

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - UTFPR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA - DAELT
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

PAULO SERGIO WYPYCH

HAMILTON PAZ

SELECIONADORA DE PEÇAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2016

PAULO SERGIO WYPYCH

HAMILTON PAZ

SELECIONADORA DE PEÇAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina Trabalho de Diplomação, como requisito parcial para obtenção de grau de Tecnólogo em Automação Industrial do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do DAELT – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Rodrigues

CURITIBA
2016

PAULO SERGIO WYPYCH

HAMILTON PAZ

SELECIONADORA DE PEÇAS

Este Trabalho de Diplomação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial, do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR.

Curitiba 2016

Prof. M. Thiago Alberto Rigo Passarin
Responsável pelo Trabalho de Diplomação
Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Rodrigues
UTFPR
Orientador

Profª. Dra. Lilian Moreira Garcia
UTFPR

Profª. Dra. Luciane Brandalise
UTFPR

Prof. M. Eng. José da Silva Maia
UTFPR

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que torna tudo possível e que, sem a Sua divina vontade, nada seria factível.

Às nossas famílias, que nos deram o apoio e compreensão, permitindo que utilizássemos nossos finais de semana e algumas noites em claro estudando, fazendo os trabalhos acadêmicos e montagens de máquinas e circuitos para apresentações na UTFPR.

A todos os nossos professores, que antes de serem nossos mestres do saber, também se mostraram grandes amigos. Amigos que compartilharam seus conhecimentos, mas que também nos deram os mais caros conselhos e orientações tão importantes em nossa jornada. Amigos que ficarão para sempre em nossas mais carinhosas lembranças e corações. Dignos de nossa mais alta admiração.

Agradecemos ainda aos nossos colegas e amigos, que sempre estiveram presentes e muito colaboraram, ajudando na confecção dos trabalhos e na compreensão de alguns tópicos das matérias que estudamos.

E agradecemos também a todos os que, mesmo à distância, sempre torceram para o nosso sucesso, nunca duvidando de nossa capacidade de alcançar os nossos objetivos.

A todos o nosso Muito Obrigado!

RESUMO

WYPYCH, Paulo Sergio; PAZ, Hamilton. **Seccionadora de peças**. 2016. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2016.

Nesse trabalho são apresentadas as etapas de elaboração de uma máquina seletora de peças e confecção de um protótipo usando peças recicladas e sucata. As etapas descritas partem do projeto de algumas peças com formas e características não disponíveis entre as recicladas, passa pelo levantamento e pesquisa dos recursos utilizados e culmina no protótipo montado, testes de funcionamento e resultados medidos.

Palavras-chave: Seccionadora de peças. Esteira seccionadora. Reciclagem. Protótipo reciclado.

ABSTRACT

WYPYCH, Paulo Sergio; PAZ, Hamilton. **Parts selector**. 2016. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2016.

In this work are presented the steps of elaborating a part selection machine and making a prototype using recycled parts and scrap. The steps described start from the design of some parts with shapes and characteristics not available among the recycled ones, through the survey and research of the resources used and culminates in the assembled prototype, functional tests and measured results.

Keywords: Parts selector. Selector belt. Recycling. Recycled prototype.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do projeto	13
Figura 2 - Teclado	15
Figura 3 - Plataforma Arduino	16
Figura 4 - Display LCD 2x16	17
Figura 5 - Pinagem do módulo LCD	21
Figura 6 - Circuito do controle de contraste do módulo LCD.....	21
Figura 7 - Estrutura do sensor indutivo	22
Figura 8 - Esquema elétrico do sensor indutivo	22
Figura 9 - Sensor LDR	23
Figura 10 - Chave fim de curso	24
Figura 11 - Esquema dos contatos NF e NA	24
Figura 12 - Conector USB	25
Figura 13 - Motor CC.....	26
Figura 14 - Esquema de funcionamento da Ponte H.....	27
Figura 15 - Transporte e seleção de embalagens	29
Figura 16 - Seletora de embalagens	30
Figura 17 - Seleccionadora de Peças projetada no AutoCAD.....	37
Figura 18 - Macaco elétrico	38
Figura 19 - Dispositivo de acionamento	39
Figura 20 - Motor CC com redução	40
Figura 21 - Módulo drive ponte H L298N	40
Figura 22 - Ligação do CI 7805	41
Figura 23 - Chave para avanço	42
Figura 24 - Chave para recuo.....	42
Figura 25 - Conexão do teclado (pinos 5, 6 e 7)	42
Figura 26 - Sensores de entrada de peça	43
Figura 27 - Sensor de saída de peça	43
Figura 28 - Fotocélula para entrada de peça	44
Figura 29 - Fotocélula para saída de peça	44
Figura 30 - Circuito do projeto	45
Figura 31 - Sensor indicando peça metálica	46
Figura 32 - Sensor LDR que indica a posição intermediária do carro	47
Figura 33 - Seletora de peças (vista lateral).....	47
Figura 34 - Árvore de Falhas (FTA) da seletora de peças	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Módulos LCD disponíveis.....	18
Quadro 2 - Principais instruções do LCD	19
Quadro 3 - Funções dos pinos do módulo LCD	20
Quadro 4 - Gráfico de Gantt.....	32
Quadro 5 - Perguntas 5W2H.....	33
Quadro 6 - Símbolos da árvore de falhas.....	34
Quadro 7 - Ligação dos pinos do teclado	42
Quadro 8 - IT 01 (Lubrificação dos roletes).....	48
Quadro 9 - IT 02 (Manutenção dos sensores).....	49
Quadro 10 - IT 03 (Verificação dos motores)	49
Quadro 11 - IT 04 (Inspeção do circuito eletrônico)	50
Quadro 12 - IT 05 (Verificação da estante)	50
Quadro 13 - IT 06 (Verificação das fontes de alimentação)	51
Quadro 14 - 5W2H do projeto da esteira.....	53
Quadro 15 - FMEA da esteira seletora.....	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	TEMA	11
1.1.1	Delimitação do tema	11
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivo geral	12
1.2.2	Objetivo específico	12
1.3	JUSTIFICATIVA	12
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	LEITORES DE CÓDIGOS	15
2.1.1	Leitor de Código via Teclado e <i>Tag</i>	15
2.2	MICROPROCESSADOR	16
2.3	DISPLAY LCD (<i>LIQUID CRYSTAL DISPLAY</i>)	17
2.4	SENSOR INDUTIVO	21
2.5	SENSOR ÓTICO	23
2.6	CHAVES FIM DE CURSO	23
2.7	<i>UNIVERSAL SERIAL BUS</i> (USB)	24
2.8	MOTORES CC OU DE CORRENTE CONTÍNUA	26
2.9	SISTEMAS DE SUPERVISÃO	26
2.10	Ponte H	27
2.11	Norma Reguladora NR12 (Segurança de Equipamentos)	28
2.12	SISTEMAS DE TRANSPORTE E DE SELEÇÃO DE PEÇAS	28
2.13	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	30
2.14	GRÁFICO DE GANTT	31
2.15	ANÁLISE 5W2H	32
2.16	ÁRVORE DE FALHAS - <i>FTA</i>	33
2.17	MODOS DE FALHA E ANÁLISE DOS EFEITOS (<i>FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS</i>) OU <i>FMEA</i> E MANUTENÇÃO PREVENTIVA	34
3	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	37
3.1	SISTEMA MECÂNICO	37
3.1.1	Elevador	38
3.1.2	Carro móvel	38
3.1.3	Esteira	38
3.1.4	Macaco elétrico	38
3.2	SISTEMA ELÉTRICO	39
3.2.1	Fontes de Alimentação	39
3.2.2	Motores	39
3.3	SISTEMA ELETRÔNICO	41
3.3.1	Descrição e montagem	41
3.3.2	Circuito do projeto	45
3.4	SISTEMA DE CONTROLE	45
3.5	DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO	46
3.6	MANUTENÇÃO	48
3.7	TESTES E ACEITAÇÃO	55
3.7.1	Testes realizados	55
3.7.2	Análise dos resultados	55
4	CONCLUSÕES	56
4.1	PROPOSTAS DE MELHORIAS	56

REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A - Projetos das peças	60
APÊNDICE B - Código para programação do microprocessador	70

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, sempre que se menciona a palavra "indústria", a imagem de um complexo de máquinas, com braços robóticos e peças sendo transportadas por esteiras é formada instantaneamente no pensamento de qualquer um.

Isso ocorre, porque as fábricas vêm utilizando cada vez mais recursos mecânicos e eletrônicos para incrementar a sua produtividade, reduzir custos ou melhorar a qualidade de seus produtos, substituindo a mão de obra humana por máquinas e equipamentos, e produzindo assim, uma melhor performance em seus processos fabris.

O recurso mais utilizado em todos os tipos de indústria é o transporte.

A matéria-prima deve ser levada às estações de trabalho. O resultado do primeiro processo deve ser transportado para o local do processo seguinte sucessivamente até que se obtenha o produto final, que deverá ser levado ao local de armazenamento.

É claro que, quanto maior for a distância entre essas etapas, maior será o tempo gasto para se levar um item de um lugar a outro, evidenciando a necessidade de se projetar a mais eficaz disposição dos setores da fábrica.

O planejamento do *layout* da indústria com a definição do melhor local para armazenamento dos materiais a serem processados, estações de trabalho e estocagem dos produtos acabados teve início graças a Henry Ford que, preocupado em aumentar a quantidade de carros produzidos por ano, verificou que seus funcionários gastavam um tempo muito grande buscando as peças e ferramentas necessárias para o seu trabalho.

Dessa observação nasceu, em 1913, a primeira linha de montagem, o que possibilitou a produção em grande escala de automóveis pela simples redução do *lead time* dos processos. O tempo de montagem do modelo T foi reduzido e os impressionantes resultados obtidos na época originaram uma preocupação que afeta a gestão de operações de todas as organizações industriais até os dias de hoje.

A diminuição do tempo necessário para realizar as tarefas de armazenar ou recuperar itens, seja para uso interno ou externo e a economia de espaço representam uma redução de custos significativa (MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS, 2016).

1.1 TEMA

A seleção e o armazenamento adequado dos materiais possibilitam a sua rápida identificação, mantendo os níveis de qualidade e facilitando a sua entrega. A logística de distribuição deve entregar os materiais no ponto certo com qualidade. Um bom *layout* de almoxarifado é aquele que facilita o trabalho, racionaliza o espaço e possibilita rápida identificação dos materiais (MARTINS; LAUGENI, 2001).

Em aplicações de automação industrial, a gestão de sistemas integrados de pessoas e recursos pode ser melhorada utilizando os códigos nas peças para aprimorar qualquer processo que envolva controle de mercadorias ou componentes de um produto. É indicado para operações com grande número de itens, controle de fluxo e estoque de produtos acabados ou não. Permite também o acesso a informações *on-line* com rapidez.

A ligação de leitores de código acoplados a esteiras permite a baixa de estoques de peças, conferência de produtos, equalização da remessa de componentes de um produto para a montagem sem ficar peça sobrando ou faltando, tendo assim eficiência e otimização nos processos industriais e na gestão dos estoques.

1.1.1 Delimitação do tema

Este trabalho apresenta a elaboração do protótipo de um sistema de armazenamento contendo uma selecionadora de peças com esteira e leitor de código com teclado, que efetua o posicionamento e armazenamento em uma estante.

Esse protótipo não prima pela velocidade do mecanismo de seleção e as peças devem ser de seis tipos diversos previamente disponibilizadas.

Para o início da seleção, a peça deve ser colocada na posição de leitura e deve-se digitar o número da respectiva prateleira no teclado.

O principal escopo desse trabalho é provar a viabilidade de projetar e construir um sistema completo de armazenamento automatizado de peças com recursos que vão do básico ao avançado, sem necessidade de grande investimento financeiro.

Por esse motivo, foram utilizadas peças recicladas e sucata em sua construção e, para efeitos de posterior comercialização, foram incluídos nessa versão apenas os recursos funcionais, deixando a possibilidade de incrementação em modelos com maior valor agregado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um protótipo que, por meio de código de identificação, uso de teclado e sensores, classifique uma peça e transporte-a sobre uma esteira dispondo-a em uma estante com compartimentos para gerenciar estoques.

1.2.2 Objetivo específico

- Realizar levantamento teórico sobre seleção de peças por meio de leitores de códigos e métodos de armazenamento de peças;
- Realizar o projeto e a montagem do sistema mecânico;
- Confeccionar um sistema eletrônico para o controle e acionamento do protótipo;
- Instalar um sistema de controle, interconectando um microprocessador ao sistema;
- Efetuar as ligações elétricas da selecionadora de peças;
- Programar o microprocessador;
- Construir uma interface de supervisão com o *serial monitor* e
- Realizar ensaios e testes de funcionamento.

1.3 JUSTIFICATIVA

A esteira foi escolhida como tema para o presente trabalho por ser o dispositivo mais utilizado nas indústrias, haja vista que o transporte de materiais (matéria-prima, resíduos, peças, ferramentas e o produto acabado) constitui o maior gasto de tempo do processo fabril.

Esta é, portanto, a primeira preocupação e o primeiro problema a ser resolvido na implantação de uma nova fábrica, independentemente do produto a ser processado.

Uma de suas mais importantes funções é a de favorecer a integração de equipamentos e setores, além de auxiliar no controle e gestão de estoques e armazenamento, promovendo a disponibilidade dos recursos e a entrega dos itens requisitados com velocidade e qualidade na quantidade requerida.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com a finalidade de ter uma maior compreensão do projeto, foi elaborado um fluxograma contendo a utilização das ferramentas necessárias para planejar, montar e desenvolver o protótipo, conforme pode ser visto na figura 1.

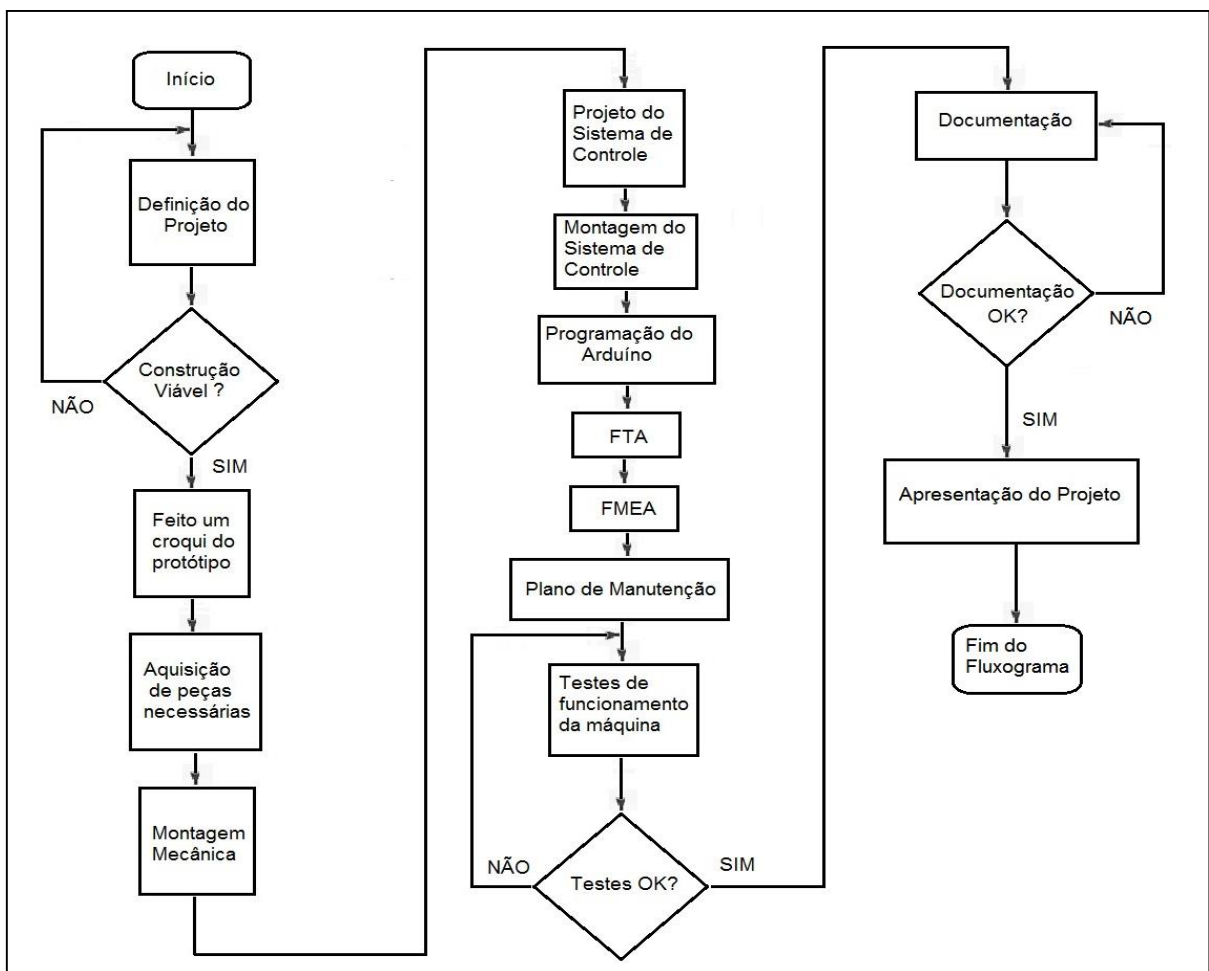


Figura 1 - Fluxograma do projeto
Fonte: Autores

- Definição do projeto: Uma máquina capaz de selecionar peças e armazená-las em uma estante para controle de estoque;
- Croqui do protótipo: Utilizou-se o software AutoCAD para projetar as partes mecânicas da estrutura;
- Aquisição de peças necessárias: A partir dos projetos desenvolvidos no AutoCAD, foram encomendadas as estruturas do elevador e do carro móvel em uma empresa especializada em peças de aço inoxidável. O fuso e os motores CC¹ foram reciclados. O macaco elétrico e o microcontrolador foram adquiridos;
- Montagem mecânica: Atividades envolvendo a montagem da estrutura;
- Projeto do sistema de controle: Estruturar o protótipo com a adição dos sensores e atuadores e a comunicação destes com o microcontrolador;
- Montagem do sistema de controle: Montagem da placa de circuito eletrônico, ligação elétrica das partes dos sensores, motores, teclado e *display* com o microcontrolador;
- Programação do Arduíno: Estudo da literatura que envolve o microprocessador Arduíno e sua programação;
- FTA², FMEA³ e Plano de Manutenção: Aplicação das ferramentas de planejamento do projeto que foram ensinadas na disciplina de Gerência da Manutenção do curso de Automação Industrial da UTFPR;
- Testes de funcionamento da máquina: São os testes de validação que foram aplicados para verificar se o protótipo desempenha com êxito suas funções;
- Documentação e apresentação do projeto: Etapas de conclusão do projeto.

