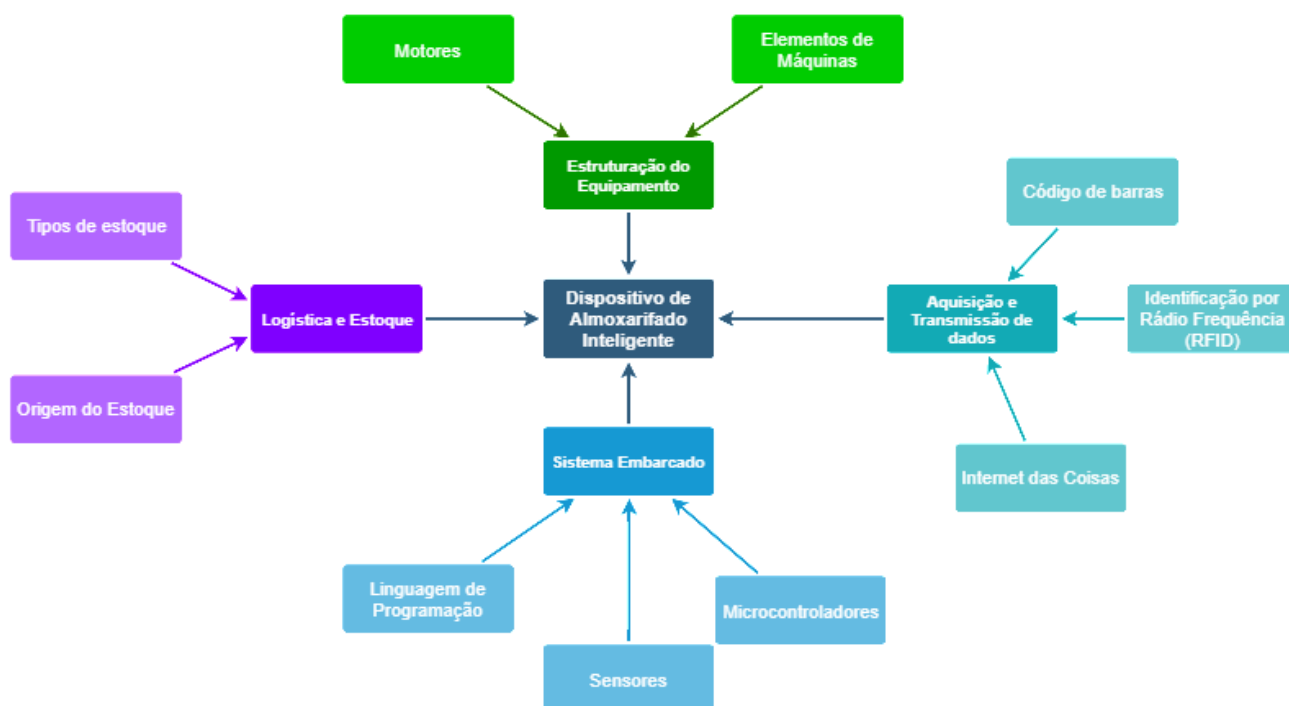
1.4 Metodologia

O sistema coletará as informações de saída dos itens para própria checagem do seu estoque, enviando um sinal quando for necessária a reposição de material. Também coletará as informações de quem estará fazendo seu uso, para que um outro profissional possa avaliar se está havendo algum mal-uso dos itens da empresa.

A organização do projeto descrito está organizada em cinco capítulos. Em primeiro lugar estão presentes a introdução, motivação objetivos e a justificativa para o desenvolvimento do Projeto

Em segundo lugar, será reunido o embasamento teórico, mencionando brevemente a história do estoque, alguns conceitos de tipos de estoque que se aplicam ao tema do equipamento a ser desenvolvido, bem como a linguagem de programação e as formas de se fazer comunicação existentes entre sensores, microcontroladores e os usuários. Na figura 1 podemos observar todos os temas que, unidos compõem a idealização do projeto.

Figura 1 - Mapa mental dos tópicos teóricos



Fonte: Autoria Própria, 2019

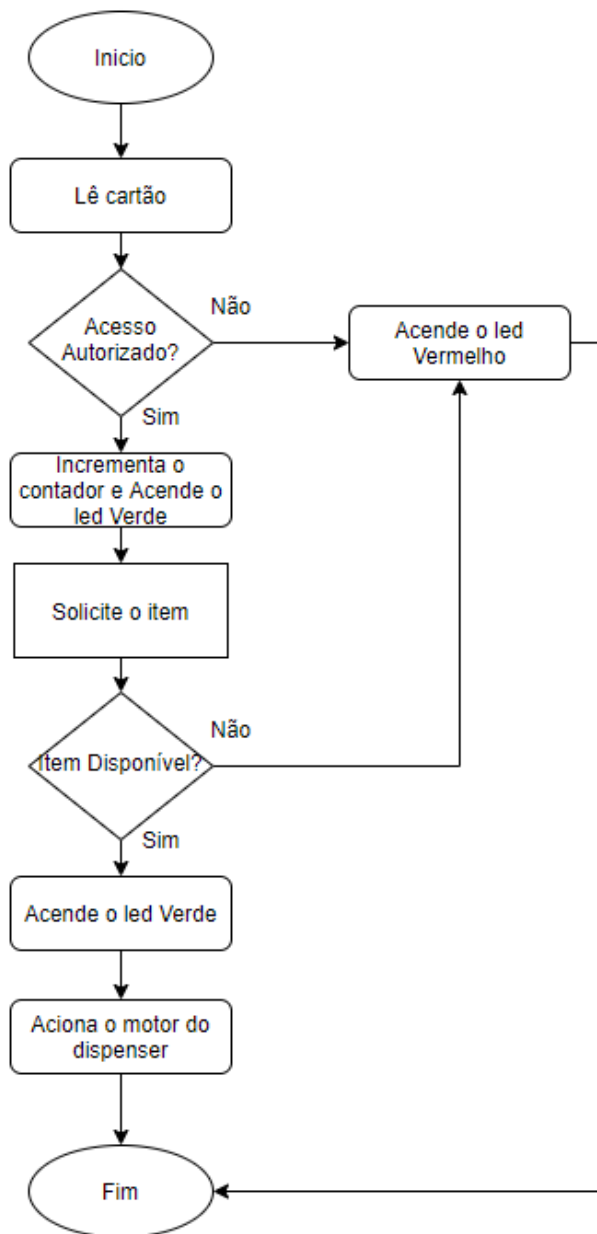
O terceiro capítulo é destinado para que possamos discutir o desenvolvimento prático do trabalho, onde, a partir das informações reunidas definimos a rotina de comportamento em sua utilização para que seja realizado, posteriormente o desenvolvimento do código e, por fim, a construção da estrutura e circuitos. O quarto capítulo é destinado para a apresentação e discussão dos resultados, enquanto o quinto capítulo é destinado às referências.

- Funcionamento e utilização do Dispositivo

O funcionamento e uso esperado para a máquina: O usuário fará a solicitação para o dispositivo através da *tag* contendo os dados de acessos, a máquina irá fazer a leitura e, caso o acesso seja autorizado, a máquina emitirá um sinal de acesso concedido e será liberado o acesso para escolher algum item da máquina, contabilizando o uso nos dados de acesso. Caso o acesso seja negado ou, ao escolher e não houver o item disponível, um outro sinal também deverá ser emitido, para avisar que não há item disponível na máquina ou o acesso foi recusado, podemos

ter uma melhor visualização através do fluxograma dos cartões de operação, na figura 2.

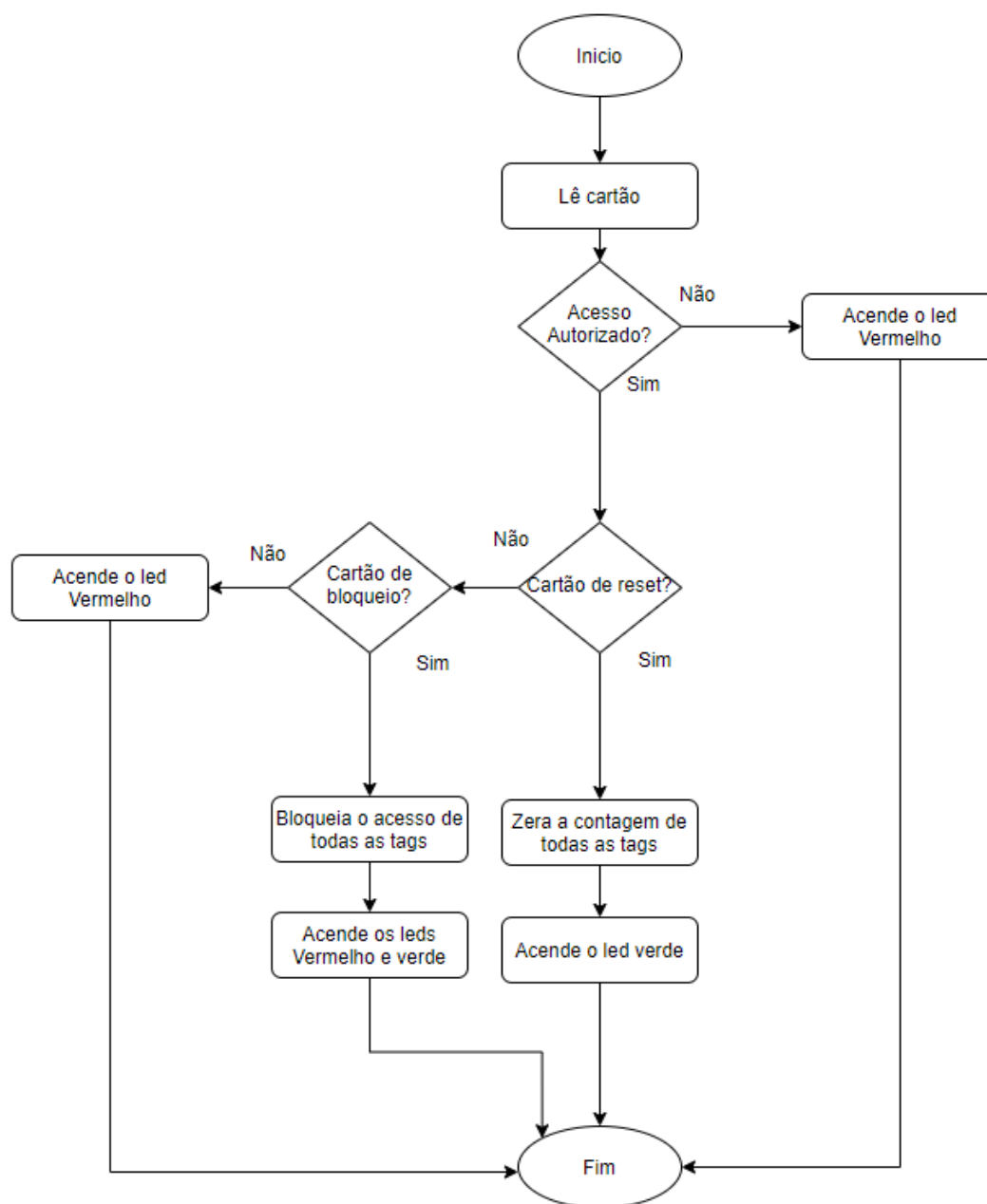
Figura 2 – Fluxograma dos cartões de operação.



Fonte: Autoria própria, 2019

Caso o acesso à máquina se faça necessário e o operador já tenha excedido o seu limite de acessos, ou haja a necessidade de bloquear a utilização da máquina, haverá cartões administrativos, que ao serem lidos pela máquina, poderão realizar bloqueio ou desbloqueio de acessos. Os cartões administrativos possuem um funcionamento diferente dos cartões de operação e podemos observar isso em seu fluxograma, na figura 3.

Figura 3 - Fluxograma dos cartões administrativos.



Fonte: Autoria própria, 2019

2. Fundamentação teórica

Nesse capítulo vamos pontuar toda a base teórica necessária para o desenvolvimento do projeto e discutiremos todas as tecnologias envolvidas para um melhor entendimento da criação e funcionamento do projeto como um todo.

2.1. Logística e estoque

Armazenar, transportar e gerenciar itens está presente no cotidiano de todas as empresas independente do seu ramo de atuação, o sistema de estoque é essencial para todas as atividades dentro dela pois pode influenciar diretamente nos processos. Este tópico focará na essência do tema, abordando a origem do estoque, bem como o porquê de sua necessidade e utilização, além de conceituar seus tipos e objetivos.

2.1.1. A origem do estoque

De acordo com Rodrigues(2007) os registros mais antigos que se tem da armazenagem nos remete ao Egito antigo em volta do ano 3100 a.C, onde a agricultura dependia do aproveitamento das cheias anuais do rio Nilo, geravam colheitas abundantes, que eram guardadas em celeiros para posteriormente serem comercializadas. Na figura 4 podemos observar como era um celeiro no Egito antigo.

Figura 4 – Modelo de celeiro da 6ª dinastia egípcia



Fonte: <https://www.fascinioegito.sh06.com/ps138050.jpg>

Depois de um longo período de poucas mudanças, já no século XIX com a revolução industrial e o crescimento dos meios de fabricação, o estoque teve de ser aperfeiçoado, pois também era preciso se prevenir da falta de matéria prima.

2.1.2. Técnicas De Estoque

Para uma gestão eficiente, se faz necessário conhecer o perfil da empresa para um melhor entendimento das suas necessidades e obter uma melhor forma de administrar seus recursos. Godoy (2016) nos mostra alguns tipos de estoque, dentre eles o estoque Consignado, onde os itens são mantidos por terceiros, como um

distribuidor. O estoque de contingência, onde são mantidos itens de emergência para caso haja alguma falha em um processo dentro da empresa. E o estoque inativo, constituído de produtos ou itens obsoletos ou que não foram vendidos/utilizados nos últimos períodos.

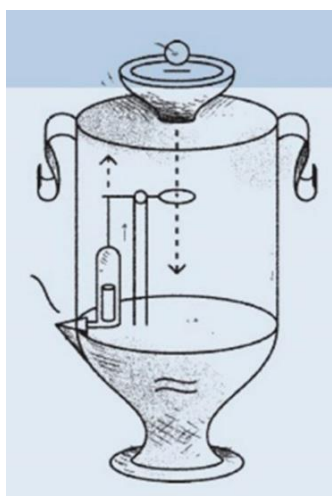
Uma forma de economizar dinheiro é organizando bem é a manipulação do armazém, recebimentos, retiradas e expedições. Itens que são muito requisitados devem ser alocados em locais de fácil acesso, como corredores principais.

2.1.3. Vending Machines

As máquinas de venda automáticas, popularmente conhecidas como *Vending Machines*, englobam toda e qualquer máquina automatizada que forneça produtos ao público, elas estão bastante presentes no nosso cotidiano, embora não prestemos muita atenção.

Os primeiros relatos conhecidos de uma máquina de vendas automática, figura 5, são datadas de acordo Correa (2017) de 215 a.C, sendo desenvolvida pelo matemático Heron de Alexandria, com o intuito de vender água benta dentro dos templos egípcios. A máquina, por meio de uma alavanca e o peso de 5 dracmas em um compartimento, uma pequena abertura dava passagem para a água e após o fluxo de determinada quantidade, se fechava a abertura e a alavanca voltava para a posição inicial.