¹ CC: Corrente Contínua. Tipo de motor com ímas.

² FTA: *Fail Tree Analysis* (Análise da Árvore de Falhas). Método de análise do comportamento de falhas em sistemas complexos.

³ FMEA: *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos). Método qualitativo de análise de confiabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a confecção do protótipo, foi necessário o estudo dos leitores de códigos, sensores, tecnologia USB⁴, *display* LCD⁵, microcontrolador Arduíno, acionamento de motores CC, sistemas de transporte e seleção de peças e administração da produção com gerenciamento de estoques.

2.1 LEITORES DE CÓDIGOS

2.1.1 Leitor de Código via Teclado e *Tag*

O projeto da Seleccionadora utiliza *tag*⁶ que significa etiqueta, fixada nas peças. O *tag* de um produto é uma identificação, um código com letras e números ou apenas números. O seu uso facilita ações relacionadas a controles de produção e processos, atividades de manutenção e várias outras com qualidade e segurança. Para cada grupo de peças utiliza-se um *tag* correspondente que dirá ao sistema em que posição deve guardar a peça (OPERANDO BIEN, 2016).

Para se inserir o código das etiquetas, utiliza-se um teclado como o demonstrado na Figura 2, que transfere os dados ao controlador por um conector de sete pinos por ter quatro linhas por três colunas.

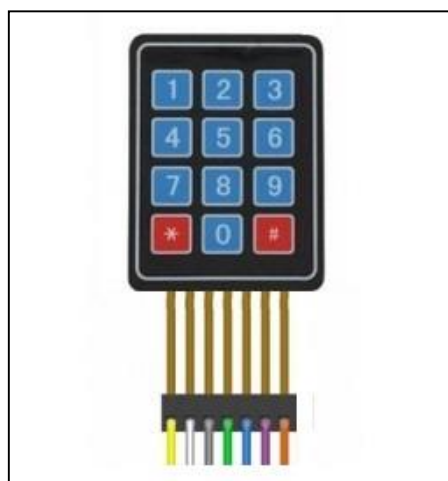


Figura 2 - Teclado
Fonte: Flipflop (2016)

⁴ USB: *Universal Serial Bus* (Barramento Serial Universal). Tecnologia de comunicação serial.

⁵ LCD: *Liquid Crystal Display* (Mostrador de Cristal Líquido). Visor baseado em alinhamento de cristais por polarização iônica.

⁶ *Tag*: Palavra-chave ou termo associado a uma informação, permitindo a sua classificação.

2.2 MICROPROCESSADOR

Trata-se de um circuito integrado de pequenas dimensões contendo circuitos secundários para interface e podem ser utilizados para controlar uma enorme variedade de equipamentos. Para isso, as informações provenientes destes componentes devem ser adaptadas de forma a serem interpretadas pelo microprocessador.

Particularmente em nosso caso, para controlar a máquina seletora de peças, dotada de vários sensores, relés e motores, utilizamos o microprocessador ATmega328 da ATmel da plataforma Arduino, mostrado na Figura 3.

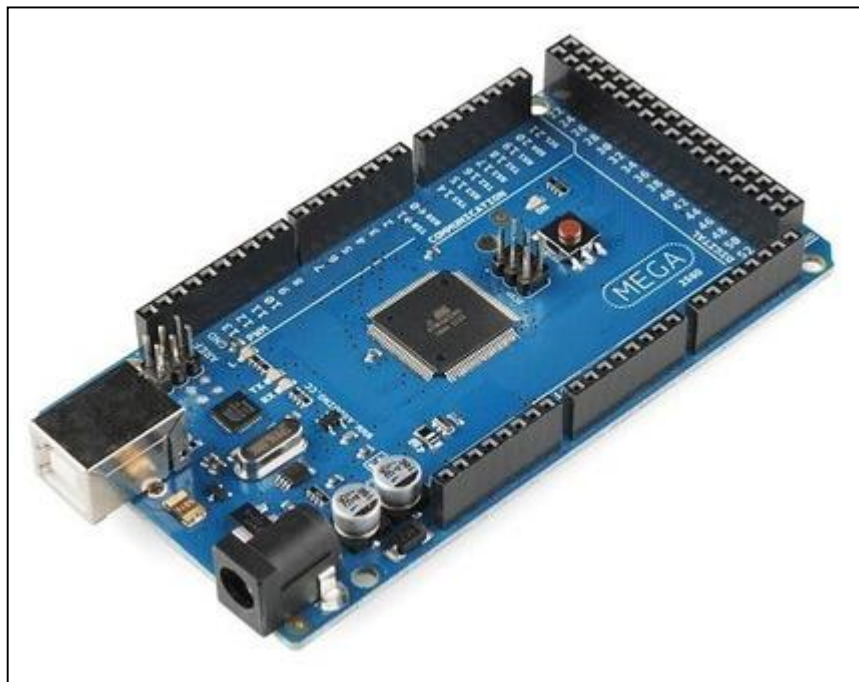


Figura 3 - Plataforma Arduino
Fonte: Flipflop (2016)

A maioria dos atuais sistemas Arduino é produzida com esse microprocessador, pois constitui em uma plataforma livre para protótipos eletrônicos, de fácil uso com um ambiente de programação em linguagem C.

O conector USB serve como entrada para alimentação e para programação do microprocessador e pode-se usar ainda, uma fonte de 7v-20v externa.

As portas analógicas permitem a entrada de dados entre 0v e 5v, enquanto que as portas digitais permitem a saída ou entrada de sinal TTL⁷ digital, ou seja, 0v = 0 e 5v = 1.

A maioria das operações é realizada nas portas digitais, onde existe a possibilidade de realizar o controle da velocidade do motor, por exemplo, através do PWM⁸, ou seja, amostrar tempos de zeros e uns de modo a formar um valor intermediário, haja vista que 0 significa motor desligado e 1 a sua tensão nominal de funcionamento (ARDUÍNO DO LITO, 2016).

2.3 DISPLAY LCD (*LIQUID CRYSTAL DISPLAY*)

Um periférico de destaque é o *display* de cristal líquido Hitachi 44780 mostrado na Figura 4, disponível em diferentes formas e tamanhos que podem ter diferentes números de linhas de texto e diferentes quantidades de caracteres por linha (ALCIATORE, 2014).



Figura 4 - Display LCD 2x16
Fonte: Easytromlabs (2016)

Permite mostrar números, letras e caracteres especiais, e são interfaces de saída muito utilizados em sistemas microprocessados, pois exibem mensagens pré-definidas pelo programador.

Os módulos LCD gráficos são encontrados com resoluções de 122x32, 128x64, 240x64 e 240x128 *dots pixel*, e geralmente estão disponíveis com 20 pinos para conexão.

⁷ TTL: *Transistor-Transistor Logic* (Lógica Transistor-Transistor). Trata-se de uma classe de circuitos digitais montados a partir de transistores de junção bipolar e resistores.

⁸ PWM: *Pulse Width Modulation* (Modulação de Largura de Pulso). Controle de potência ou velocidade através da largura do pulso de uma onda quadrada.

Os LCDs que exibem caracteres podem ser classificados pelo número de caracteres por linha e pelo número de linhas existentes (ZANCO, 2006). Estes módulos são relacionados no Quadro 1.

Quantidade de caracteres por linha	Quantidade de linhas no módulo
8	1
16	1
16	2
20	2
20	4
24	1
24	2
40	1
40	2
40	4

Quadro 1 - Módulos LCD disponíveis
Fonte: Zanco (2006).

Existem *displays* numéricos e alfanuméricos. Nos *displays* numéricos o conjunto de cristais está distribuído em segmentos, enquanto que nos alfanuméricos estão sob a forma de pontos. O código do caractere é calculado adicionando o número da coluna ao número da linha. Os caracteres do 32 ao 127 são sempre iguais independente do LCD. Os caracteres do 16 ao 31 e do 128 ao 255 diferem conforme o fabricante. Os caracteres de 0 a 15 são normalmente designados como *User-defined* e, dependendo do fabricante, possuem diferentes maneiras de configuração.

De maneira geral um LCD só consegue mostrar 16 caracteres de cada vez, mas na maioria dos *displays* há uma memória que permite armazenar 40 caracteres por linha. O *display* 16x2 tem duas linhas, sendo que a primeira tem endereços de 128 a 191 e a segunda linha possui endereços que vão de 192 a 255.

Para mover o cursor para qualquer posição do *display*, basta enviar o endereço da respectiva memória RAM⁹ como instrução.

⁹ RAM: *Read Only Memory* (Memória de Acesso Aleatório). Usada para armazenamento de dados somente enquanto o *display* estiver ligado.

Recomenda-se ligar resistores de 330Ω às linhas para proteção estática. Um potenciômetro de $10K\Omega$ ligado ao pino 3 tem a função de ajustar o contraste do *display*. Todos os outros pinos não utilizados devem ser ligados à massa.

Existem três sub-rotinas *standard* que são usadas para inicialização e envio de instruções e mensagens para o LCD, conforme mostrado no quadro 2.

Instrução	Finalidade
INIT	Faz a inicialização do LCD deixando-o pronto
WRINS	Envia as instruções armazenadas em uma variável para o LCD
WRCHR	Envia um caractere armazenado em uma variável para ser mostrado no LCD

Quadro 2 - Principais instruções do LCD

Fonte: Autores

O pino 4 (RS) do *display* é que define se é uma instrução ou caractere a ser escrito. Colocando pino baixo (0v) fica em modo instrução, pino alto (5v) modo caractere. Cada instrução ou caractere é enviada como um número binário de quatro bits para as linhas de dados nos pinos 7 a 4. Depois o *display*, ao receber um pulso de *Enable* no pino SE, lê os dados e imprime o caractere ou cumpre a instrução correspondente ao número nas linhas de dados. Todos os códigos de caractere e instrução têm 8 bits e, como temos quatro linhas de dados, os bits são enviados em duas metades ou *nibble* alto e baixo.

Alguns códigos para o LCD:

- 1 Limpa o *display* e move o cursor para a primeira linha.
- 2 Move o cursor para o início da primeira linha.
- 4 Modo escrever da direita para a esquerda.
- 5 Modo *scroll* para a esquerda.
- 6 Modo escrever da esquerda para direita.
- 7 Modo *scroll* para a direita.
- 10 Visualização do *display off*.
- 12 Sem cursor.
- 13 Cursor piscando.

- 14 Visualização do *display on*.
- 16 Move cursor para a esquerda uma posição.
- 20 Move cursor para a direita uma posição.
- 24 Faz o *scroll* da janela uma posição para a esquerda.
- 28 Faz o *scroll* da janela uma posição para a direita.
- 128 Move o cursor para o início da primeira linha.
- 192 Move o cursor para o início da segunda linha.

Os módulos podem ser encontrados com *LED backlight* (com uma iluminação de fundo) para facilitar as leituras durante a noite. Neste caso, a alimentação deste LED faz-se normalmente pelos pinos 15 e 16 nos módulos comuns, e 19 e 20 nos módulos gráficos, sendo os pinos 15 e 19 para ligação ao anodo e os pinos 16 e 20 para o catodo. A corrente de alimentação deste LED varia de 100mA a 200mA, dependendo do modelo.

Estes módulos utilizam um controlador próprio (permitindo sua interligação com outras placas através de seus pinos) onde deve ser alimentado e interligado ao barramento de dados e controle com a placa do usuário.

Naturalmente que além de alimentar e conectar os pinos do módulo com a placa do usuário deverá haver um protocolo de comunicação entre as partes, que envolve o envio de *bytes* de instruções e *bytes* de dados pelo sistema do usuário.

O quadro 3 identifica cada pino do módulo ou do *display* para conexão deste a outras placas e a figura 5 ilustra a pinagem do módulo LCD utilizado.

Pino	Símbolo	Função
1	VSS	Terra
2	VDD	5V
3	Vo	Ajuste de Contraste
4	RS	Seleção de Registro
5	R/W	Leitura/Escrita
6	E	Inicia ciclo de Leitura/Escrita
7	DB0	Dados
8	DB1	Dados

Pino	Símbolo	Função
9	DB2	Dados
10	DB3	Dados
11	DB4	Dados
12	DB5	Dados
13	DB6	Dados
14	DB7	Dados
15	A	Anodo
16	K	Katodo

Quadro 3 - Funções dos pinos do módulo LCD
 Fonte: Zanco (2006).

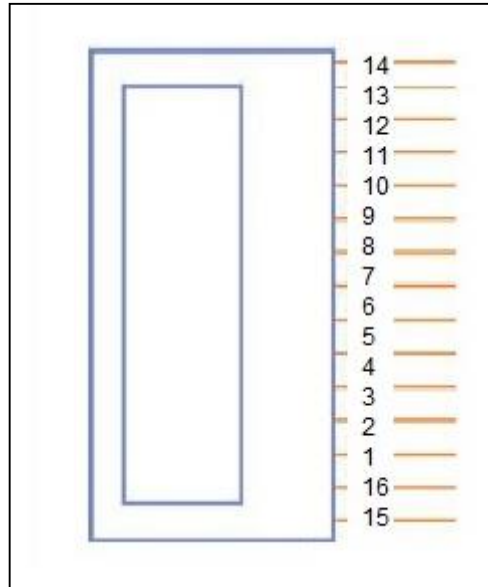


Figura 5 - Pinagem do módulo LCD
Fonte: Autores

Assim como em um rádio-relógio, todo módulo LCD permite um ajuste na intensidade da luz emitida ou ajuste de contraste. Isto é possível variando-se a tensão no pino 3. A figura 6 mostra um circuito típico e recomendado pela maioria dos fabricantes para efetuar este ajuste.

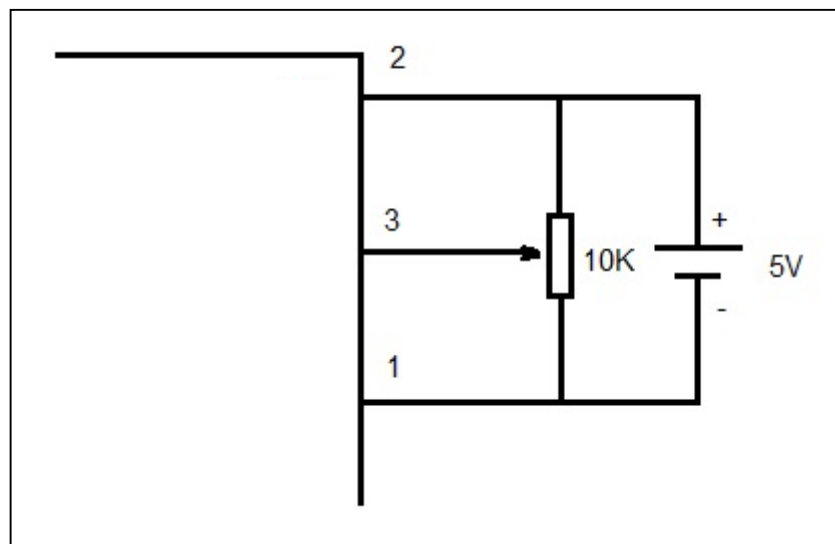


Figura 6 - Circuito do controle de contraste do módulo LCD
Fonte: Zanco (2006)

2.4 SENSOR INDUTIVO

Seu funcionamento baseia-se na variação da indutância do campo eletromagnético gerado por uma bobina, quando objetos metálicos passam próximos

à face sensora. O oscilador fornece energia para geração do campo eletromagnético.

A bobina gera o campo, o circuito de disparo detecta mudanças na amplitude da oscilação quando algo se aproxima do sensor. O circuito de saída fornece um sinal para uma interface, que pode ser um microcontrolador, quando o objeto é detectado pela face sensora (CLUBE DA ELETRÔNICA, 2016).

O sensor indutivo utilizado da marca Metaltex tem alimentação de 10 Vcc a 38 Vcc, corrente de saída de 200mA e sua estrutura pode ser vista na Figura 7.

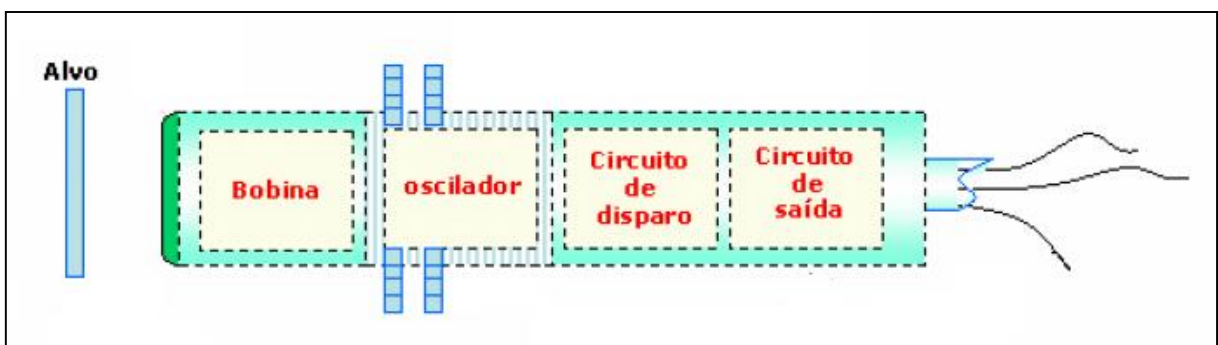


Figura 7 - Estrutura do sensor indutivo
Fonte: Clube da Eletrônica (2016)

Possui quatro fios: azul (-), marrom (+), preto (NO) e branco (NC). Utiliza-se o sinal proveniente do fio branco, mas não se pode ligá-lo diretamente à plataforma Arduino. Deve-se utilizar um esquema elétrico do sensor como o mostrado na figura 8.

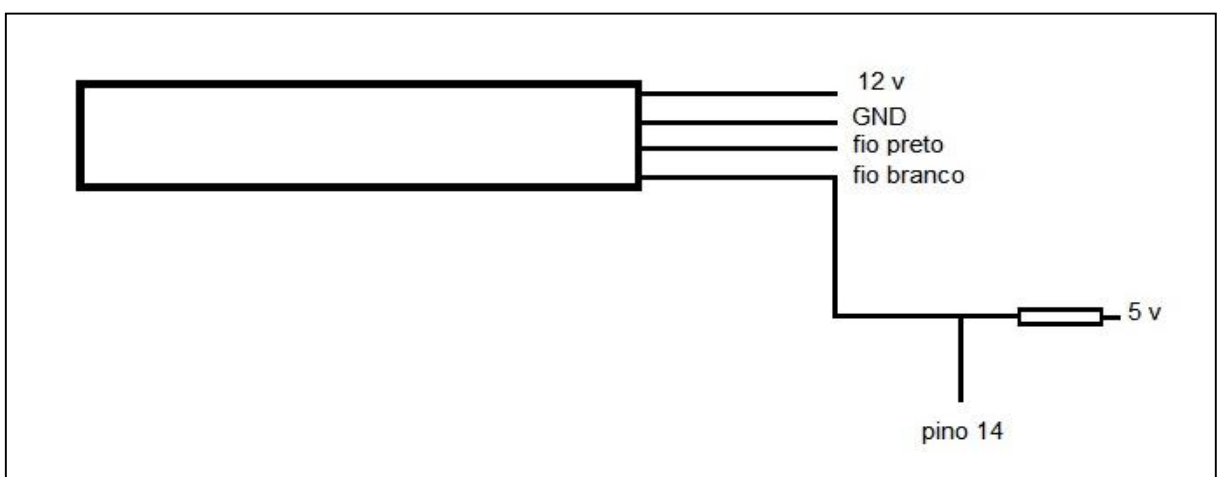


Figura 8 - Esquema elétrico do sensor indutivo
Fonte: Autores

2.5 SENSOR ÓTICO

Em algumas partes da máquina foi utilizada uma fotocélula, composta por LED e LDR¹⁰ (Figura 9), que constitui em uma resistência que varia de acordo com a incidência de luz sobre ele (com muita luz sua resistência é baixa, com pouca luz sua resistência aumenta).

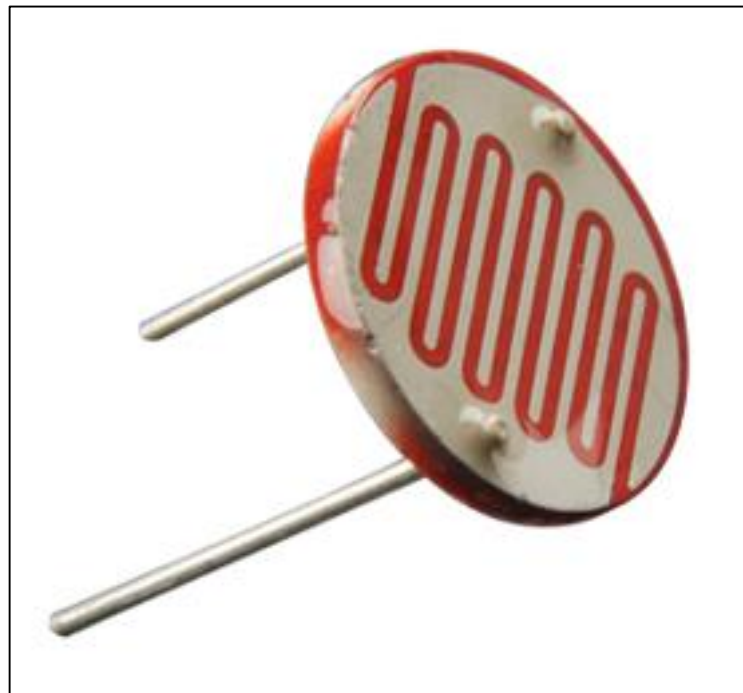


Figura 9 - Sensor LDR
Fonte: Arduino e Cia (2016)

Para detectar a presença de peça, coloca-se um LED incidindo luz sobre o LDR. Quando o feixe de luz é interrompido, ocorrerá uma variação da resistência e acusará que temos uma peça na esteira para ser selecionada (ARDUINO E CIA, 2016).

2.6 CHAVES FIM DE CURSO

As chaves fim de curso (Figura 10) informam ao controlador a posição do carro móvel e do elevador, e são acionadas mecanicamente pelo próprio

¹⁰ LDR: *Light Dependent Resistor* (Resistor Dependente de Luz). Resistor cuja resistência varia de acordo com a quantidade de luz incidente em sua face.

equipamento. Possuem contatos Normalmente Abertos - NA e Normalmente Fechados - NF, conforme ilustrado na Figura11.



Figura 10 - Chave fim de curso
Fonte: Autores

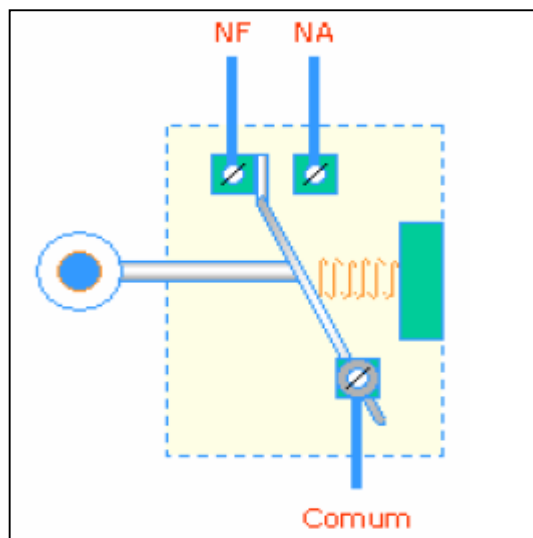


Figura 11 - Esquema dos contatos NF e NA
Fonte: Clube da Eletrônica (2016)

2.7 UNIVERSAL SERIAL BUS (USB)

Trata-se de uma tecnologia que tornou mais simples a conexão de diversos tipos de aparelhos ao computador, tais como mouse, teclado e *drives* externos, através da padronização dos conectores.

Foi criado em 1995 por várias empresas (como a NEC, Intel e Microsoft) o *USB Implementers Forum*, com o intuito de desenvolver uma tecnologia que utilizasse uma conexão comum entre computador e periféricos, surgindo daí o conector USB versão 1.1 (REGAZZI, 2005).

Os dispositivos que utilizam a tecnologia USB possuem conexão a qualquer tempo e detecção automática do dispositivo que está sendo conectado graças à tecnologia PNP¹¹ incorporada.

A versão 2.0 do USB lançada no ano 2000, chegou oferecendo velocidade de 480Mbps (cerca de 60MB por segundo), compatível com dispositivos USB 1.1 que ofereciam velocidade de 1,5 a 12 Mbps (cerca de 190 KB por segundo a 1,5 MB por segundo) (OFICINA DA NET, 2008).

Para gravar o programa de controle do computador para o microcontrolador utilizou-se a conexão com conector USB conforme mostrado na figura 12.



Figura 12 - Conector USB
Fonte: Startech (2016).

¹¹ PNP: *Plug aNd Play* (Conecte e Jogue). Tecnologia criada para incorporar aos sistemas operacionais e periféricos os *drivers* necessários para o funcionamento desses dispositivos, dispensando a necessidade de instalá-los separadamente através de disquetes e/ou CDs.

2.8 MOTORES CC OU DE CORRENTE CONTÍNUA

Os motores de corrente contínua (CC) são utilizados em variados projetos mecatrônicos por causa da característica linear torque-velocidade alcançada com diferentes configurações elétricas. A velocidade e o sentido de giro podem ser facilmente controlados. Os campos magnéticos do estator, em um motor CC são fornecidos por ímas permanentes e são reversíveis ao mudar o sentido da tensão aplicada, porque a corrente e o campo mudam de sentido somente no rotor (ALCIATORE, 2014).

Para controlar a velocidade do motor (Figura 13), deve-se variar a corrente fornecida e para controlar o sentido de giro deve-se inverter a polarização da alimentação elétrica, geralmente usando uma Ponte H¹².



Figura 13 - Motor CC
Fonte: Autores

2.9 SISTEMAS DE SUPERVISÃO

O Sistema SCADA (*Supervisory Control and Acquisition Data System* - Sistema de Aquisição de Dados e Controle Supervisório) permite a coleta da dados em tempo real dos processos de produção, tendo interfaces para a transferência dos dados para os sistemas administrativos (MARTINS, 2002).

Os aplicativos permitem que sejam monitoradas informações do processo, e podem ser visualizadas por intermédio de quadros sinóticos animados no computador com indicações instantâneas das variáveis.

¹² Ponte H: Circuito formado por 04 chaves (relés ou transistores) disparados em configuração H em volta do motor.

Existe ainda a possibilidade de montagem de painéis dedicados à monitoração, geralmente acompanhados de controles que permitem ao operador, quando necessário, interferir no processo fabril. A esses dispositivos dá-se o nome de IHM¹³.

2.10 Ponte H

Ponte H é um circuito eletrônico que permite que um motor CC rode tanto para um sentido quanto o outro. Estes circuitos são geralmente utilizados em robótica e estão disponíveis em circuitos prontos (Arduíno, por exemplo) ou podem ser construídos por componentes tais como relés, transistores ou mosfets (DICIONÁRIO SENSAGENT, 2013).

A figura 14 ilustra uma ponte H genérica. Quando o sinal de controle é alto, conduzem os transistores Q1 e Q4, com a corrente passando num sentido pelo motor. Quando o nível do sinal de controle é baixo, conduzem os transistores Q2 e Q3 com a circulação da corrente pelo motor no sentido inverso (MECATRÔNICA ATUAL, 2001).

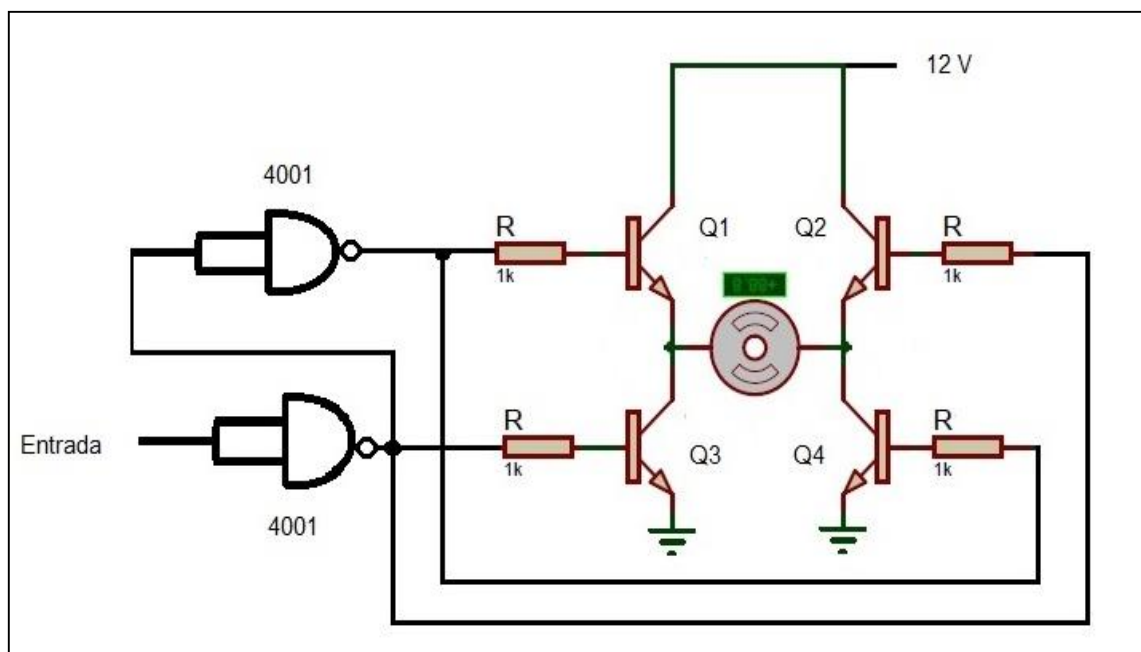


Figura 14 - Esquema de funcionamento da Ponte H
Fonte: Mecatrônica Atual (2001)

¹³ IHM: Interface Homem-Máquina. Permite a monitoração e controle das máquinas durante a produção.

2.11 Norma Reguladora NR12 (Segurança de Equipamentos)

A Norma Reguladora NR12 sobre segurança em máquinas, entre outras considerações, nos diz que os cuidados com equipamentos que tem dispositivos de acionamento é que estes não se localizem em zona perigosa do equipamento.

O acionamento ou desligamento deve ser feito, em caso de emergência, por outra pessoa diferente do operador e não deve ser acionado ou desligado de forma acidental.

A norma diz ainda que os equipamentos devem ter dispositivos de proteção por barreira para proteger o operador por causa do tamanho, da posição ou formato da abertura de alimentação do equipamento.

As máquinas que utilizam energia elétrica devem possuir chave geral de fácil acesso acondicionada, que evite acionamento acidental e que proteja o operador das partes energizadas.

Os reparos, ajustes e inspeção devem ser realizados com a máquina parada, devendo antes ser feita a sinalização de segurança para advertir quem estiver operando a máquina sobre possíveis riscos de uso indevido, e é recomendado ter à disposição as orientações de operação do equipamento.

2.12 SISTEMAS DE TRANSPORTE E DE SELEÇÃO DE PEÇAS

Transportadoras automatizadas são utilizadas porque são relativamente fáceis de implementar e manter, e com a variedade de sistemas de transporte disponíveis, permite que desempenhem diversos papéis diferentes. Nas unidades de produção, com linhas de montagem, um transportador de correia padrão é um método simples de transporte de mercadorias ao longo da linha de produção, sendo uma solução mais eficiente do que o transporte manual de equipamentos ou materiais para cada estação de produção.

Por serem mais seguras e de fácil operação, as esteiras são preferencialmente escolhidas em substituição a outros métodos mecanizados ou automatizados de transporte, tais como empilhadeiras por exemplo.

Além de benefícios como custo baixo e economia de trabalho, os sistemas de transportadores oferecem flexibilidade personalizável, permitindo a sua utilização em muitas situações.

Um sistema de transporte em uso contínuo leva ao desgaste, exigindo sua manutenção, que pode ser simples tal como a substituição de correias, lubrificação dos eixos, e limpeza de engrenagens (MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS, 2015).

Mais difícil é a manutenção das esteiras transportadoras utilizadas na indústria de embalagens, que frequentemente trabalham em alta velocidade e com tempos de ciclo muito curtos. Muitas vezes esses equipamentos integram linhas completas de produção. Na medida do possível os dispositivos de proteção não devem interromper as sequências de produção ou prejudicar a produtividade dos equipamentos (SCHMERSAL, 2015).

Na figura 15 verifica-se a utilização de um sistema de transporte e seleção de embalagens em um linha de produção.



Figura 15 - Transporte e seleção de embalagens
Fonte: Schmersal (2015)

Diversos equipamentos de automação industrial podem ser utilizados para incrementar a performance da esteira automatizada tais como chaves e sensores de segurança, painéis de controle, dispositivos de comando, sensores fim de curso, botões de emergência e robô selecionador de embalagens entre outros.

Como exemplo de esteira com seleção de peças, temos uma seletora de embalagens, que pode ser utilizada em uma linha de produção (Figura 16).

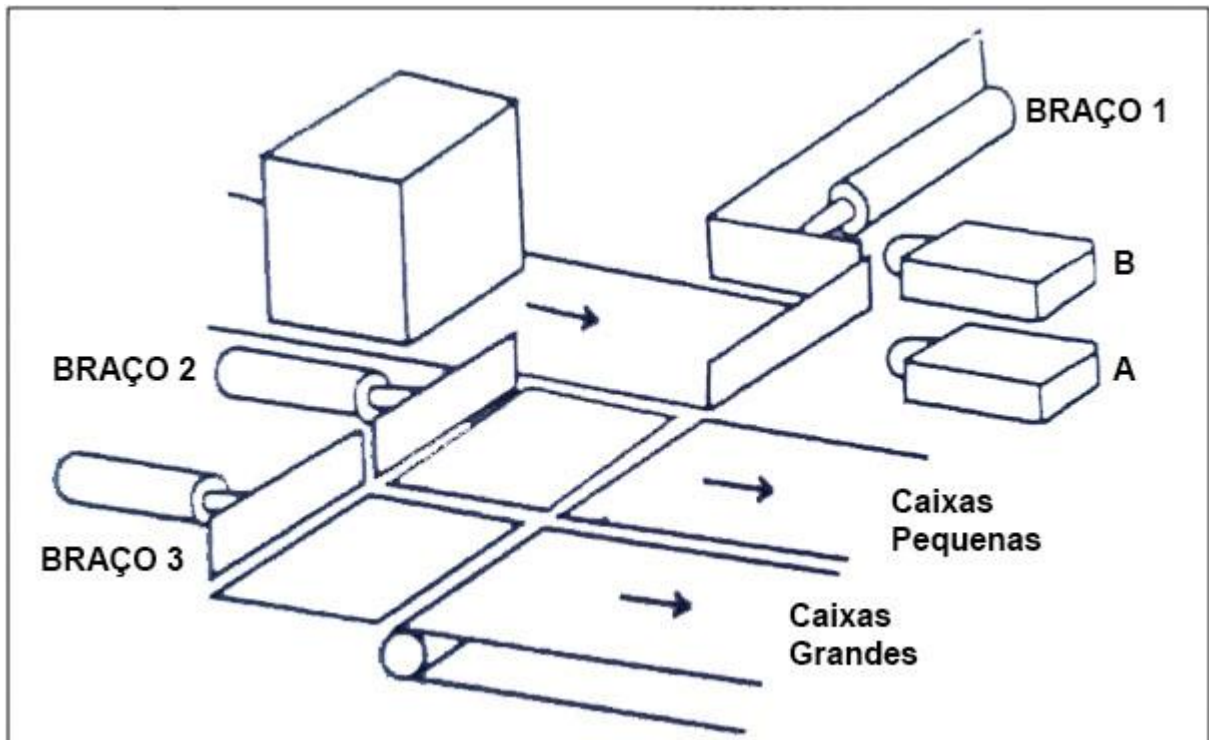


Figura 16 - Seletora de embalagens
Fonte: Silveira (1999)

Este sistema representa um dispositivo automático destinado a selecionar caixas de dois tamanhos diferentes. É composto de uma esteira rolante de alimentação de caixas, um dispositivo de detecção que permite reconhecer o tipo de caixa, três cilindros pneumáticos comandados por eletroválvulas, sensores de posição para cada cilindro e duas esteiras rolantes de saída.

O braço 1 empurra as caixas pequenas diante do braço 2 e este as translada sobre a esteira de saída de caixas pequenas. O braço 1 empurra as caixas grandes diante do braço 3 e este as translada para a esteira de saída de caixas grandes. O sensor A percebe a presença de caixa e o sensor B identifica o tamanho das embalagens (SILVEIRA, 1999).

2.13 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Área administrativa que trata do planejamento, organização, direção e controle do setor de produção de empresas (SILVA, 1997). Do ponto de vista da

produção, as indústrias podem ser classificadas como de produção contínua ou de processo, e de produção descontínua ou por encomenda.

Nas indústrias de produção contínua, os insumos passam por várias fases, sofrendo transformações sucessivas durante o processo, até serem transformados no produto final, como por exemplo, na indústria de papel.

Nas indústrias de produção descontínua, os produtos se constituem de peças ou componentes separáveis e distintos que são estocados em almoxarifados.