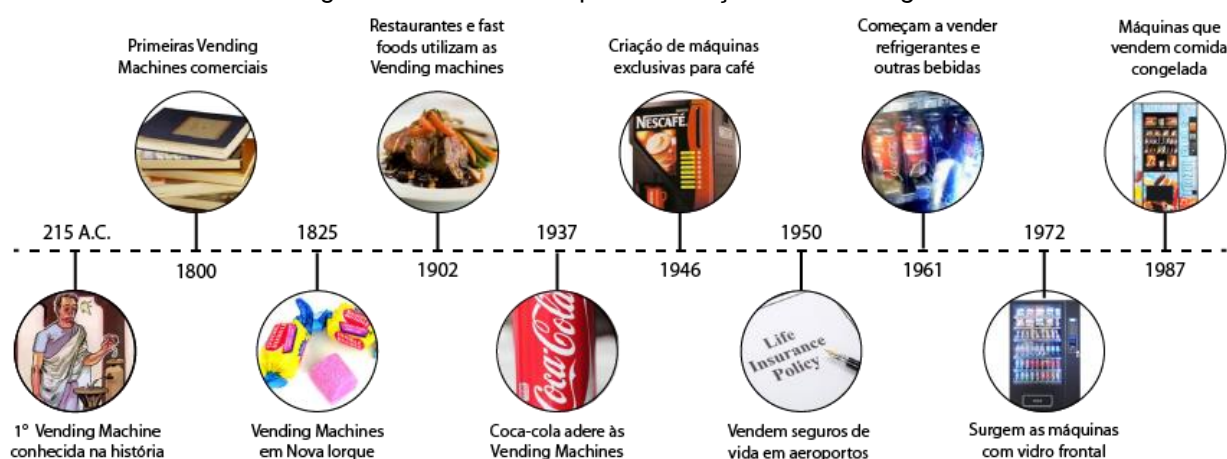
Figura 5 - Primeira *Vending Machine* da história



Fonte: <https://www.oversodoinverso.com.br/wp-content/uploads/2016/03/410.jpg>

A máquina não se popularizou e não durou muito tempo, porém Heron ainda escreveu um livro, chamado *The pneumatics of Hero of Alexandria*, que ao longo da história inspirou vários outros inventores ao longo da história. A partir dos anos 1800 nós temos o surgimento das primeiras máquinas comerciais e a evolução constante das *Vending Machines* até chegarmos naquelas como conhecemos hoje, podemos observar uma linha do tempo na figura 6.

Figura 6 – Linha do tempo da evolução das *Vending Machines*.



Fonte: <https://www.timetoast.com/timelines/history-of-the-vending-machine>, adaptado.

Segundo a empresa WD Vending (2019) a popularidade das *vending machines* estão crescendo e o mercado está otimista para este negócio, atualmente com 1 máquina para cada 2,5 mil pessoas, a perspectiva é de que este número dobre no ano de 2020. As máquinas se fazem populares pela rapidez e a praticidade sem a necessidade de um agente mediador entre o cliente e os produtos, o funcionamento das máquinas, em sua maioria, é feita do seguinte modo: o cliente seleciona o produto desejado, efetua o pagamento e a máquina fornece o produto.

2.1.4. Máquinas de estoque

Existem vários métodos de armazenagem de produtos, principalmente de médio e pequeno porte, e, as máquinas de estoque nos proporcionam uma grande redução de tempo e esforço ao guardar ou retirar esses produtos, nos propiciando uma maior eficiência durante estes processos e assim como existem diferentes métodos para armazenagem, também existem diferentes máquinas de estoque: os armazéns verticais automatizados e os carrosséis verticais e horizontais.

2.1.4.1. Armazéns verticais

Os armazéns verticais automatizados, figura 7, são como armários enormes que possuem prateleiras e bandejas que podem dispor de gavetas ou outros compartimentos para guardar os produtos, que podem ser selecionados por meio de um painel.

Figura 7 - Armazém vertical



Fonte: <https://logismarketfr.cdnwm.com/ip/system-france-magasin-vertical-automatique-magasin-vertical-automatique-789155.jpg>

2.1.4.2. Carrosséis Verticais

Os carrosséis derivam da mesma família que os armazéns verticais e seu funcionamento está relacionado com a movimentação dos produtos. Em um carrossel vertical, figura 8, movimentação pode ser através de rotação dentro da estrutura.

Figura 8 – Carrossel Vertical



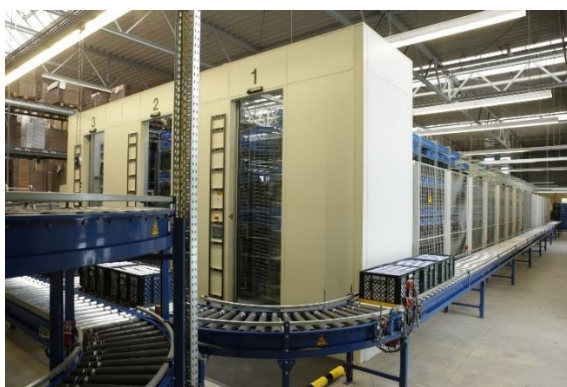
Fonte: https://img.directindustry.com/pt/images_di/photo-m2/117495-11774612.jpg

O carrossel vertical, é uma estrutura aberta que pode se adaptar a diversos tipos de produtos e, em um movimento giratório move as alocações e produtos verticalmente, os levando ao alcance do operador.

2.1.4.3. Carrosséis Horizontais

Um carrossel horizontal, figura 9, utiliza o movimento de um sistema mecânico para movimentar o produto horizontalmente, através um caminho guia, para o operador, sem que ele precise se deslocar.

Figura 9 – Carrossel Horizontal



Fonte:https://img.directindustry.com/pt/images_di/photo-g/167790-10871561.jpg

O carrossel horizontal, pode ser incrementado com variadas ferramentas para aumentar sua eficiência, como mesa multipedidos, leitores de códigos de barras e telas auxiliares. Máquinas deste tipo apresentam como inconveniente a dificuldade de reposição de produtos, que só pode ser realizada quando não há pedidos realizados, portanto se faz necessário que estudar o fluxo de rotação dos produtos antes de implementá-la em uma planta.

2.2. Métodos de aquisição e transmissão de dados

Escolher a melhor forma de comunicação entre o usuário e a máquina é um grande desafio em meio a tantas possibilidades. Neste tópico abordaremos o conceito de comunicação e abordaremos alguns meios de realizar essa comunicação.

O conceito transmissão é algo que sempre está presente em nosso cotidiano, e está relacionada a difundir, comunicar e repassar alguma coisa, assim como o conceito de aquisição está relacionada a obter algo. Porém, quando a palavra está relacionada a informações entre sistemas computacionais, Santos (2016) diz que a

transmissão de informação se dá a partir da passagem de sinais através de meios físicos de comunicação.

2.2.1. Código de barras

O sistema é revolucionário quando se trata de coletar os dados de um produto automatizada, se compararmos com seus antecessores: o cartão perfurado, o terminal em vídeo, o *optical character recognition* (OCR) e códigos magnético, nenhum deles foi eficiente como o código de barras.

Segundo Soares (1991) ao compararmos a velocidade de entrada de dados via código de barras com a entrada dados via teclado, podemos observar um abismo de diferença entre os dois, pois além da agilidade na inserção dos dados, o tempo gasto na aferição do que foi transcrito é eliminado, pois o próprio software faz a conferência da leitura, através dos dígitos verificadores. Baker (1981) diz que "a probabilidade de erro quando trabalhamos com 4 dígitos é por volta de 1 em 1000. E em contrapartida, com um código de barras, essa taxa é de 1 erro a cada 3.379.000 caracteres"

O código de barras consiste em um conjunto de barras pretas em paralelo com espaçamento em branco, em um padrão que representa alguma informação e dada a liberdade para que as barras e os espaços possam ser dispostos, existem várias simbologias diferentes de códigos de barras para serem utilizados, os mais populares são o *Universal Product Code* (UPC) que foi o primeiro código de barras, originado nos EUA, e o mais utilizado atualmente, o *European Article Numerical Association* (EAN) , que inclusive é utilizado no Brasil. Atualmente nas versões UPC-12 e EAN-13. Na figura 10 temos um exemplo de código de barras no modelo EAN-13.

Figura 10 - Estrutura do código de barras EAN-13

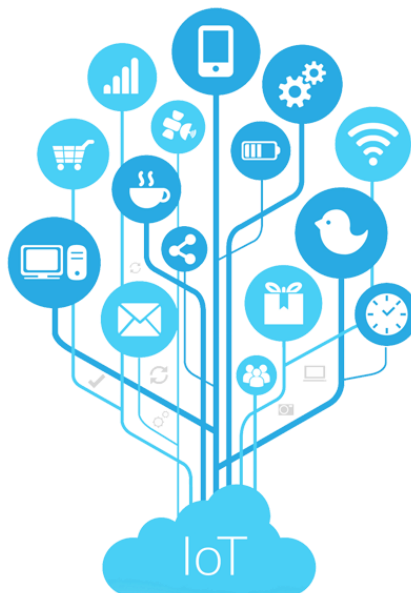


Fonte: <https://codigosdebarrasbrasil.com.br/>

2.2.2. Internet das coisas

Um dos conceitos que vem se popularizando ao longo dessa década é o da Internet das Coisas, popularmente conhecido como *Internet of Things* (IoT), figura 11.

Figura 11– Esquemático da IoT



Fonte: <https://www.timetecaccess.com/templates/layout/img/iot2.png>

De acordo com Molloy (2016) o objetivo da internet das coisas é que se sensores e atuadores pudessem ser conectados à internet, uma gama de novas possibilidades e serviços poderiam surgir. Um sistema de ar-condicionado ou de aquecimento por exemplo, se pudesse ser conectado à internet para saber como está o clima na área onde está instalado, poderia usar essa informação para tornar a sala em um ambiente mais agradável, já em uma indústria a IoT pode ser aplicada em gerenciamento de energia, transporte e logística. Kevin Ashton (2009), passou sua visão do que seria da internet das coisas ao dizer que se tivéssemos computadores que soubessem tudo sobre as coisas em geral usando dados que coletassem sem a nossa ajuda, seríamos capazes de rastrear e contar tudo, e reduzir bastante o desperdício, a perda e os custos. Pois saberíamos quando é necessário substituir, reparar ou fazer um recall de um produto, se estão novos ou ultrapassados.

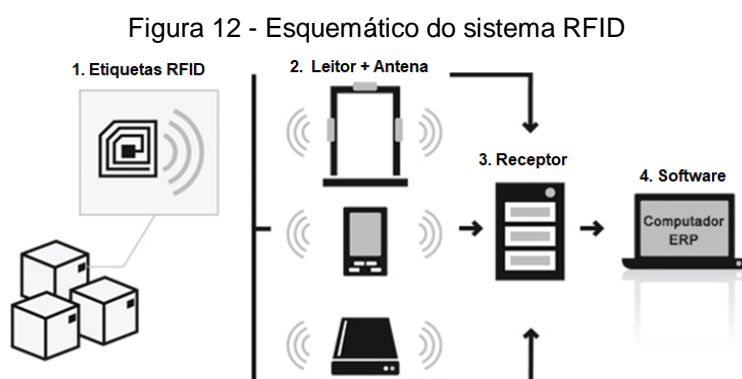
A integração dos elementos à internet pode ser feita através de conexões com ou sem fio, e podem fazer uso de diversos meios para que isso ocorra: *Radio Frequency Identification* (RFID), *Near Field Communication* (NFC), *WiFi*, *Bluetooth* e

ZigBee em conexões locais e *Global System for Mobile (GSM)*, *General Packet Radio Service (GPRS)* para longo alcance.

A internet das coisas é uma ferramenta poderosa capaz de conectar objetos e seres vivos, pois sua premissa é de que tudo que possa ser vinculado a um sensor e à conectividade, pode ser incluído no sistema. Partindo deste princípio, temos como benefício o conceito dos três Cs da IoT: **Comunicação, Controle e Automação e Custo**. Segundo a Lopez Research (2013) a comunicação nos permite estarmos sempre informados quanto ao estado do equipamento, e todos seus dados coletados, coisa que, apesar de possível fazer manualmente, não é feito com frequência. Mas nem sempre uma empresa ou o usuário irá querer apenas coletar as informações dos sensores, pois muitas vezes se faz necessário controlar um ambiente, acionar um atuador, ativar alguma sinalização, a automação permite que isso seja feito de forma automática e remota. Com todas as informações em mãos, junto à capacidade de reação, a IoT promove uma economia de dinheiro em uma empresa, onde uma falha poderia ocasionar a parada da produção pois, em vez de estimativas das condições do equipamento, haveria dados reais que indicariam a necessidade de manutenção, evitando assim, uma parada inesperada.

2.2.3. Sistema de identificação por rádio frequência

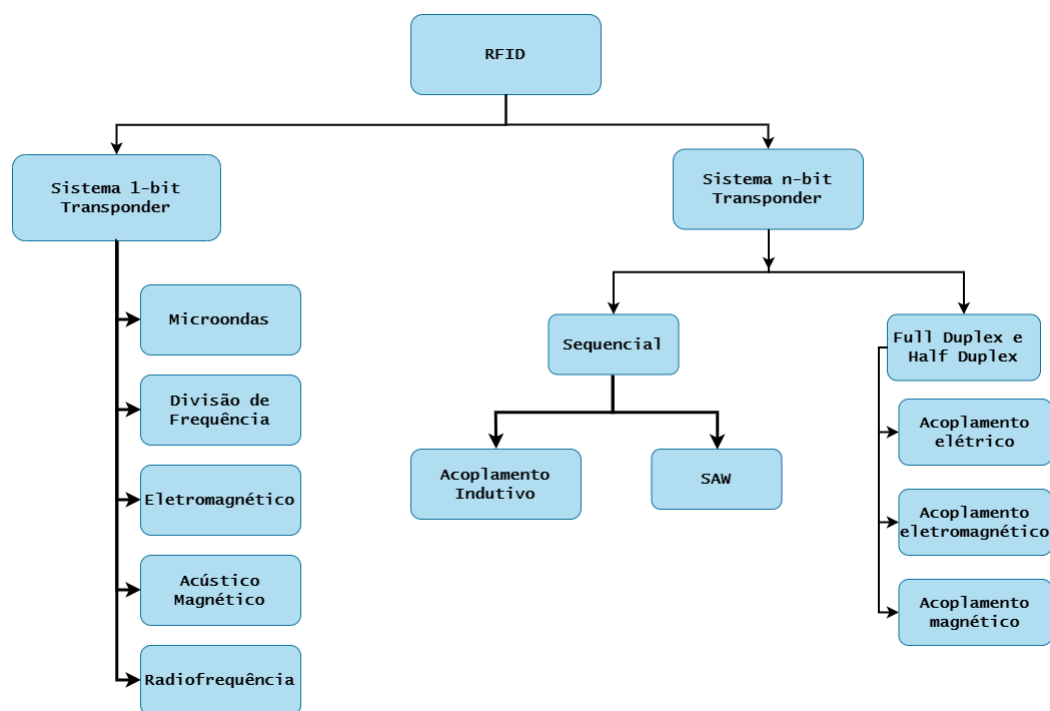
Uma das novas tecnologias que vem ganhando muito espaço atualmente são as RFID uma vez que, graças à difusão tecnológica, tornou seu acesso muito mais acessível e redução nos preços. As RFID's se destacam em meio aos outros sistemas de identificação pela sua agilidade, menor ocorrência de falhas e maior segurança. O sistema é composto por 4 partes: a *tag* ou *transponder*, antena, *middleware* ou receptor e o *software*, conforme ilustra o esquemático da figura 12.