O controle da produção destes processos industriais tem por finalidade verificar se o que foi planejado está sendo executado, se os insumos de produção estão sendo entregues dentro dos prazos, se os equipamentos de produção estão sendo utilizados com eficiência, controlando os estoques de produtos e peças e o ritmo de produção.

Algumas indústrias mantêm um almoxarifado para estocagem de matéria-prima e outro para produtos acabados. Quando na indústria se faz necessário, alguns departamentos são destinados à guarda de produtos semiacabados ou armazenamento de ferramentas e peças.

Neste estudo, a colocação da selecionadora de peças com utilização de códigos dentro do processo fabril visa ajudar o controle de produção, onde peças podem ser selecionadas, vindas de algum setor produtivo, catalogadas e acondicionadas em uma estante para uso posterior.

2.14 GRÁFICO DE GANTT

O Gráfico de Gantt foi concebido pelo engenheiro Henry L. Gantt, um dos precursores da engenharia industrial de Taylor, objetivando resolver o problema da programação de atividades. Sua distribuição, conforme um calendário, possibilita visualizar o período de duração de cada atividade e o prazo previsto.

Este gráfico, mostrado no Quadro 4, consiste em um sistema de coordenadas. No eixo horizontal um calendário ou escala de tempo em que se vai trabalhar. No eixo vertical se colocam as atividades que constituem o trabalho. A cada atividade se faz corresponder uma linha horizontal cuja longitude é proporcional à sua duração indicando início e final de cada atividade (LAFRAIA, 2001).

Entrega \ Atividade	01/07	01/07 29/07	01/08 05/08	06/08 10/09	11/09 22/09	23/09 01/10	02/10 28/10	29/10	14/11	28/11
Formação das equipes	█									
Questões de segurança do projeto e 5W2H		█								
PCM do projeto			█							
RCM do projeto				█						
TPM do projeto					█					
FTA do projeto						█				
FMEA do projeto							█			
Plano de manutenção								█		
Entrega do trabalho									█	
Defesa do trabalho										█
Trabalhos com a parte mecânica	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Trabalhos com parte de programação	█	█	█	█	█	█	█	█	█	

Quadro 4 - Gráfico de Gantt

Fonte: Autores

2.15 ANÁLISE 5W2H

O método 5W2H é uma ferramenta de gestão, um plano de ação estruturado e prático com etapas bem definidas e planejadas para que as atividades operacionais sejam ágeis e livres de erros para evitar perdas na produção (CITISYSTEMS, 2016).

Esta ferramenta foi utilizada para a descrição dos aspectos das atividades de elaboração do protótipo, pois precisam estar bem definidas para sua correta execução.

A ferramenta possui esse nome derivando da abreviatura das sete perguntas que precisam ser respondidas (Quadro 5).

Pergunta	Tradução	Descrição
<i>What?</i>	O que?	O que deve ser feito
<i>Who?</i>	Quem?	Quem são os responsáveis pela execução
<i>Where?</i>	Onde?	Setor/local em que a atividade deve ser feita
<i>When?</i>	Quando?	Ocasão em que a atividade deve ser executada
<i>How?</i>	Como?	De que maneira deve ser executado?
<i>How much?</i>	Quanto custa?	Custo do material ou mão de obra

Quadro 5 - Perguntas 5W2H

Fonte: Autores

2.16 ÁRVORE DE FALHAS - FTA


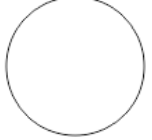
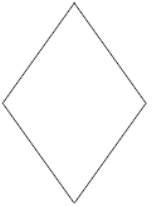

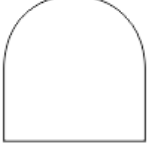
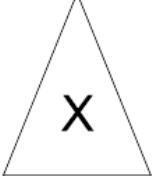
A árvore de falhas é uma técnica desenvolvida em 1960 por H. A. Watson da Bell Telephone Laboratories, para analisar o desempenho do sistema de controle de lançamento do “Minuteman” e desde então vem sendo aprimorado por diversos especialistas.

Nesta análise muitos eventos interagem para produzir outros eventos que podem ser relacionados através de operadores lógicos *AND*, *OR*, entre outros. A árvore de falhas é uma reprodução lógica em forma de diagrama de todos os eventos de falha para se avaliar a confiabilidade e segurança de sistemas complexos.

A análise com a metodologia FTA é formada por cinco etapas:

- 1) Definir o evento ou falha que se deseja investigar;
- 2) Estudar o sistema de produção;
- 3) Construção da árvore de falhas;
- 4) Avaliação da árvore de falhas visando melhorias no sistema produtivo;
- 5) Implementação de melhorias no processo de produção.

Os símbolos utilizados nas árvores de falhas são ilustrados no quadro 6:

Símbolo	Nome	Descrição
	Retângulo	Evento Falha, resultado da combinação lógica de outros eventos.
	Círculo	Evento Falha Primária independente.
	Losango	Evento Falha não totalmente desenvolvido com relação às suas causas.
	Porta OU (OR)	O Evento Saída ocorre se uma ou mais entradas ocorrerem.
	Porta E (AND)	O Evento Saída ocorre se, e somente se, todos os eventos de entrada ocorrerem.
	Triângulo	Fornecem uma ferramenta para evitar repetições de uma árvore de falhas ou para transferir a construção de uma árvore de uma folha para a próxima. A letra interna indica o ramo a ser considerado.

Quadro 6 - Símbolos da árvore de falhas

Fonte: Autores

2.17 MODOS DE FALHA E ANÁLISE DOS EFEITOS (*FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS*) OU FMEA E MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Outra ferramenta utilizada para entender os modos de falha de um sistema é o FMEA. Trata-se de uma técnica indutiva, estruturada e lógica para identificar e antecipar as causas e efeitos de cada modo de falha de um sistema. A análise resulta em ações corretivas, classificadas de acordo com sua criticidade, para eliminar ou compensar os modos de falhas e seus efeitos (LAFRAIA, 2001).

Através do FMEA, obtém-se os três índices necessários para o cálculo do RPN¹⁴:

Índice G representa de 1 a 10 o grau de severidade dos efeitos da falha. Deve refletir a gravidade do efeito da falha sobre o cliente assumindo que sua ocorrência varie desde pequenos danos até riscos à operação segura do sistema.

Índice O representa de 1 a 10 a frequência de ocorrência da falha. Pode variar desde falhas improváveis, poucas falhas, falhas ocasionais, falhas repetitivas e falhas inevitáveis.

Índice D representa de 1 a 10 a dificuldade de detecção da falha, sendo o valor 1 indicativo de que a falha será certamente detectada, enquanto que valores mais altos indicam baixas probabilidades de detecção.

Com estes valores calculamos o RPN, número de prioridade de risco:

$$\text{RPN} = \text{Severidade} \times \text{Ocorrência} \times \text{Detecção}$$

Falhas com maior índice de risco deverão ser tratadas com um plano de ação imediato como colocação de dispositivos de segurança, mais testes de produto e mais inspeção.

A Manutenção Preventiva procura manter o sistema em estado operacional ou disponível através da prevenção de ocorrência de falhas. Isto pode ser efetuado por meio de inspeção, controles e serviços de limpeza, lubrificação e calibração.

Para a Manutenção Preventiva, um roteiro deve ser seguido rigorosamente sem faltar nenhum item:

- Analisar roletes;
- Reapertar parafusos;
- Verificar emendas e esteira;
- Verificar conectores, fiação elétrica, fios soltos, limpeza;
- Verificar estado dos motores;
- Verificar pontos de solda e placas de circuitos;
- Verificar estado dos sensores.

¹⁴ RPN: *Risk Priority Number* (Número de Prioridade de Risco). Define a prioridade de correção da falha, sendo usado para classificar as deficiências do sistema.

Para a realização desta tarefa, utiliza-se documentos com controles necessários descritos nas Instruções de Trabalho.

Recomendações de segurança: antes de iniciar a atividade, avisar o responsável pela área, avisar o operador, desligar, bloquear e etiquetar o equipamento, fazer teste de tensão. Ao terminar, remover etiqueta de segurança e o bloqueio, religar equipamento.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo serão descritos os detalhes para a construção do protótipo, contendo todas as etapas e o seu respectivo plano de manutenção.

3.1 SISTEMA MECÂNICO

Para a montagem da estrutura mecânica da Seleccionadora de Peças, demonstrada na Figura 17, utilizou-se o software AUTOCAD para projetar as partes integrantes do protótipo que é composto de um elevador, um carro móvel, dois roletes, esteira, fuso, eixos, um macaco elétrico, dois motores CC e estante.

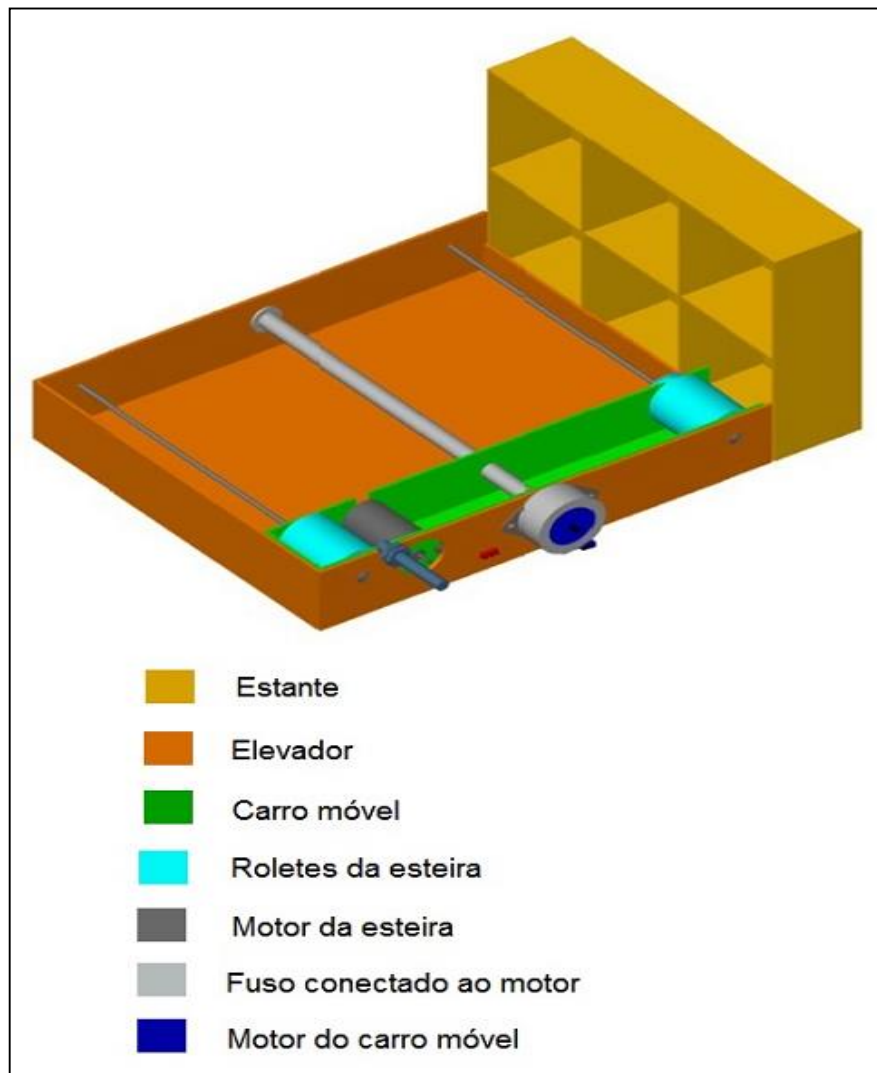


Figura 17 - Seleccionadora de Peças projetada no AutoCAD
Fonte: Autores

3.1.1 Elevador

É a parte da estrutura que se eleva ou abaixa utilizando o macaco elétrico. Construído em aço inoxidável, o elevador se assemelha a uma plataforma e tem acoplado o carro móvel. Este se movimenta lateralmente conforme a programação do microprocessador.

3.1.2 Carro móvel

Também construído em aço inoxidável, nesta estrutura se encontram fixados os roletes que giram sobre eixos (que também servem de guia no deslocamento do carro), e o motor CC que movimenta a esteira. A movimentação do carro se dá por meio de um segundo motor CC de 12 volts acoplado a um fuso.

3.1.3 Esteira

Construída com dois roletes de PVC, são revestidos por lixas para aumentar o atrito com a esteira (feita de uma fita de napa). Em um dos roletes é fixada uma engrenagem que se movimenta por ação de uma correia acoplada ao motor CC.

3.1.4 Macaco elétrico

O equipamento (marca Multilaser) foi selecionado considerando as exigências de estrutura e sua finalidade é de movimentar verticalmente o elevador. O macaco elétrico (Figura 18) é fixado na plataforma através de parafusos.



Figura 18 - Macaco elétrico
Fonte: Autores

Foi necessário fazer ajustes no dispositivo de acionamento do macaco elétrico (Figura 19) pois, este foi projetado para acionamento manual. Utiliza-se um servo motor do conjunto Arduino para atuar mecanicamente nos botões de subir e descer, simulando o apertar manual dos botões.



Figura 19 - Dispositivo de acionamento
Fonte: Autores

3.2 SISTEMA ELÉTRICO

3.2.1 Fontes de Alimentação

O sistema utiliza duas fontes de 12 volts, sendo uma para alimentar os motores CC e o circuito de controle, e outra exclusiva para o macaco elétrico, haja vista que este requer uma corrente elétrica muito maior.

3.2.2 Motores

Foram utilizados três motores de corrente contínua (CC), sendo um destes motores acoplado de fábrica ao macaco elétrico. Um motor de 12 volts, com redução, como mostra a Figura 20 é fixado ao fuso para movimentar o carro móvel.

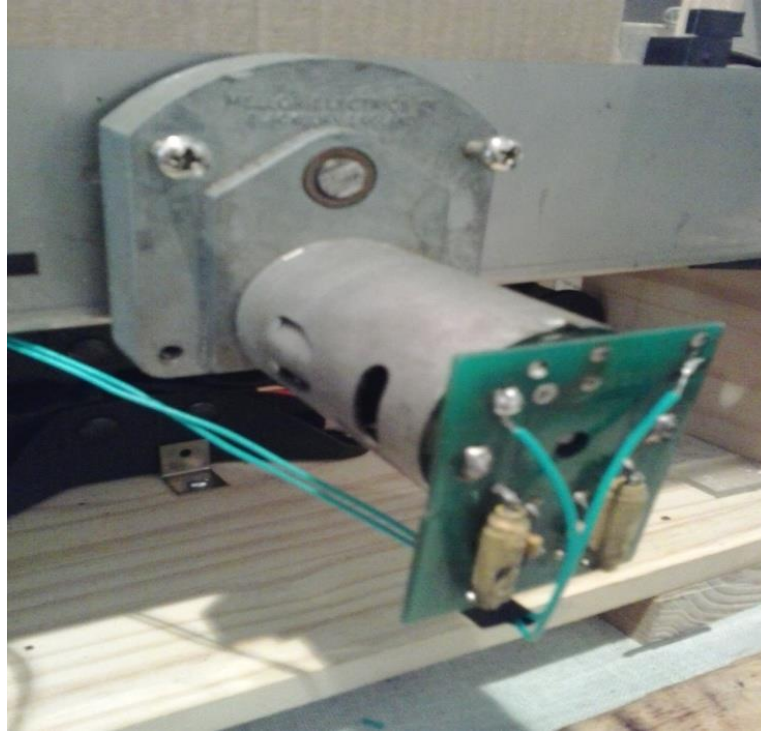


Figura 20 - Motor CC com redução
Fonte: Autores

Um outro motor CC de 12 volts fica acoplado no interior do carro móvel para movimentar a esteira. Para controlar os motores utiliza-se um módulo drive ponte H L298N mostrado na Figura 21. Este módulo controla o sentido de giro do motor do carro móvel e o motor da esteira. Tem quatro fios que formam um barramento e devem ser conectados ao Arduíno da seguinte maneira: IN1 (pino 52), IN2 (pino 50), IN3 (pino 48) e IN4 (pino 46).

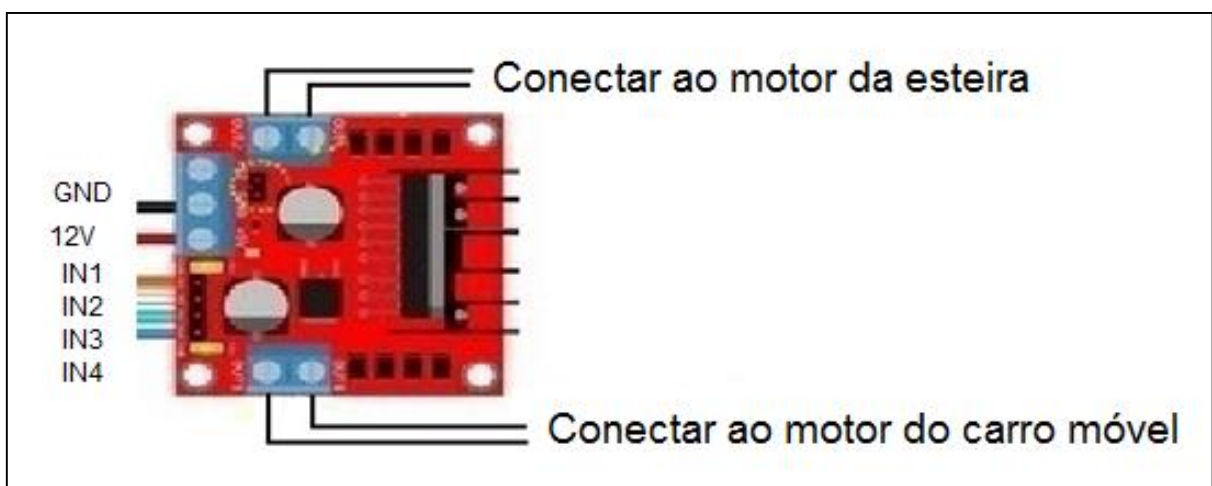


Figura 21 - Módulo drive ponte H L298N
Fonte: Arduíno e Cia (2016)

3.3 SISTEMA ELETRÔNICO

3.3.1 Descrição e montagem

Composto pelo microprocessador Arduino, placa com componentes, leitor de código por teclado, *display* LCD, sensores óticos LDR, sensor indutivo e chaves fim de curso. Utilizou-se também um CI 7805 para alimentar a placa de circuitos com uma tensão de 5 volts, pois nesta voltagem podemos enviar sinais para o microcontrolador, conforme apresentado na Figura 22.