A *tag* se constitui de uma etiqueta com um *chip* enclausurado onde são gravados os dados e poderá ter diversas dimensões, já o enclausuramento deverá ser com base no ambiente no qual a *tag* será utilizada. A antena poderá ser fixa ou móvel e sua função é receber e enviar os dados. O *middleware* realiza o tratamento dos dados, pois pode haver várias *tags* sendo conectadas simultaneamente. O *software* por sua vez, se encarrega de realizar o processamento dos dados adquiridos.

Já em relação às suas classificações, Pereira e Oliveira (2006) dizem que o sistema RFID pode ser categorizado em duas grandes divisões, cada uma com suas subdivisões, na figura 13 podemos observar de uma maneira melhor, cada categoria e suas respectivas subdivisões.

Figura 13 - Classificações do Sistema RFID



Fonte: Estudo da tecnologia de identificação por radiofrequência – RFID, adaptado.

Os sistemas *1-bit* que funcionam por meio de estímulos físicos e os sistemas *n-bits*, onde realmente ocorre um fluxo de dados entre a *tag* e o receptor.

2.3. Microcontroladores

Um microcontrolador é um tipo especial de circuito integrado (CI), pois ao contrário dos CI convencionais, que desempenham funções específicas, ele é capaz de ser programado e reprogramado em várias linguagens como por exemplo Python,

Java, C, C#, C++, Assembly, etc., para realizar a tarefa que bem desejarmos. Neste tópico abordaremos três microcontroladores diferentes, o TMS 1000, o Arduino UNO e o NodeMCU.

2.3.1. TMS 1000

De acordo com Aycok (2017), o primeiro microcontrolador a ser inventado, chamado de TMS 1000, figura 14, era um microcontrolador de 4 bits e com ROM e RAM incorporados, criado por dois engenheiros Gary Boone e Michael Cochram, que trabalhavam na Texas Instruments durante a década de 70.

Figura 14- Microcontrolador TMS1000



Fonte: <https://images.computerhistory.org/revonline/images/102711697p-03-02.jpg?w=600>

Ele foi criado com o intuito de ser utilizado internamente nas calculadoras da empresa e, posteriormente ele seria colocado à venda para as indústrias eletrônicas.

2.3.2. Módulo NodeMCU

O NodeMCU, figura 15, trata-se de uma placa criada em 2014 pela Espressif Systems, para o chip controlador ESP8266 ESP12, com o intuito de ser um ambiente *open-source* para facilitar o desenvolvimento de projetos e aplicações IoT.

Figura 15 - NodeMCU



Fonte: Autoria própria, 2019

O módulo possui algumas vantagens, como conversor USB serial integrado, baixo custo e consumo de energia, tamanho reduzido e suporte integrado a redes *WiFi*, possibilitando que sua programação possa ser via *Over The Air* (OTA). Oliveira (2016) nos lista algumas outras características do NodeMCU:

- Arquitetura RISC de 32 bits
- Processador pode operar em 80MHz / 160MHz
- 4Mb de memória *flash*
- 64Kb para instruções
- 96Kb para dados
- Pode ser alimentada com 5VDC através do conector micro USB
- Programável via USB ou *WiFi* (OTA)
- Compatível com a IDE do Arduino
- Compatível com módulos e sensores utilizados no Arduino

2.3.3. Arduino UNO

O Arduino foi surgido em 2005 por um grupo de pesquisadores que, de acordo com Thomsen (2017), tinham como objetivo criar um dispositivo funcional, barato e fácil de ser programado e de *hardware* livre, de maneira que fosse acessível para estudantes e entusiastas, e permitindo que eles o modifiquem como desejar, criando assim, uma placa composta por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada e saída que podem ser facilmente implementado através da sua *Integrated Development Environment* (IDE), com o uso de uma linguagem baseada em C/C++, utilizando um cabo USB.

O Arduino UNO ,figura 16, segundo a fabricante, é uma placa baseada no microcontrolador ATmega328, e é diferente de todas as placas anteriores pois não utiliza o chip controlador USB-*to*-serial da empresa FTDI, pois é apresentado como alternativa o uso do ATmega16U2 ou ao ATmega8U2 até sua versão R2 programado como um conversor USB-Serial. O uno significa um em italiano e este nome foi escolhido para marcar o lançamento da versão 1.0 da IDE.

Figura 16 - Arduino UNO



Fonte: Autoria própria, 2019

O Arduino UNO e a versão 1.0 da IDE são modelos de referência para a marca e estão evoluídas em novas versões. Algumas características do Arduino UNO são:

- 5V de tensão de funcionamento
- 14 Pinos de entrada/saída, 6 permitem saída PWM
- 6 Pinos de entrada analógica
- 32KB de Memória flash
- 1KB de EEPROM
- *Clock* de 16MHz

2.4. Estruturação do dispositivo

Como a parte estrutural do equipamento relacionada à movimentação será construída, este tópico visa introduzir alguns conceitos sobre motores elétricos, especificamente os de corrente contínua (CC) e os servomotores, acoplamentos e elementos de transmissão.

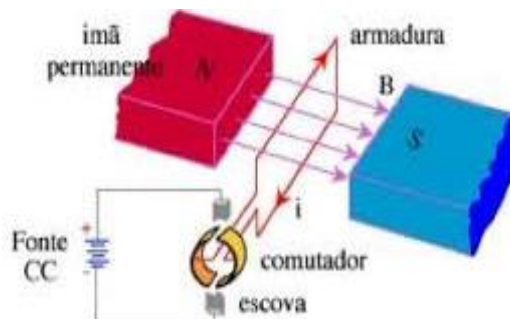
2.4.1. Motor de corrente contínua

Uma máquina elétrica, segundo Chapman (2013) é um dispositivo capaz de converter tanto a energia elétrica em energia mecânica bem como a energia mecânica em energia elétrica. E quando este dispositivo converte energia elétrica em mecânica, ele é chamado de motor. Cita também que motores elétricos são tão populares pelo fato de a energia elétrica ser limpa e eficiente, além de ser fácil de se transmitir e ser controlada e não requererem ventilação constante e nem combustível na forma em que é exigida por um motor a combustão. Um motor CC deve ser alimentado com tensão contínua, que poderá vir de pilhas, fontes ou baterias.

Segundo França (2001) os principais componentes de um motor CC podem ser classificados como rotor, comutador e estator. Onde o estator é alimentado diretamente pela fonte e pode ser constituído de ímãs permanentes ou bobinas, o comutador é um dispositivo mecânico onde estão conectados os terminais da espira do rotor (também conhecido como armadura) e tem a função de inverter o sentido da corrente que circula no rotor, que consiste de um enrolamento que é alimentado por uma fonte de tensão através do comutador. Na figura 17 podemos observar o conceito de seu funcionamento, onde o rotor possui uma única espira, e à medida que ele gira uma volta, sempre acaba encostando em uma escova, sempre alterando o sentido da

corrente que circula no rotor, evitando o equilíbrio eletromagnético e sempre gerando movimento.

Figura 17 - Funcionamento de um motor CC



Fonte: <http://acessopercon.com.br/percon/wp-content/uploads/2016/06/Motor-CC-.jpg>

De acordo com a WEG (2012), um motor elétrico CC apresenta vantagens como:

- Baixa relação peso / potência
- Alta eficiência
- Baixo nível de ruído
- Baixo momento de inércia
- Alta capacidade a cargas dinâmicas
- Construção robusta
- Alta resistência a vibrações

2.4.2. SERVOMOTOR

Um servomotor, figura 18, pode ser de corrente contínua (CC) ou corrente alternada (CA) e são utilizados quando há a necessidade de controle de posição, velocidade ou torque.

Figura 18 – Servomotor



Fonte: <https://www.orientalmotor.com.br/images/tecnico/servo-motor-structure.jpg>, adaptado.

Vidal (2017) nos explica os principais componentes de um servomotor: trata-se de um motor em conjunto com engrenagens e redutores que amplificam o torque. O encoder é um sensor medidor de posição, sendo geralmente um potenciômetro acoplado ao eixo do motor, e sua resistência elétrica é associada às diferentes posições do eixo. Também podem ser utilizados para medir a velocidade do motor, enquanto o controlador, como o próprio nome já diz, ele controla e corrige a posição do motor.

2.4.3. ACOPLAMENTOS

Um acoplamento é caracterizado por dois discos e as peças que realizam a união entre eles. A união pode ser feita por arraste de forma (pinos, ressaltos, garras etc.) ou por meio de forças superficiais de fricção, com uma força perpendicular que é normal a elas. Os acoplamentos são empregados para transmitir movimento de rotação de uma árvore motriz para uma árvore movida. (SENAI, 2015).

O funcionamento do acoplamento se dá com base na forma de união entre as partes, originando classes de acoplamentos, sendo elas: rígidas, móveis, elásticas e desacopláveis, cada um com suas próprias aplicabilidades.

2.4.4. ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO

Em um maquinário há muito trabalho e de passagem de energia, um sistema de transmissão mecânica permite a transferência de potência, energia e movimento a outros sistemas que fazem parte da máquina. (SOUZA,2019)

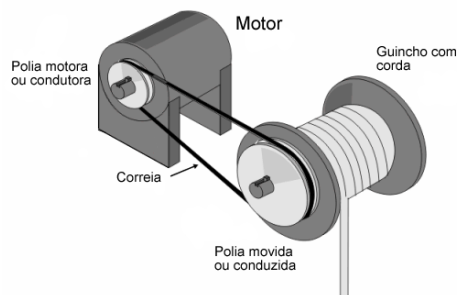
Este tópico tem como objetivo introduzir alguns dos meios existentes para a transmissão de energia: a transmissões por correia, a transmissão por corrente e a transmissão por engrenagem.

2.4.4.1. Transmissão por polias e correias

Segundo o SENAI (2015) este é um dos métodos mais antigos e utilizados, possuem a vantagem de terem um baixo custo inicial, um alto coeficiente de atrito e elevada resistência ao desgaste. Além de seu funcionamento ser silencioso, são flexíveis, elásticas e adequadas para grandes distâncias entre centros.

Podendo haver perfis planos ou em V, a transmissão de potência em um sistema de polia e correia, figura 19, ocorre através do atrito, que poderá ser simples ou múltiplo quando houver polias intermediárias de diâmetros diferentes.

Figura 19 – Transmissão por polia e correia



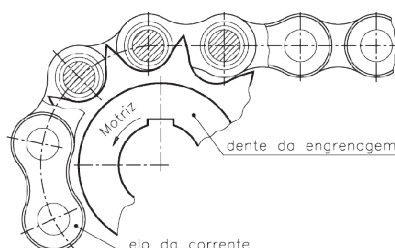
Fonte: <http://www.technologystudent.com/gears1/pully11a.gif>

A correia plana tem uma desvantagem em relação à em V por deslizar quando utilizada, gerando uma queda na transmissão da potência, enquanto a correia em V encaixa-se nos canais da polia, evitando o deslizamento. Portanto o uso da correia em V tem preferência em relação à plana, pois não possui deslizamento e gera algumas outras vantagens, como menor tensão prévia no momento da partida e poder ser empregada até 12 correias numa mesma polia. Tanto as correias como as polias de perfil V têm suas dimensões normalizadas e tabeladas, na figura 19 temos um exemplo de transmissão por polia e correia.

2.4.4.2. Transmissão por Correntes

Neste método a transmissão de potência é realizada através do engrenamento entre dentes de engrenagens e os elos da corrente, figura 20, portanto, não há deslizamento. Entretanto, para um funcionamento correto é necessário que as engrenagens estejam em um mesmo plano e os eixos estejam paralelos entre si. (SENAI, 2015)

Figura 20 - Engrenamento dos dentes nos elos da corrente



Fonte: <https://www.docsity.com/pt/apostila-sistemas-mecanicos/4702180/>

Geralmente é utilizada quando não se podem usar correias por causa de umidade, vapores, óleos, sujeira etc.

2.4.4.3. Transmissão por engrenagens

Também conhecidas por rodas dentadas, as engrenagens, figura 21, são elementos básicos na transmissão de potência entre árvores. Segundo o SENAI (2015) elas não deslizam e permitem redução ou aumento do momento tursor e mínimas perdas de energia, e alteração de velocidades, sem nenhuma perda de energia.

Figura 21 - Transmissão por engrenagens



Fonte:<https://www.highfieldgears.co.uk/wp-content/uploads/2017/08/gears-cogs-machine-machinery-159298-640x640.jpeg>

Para realizar mudança de velocidade e torção, é utilizada a relação entre os diâmetros, entretanto, vale lembrar que aumentando a rotação diminui-se o momento tursor e vice-versa. Portanto, em um par de engrenagens a maior delas sempre terá rotação menor e transmitirá um momento tursor maior, enquanto a menor sempre terá uma rotação maior e menor momento tursor.

3. DESENVOLVIMENTO

Com base nos conhecimentos adquiridos, se fez necessário o planejamento da estrutura do dispositivo através de um software de modelagem, 3D, para uma melhor idealização do projeto, para isto, utilizamos o Fusion360, e obtivemos dois designs diferentes para o dispositivo, um de carrossel vertical, figura 22, e outro horizontal, figura 23.

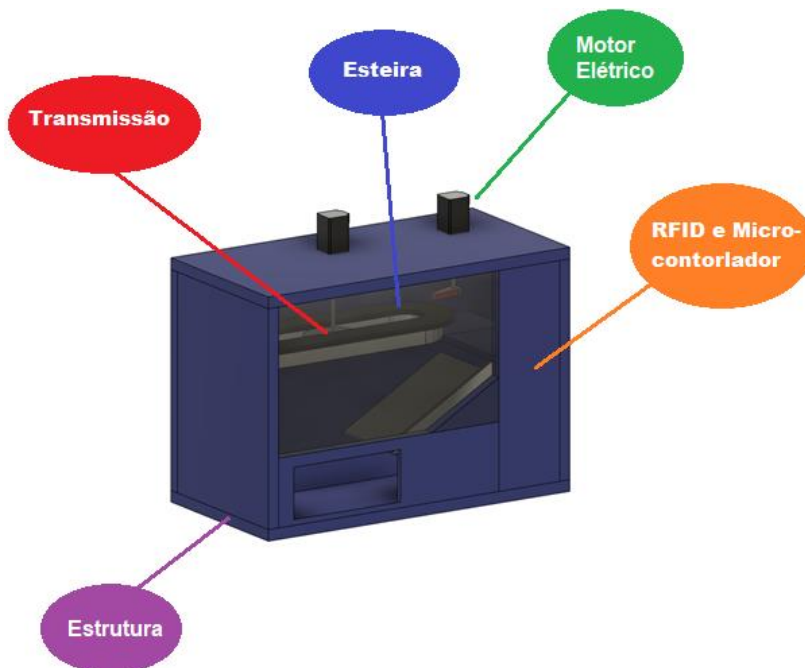
Figura 22 - Modelagem 3D do dispositivo vertical



Fonte: Autoria própria, 2019

O modelo de dispositivo vertical foi o primeiro a ser modelado, e utilizava um sistema de transmissão de polia e correia para movimentar verticalmente prateleiras com divisões internas, formando pequenas caixas, onde poderiam ser colocados os itens.

Figura 23 - Modelagem 3D do dispositivo horizontal



Fonte: Autoria própria, 2019

Já o segundo modelo, inspirado nos carrosséis verticais, utiliza um sistema de transmissão por corrente e engrenagem, para movimentar uma esteira com os produtos, onde um outro motor movimenta um braço que derruba os itens em uma canaleta. Também foram listados os possíveis componentes que poderiam fazer parte da estrutura do dispositivo, dentro de suas categorias:

- Motores:
 - Servomotor.
 - Motor DC.
 - Motor de passo.
- Microcontroladores:
 - NodeMCU.
 - Arduino Uno.
- Linguagens de programação:
 - C.
 - Python 3.
- Transmissão:
 - Polia e Correia.
 - Engrenagem e Corrente.
- Comunicação:
 - RFID.
 - Código de barras.

Dentre todas as possibilidades, as escolhidas foram: o dispositivo horizontal, o motor de passo, para o microcontrolador o Arduino UNO, para a programação foi escolhida a linguagem C, para a transmissão foi escolhida polia e correia e para comunicação foi escolhido o RFID. Os critérios de escolha dos componentes foram dados com base no custo e disponibilidade de uso, enquanto o critério da linguagem de programação foi por já haver conhecimento na linguagem. A estrutura será construída em papelão, também por haver material disponível para uso.

Partindo destas informações, as partes necessárias desenvolvimento do projeto físico pode ser descritas como:

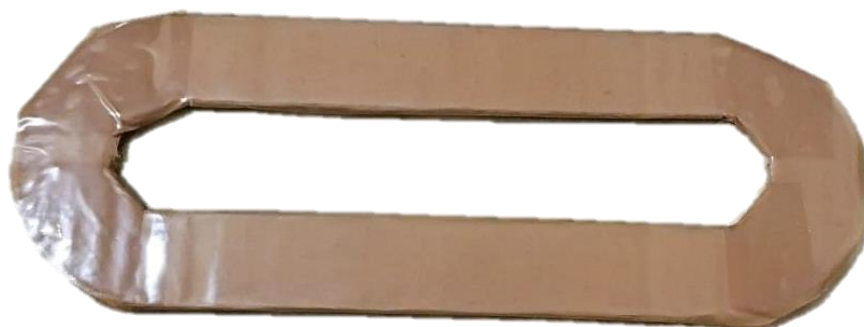
- Estruturação do dispositivo
- Desenvolvimento do circuito elétrico
- Desenvolvimento da programação
- Testes e funcionamento

3.1. Estrutura e componentes

Com o modelo escolhido, o próximo passo se resume na atribuição das medidas desejadas para a criação dos desenhos 2D de cada peça que irá compor o dispositivo, para então realizarmos a construção física de cada componente e juntá-los para formar o conjunto, que consiste na estrutura completa. O tópico focará na apresentação das partes físicas reais do projeto.

A construção da caixa foi feita em partes, sendo montada como se fosse um brinquedo de montagem “lego”, até que tomasse sua forma completa, sendo assim, com o material reunido (algumas caixas de papelão de tamanhos variados), se fez necessário cortá-lo nessas partes, além de um revestimento com fita adesiva, mostrado na figura 24.

Figura 24 - Esteira, revestida com fita e sem tinta.



Fonte: Autoria própria, 2020

Para acabamento foi passada uma camada de tinta spray prata para a corrente, a engrenagem e a rampa, esta última pode ser observada na figura 25, para a esteira foi optado por manter sem tinta para dar a ela um destaque maior.

Figura 25 - Rampa, revestida e pintada com spray prateado.



Fonte: Autoria própria, 2020

A pintura para as partes estruturais foi feita com tinta spray preta e a junção de todas as peças do conjunto foram unidas através de cola quente e as arestas revestidas com fita isolante. A figura 26, mostra a estrutura completa.

Figura 26 - Estrutura completa, vista frontal



Fonte: Autoria própria, 2020

Para um melhor entendimento sobre as partes separadas da estrutura, podemos encontrar todas as partes em desenho 2D cotadas no apêndice A.

3.2. Circuito Elétrico

A junção de todos os componentes, utilizando o módulo de rádio frequência, o motor de passo e o *driver* para o motor, além de outros componentes comuns, como resistores, leds e fios jumpers, que podem ser encontrados no quadro 2 nos resultam no circuito elétrico.

Quadro 2 - Lista de componentes do circuito

Componente	Quantidade
Led Verde	1
Led Vermelho	1
Motor 28BYJ-48	1
Módulo MFRC522	1
Resistor 10K	2
Resistor 220	2
Botão	2
Protoboard	1
Arduino UNO	1
Tag RFID	4
Jumpers	25

Fonte: Autoria própria, 2020

O módulo MFRC522, figura 27, pode ser usado em comunicações em uma frequência de 13,56MHz e possui a função de reconhecer e realizar a leitura do conteúdo das *tags*, que se aproximarem dele.

Figura 27 - Módulo MFRC522



Fonte: Autoria própria, 2020

As *tags*, figura 28, apesar de não estarem conectadas no circuito, possuem papel fundamental, tendo em vista que ele só cumprirá seu propósito à partir do momento em que alguma delas forem aproximadas do sensor.

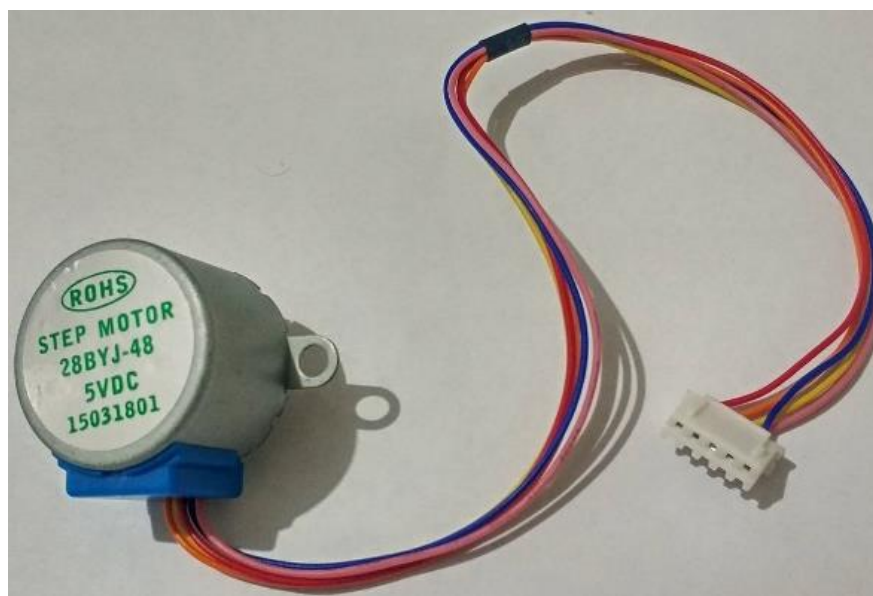
Figura 28 - Tags RFID



Fonte: Autoria própria, 2020

O motor que desempenhará a função do braço distribuidor, o motor de passo 28BYJ-48, figura 29, é um motor do tipo unipolar, e possui 4 enrolamentos conectados juntos, que chamamos de fases, ele opera a uma tensão de 5 Volts e consome baixa corrente e não pode ser utilizado com *drivers* para motores bipolares.

Figura 29- Motor de passo 28BYJ-48



Fonte: Autoria própria, 2020

O módulo *driver*, figura 30, só possui um único chip, o ULN2003, o que possui sete transistores Darlington e todas as saídas têm o coletor aberto e diodos de supressão

Figura 30 - *Driver* do motor de passo

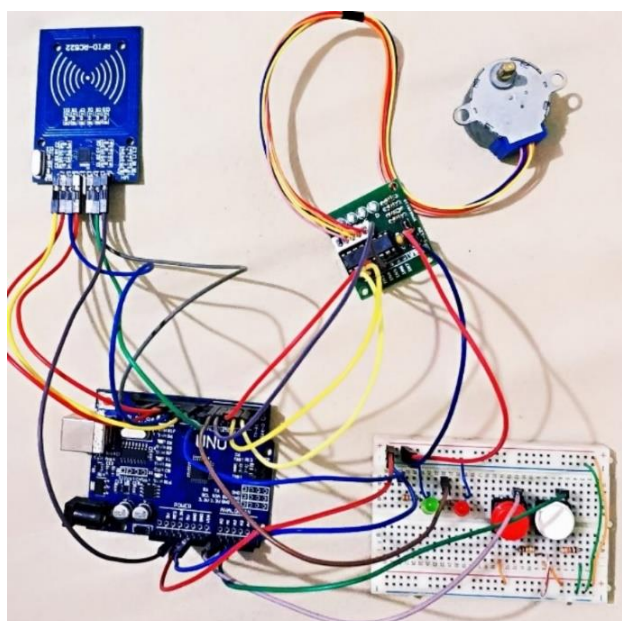


Fonte: Autoria Própria, 2020

Os transistores suportam tensões de até 50 V e correntes de até 500 mA. Todas as entradas IN1, IN2, IN3 e IN4 são compatíveis com sinais do tipo *Transistor-Transistor Logic* (TTL) e *Complementary Metal-Oxide Semiconductor* (CMOS), com limite de 5V. O pino comum tem que ser conectado na tensão de alimentação do motor, no nosso caso, 5V.

A junção dos componentes na protoboard forma o circuito completo do nosso dispositivo e, ao realizar a montagem obtemos o circuito mostrado na figura 31.

Figura 31 - Circuito montado



Fonte: Autoria própria, 2020

Foi criado também um desenho deste mesmo circuito via software, que pode ser encontrado no apêndice B.

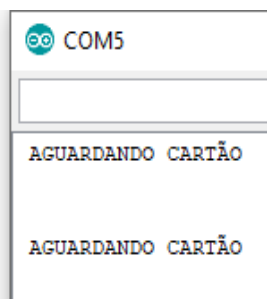
3.3. Testes e resultados

Este tópico tem como objetivo relatar e comentar as etapas de testes realizados durante o desenvolvimento de determinadas partes do código, que pode ser por completo no apêndice C.

Após as definições de variáveis programação do *setup* do arduino, o *loop* é bem pequeno pois utiliza uma função chamada *leituraRfid*, que aguarda até que alguma *tag*, podendo ser a 1, a 2, a 3 ou a 4, se aproxime do nosso sensor. Enquanto isso, utilizamos a IDE (*Integrated Development Environment*) do arduino como display, imprimindo que está aguardando a aproximação do cartão, que pode ser observada na figura 32.

Figura 32- Loop do Arduino

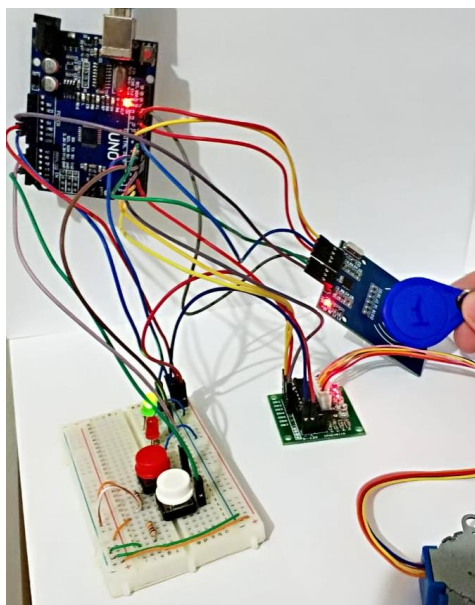
```
//----- LOOP DO ARDUINO -----//
void loop() {
  leituraRfid(); //CHAMA A FUNÇÃO RESPONSÁVEL PELA VALIDAÇÃO DA TAG RFID
  Serial.println(" AGUARDANDO CARTÃO \n \n"); // AGUARDA A APROXIMAÇÃO DE UMA TAG
  delay(3500);
}
```



Fonte: Autoria própria, 2020.

Caso a *tag* 1 se aproxime do sensor, figura 33, ele a identifica e acende o led verde, caso a quantidade de acessos não tenha ultrapassado o limite, e espera até que algum botão seja pressionado, enquanto imprime no monitor serial uma mensagem para realizarmos a escolha do item, e também nos imprime o valor analógico da tensão nos botões do circuito, sendo 1024 o maior valor um valor decimal que pode ser impresso, indicando uma tensão de 5V no botão, e 0 o menor valor decimal que pode ser impresso na tela, indicando que não há tensão no botão. Caso a *tag* 1 tenha excedido o limite, o led vermelho será acionado.

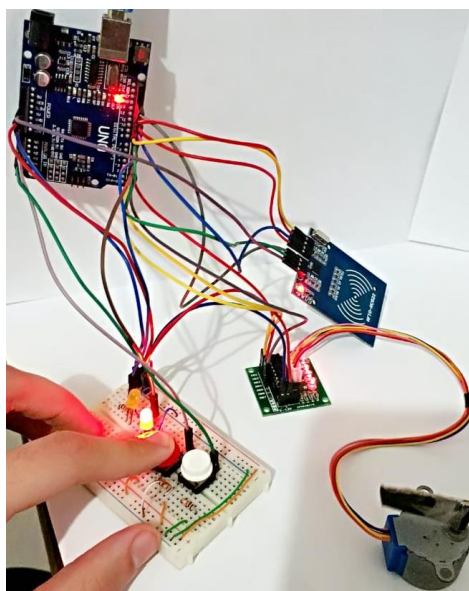
Figura 33 - Validação da tag 1



Fonte: Autoria própria, 2020.

Quando escolhemos o botão 1, figura 34, o monitor serial imprime qual item foi escolhido e começa o movimento do motor da esteira.

Figura 34 - Escolha do botão 1

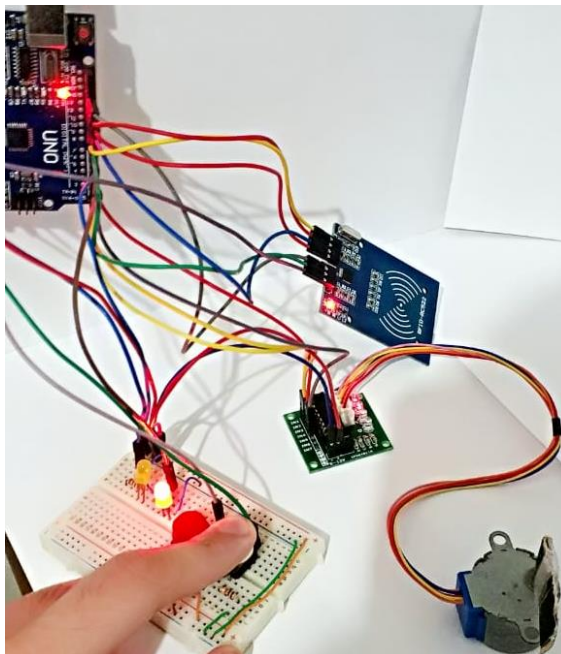


Fonte: Autoria própria, 2020

O motor da esteira, neste caso simulado com o led vermelho aceso pelo tempo de 5 segundos, funcionará até chegar na posição de despacho, ao chegar na posição, braço do motor realiza o movimento para derrubar o item na rampa.

O botão 2, figura 35, tem como finalidade cancelar a operação, imprimindo no monitor serial que a operação foi cancelada e acendendo o led vermelho.

Figura 35 - Escolha do botão 2



Fonte: Autoria própria, 2020

Há também um bloco destinado para o caso de ambos os botões sejam pressionados, figura 36, onde o led vermelho acende e é impresso uma mensagem de erro no monitor serial, esta é a única condição onde o acesso não é contabilizado.