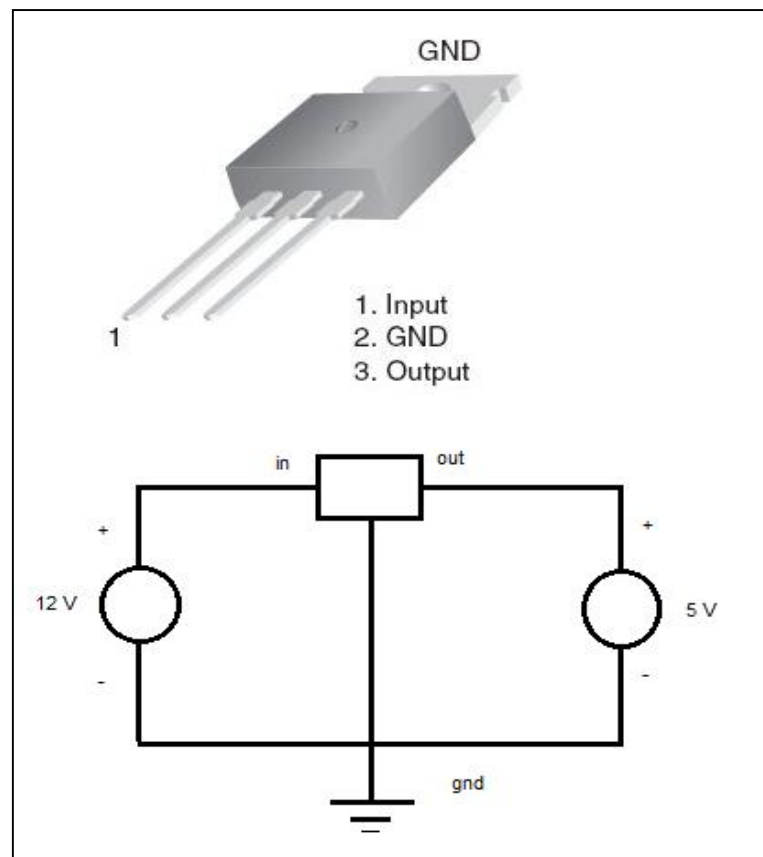


Figura 22 - Ligação do CI 7805
Fonte: Francesco Perrotti (2016)

As chaves fim de curso laterais são colocadas uma à direita do elevador e outra à esquerda, mostradas nas Figuras 23 e 24, com a finalidade de controlar o avanço e o recuo do carro móvel. Estas informações são repassadas ao microcontrolador para acionar o motor do carro tanto no avanço como no recuo. Estão conectadas ao Arduino pelos pinos 40 e 42.



Figura 23 - Chave para avanço
Fonte: Autores



Figura 24 - Chave para recuo
Fonte: Autores

A ligação do teclado de sete pinos ao módulo de controle Arduino deve ser feito da maneira apresentada no quadro 7:

Pino do teclado	Pino do Arduino
Pino 1	Pino 3
Pino 2	Pino 4
Pino 3	Pino 5
Pino 4	Pino 6

Quadro 7 - Ligação dos pinos do teclado
Fonte: Autores

Seguindo a recomendação do fabricante Arduino, os pinos 5, 6 e 7 do teclado devem ser conectados a resistores de 330Ω antes de ser conectados aos pinos 8, 9 e 10, respectivamente, do módulo de controle, conforme demonstrado na figura 25.

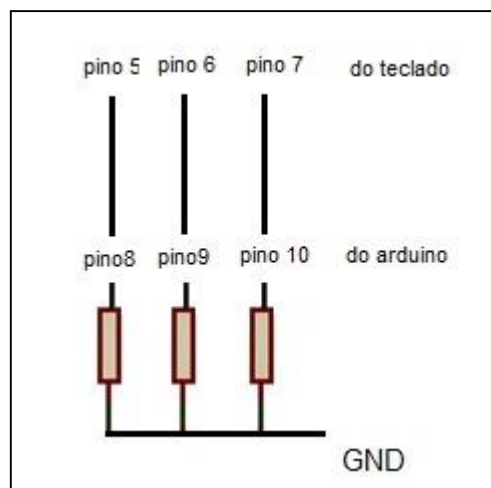


Figura 25 - Conexão do teclado (pinos 5, 6 e 7)
Fonte: Autores

Os sensores LDR com os LEDs são afixados na estrutura no início da esteira junto com o sensor indutivo e no final da esteira para detectar presença de peça, e formam os sensores de entrada e de saída, conforme podemos observar nas Figuras 26 e 27.

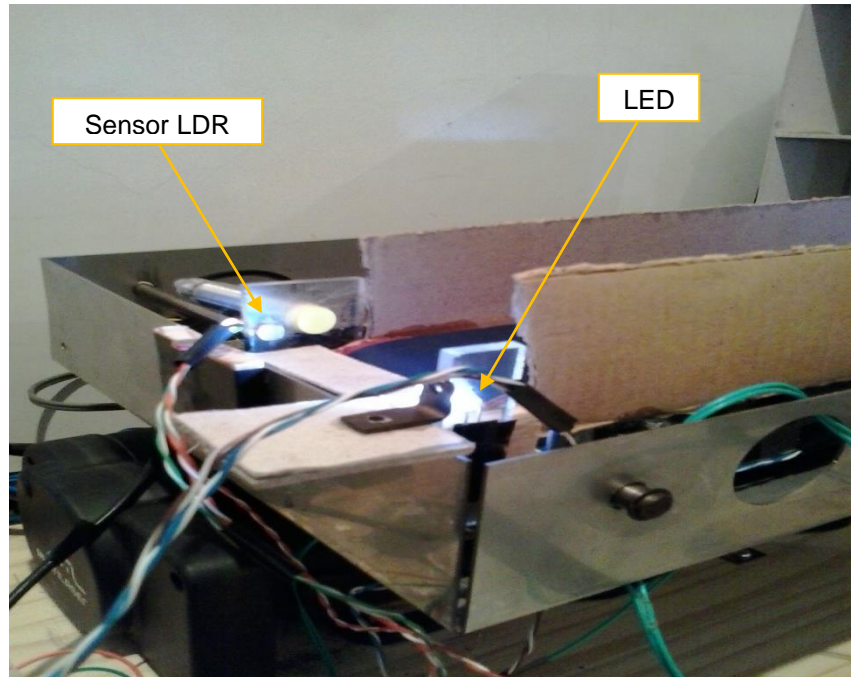


Figura 26 - Sensores de entrada de peça
Fonte: Autores

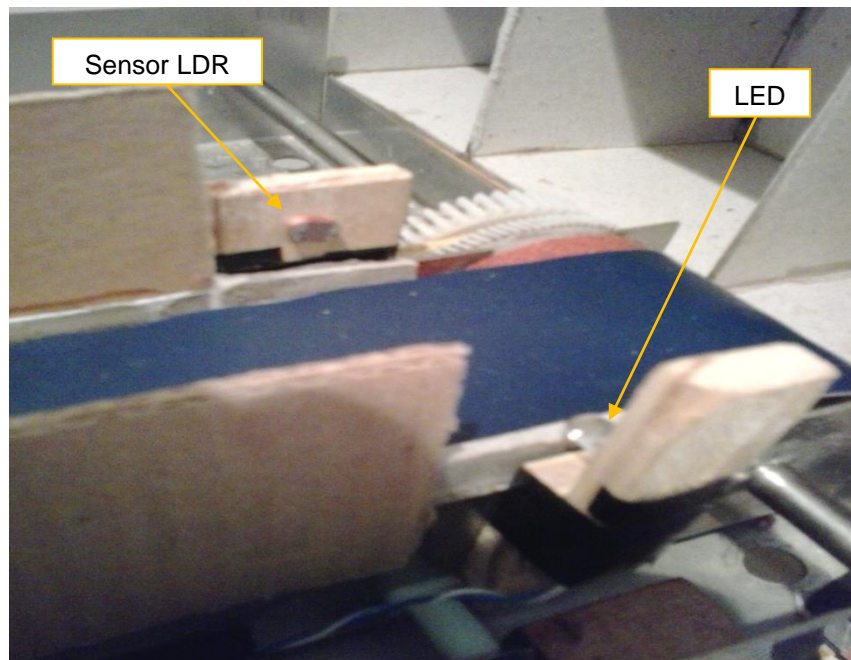


Figura 27 - Sensor de saída de peça
Fonte: Autores

Para enviar os sinais dos sensores ao microcontrolador foram montadas fotocélulas. Conecta-se um terminal do LDR à alimentação do circuito (5V) e a uma entrada analógica do microcontrolador, e outro terminal para um resistor e ao GND como mostram as ilustrações das Figuras 28 e 29.

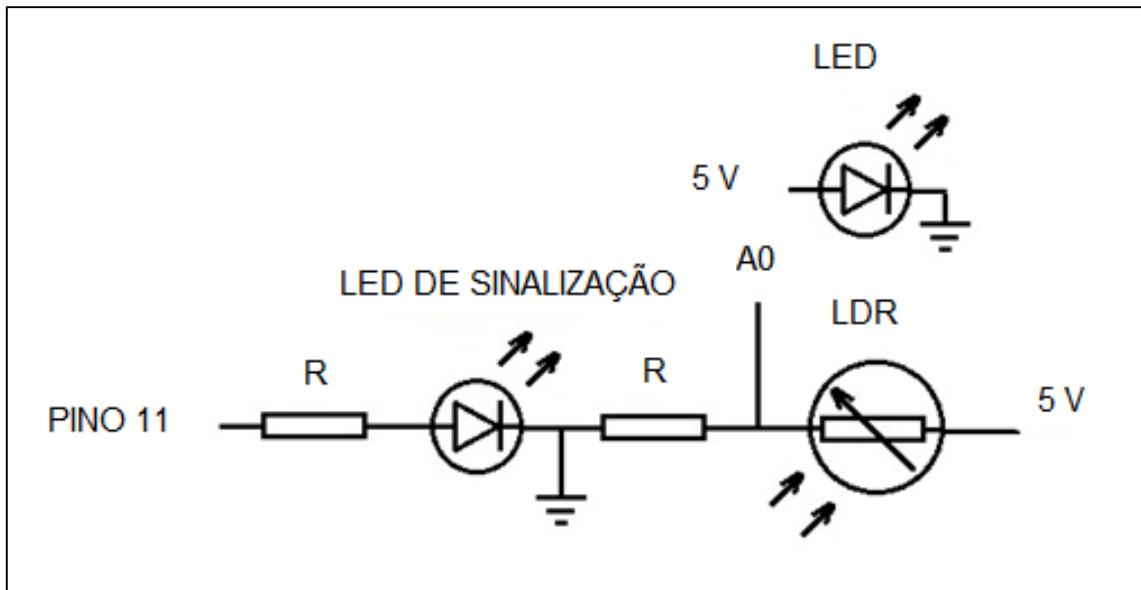


Figura 28 - Fotocélula para entrada de peça
Fonte: Autores

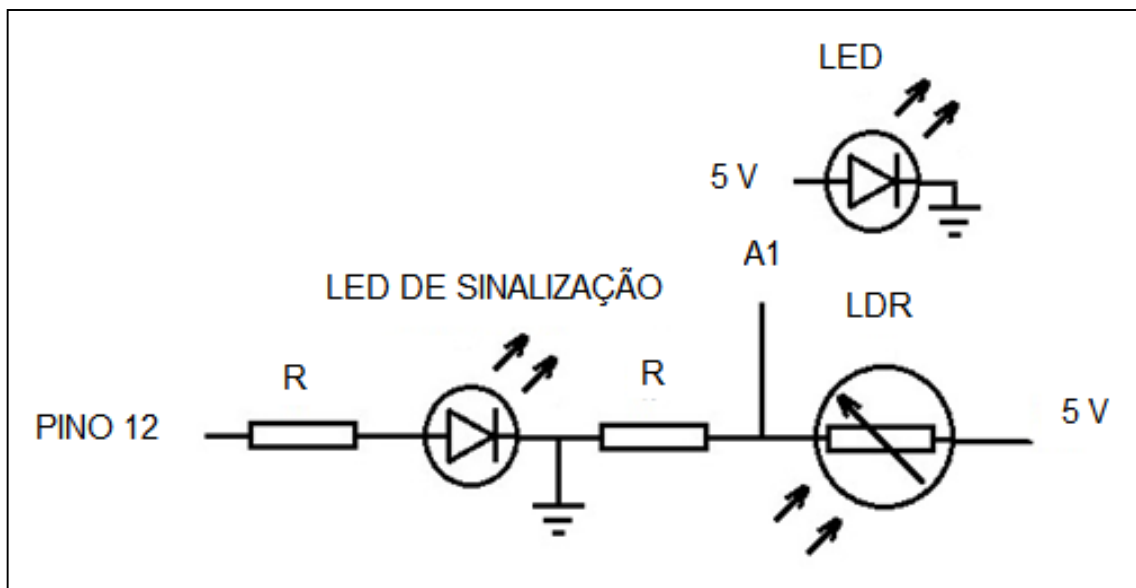


Figura 29 - Fotocélula para saída de peça
Fonte: Autores

3.3.2 Circuito do projeto

Na Figura 30 se apresenta o circuito utilizado.

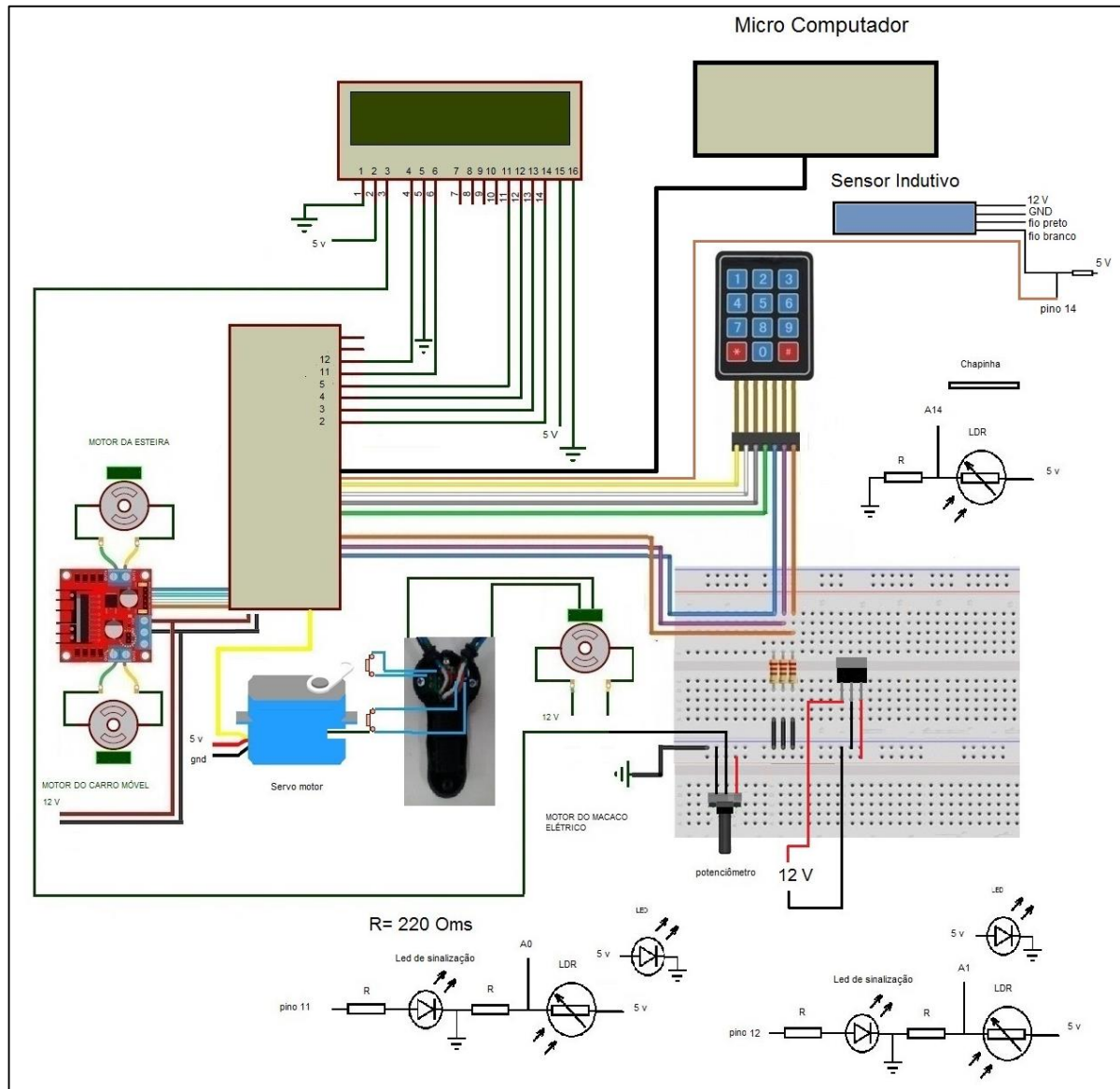


Figura 30 - Circuito do projeto

Fonte: Autores

3.4 SISTEMA DE CONTROLE

O sistema de controle consiste na programação em linguagem C, que está gravada no microprocessador. Este administra as informações de entrada dos sensores, do leitor de código por teclado e as de saída acionando os motores.

3.5 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO

O processo de seleção de peças é iniciado quando se faz a inserção de uma peça na esteira. Na sequência, os leitores óticos (conjunto de LDR e LED), detectam a presença de peça. Cada peça contém um número que deve ser digitado no leitor de código via teclado. O sensor indutivo acende um LED interno se determinada peça for metálica e envia ao microcontrolador um sinal. A figura 31 mostra-o em funcionamento.

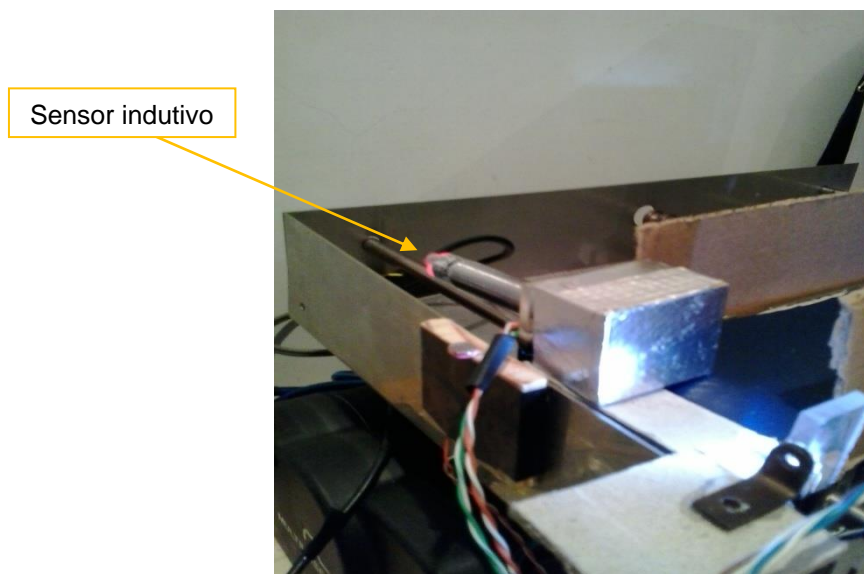


Figura 31 - Sensor indicando peça metálica
Fonte: Autores

Para cada código, que representa um grupo de peças, a sequência de ações deverá ser distinta a fim de alocar as peças em seu respectivo lugar na estante. Isto é obtido acionando o macaco elétrico acima da posição inicial, se for o caso, efetuando o acionamento do motor que movimentava lateralmente o carro e acionando o motor CC da esteira para deslocar a peça até a estante.