Figura 36 -Bloco de código dos botões 1 e 2 pressionados

```
//----- BOTÃO 1 E 2 PRESSIONADOS -----
else if((EB2 >=800 && EB1 >= 400) ){ // CASO AMBOS BOTÕES SEJAM PRESSIONADOS
digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO
Serial.print(" \t ERRO!! \n \t NOVA LEITURA NECESSÁRIA \n");
acessol = acessol-1;
delay(400); //INTERVALO
digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERMELHO
delay(500); //INTERVALO
}
}

//----- FIM DO LEITOR 1 -----
```

COM5

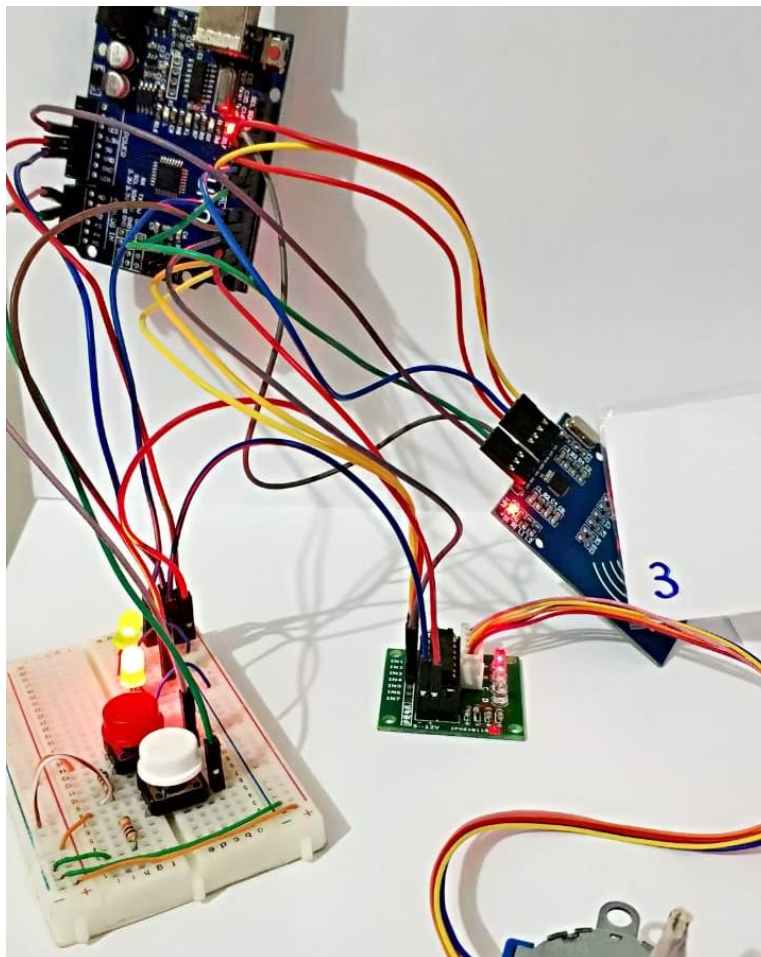
Olá! Por favor escolha um item.
 valor do botão 1:99
 valor do botão 2:97
 valor do botão 1:906
 valor do botão 2:902
 ERRO!!
 NOVA LEITURA NECESSÁRIA

Auto-rolagem Show timestamp

Fonte: Autoria própria, 2020

Quando aproximamos a *tag* 3, figura 37, que foi considerada como um cartão “administrativo” sua função é destinada ao bloqueio das *tags* operacionais (como a *tag* 1, por exemplo) aumentando a quantidade da variável em que é armazenada os acessos.

Figura 37 - Leitura da *tag* 3

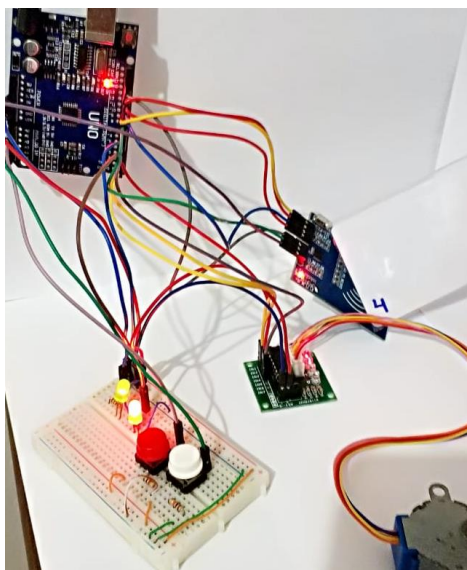


Fonte: Autoria própria, 2020

Assim como as outras *tags*, ela também imprime no monitor serial que os acessos foram bloqueados, sua sinalização física se dá pelos leds verde e vermelho piscam num curto intervalo de tempo.

A *tag* 4, figura 38, também é considerada um cartão administrativo, onde sua função se resume a resetar os acessos de todas as *tags* operacionais, também imprimindo no monitor serial que os acessos foram resetados. Fisicamente se diferencia do leitor 3 por acender os dois leds e mantê-los aceso por um período mais longo.

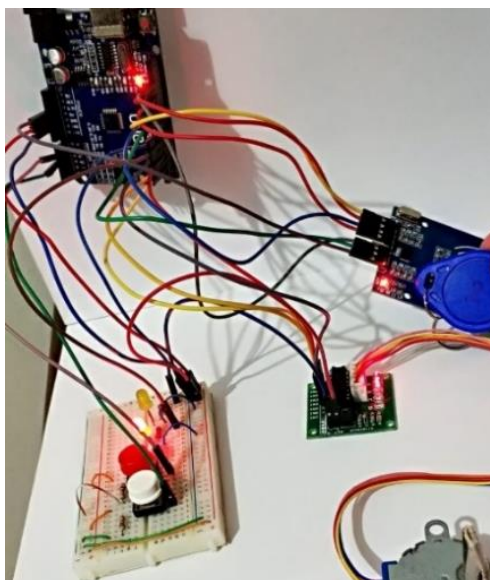
Figura 38 - Leitura da tag 4



Fonte: Autoria própria, 2020

No final temos o bloco com a última condição, figura 39, caso uma *tag* que não esteja cadastrada no sistema, ou uma *tag* com a quantidade de acessos acima do limite permitido seja aproximada.

Figura 39 - Leitura de tag não cadastrada



Fonte: Autoria própria, 2020

Assim como os blocos anteriores, ele também imprime na saída do monitor serial, a mensagem de cartão não cadastrado ou acima da quantidade acessos permitidos.

4. Considerações Finais

Este tópico é destinado para a apresentação das conclusões finais em relação aos resultados obtidos, as dificuldades encontradas e as soluções para superá-las, também há sugestões de trabalhos futuros para a aprimoração do projeto.

4.1. Conclusão

O projeto foi desenvolvido para um tipo de item por esteira, podendo haver mais esteiras para itens diferentes, resultando no aumento do tamanho da estrutura. O código desenvolvido é executado de forma eficiente, reconhecendo cada *tag* individual, os estados dos botões, o led vermelho simulando o motor, com o motor de passo realizando o movimento de entrega do item e, quando alcançado o limite de acessos imposto às *tags*, cumprindo a proposta do dispositivo.

Considerando também o momento atual em que vivemos, na pandemia do novo Coronavírus o dispositivo também se mostra uma alternativa para evitar contato direto entre os funcionários, reduzindo as chances de contaminação, podendo então, ter seu uso ampliado para outros tipos de itens, além dos EPIs.

4.2. Projetos Futuros

Com base nos resultados obtidos observamos que algumas adaptações podem ser feitas para melhoria do projeto:

- Implementação IoT

Para que se possa ter um relatório com os dados de uso da máquina para facilitar reposição de itens através de notificações, coleta de dados em relação à frequência de saída e tempo de uso de cada tipo de EPI.

- Guardar Acessos

Como observado, sempre que a máquina for desligada intencionalmente ou em eventuais quedas de energia, a quantidade acessos de cada *tag* é redefinida ao 0, a proposta de solução a isto é guardar as informações de acesso na memória EEPROM do arduino ou a utilização de uma bateria.

- Exibir mensagens

Implementar um *liquid crystal display* (LCD) para que as mensagens impressas no monitor serial sejam mostradas para os operadores, tendo em vista que o monitor serial do arduino é visível apenas na IDE do arduino.

- Implementação no código para cadastro de nova *tag*

A proposta é que seja adicionada na programação um bloco destinado ao cadastro de novos cartões e suas funcionalidades, através da leitura pela máquina e utilizando botões para dizer o tipo de cartão (operacional ou administrativo). Tendo em vista que no projeto apresentado as identificações foram feitas previamente e já incorporadas no código.

- Construção da estrutura física

É proposto a construção de uma estrutura funcional do dispositivo para funcionar em conjunto com o hardware, dado que a construída serve apenas como uma maquete em tamanho real, para uma melhor visualização e entendimento do projeto.

5. REFERÊNCIAS

COMO CÓDIGOS DE BARRAS FUNCIONAM? Disponível em: <<https://codigosdebarrasbrasil.com.br/como-coacutedigos-de-barras-funcionam.html>> Acesso em 02 nov. 2019

Série Histórica dos Acidentes de Trabalho (CAT). Disponível em: <<https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=frequenciaAcidentes>>. Acesso em 02 nov. 2019

Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Publicado em 13 de outubro de 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso em 25 de out. 2019

SOARES, VASCONCELLOS, Heraldo. **Códigos de barras: a presença visível da automação.** São Paulo, v. 31, n. 1, p. 59-69, Mar. 1991. Revista de administração de empresas. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901991000100009> Acesso em 09 nov. 2019

SANTOS, H. O. André, **Redes de Comunicação de Dados Principais Conceitos** publicado em 12 de dezembro de 2016 <<https://www.uniaogeek.com.br/redes-de-comunicacao-de-dados-principais-conceitos/>> Acesso em 06 nov. 2019

Como Funciona o RFID, publicado em 20 de julho de 2015, disponível em: <<http://www.afixgraf.com.br/como-funciona-rfid/>> Acesso em 09 nov. 2019

BAKER, E. F. **Industry Shows its Stripes - A new Role for Bar Coding.** Nova York, AMA Publishing, 1985, p. 14.

Molloy, D. (2016). **Exploring Raspberry Pi: Interfacing to the Real World with Embedded Linux.** New York: Wiley.

Lopez Research LLC. **Uma introdução à Internet das Coisas (IoT),** São Francisco, Califórnia, publicado em novembro de 2013

ASHTON, Kevin. **That “Internet of Things” Thing** - The RFID Journal, publicado em Jun. 2009, Disponível em: <<https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>> Acesso em 17 nov. 2019.

O fascínio do antigo Egito. Disponível em: <<https://www.fascinioegito.sh06.com/index.html>>. Acesso em 17 nov. 2019.

OLIVEIRA, Alessandro de Souza; PEREIRA, Milene Franco. **Estudo da tecnologia de identificação por radiofrequência – RFID.** 2006. 94 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

Egito Antigo, Disponível em: <<https://www.egitoantigo.net/introducao-egito-antigo.html>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

GODOY, Bianca. **Tipos de estoque: descubra qual é o melhor para a sua empresa** publicado em 25 de maio de 2016 Disponível em: <<https://www.mandae.com.br/blog/tipos-de-estoque-qual-e-o-melhor-para-a-sua-empresa/>>. Acesso em 17 nov. 2019.

Tipos de estoques: você sabe quais são os principais? Disponível em: <http://universidadeestoque.com.br/blog/index.php/tipos-de-estoque-voce-sabe-quais-sao-os-principais/>>. Acesso em 17 nov. 2019.

Um pouco de história: saiba mais sobre a evolução da armazenagem! Disponível em: <<https://www.bloglogistica.com.br/infraestrutura/um-pouco-de-historia-saiba-mais-sobre-a-evolucao-da-armazenagem/>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

O QUE É MICROPROCESSADOR? 2015. Disponível em: <<https://robsoniguaba.blogspot.com/2015/12/o-que-e-microprocessador.html?m=1>> Acesso em 27 nov. 2019

Aycock, Steve. **A história dos microcontroladores.** Disponível em: <https://www.ehow.com.br/historia-microcontroladores-info_42970/>. Publicado em 21 de novembro de 2017. Acesso em 28 nov. 2019.

Editorial: Linguagens de Programação para Sistemas Embarcados. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/editorial-linguagens-para-sistemas-embarcados/>> Acesso em 28 nov. 2019

MICROCONTROLADORES - QUAL A MELHOR LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO? Disponível em: <http://www.arnrobotics.com.br/eletronica/linguagem_de_programacao_escolha.htm>. Acesso em 28 nov. 2019

O básico sobre os Microcontroladores – parte 1 (MIC139) Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/electronica/52-artigos-diversos/13263-obasico-sobre-os-microcontroladores-parte-1-mic139>> Acesso em 28 nov. 2019

THOMSEN, Adilson. **O que é Arduino?** <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>> Acesso em 28 nov. 2019

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Tecnologia Mecânica Vol. II** São Paulo: SENAI-SP Editora, 2015. 216 p. ISBN 978-85-8393-215-4.

CHAPMAN, S. J. **Fundamentos de máquinas elétricas**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

Motores de Corrente Contínua. Publicado em dezembro de 2012. Disponível em: <<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h19/h74/WEG-motores-de-corrente-continua-50005370-catalogo-portugues-br.pdf>> Acesso em 28 nov. 2019

Motor elétrico. Disponível em: <<http://acessopercon.com.br/percon/motor-eletrico/>> Acesso em 28 nov. 2019

FRANÇA, M. L. André. **Motores elétricos de corrente contínua e universal**. Publicado em 2001 (data estimada). Disponível em: <https://cdn.hackaday.io/files/9127390489568/motor_cc.pdf> Acesso em 28 nov. 2019

O que são Servomotores e como funcionam? Publicado em 02 de abril de 2015. Disponível em: <<https://electricconcept.blogspot.com/2015/04/o-que-sao-servomotores-e-como-funcionam.html>> Acesso em 28 nov. 2019

VIDAL, Victor. **Servo motor com arduino: Conheça aplicações e aprenda a usar**. Publicado em 18 de julho de 2017 Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/servo-motor-para-aplicacoes-com-arduino/>> Acesso em 28 nov. 2019

SOUZA, Gabriel. **Elementos de transmissão mecânica: entenda a importância desses ativos para sua indústria**. Publicado em 30 de janeiro de 2019. Disponível em: <<https://blog.acoplastbrasil.com.br/elementos-de-transmissao-mecanica/>> Acesso em 28 nov. 2019

Prazo de Validade de EPIs. Publicado em 15 de fevereiro de 2017. Disponível em: <<https://www.lbmdata.com.br/prazo-de-validade-de-epis/>> Acesso em: 08 dez. 2019

Validade do CA x Validade do EPI. Publicado em 08 de janeiro de 2018. Disponível em: <<https://www.prometalepis.com.br/blog/19-validade-do-ca-x-validade-do-epi/>> Acesso em: 08 dez. 2019

The History of Vending Machines. Publicado em 11 de fevereiro de 2020. Disponível em: <<https://www.thoughtco.com/the-history-of-vending-machines-1992599>>. Acesso em 09 de jun. 2020.

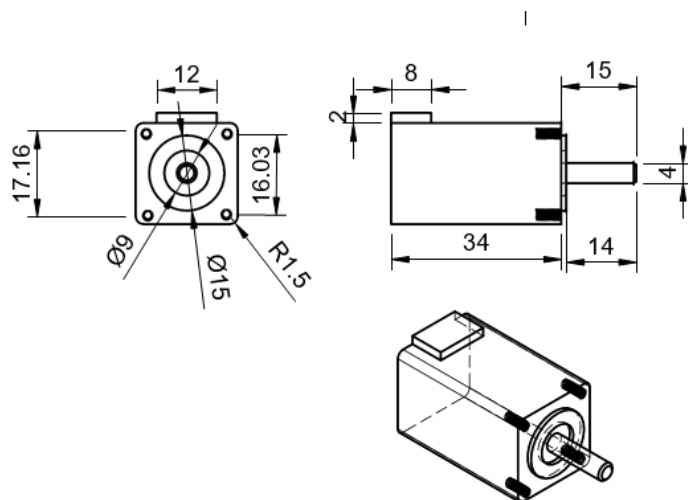
Popularização das Vending Machines no Brasil. Publicado em 04 de julho de 2019. Disponível em: <<http://wdvending.com.br/popularizacao-das-vending-machines-no-brasil/>>. Acesso em 09 de jun. 2020.

RODRIGUES, P. R. A. **Gestão estratégica da armazenagem.** 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2007.

CORREA, Juan. **Vending Machine: Como Validar Sua Ideia No Mercado.** Publicado em 30 de junho de 2017. Disponível em: <<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/projetos-mecanicos/vending-machines/>>. Acesso em: 27 de maio de 2020.

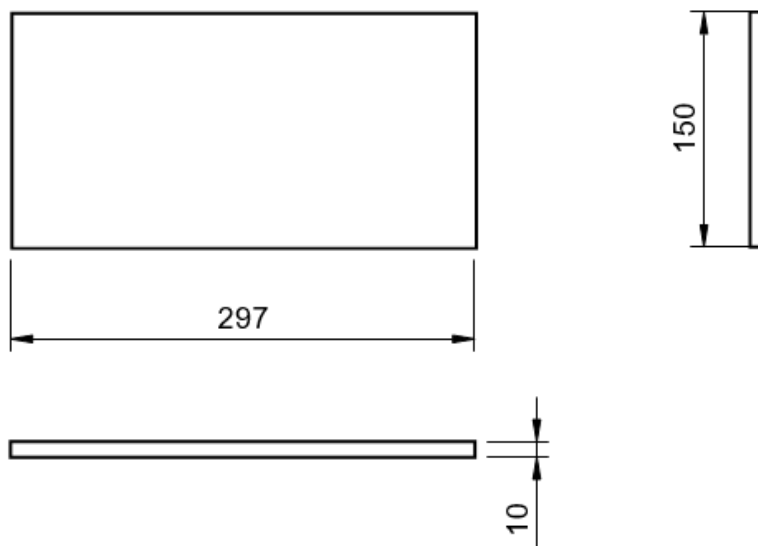
APÊNDICE A - Desenhos 2D dos componentes da estrutura do dispositivo

Figura 40 - Motores



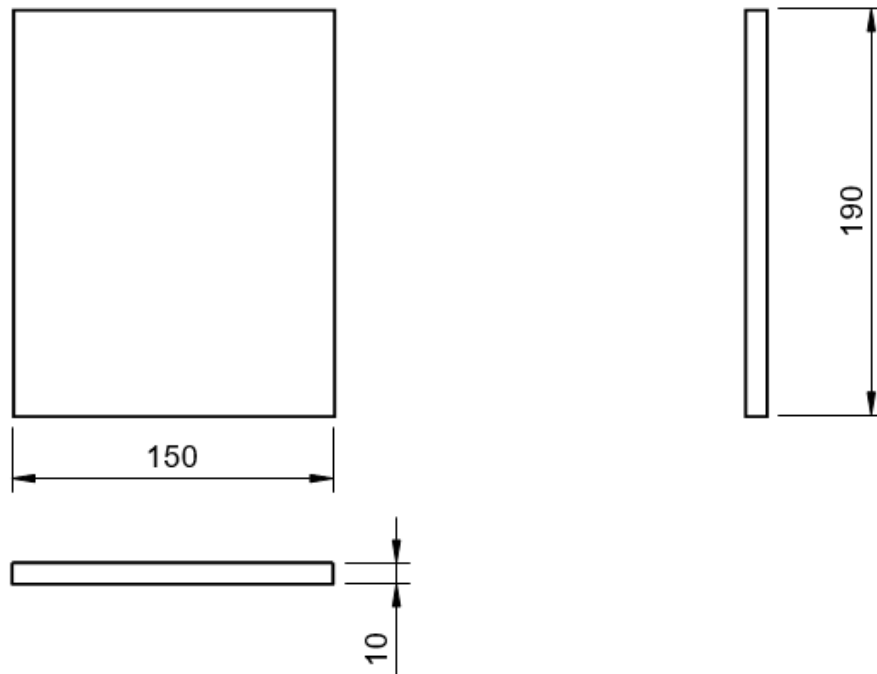
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 41 - Topo e base



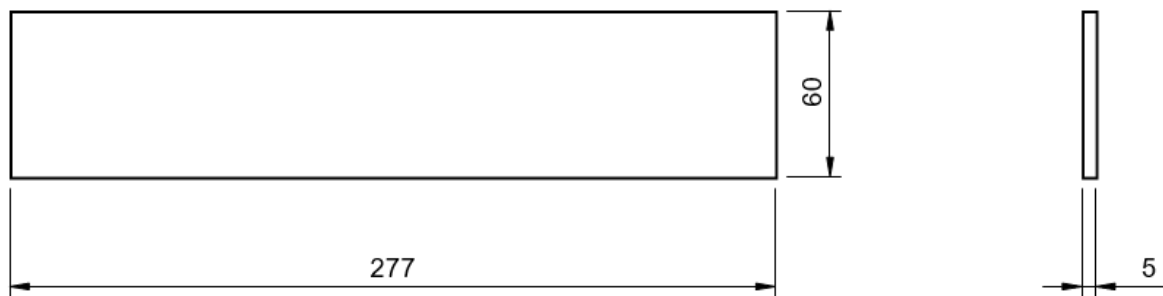
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 42 - Laterais



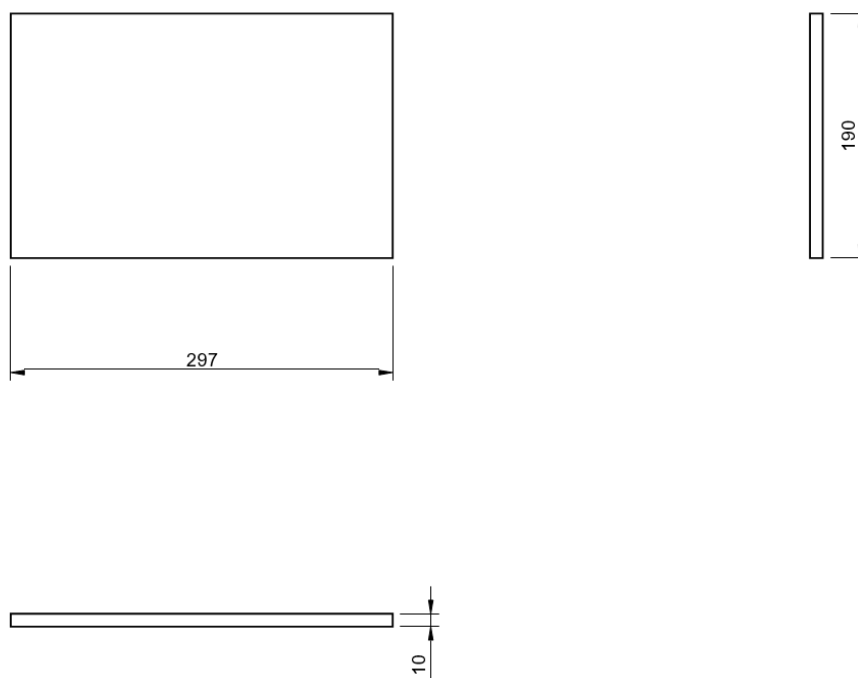
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 43 - Base interna - Comprimento



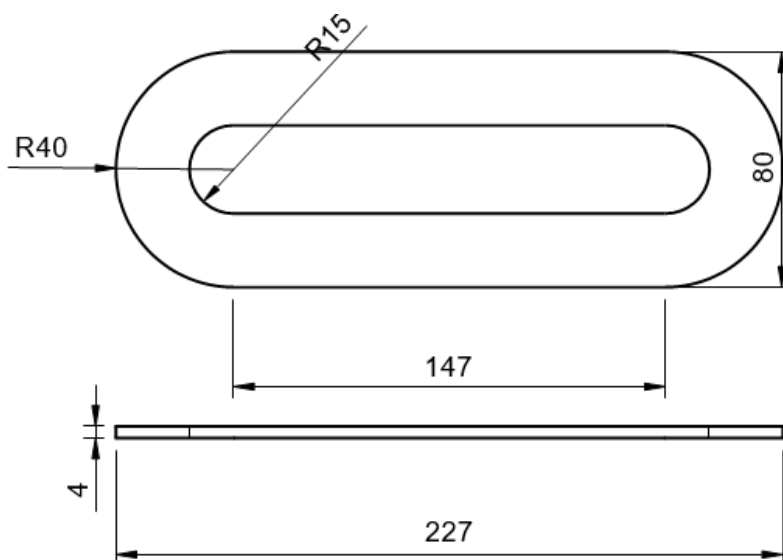
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 44 - Traseira



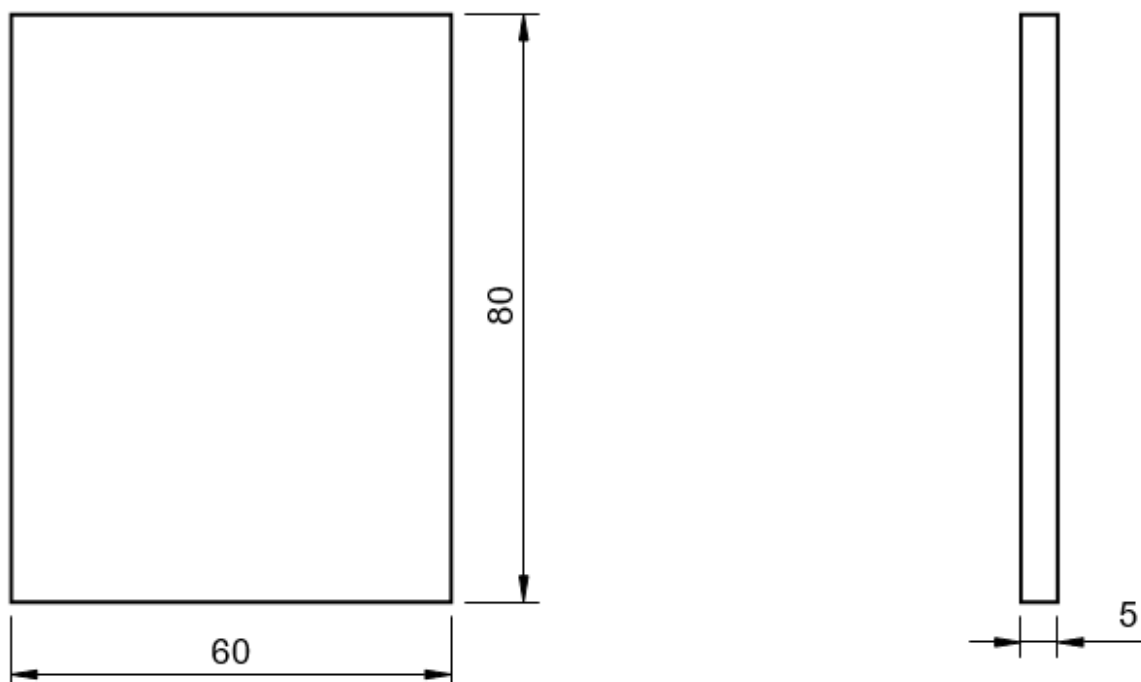
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 45 - Esteira



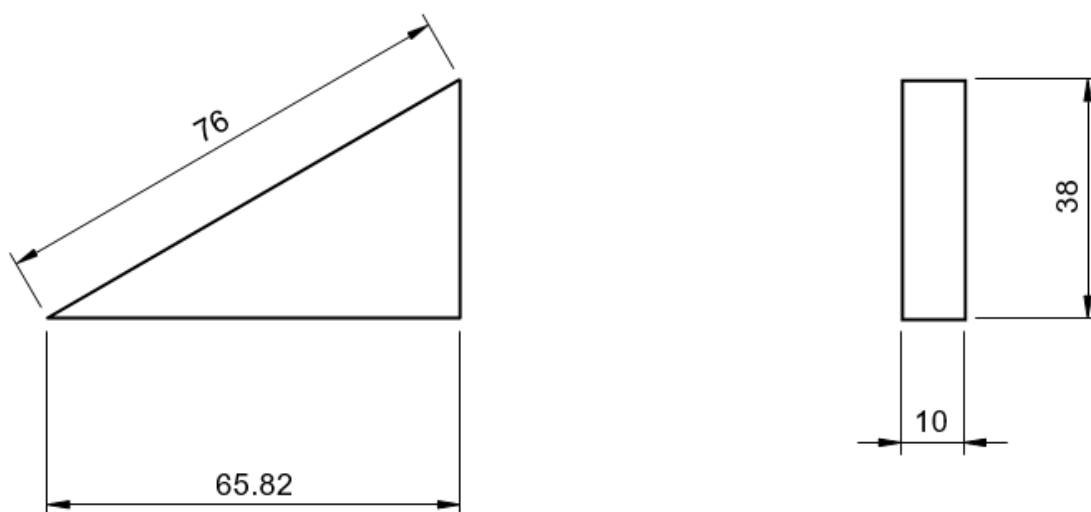
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 46 - Base interna - Parte frontal



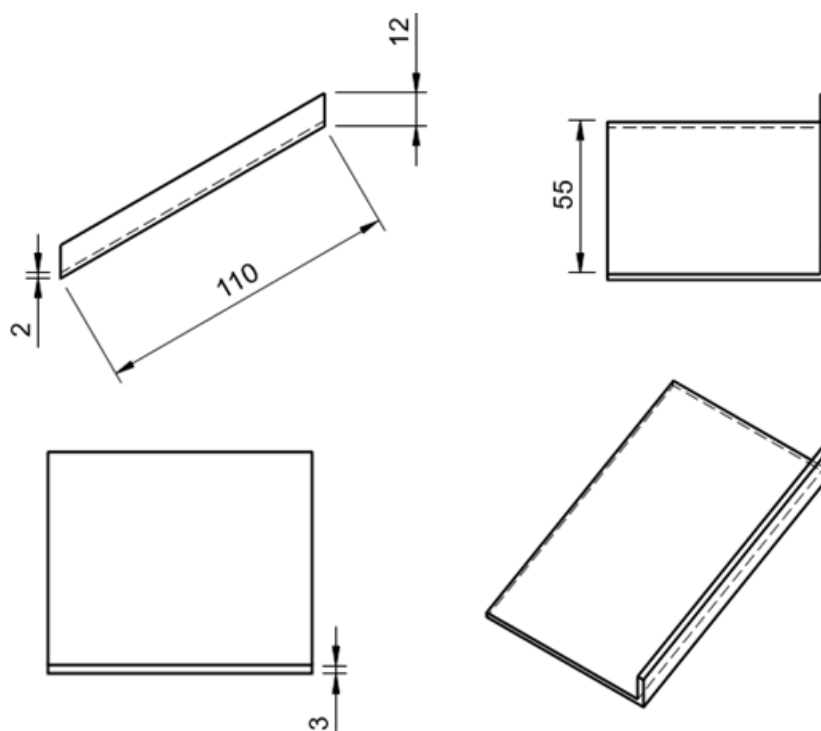
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 47 - Triângulo da frontal