O macaco elétrico vem com uma chave fim de curso de fábrica acoplado na posição de repouso (abaixado). Para se controlar a altura correta colocou-se outra chave fim de curso na estrutura.

O deslocamento do carro móvel é feito por meio de um fuso acoplado a um motor CC e, para determinar suas posições inicial (prateleiras 1 e 4) e final (prateleiras 3 e 6), foram colocadas duas chaves fim de curso no elevador da plataforma.

Uma das chaves monitora o avanço do carro móvel para a direita enquanto que a outra controla o avanço para a esquerda.

Um sensor LDR foi colocado na plataforma para indicar a posição intermediária (prateleiras 2 e 5 da estante) e, quando um objeto se posiciona sobre o sensor (como mostra a figura 32), o carro para e a esteira é acionada movimentando a peça para a estante.

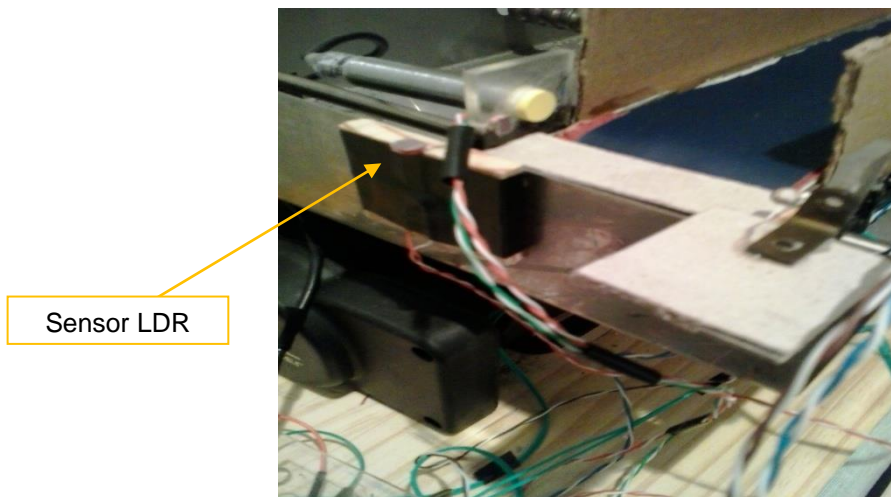


Figura 32 - Sensor LDR que indica a posição intermediária do carro
Fonte: Autores

O aspecto da seletora de peças pode ser visto na Figura 33.

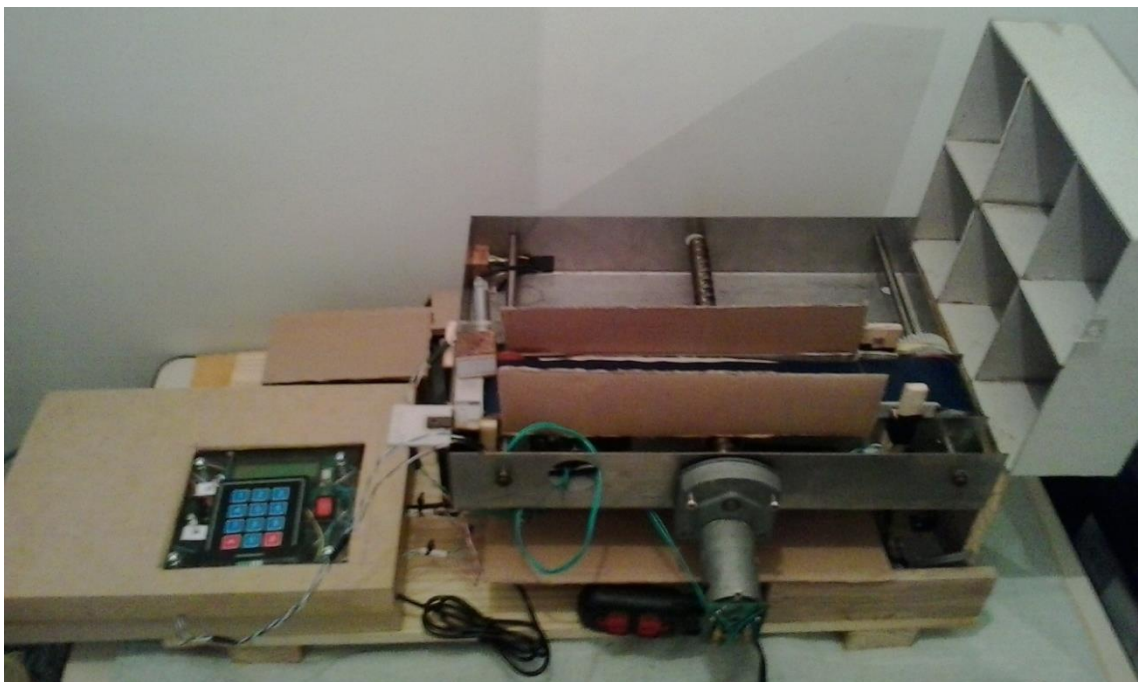


Figura 33 - Seletora de peças (vista lateral)
Fonte: Autores

3.6 MANUTENÇÃO

Em caso de necessidade, o módulo Arduino pode ser substituído facilmente, bastando para isso, acessar o local de seu acoplamento, retirá-lo e inserir um módulo novo que pode ser facilmente adquirido via internet e/ou lojas de componentes eletrônicos.

O correto procedimento de manutenção necessita de planejamento, análise e controle e, para isso, são utilizadas diversas ferramentas tais como Instruções de Trabalho - IT (Quadros 8, 9, 10, 11, 12 e 13), FTA (Figura 34), 5W2H (Quadro 14) e FMEA (Quadro 15).

Data	Manutenção Preventiva	IT 01
Responsável		Equipamento
Membros da equipe		Esteira selecionadora
Atividade		
Verificação e lubrificação dos roletes da esteira e da correia		
Notas		
Não lubrificar excessivamente para evitar o acúmulo de poeira, lubrificar o necessário para evitar o atrito, verificação do estado de conservação e desgaste da correia da esteira.		

Quadro 8 - IT 01 (Lubrificação dos roletes)

Fonte: Autores

Data	Manutenção Preventiva	IT 02
Responsável		Equipamento
Membros da equipe		Esteira selecionadora
Atividade		
Manutenção dos sensores, inspeção de chaves fim de curso e do leitor de código por teclado.		
Notas		
Verificar o desempenho e condições dos sensores, cuidados referentes a limpeza e estado de conservação. Fazer acionamento manual da chave fim de curso para verificar seu funcionamento.		

Quadro 9 - IT 02 (Manutenção dos sensores)

Fonte: Autores

Data	Manutenção Preventiva	IT 03
Responsável		Equipamento
Membros da equipe		Esteira selecionadora
Atividade		
Verificação do motor da esteira, do motor do carro e do motor do elevador.		
Notas		
Inspeção visual, medir resistência de isolamento, condições da fiação.		

Quadro 10 - IT 03 (Verificação dos motores)

Fonte: Autores

Data	Manutenção Preventiva	IT 04
Responsável		Equipamento
Membros da equipe		Esteira selecionadora
Atividade		
Inspeção do circuito eletrônico e do microcontrolador e software		
Notas		
Verificação do estado de limpeza e conservação do circuito, inspeção visual, condições da fiação e das soldas.		

Quadro 11 - Inspeção do circuito eletrônico

Fonte: Autores

Data	Manutenção Preventiva	IT 05
Responsável		Equipamento
Membros da equipe		Esteira selecionadora
Atividade		
Verificação da estante.		
Notas		
Inspeção visual, condições de armazenamento.		

Quadro 12 - Verificação da estante

Fonte: Autores

Data	Manutenção Preventiva	IT 06
Responsável	Equipamento	
Membros da equipe	Esteira selecionadora	
Atividade	Verificação das fontes de alimentação.	
Notas	Inspeção visual, condições de fiação, análise com multímetro.	

Quadro 13 - Verificação das fontes de alimentação
Fonte: Autores

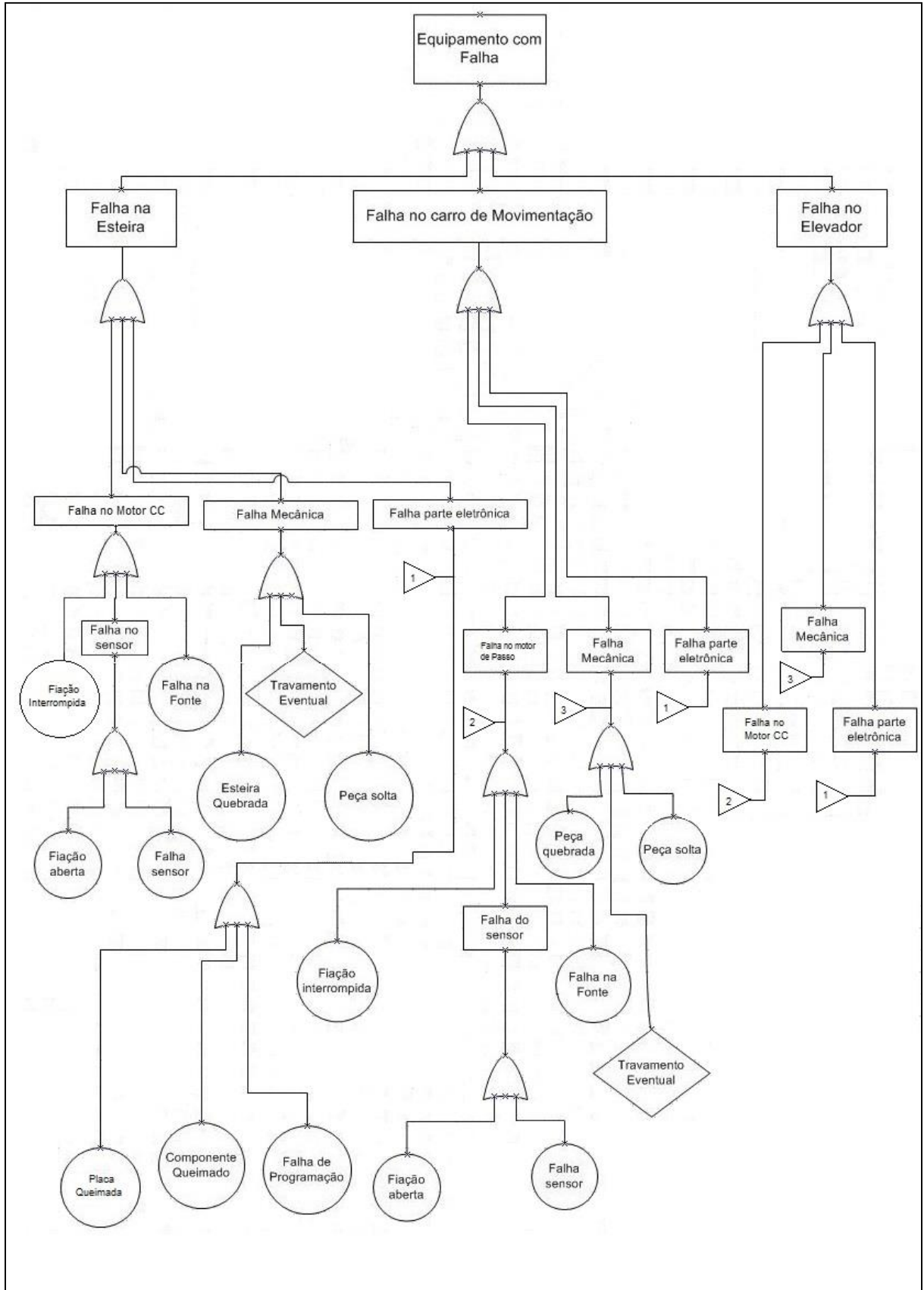


Figura 34 - Árvore de Falhas (FTA) da seletora de peças
Fonte: Autores

<i>What</i> O quê	<i>Who</i> Quem	<i>Where</i> Onde	<i>When</i> Quando	<i>Why</i> Por quê	<i>How</i> Como	<i>How Much</i> Quanto custa
Confeccionar uma plataforma que selecione peças de metal e não metal pelo código.	A Equipe	Célula de Fabricação (casa de um dos integrantes da equipe e laboratório da UTFPR).	Início 01/06/16 Término 21/11/16	Para conclusão do Projeto Integrador 2 e do TCC.	Confeccionado em aço inox, utilizando eixos de metal, motores, roletes plásticos, esteira de tecido, estante em MDF.	Será utilizado material reciclado em estoque, compra de sensores e materiais. Total: R\$ 1.000,00
Elevador	A Equipe	Fábrica que confecciona peças em aço inoxidável.	Início 01/06/16 Término 21/07/16	Para elevar as peças na posição desejada.	Confeccionado em aço inoxidável, nele são colocados o carro com a esteira, fixado no macaco.	R\$ 100,00
Carro	A Equipe	Fábrica que confecciona peças em aço inoxidável.	Início 01/06/16 Término 21/07/16	Para deslocar as peças lateralmente.	Confeccionado em aço inoxidável, nele são colocados os roletes e a esteira.	R\$ 50,00
Fuso	A Equipe	Célula de Fabricação (casa de um dos integrantes da equipe e laboratório da UTFPR).	Início 01/06/16 Término 21/07/16	Para deslocar lateralmente o carro.	Peça de metal reciclado.	Reciclado (nenhum custo)
Estante e peças para seleção	A Equipe	Fábrica que confecciona peças em MDF.	Início 01/06/16 Término 05/06/16	Para estocar as peças e seleção.	Compra de Peças em MDF.	R\$ 25,00
Macaco elétrico	A Equipe	Loja de acessórios para carros.	Início 01/06/16 Término 01/06/16	Para elevar a estrutura na altura da estante.	Compra de material.	R\$ 200,00
Roletes	A Equipe	Laboratório da UTFPR.	Início 01/06/16 Término 21/11/16	Parte integrante da esteira.	Confeccionado em Tubos de PVC.	R\$ 25,00
Esteira	A Equipe	Laboratório da UTFPR.	Início 01/06/16 Término 21/08/16	Deslocar as peças até a estante.	Confeccionado em tecido.	R\$ 10,00
Motores CC	A Equipe	Célula de fabricação.	Início 01/06/16 Término 01/06/16	Mover a esteira e o carro.	Material reciclado.	Reciclado (nenhum custo)
Servo motor	A Equipe	Célula de fabricação.	Início 01/09/16 Término 01/09/16	Acionar o controle do macaco elétrico.	Compra de material.	R\$ 50,00
Microprocessador e material eletrônico	A Equipe	Célula de fabricação.	Início 01/06/16 Término 21/11/16	Controlar motores e sensores.	Compra de material.	R\$ 200,00
Programação	A Equipe	Célula de fabricação.	Início 01/06/16 Término 21/11/16	Controlar motores, sensores e o microcontrolador.	Utilizando linguagem C.	Nenhum custo
Teclado	A Equipe	Loja de material eletrônico.	Início 01/06/16 Término 01/06/16	Identificar as peças.	Compra de material.	R\$ 180,00
FTA do projeto	A Equipe	Célula de fabricação.	Início 01/06/16 Término 21/11/16	Detectar falhas no projeto e planejar melhorias.	Utilizando ferramenta Árvore de Falhas.	Nenhum custo
FMEA do projeto	A Equipe	Célula de fabricação.	Início 01/06/16 Término 21/11/16	Análise de defeitos.	Utilizando ferramenta modo de falha e análise de defeitos.	Nenhum custo
Plano de manutenção	A Equipe	Célula de fabricação.	Início 01/06/16 Término 21/11/16	Facilitar a manutenção.	Utilizando uma lista de tarefas.	Nenhum custo

Quadro 14 - 5W2H do projeto da esteira**Fonte: Autores**



ITEM PRÉ:		FMEA (X) MANUTENÇÃO () OPERAÇÃO () SISTEMA				DATA DA EMISSÃO:	CÉLULA:								
						ÚLTIMA REVISÃO:									
ITEM PRÉ:		Selecionadora de Peças				RESPONSÁVEL:	CÓDIGO:								
SUB ITEM	COMPONENTE	FUNÇÃO	FALHAS POSSÍVEIS			CONTROLES ATUAIS	ÍNDICES				CONTROLES NECESSÁRIOS	ÍNDICES			
			MODO	EFEITO	CAUSAS		G	O	D	R		G	O	D	R
1	Sensor início do elevador	Faz elevador subir	Não eleva plataforma com a esteira	Peças não são separadas adequadamente	Alimentação do sensor está aberta	Inspeção visual	8	5	8	320	Conforme IT 01	8	5	6	240
2	Software	Gerencia o processo	Não seleciona peça	Peças não são separadas adequadamente	Problemas no PIC	Inspeção visual	8	5	8	320	Conforme IT 04	8	5	6	240
3	Sensor de início do processo	Identifica Peça	Não identifica peça	Peças não são separadas adequadamente	Alimentação do sensor está aberta	Inspeção visual	8	6	8	384	Conforme IT 01	8	6	3	144
4	Sensor final do processo	Identifica peça	Não identifica peça	Peças não são separadas adequadamente	Alimentação do sensor está aberta	Inspeção visual	8	6	8	384	Conforme IT 01	8	6	3	144
5	Motor	Movimenta o carro	Não movimenta o carro na ordem certa	A peça pode ser separada inadequadamente	Fiação do motor está aberta, travamento mecânico, falha no software	Inspeção visual, verificar continuidade da tensão	6	6	8	288	Conforme IT 03	6	6	3	108
6	Motor da esteira	Transporte da peça durante para a estante	Não transporta a peça	O processo de seleção de peças não é concluído	Fiação do motor está aberta, travamento mecânico, falha no software	Inspeção visual, verificar continuidade da tensão	8	3	6	144	Conforme IT 03	8	3	3	72
7	Circuito eletrônico	Comanda o funcionamento dos motores	Não comanda o funcionamento do motor	Peça não é identificada	Falha em componentes do circuito	Análise de tensão com multímetro	8	5	3	120	Conforme IT 04	8	3	3	72
8	Estante	Armazenar peças	Não armazena peças	Peça não é identificada	Estante solta ou fora de posição	Inspeção visual	8	6	8	384	Conforme IT 05	8	6	6	288
9	Correia da esteira	Mover a esteira	Não move a esteira	Peça não é identificada	Correia desgastou ou rompeu	Inspeção visual	8	4	5	160	Conforme IT 01	8	3	3	72
10	Fonte de alimentação	Alimenta o circuito de comando e de força	Não alimenta os circuitos de comando e força	Motores não funcionam	Fonte queimada, queda de energia	Inspeção visual, verificar continuidade da tensão	8	3	8	192	Conforme IT 06	8	3	3	72
11	Sensor indutivo	Identifica peças	Não seleciona peça	Peças não são separadas adequadamente	Alimentação do sensor pode estar aberta	Inspeção visual, verificar continuidade da tensão	8	6	8	384	Conforme IT 01	8	6	3	144
12	Motor do elevador	Movimenta o elevador	Não movimenta o elevador	O processo de seleção de peças não é concluído	Fiação do motor está aberta, travamento mecânico	Inspeção visual	8	3	6	144	Conforme IT 03	8	3	3	72
13	Roletes da esteira	Movimentar a esteira	Não movimenta a esteira	O processo de seleção de peças não é concluído	Falta de lubrificação ou sujeira	Inspeção visual	8	5	3	120	Conforme IT 01	8	3	3	72
14	Microprocessador	Controlar sinais de entrada e saída	Não controla os sinais de entrada e saída	O processo de seleção de peças não é concluído	Aquecimento, fios soltos	Análise de tensão com multímetro	8	5	3	120	Conforme IT 04	8	3	3	72
15	Sensores fim de curso	Verificar posições do carro na plataforma	Não manda sinal	Não é possível selecionar novas peças	Alimentação do sensor está aberta	Inspeção visual	6	6	8	288	Conforme IT 01	6	6	3	108

Quadro 15 - FMEA da esteira seletora

Fonte: Autores

3.7 TESTES E ACEITAÇÃO

3.7.1 Testes realizados

Nos testes foi constatada a necessidade de se colocar aparos laterais na esteira para a peça não cair da estrutura devido à inércia. Para a devida identificação das peças, estas devem ser posicionadas suficientemente próximas aos sensores.