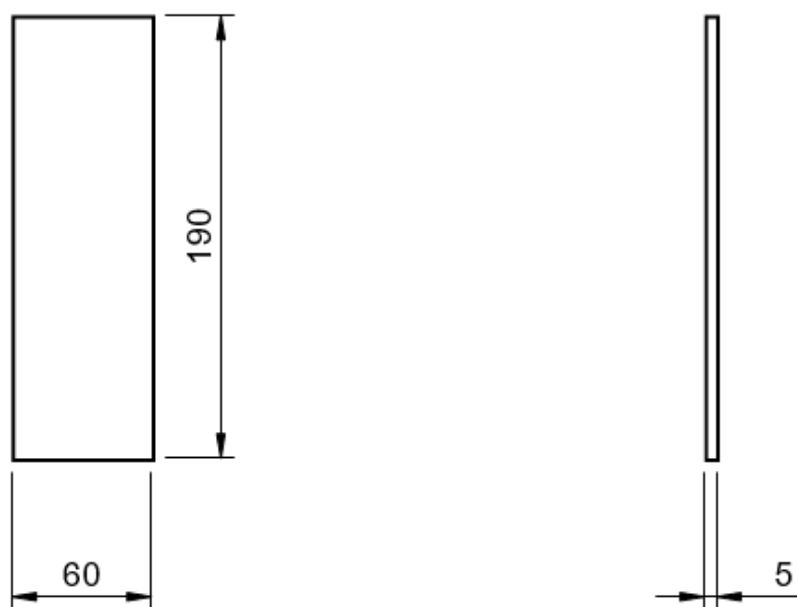
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 48 - Rampa



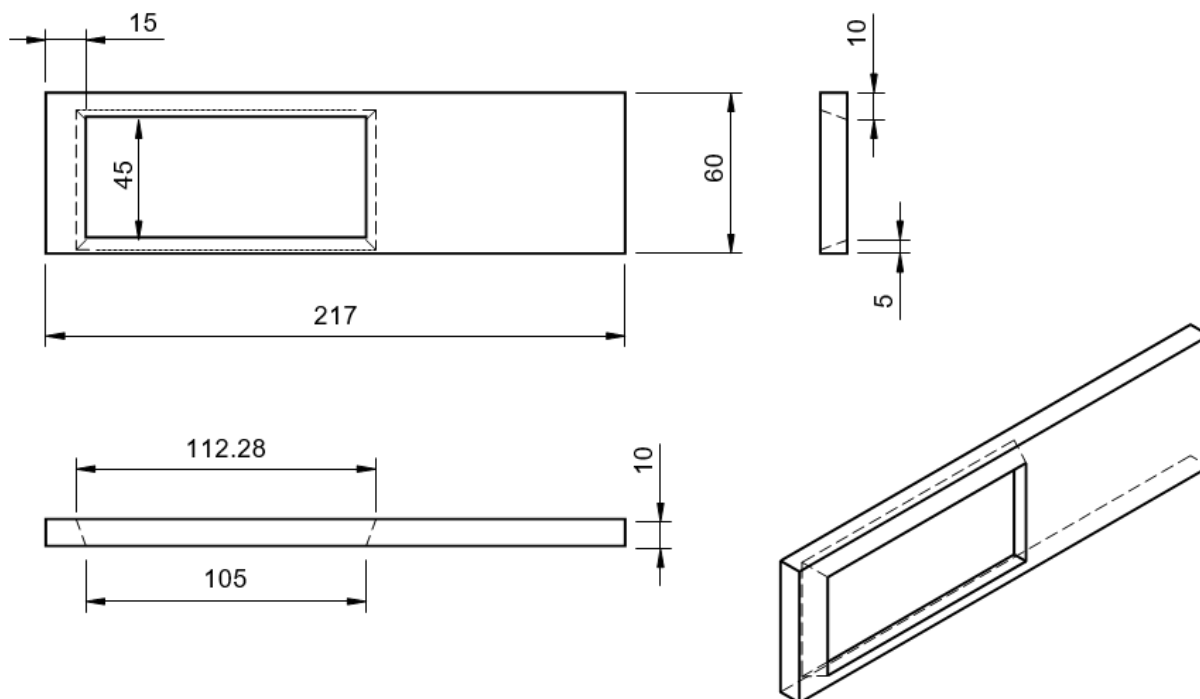
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 49 - Painel



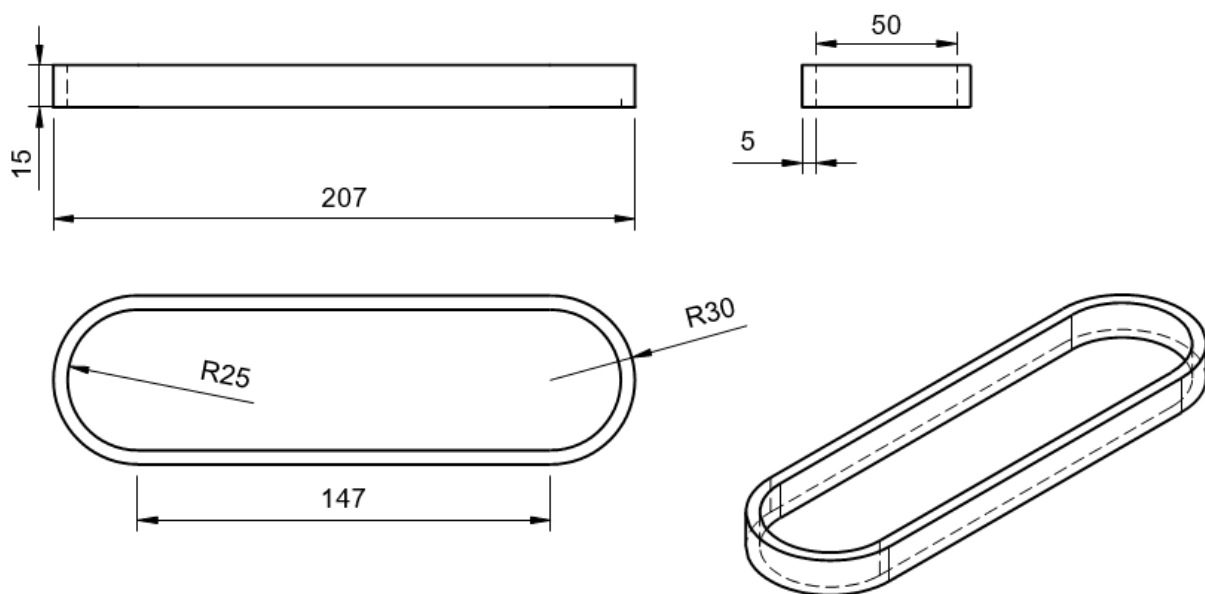
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 50 - Frontal



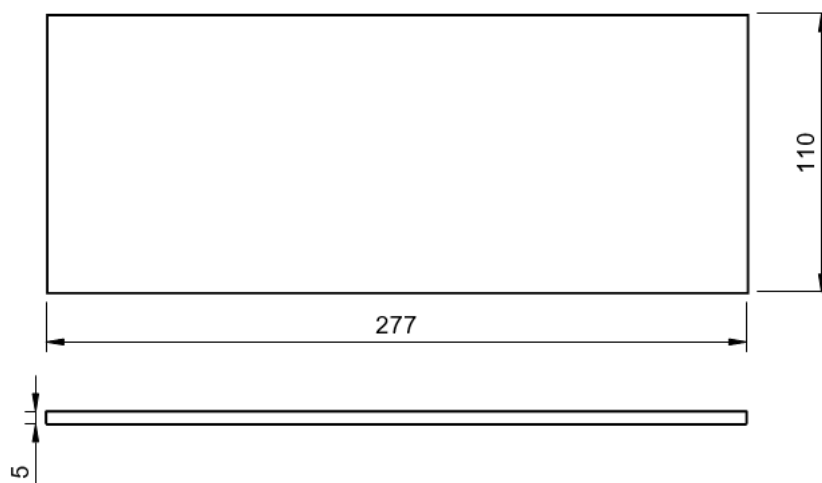
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 51 - Corrente



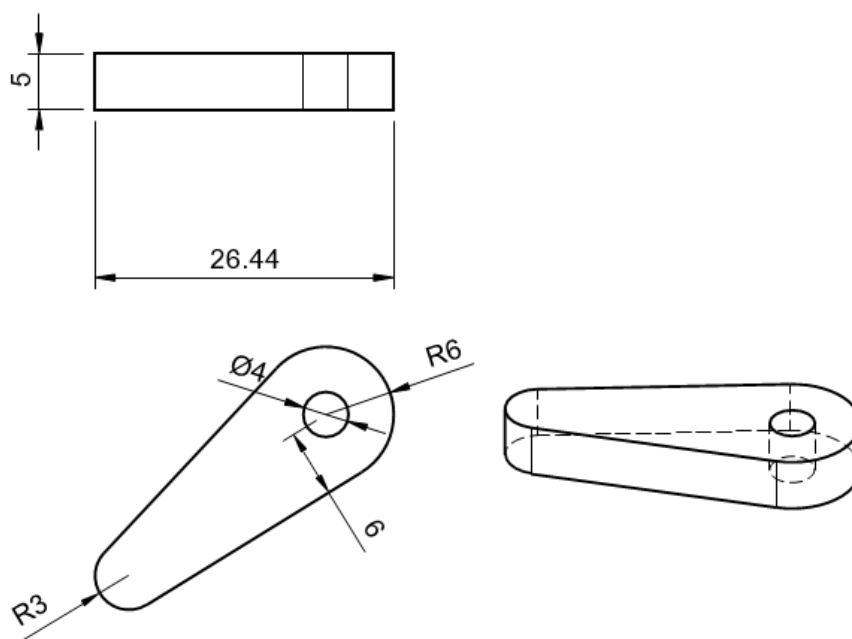
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 52 - Divisória inteira



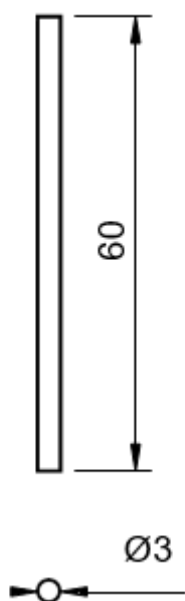
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 53 - Braço do motor



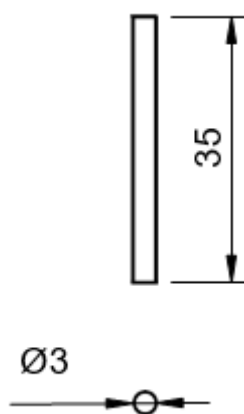
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 54 Haste engrenagem



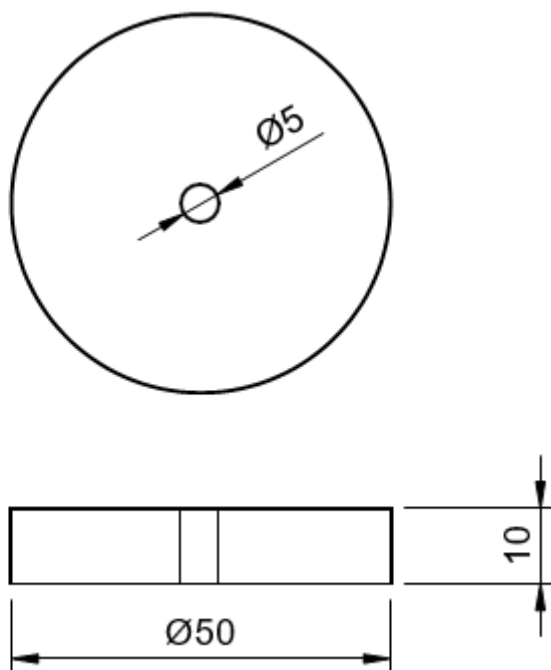
Fonte: Autoria própria, 2020

Figura 55 - Haste Motor



Fonte: Autoria própria, 2020

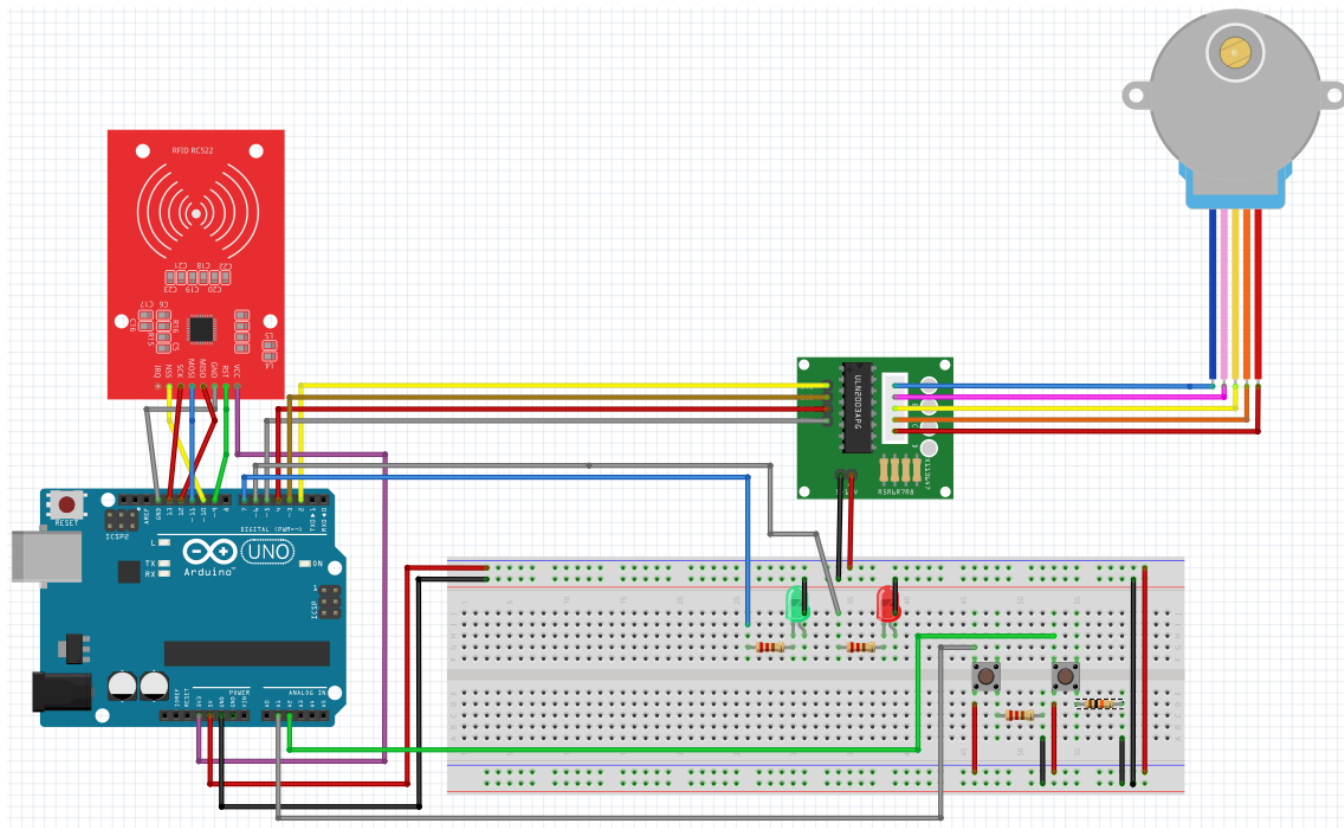
Figura 56 - Engrenagem



Fonte: Autoria própria, 2020

APÊNDICE B – Circuito elétrico criado em software

Figura 57 - Circuito elétrico do dispositivo



Fonte: Autoria própria, 2020

APÊNDICE C – Código utilizado no microcontrolador

```
// ----- BIBLIOTECAS -----//
#include <Wire.h> //INCLUSÃO DA BIBLIOTECA NECESSÁRIA
#include <SPI.h> //INCLUSÃO DE BIBLIOTECA
#include <MFRC522.h> //INCLUSÃO DE BIBLIOTECA
#include <Stepper.h> // INCLUSÃO DE BIBLIOTECA

//----- VARIÁVEIS PARA AS TAGS DO RFID ----- //
#define SS_PIN 10 //PINO SDA
#define RST_PIN 9 //PINO DE RESET

char tag1[12] = "A9:C8:AC:63";
char tag2[12] = "8D:28:A4:59";
char tag4[12] = "43:49:AB:59";
char tag3[12] = "C7:52:7C:26";

int acesso1;

int acesso2;

MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN); //PASSAGEM DE PARÂMETROS REFERENTE AOS PINOS

//----- VARIÁVEIS PARA O MOTOR DE PASSO -----//

const int stepsPerRevolution = 500;

//Inicializa a biblioteca utilizando as portas de 2 a 5 para a ligação ao motor
Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 2,4,3,5);

//----- VARIÁVEIS PARA OS BOTÕES -----//

const int bot1 = A1; // Entrada do pino do botão 1 (led verde)

const int bot2 = A2; // Entrada do pino do botão 2 (led vermelho)

int EB1 = 0; // variavel para ler o estado do botao1

int EB2 = 0; // variavel para ler o estado do botao2

//----- VARIÁVEIS PARA OS LEDS -----//

const int pinoLedVerde = 7; //PINO DIGITAL REFERENTE AO LED VERDE
```

```

const int pinoLedVermelho = 6; //PINO DIGITAL REFERENTE AO LED VERMELHO

//----- SETUP DO ARDUINO -----//

void setup(){

    myStepper.setSpeed(50); //Determina a velocidade inicial do motor

    Wire.begin(); //INICIALIZA A BIBLIOTECA WIRE

    SPI.begin(); //INICIALIZA O BARRAMENTO SPI

    rfid.PCD_Init(); //INICIALIZA MFRC522

    pinMode(pinoLedVerde, OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO SAÍDA

    pinMode(pinoLedVermelho, OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO SAÍDA

    digitalWrite(pinoLedVerde, LOW); //LED INICIA DESLIGADO

    digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //LED INICIA DESLIGADO

    acesso1 = 0; // VARIÁVEL QUE GUARDARÁ A QUANTIDADE DE VEZES QUE A TAG1 FOI LIDA

    acesso2 = 0; // VARIÁVEL QUE GUARDARÁ A QUANTIDADE DE VEZES QUE A TAG2 FOI LIDA

    Serial.begin(9600); // ATIVA COMUNICAÇÃO SERIAL

}

//----- LOOP DO ARDUINO -----//

void loop() {

    leituraRfid(); //CHAMA A FUNÇÃO RESPONSÁVEL PELA VALIDAÇÃO DA TAG RFID

    Serial.println(" AGUARDANDO CARTÃO \n \n");

    delay(3500);

}

//----- FUNÇÃO DE VALIDAÇÃO DA TAG RFID -----//

void leituraRfid(){

    if (!rfid.PICC_IsNewCardPresent() || !rfid.PICC_ReadCardSerial()) //VERIFICA SE O CARTÃO
    PRESENTE NO LEITOR É DIFERENTE DO ÚLTIMO CARTÃO LIDO.

        return; //RETORNA PARA LER NOVAMENTE

//----- INICIO BLOCO DE CÓDIGO RESPONSÁVEL POR GERAR A TAG RFID LIDA -----//

```

```

String strID = "";

for (byte i = 0; i < 4; i++) {

    strID +=

    (rfid.uid.uidByte[i] < 0x10 ? "0" : "") +

    String(rfid.uid.uidByte[i], HEX) +

    (i!=3 ? ":" : "");

}

strID.toUpperCase();

//----- FIM DO BLOCO DE CÓDIGO RESPONSÁVEL POR GERAR A TAG RFID LIDA -----//

    //----- INICIO DOS LEITORES -----//

    //----- INICIO DO LEITOR 1: USUÁRIO CADASTRADO -----//

    if ((strID.indexOf (tag1))>= 0 && acesso1 <= 2) { // SE O ENDEREÇO DA TAG LIDA FOR IGUAL
AO ENDEREÇO INFORMADO,E QTD DE ACESSOS MENOR OU IGUAL QUE 3 FAÇA:

        digitalWrite(pinoLedVerde, HIGH); //LIGA O LED VERDE

        Serial.print(" Olá! Por favor escolha um item.\n");

        delay(1200); //INTERVALO

        digitalWrite(pinoLedVerde, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

        acesso1= acesso1+1;

        delay(1000);

//----- AGUARDA ESCOLHA DOS BOTÕES: -----//

        do{

EB1 = analogRead(bot1); // ESTADO BOTÃO 1

EB2 = analogRead(bot2); // ESTADO BOTÃO 2

analogRead(bot1);

analogRead(bot2);

Serial.print("\t valor do botão 1:");

Serial.println(EB1);

delay(1000);

```

```

Serial.print("\t valor do botão 2:");

Serial.println(EB2);

delay(1000);

    } while( (EB1 <= 800 && EB2 <= 400) || (EB2 <= 800 && EB1 <= 400) );

//----- BOTÃO 1: -----//

    if( (EB1 >= 800 && EB2 <= 400) ){ // CASO BOTÃO 1 SEJA ESCOLHIDO: LIBERAR ITEM DA
MÁQUINA

        digitalWrite(pinoLedVerde, HIGH); //LIGA O LED VERDE

        Serial.print(" \t Item 1 Escolhido. \n \n");

        delay(2000); // INTERVALO DE 4 SEGUNDOS

        digitalWrite(pinoLedVerde, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

delay(500);

myStepper.step(-1024); //Gira o motor no sentido horario a 90 graus

delay(60);

myStepper.step(1024); //Gira o motor no sentido anti-horario a 90 graus

delay(1000);

digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERMELHO

    }

//----- BOTÃO 2: -----//

    else if((EB2 >=800 && EB1 <= 400) ){ // CASO BOTÃO 2 SEJA ESCOLHIDO: CANCELAR
OPERAÇÃO

        digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

        Serial.print(" \t Operação Cancelada. \n");

        delay(400); //INTERVALO

        digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERMELHO

        delay(500); //INTERVALO

    }

```

```

//----- BOTÃO 1 E 2 PRESSIONADOS -----//
else if((EB2 >=800 && EB1 >= 400) ){ // CASO AMBOS BOTÕES SEJAM PRESSIONADOS
digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO
Serial.print(" \t ERRO!! \n \t NOVA LEITURA NECESSÁRIA \n");
acesso1 = acesso1-1;
delay(400); //INTERVALO
digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERMELHO
delay(500); //INTERVALO
}
}

//----- FIM DO LEITOR 1 -----//
/****

//----- INICIO DO LEITOR 2: USUÁRIO CADASTRADO -----//
else
    if ((strID.indexOf (tag2)) >= 0 && acesso2 <= 2) { // SE O ENDEREÇO DA TAG LIDA FOR
IGUAL AO ENDEREÇO INFORMADO,E QTD DE ACESSOS MENOR OU IGUAL QUE 3 FAÇA:
digitalWrite(pinoLedVerde, HIGH); //LIGA O LED VERDE
Serial.print(" Olá! Por favor escolha um item.\n");
delay(1200); //INTERVALO DE 4 SEGUNDOS
digitalWrite(pinoLedVerde, LOW); //DESLIGA O LED VERDE
acesso1= acesso1+1;
delay(1000);

//----- AGUARDA ESCOLHA DOS BOTÕES: -----//
do{
EB1 = analogRead(bot1); // ESTADO BOTÃO 1
EB2 = analogRead(bot2); // ESTADO BOTÃO 2
analogRead(bot1);
analogRead(bot2);

```

```

Serial.print("\t valor do botão 1:");

Serial.println(EB1);

delay(1000);

Serial.print("\t valor do botão 2:");

Serial.println(EB2);

delay(1000);

    } while( (EB1 <= 800 && EB2 <= 400) || (EB2 <= 800 && EB1 <= 400) );

//----- BOTÃO 1: -----//

    if( (EB1 >= 800 && EB2 <= 400) ){ // CASO BOTÃO 1 SEJA ESCOLHIDO: LIBERAR ITEM DA
MÁQUINA

        digitalWrite(pinoLedVerde, HIGH); //LIGA O LED VERDE

        Serial.print(" \t Item 1 Escolhido. \n \n");

        delay(2000); // INTERVALO DE 4 SEGUNDOS

        digitalWrite(pinoLedVerde, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

        digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

        delay(500);

        myStepper.step(-1024); //Gira o motor no sentido horario a 90 graus

        delay(60);

        myStepper.step(1024); //Gira o motor no sentido anti-horario a 90 graus

        delay(1000);

        digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERMELHO

    }

//----- BOTÃO 2: -----//

    else if((EB2 >=800 && EB1 <= 400) ){ // CASO BOTÃO 2 SEJA ESCOLHIDO: CANCELAR
OPERAÇÃO

        digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

        Serial.print(" \t Operação Cancelada. \n");

        delay(400); //INTERVALO

```

```

digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERMELHO

delay(500); //INTERVALO
}

//----- BOTÃO 1 E 2 PRESSIONADOS -----//
else if((EB2 >=800 && EB1 >= 400) ){ // CASO AMBOS BOTÕES SEJAM PRESSIONADOS

digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

Serial.print(" \t ERRO!! \n \t NOVA LEITURA NECESSÁRIA \n");

acesso1 = acesso1-1;

delay(400); //INTERVALO

digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERMELHO

delay(500); //INTERVALO

}

}

//----- FIM DO LEITOR 2 -----//

***/

//----- INICIO DO LEITOR 3: BLOQUEIO DOS ACESSOS -----//

else

if((strID.indexOf (tag3))>= 0) {

Serial.print(" \t Acessos bloqueados. \n \n");

digitalWrite(pinoLedVerde, HIGH); //LIGA O LED VERDE

digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

delay(600); //INTERVALO

digitalWrite(pinoLedVerde, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

delay(600);

digitalWrite(pinoLedVerde, HIGH); //LIGA O LED VERDE

digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

delay(600); //INTERVALO

```



```

digitalWrite(pinoLedVerde, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

delay(60);

acesso1= 5000;

acesso2= 5000;

}

//----- FIM DO LEITOR 3 -----//

//----- INICIO DO LEITOR 4: RESET DE ACESSOS -----//

else

if ((strID.indexOf (tag4))>= 0) {

Serial.print(" \t Acessos Resetados. \n \n");

digitalWrite(pinoLedVerde, HIGH); //LIGA O LED VERDE

digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

delay(3000); //INTERVALO

digitalWrite(pinoLedVerde, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

acesso1= acesso1-acesso1;

acesso2= acesso2-acesso2;

}

//----- FIM DO LEITOR 4 -----//

//----- CASO A TAG LIDA NÃO ESTEJA CADASTRADA OU ACESSO ACIMA DO LIMITE -----//

else{

Serial.print(" \t Acesso não permitido ou Cartão Inválido. \n \n");

digitalWrite(pinoLedVermelho, HIGH); //LIGA O LED VERMELHO

delay(6000); ///INTERVALO DE 6 SEGUNDOS

digitalWrite(pinoLedVermelho, LOW); //DESLIGA O LED VERDE

}

//----- FIM DOS LEITORES -----//

```

```
rfid.PICC_HaltA(); //PARADA DA LEITURA DO CARTÃO  
rfid.PCD_StopCrypto1(); //PARADA DA CRIPTOGRAFIA NO PCD  
}  
//----- FIM -----//
```

ANEXO A – Datasheet *driver* ULN2003**TOSHIBA**

ULN2003,04APG/AFWG

TOSHIBA Bipolar Digital Integrated Circuit Silicon Monolithic

ULN2003APG,ULN2003AFWG

ULN2004APG,ULN2004AFWG

7-ch Darlington Sink Driver

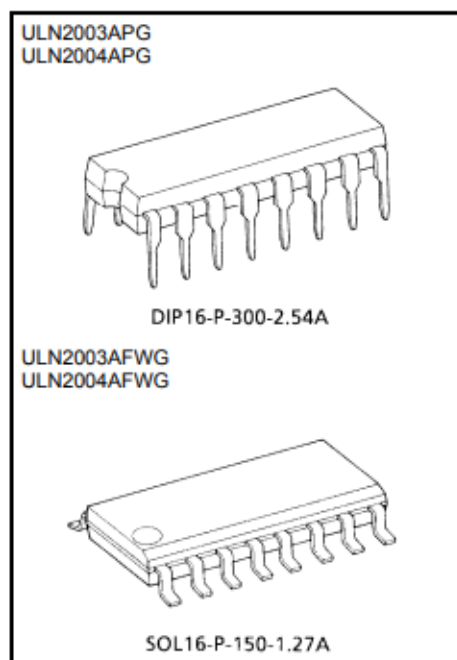
The ULN2003APG/AFWG Series are high-voltage, high-current darlington drivers comprised of seven NPN darlington pairs. All units feature integral clamp diodes for switching inductive loads.

Applications include relay, hammer, lamp and display (LED) drivers.

Features

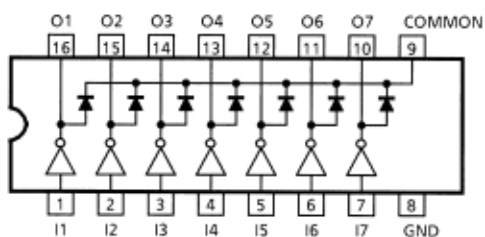
- Output current (single output): 500 mA max
- High sustaining voltage output: 50 V min
- Output clamp diodes
- Inputs compatible with various types of logic
- Package Type-APG: DIP-16pin
- Package Type-AFWG: SOL-16pin

Type	Input Base Resistor	Designation
ULN2003APG/AFWG	2.7 k Ω	TTL, 5 V CMOS
ULN2004APG/AFWG	10.5 k Ω	6 to 15 V PMOS, CMOS



Weight
 DIP16-P-300-2.54A : 1.11 g (typ.)
 SOL16-P-150-1.27A: 0.15 g (typ.)

Pin Connection (top view)

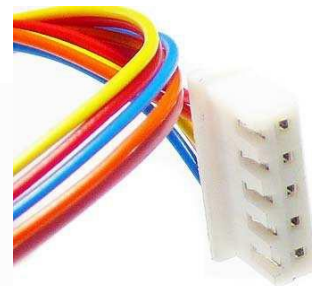
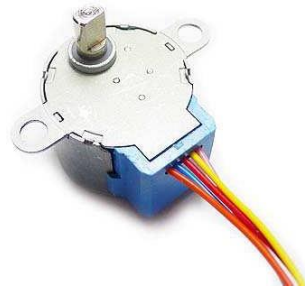


ANEXO B – Datasheet motor de passo 28BYJ-48

28BYJ-48 – 5V Stepper Motor



The 28BYJ-48 is a small stepper motor suitable for a large range of applications.



Rated voltage :	5VDC
Number of Phase	4
Speed Variation Ratio	1/64
Stride Angle	5.625°/64
Frequency	100Hz
DC resistance	50Ω±7%(25°C)
Idle In-traction Frequency	> 600Hz
Idle Out-traction Frequency	> 1000Hz
In-traction Torque	>34.3mN.m(120Hz)
Self-positioning Torque	>34.3mN.m
Friction torque	600-1200 gf.cm
Pull in torque	300 gf.cm
Insulated resistance	>10MΩ(500V)
Insulated electricity power	600VAC/1mA/1s
Insulation grade	A
Rise in Temperature	<40K(120Hz)
Noise	<35dB(120Hz, No load, 10cm)
Model	28BYJ-48 – 5V