Verificou-se também que a alimentação do macaco elétrico deveria ser separada da alimentação do circuito de controle devido a altas correntes que poderiam danificar o circuito.

Para cada módulo foram feitas montagens separadas para melhor compreensão dos mecanismos tanto eletrônicos quanto de programação. Uma adaptação foi necessária com a colocação de um servo motor (componente do módulo do Arduino) para acionar os botões do mecanismo do macaco elétrico a fim de enviar o sinal ao microcontrolador, fazendo a plataforma subir e descer.

3.7.2 Análise dos resultados

O protótipo conseguiu atingir o objetivo de selecionar peças com etiquetas de identificação e peças metálicas, sendo alocadas na estante.

Para a realização do projeto foram feitas as pesquisas que se encontram no Referencial Teórico (capítulo 2), e o projeto para fabricação das peças que não foram recicladas.

4 CONCLUSÕES

Com a realização deste projeto foi possível explorar o uso de sensores, do microcontrolador Arduíno e demais ferramentas de auxílio a projetos. O levantamento teórico sobre seleção e armazenamento de peças foi realizado por meio de estudo da literatura e pesquisas na Internet.

A utilização do programa AutoCAD ajudou de grande forma no projeto das partes mecânicas, simulando o encaixe perfeito dos componentes reciclados com as peças fabricadas em aço inoxidável.

Uma dificuldade encontrada na parte mecânica foi o acionamento do macaco elétrico devido a altas correntes por este requeridas, que foi resolvido com a colocação de um servo motor para acionar os botões do mecanismo do macaco elétrico e ligação elétrica separada.

A programação do Arduino exigiu maior dedicação e estudo da literatura por parte da equipe para controlar os diversos módulos que se integram ao Arduíno e como controlar o projeto como um todo.

A utilização do *serial monitor* facilitou a visualização das diretivas da máquina com o Arduíno.

Verificou-se também, durante os ensaios e testes de funcionamento, que a utilização de etiquetas de identificação de peças promove uma melhora na administração da produção.

Todos os objetivos foram alcançados com êxito, provando a viabilidade de se construir um sistema completo de seleção e armazenamento de peças com a utilização de material reciclado e pouco investimento financeiro.

4.1 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Pode-se, como sugestão de melhorias, adicionar ao sistema mais foto sensores que identificariam as peças por tamanho ou cor, e a substituição das etiquetas de identificação por *tags* eletrônicas.

Existe ainda a possibilidade de implementar um PWM para criar uma rampa de aceleração no acionamento do motor CC que controla a esteira a fim de evitar trancos no momento em que esta é ligada.

O protótipo foi construído com uma estante de 06 prateleiras, mas pode ser adaptado para funcionar com centenas ou até milhares de locais para armazenamento de itens, bastando apenas, ajustar os tempos de acionamento dos motores que fazem a movimentação do carro e do elevador.

REFERÊNCIAS

ALCIATORE, David G.; HISTAND, Michael B. **Introdução à mecatrônica e aos sistemas de medições**; Porto Alegre: Bookman, 2014.

ARDUINO E CIA. Utilização de LDR. Disponível em <<http://www.arduinoecia.com.br/2013/09/control-de-luz-utilizando-ldr.htm>> Acesso em maio de 2016.

ARDUINO DO LITO. Hardware do arduino. Disponível em: <<http://www.arduinolito.com.br>>. Acesso em setembro de 2015.

BOLTON, William. **Mecatrônica: Uma abordagem multidisciplinar**; Porto Alegre: Bookman, 2010.

CLUBE DA ELETRÔNICA. Apostila de automação e controle. Disponível em <http://www.clubedaeletronica/sensores_Ind.pdf> Acesso em maio de 2016.

CITISYSTEMS. 5W2H. Disponível em <<http://www.citisystems.com.br/5w2h/>> Acesso em maio de 2016.

PERROTTI, Francesco. Módulo de alimentação com o 7805. Disponível em <<http://francescoperrotti.blogspot.com.br/>> Acesso em maio de 2016.

DICIONÁRIO SENSAGENT. 2013. Ponte H. Disponível em <<http://dicionario.sensagent.com/ponte%20h/pt-pt/>>. Acesso em dezembro de 2016.

FLIPFLOP. Placa Arduino mega. Disponível em <<http://www.filipeflop.com/pd-6b5b3-placa-mega>>. Acesso em maio de 2016.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**; Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MARTINS, Vinicius; BREMER, Carlos Frederico. **Proposta de uma Ferramenta de Integração entre Sistema ERP-SCADA: Caso Prático**; XXII Encontro Nacional de Engenharia. Produção. Curitiba-Pr, 23 a 25 de outubro de 2002.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**, Editora Saraiva, 2001.

MANUFATURA EM FOCO. Melhor layout industrial. Disponível em <<http://www.manufaturaemfoco.com.br/como-escolher-o-melhor-layout-industrial/>> Acesso em abril de 2016.

MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS. Sistemas Transportadores. Disponível em <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br>> Acesso em junho de 2016.

_____. Automação Industrial. Disponível em <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/categoria/automacao-industrial/>> Acesso em junho de 2016.

_____. Sistemas de Armazenamento e Recuperação Automatizado. Disponível em <<http://www.manutencao.esuprimentos.com.br/conteudo/3728sistema-de-armazena-mento-e-recuperacao-automatizado/>> Acesso em junho de 2016.

MECATRÔNICA ATUAL. Ponte H. Revista Mecatrônica Atual, 2001

MEDEIROS, João Bosco. **Redação científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas**; São Paulo: Editora Atlas, 2003.

OPERANDO BIEN. Utilização de tags. Disponível em <<http://operandobien.blogspot.com.br/2007/05/tag-de-equipamentos-manuteno-e.html>> Acesso em junho de 2016.

REGAZZI, Rogério Dias; PEREIRA, Paulo Sérgio; SILVA JR, Manoel Feliciano. **Soluções Práticas de Instrumentação e Automação**; Rio de Janeiro, 2005.

SEU CURSO. Interface gráfica para arduino e processing. Disponível em <www.seucurso.com.br/Interface-gráfica-para-arduino-e-processing>. Acesso em maio de 2016.

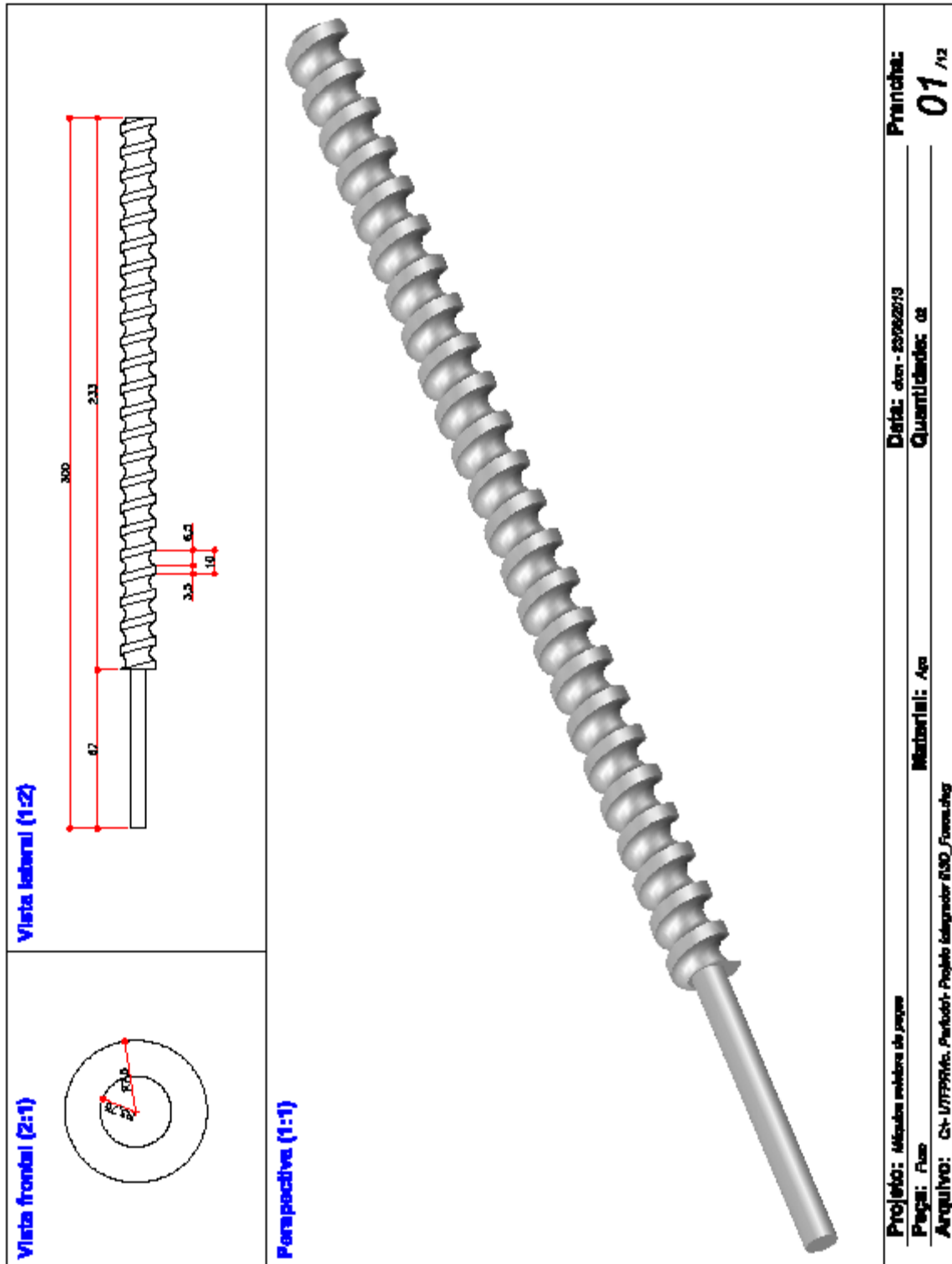
SESI SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA REGIONAL BAHIA. **Legislação comentada NR12 de máquinas e equipamentos**. Salvador 2008. Disponível em <<http://pt.slideshare.net/prevencaonline/nr-12-comentada-26471956>> Acesso em junho de 2016.

SILVA, Adelphino Teixeira da. **Administração e Controle**; São Paulo: Editora Atlas, 1997.

SCHMERSAL. Transporte e seleção de embalagens. Catálogo da Indústria.

ZANCO, Wagner da Silva. **Microcontroladores PIC - Técnicas de software e hardware para projetos eletrônicos com base no PIC 16F877A**; São Paulo: Editora Érica, 2006.

APÊNDICE A - Projetos das peças



Vista lateral izquierda (1:4)



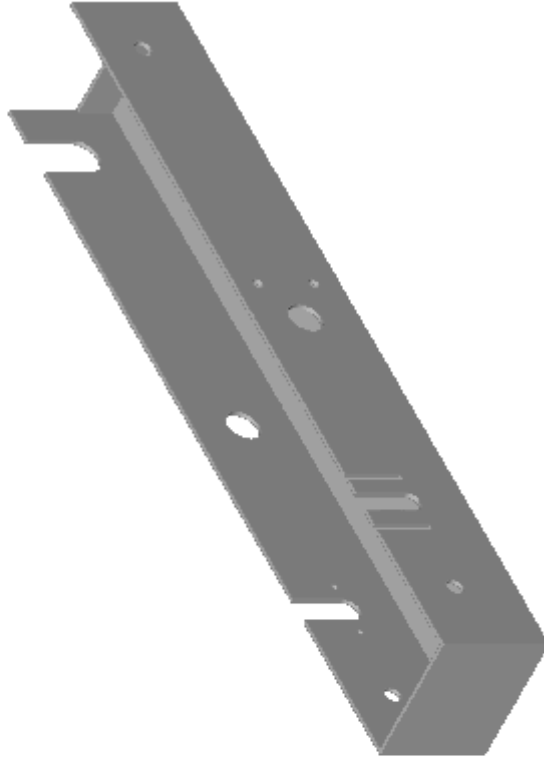
Vista superior (1:4)



Vista lateral derecha (1:4)



Perspectiva (sem escala)



Proyecto: Módulo exterior de papeo

Países: Camerun

Arquitecto: C+ UTPPMA, Profesor: Pablo Idroguiz IISD, Curso V2.0.049

Fecha: sep-2002013

Quantidades: 01

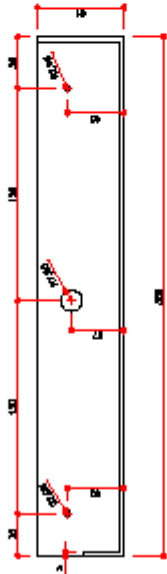
Plancha:

02 /12

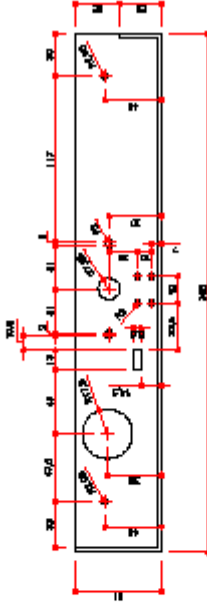
Materiales: Acero Inox

<p>Vista superior (2:1)</p>	<p>Vista frontal (2:1)</p>	<p>Perspectiva superior (1:1)</p>	<p>Perspectiva inferior (1:1)</p>
<p>Proyecto: Múltiples envases de paques Paquete: Paquetes de Fines Arquitecto: C-1-UTP9916c, Profesor: Probeta Integrador ASD_PaquetesEnvases</p>		<p>Fecha: 06/01/2023 Quantidade: 02 Prancha: 03 /12</p>	

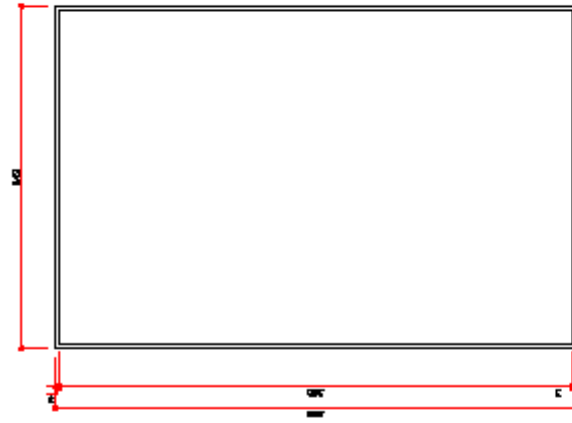
Visia lateral esquerda (1:4)



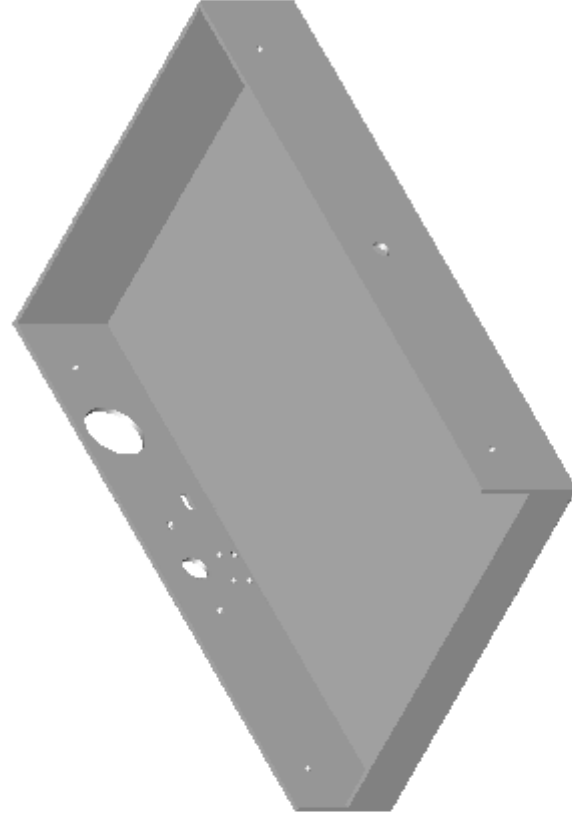
Visia lateral direita (1:4)



Visia superior (1:4)



Perspectiva (1:3)



Projeto: Múltipla exibição de peças

Peças: Elevador

Arquivo: C:\UTP99Mk_Perfurot-Produto Integrador RSD_Elevador V1.0.dwg

Data: 04-27-2020/19

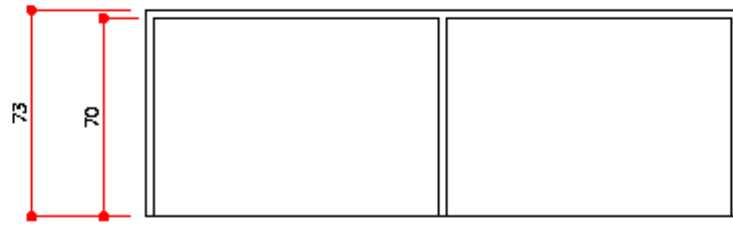
Quantidades: 01

Materiais: Aço, Aço inoxidável

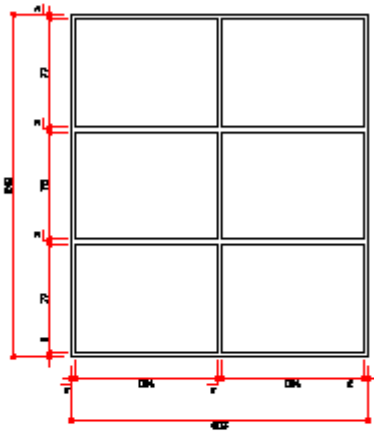
Prancha:

04 / 12

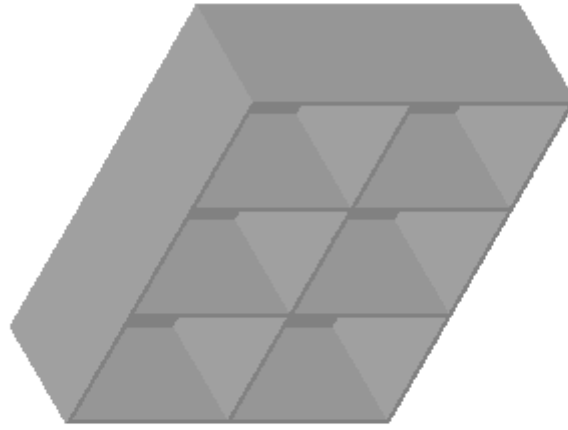
View lateral (1:2)



View frontal (1:4)



Perspective (1:3)



Projeto: Múltipla escolha de provas

País: Estónia

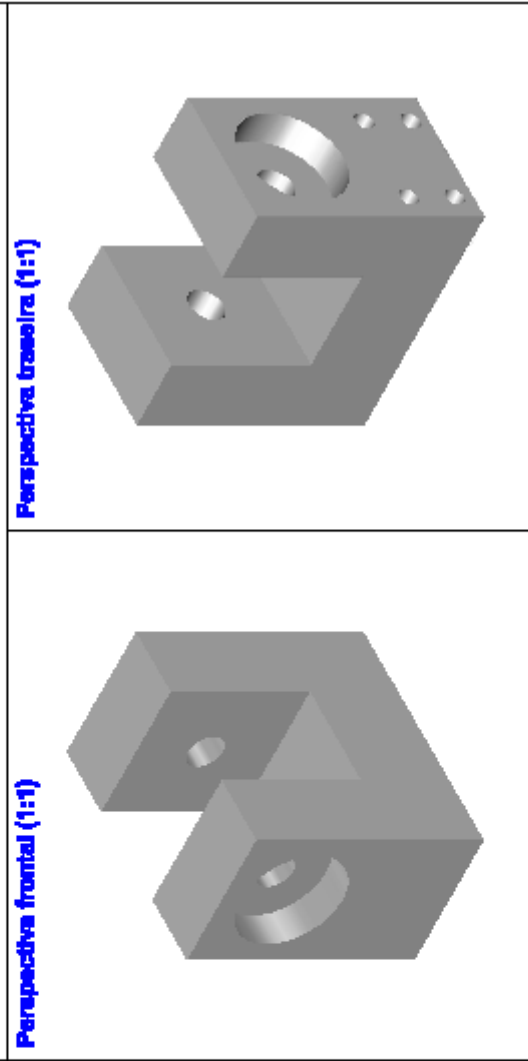
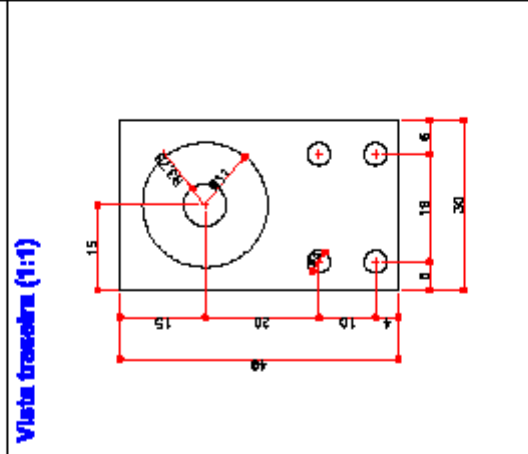
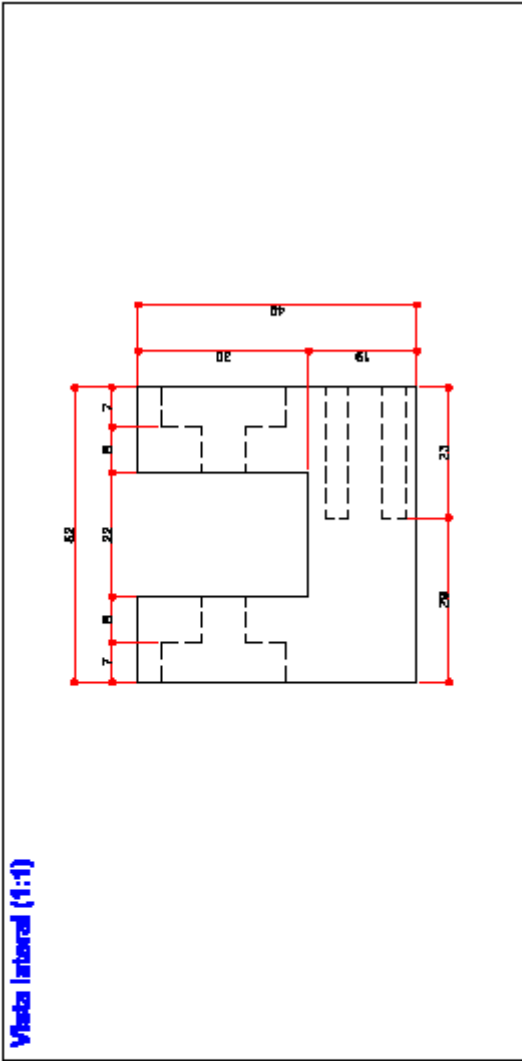
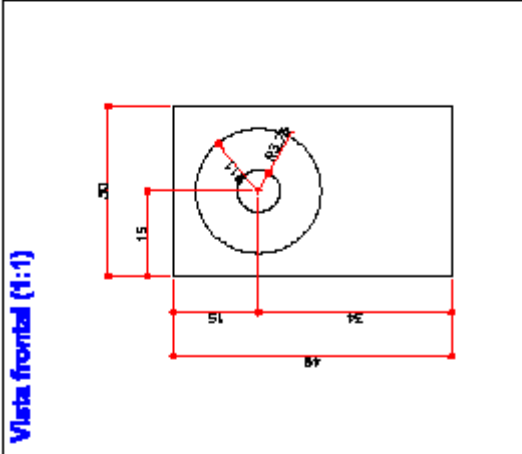
Arquívio: C:\UTP99Mx_Perfudo\Projeto Integrador ASD_Estónia.dwg

Data: 2013-09-05

Quantidade: 01

Prancha:

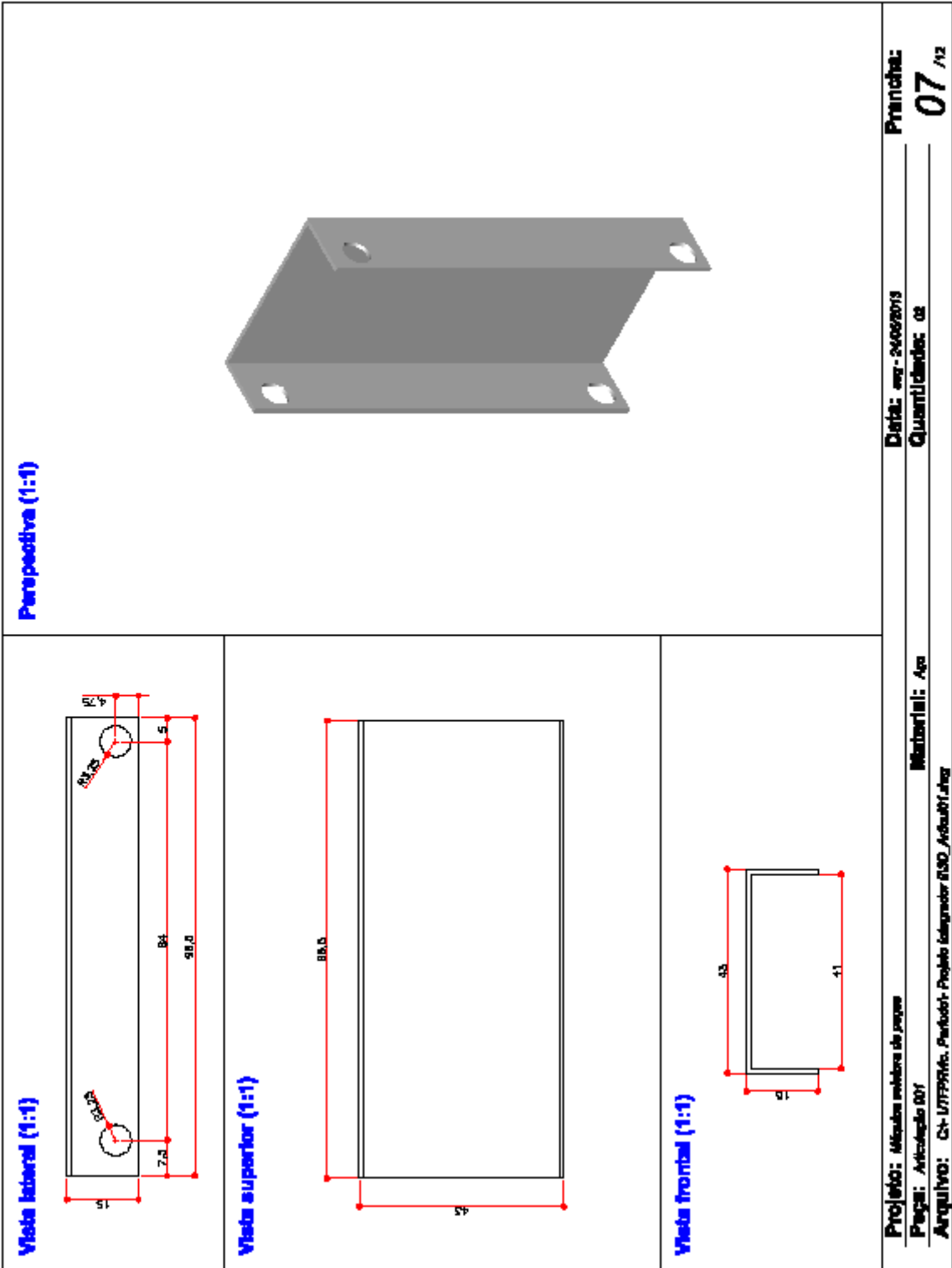
05 /12



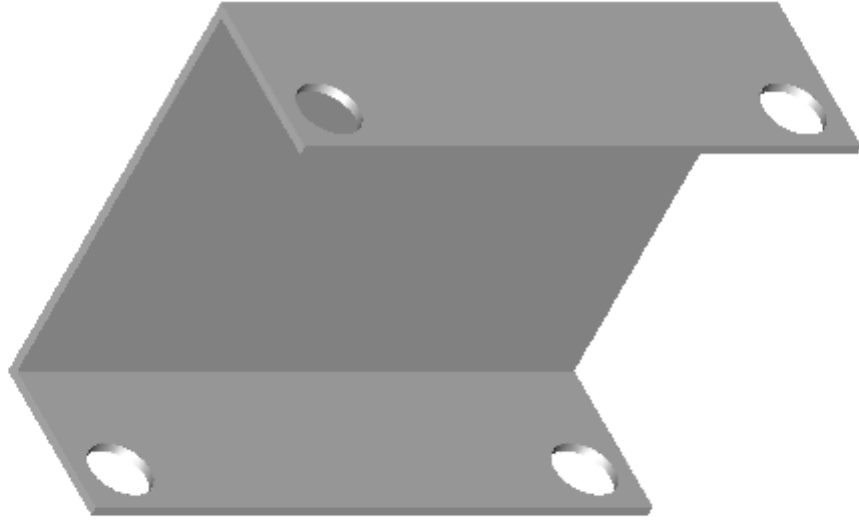
Projeto: Múltipla escolha de peças
País: Brasil de Itan
Arquivo: C:\LTP99\Arq_Perfuro\Projeto Integrador ISD_Perfuro\Arq

Data: 06/06/2013
Quantidade: 02

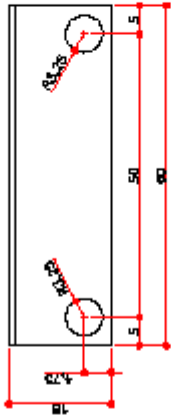
Prancha:
06 /12



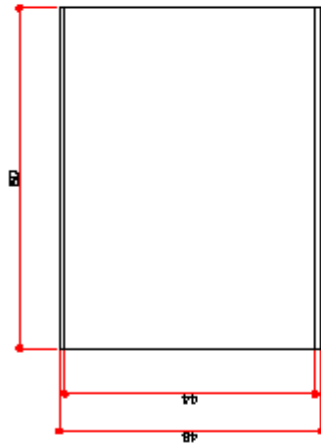
Perspectiva (2:1)



Vista lateral (1:1)



Vista superior (1:1)



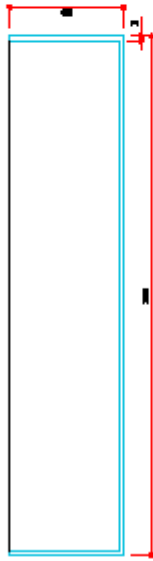
Vista frontal (1:1)



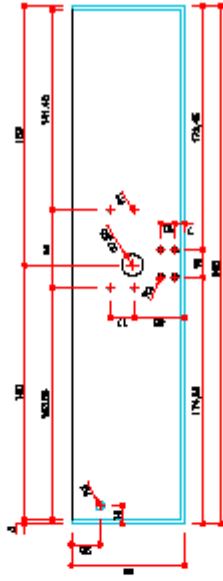
Proyecto: Módulo evolutivo de puentes
Paese: Argentina 008
Arquitecto: C+UTP99Mc_Perfector_Pueblo Integrador ISD_ArchitectoLuz

Material: Acero
Fecha: sep-2002013
Quantidades: of
Plancha: 08 /12

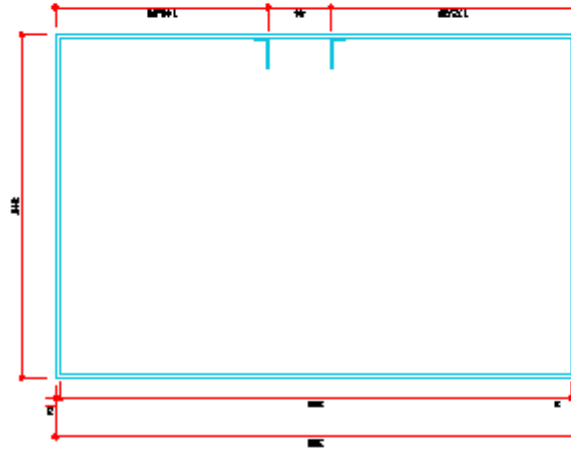
Visão lateral esquerda (1:4)



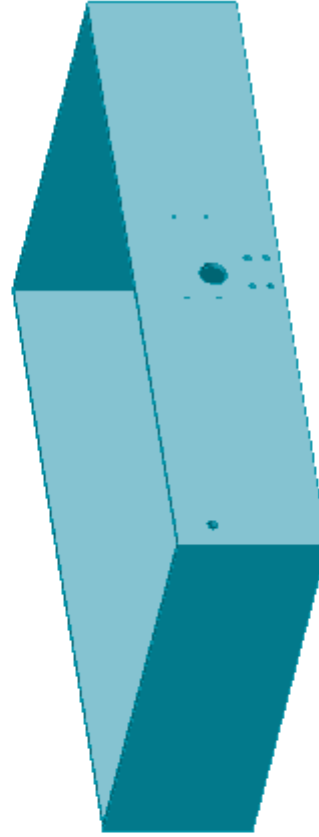
Visão lateral direita (1:4)



Visão superior (1:4)



Perspectiva (Sem escala)



Projeto: Módulo externo de prova

Paquí: Base do racocão

Arquívio: C:\UTFRPA\Arquivos\Projeto Integrador ISD_Bomms.dwg

Data: 01-27-2023

Quantidade: 01

Materiais: Aço

Prancha:

09 / 12

<p>Vista lateral izquierda (1:1)</p>	<p>Vista lateral derecha (1:1)</p>	<p>Vista superior (2:1)</p> <p>Perspectiva (1:1)</p>	<p>Proyecto: Múltiples vistas de un objeto País: Uruguay Arquitecto: C-17779166, Profesor: Profesor Integrador ISD_LinguaLingua.org</p> <p>Fecha: 01-27-2023/19 Material: A4 Prancha: 10 / 12 Quantidades de copias:</p>
---	---	--	--

APÊNDICE B - Código para programação do microprocessador

```

#include <LiquidCrystal.h> //Carrega a biblioteca LiquidCrystal
#include <Stepper.h>
#include <Servo.h>

Servo myservo;

// Entrada Analógica
#define adc A0 // Entrada leitura analógica potenciômetro (referência para a velocidade do motor)
#define prod1 41
#define prod2 43
#define prod3 45
#define prod4 47
#define prod5 54
#define prod6 55

//Define os pinos que serão utilizados para ligação ao display
LiquidCrystal lcd(36, 32,28,26, 24, 22);
String String1, String2, String3;
int sobeesteira=13;
int desceesteira=44;
int IN1 = 53;
int IN2 = 49;
int IN3 = 48;
int IN4 = 46;
int indica;
int pino_sensor1 = 40; // sensores chavinhas
int pino_sensor2=42;
int estado_sensor1;
int estado_sensor2;
int photocellPin = 1; // fotosensor conectado a pin 1 ANALOG IN sinal de entrada
int photocellReading; // leitura analógica do fotosensor
int led = 12; // pin PWM conectado ao LED
int ledpin=33;
int photocellPinmeio = 14; // fotosensor conectado a pin 14 ANALOG IN sinal de entrada
int photocellReadingmeio; // leitura analógica do fotosensor
int photocellPinsaida=0;
int photocellReadingsaida;
int pino_sensorindutivo = 14;
int estado_sensorindutivo = 0;
const int stepsPerRevolution = 500;
int readprod1;
int readprod2=0;
int readprod3=0;
int readprod4=0;
int readprod5=0;
int readprod6=0;
int totalprodutos= 0;
int totaldeprodutos;
int totaldeprodutostipo1;
int totaldeprodutostipo2;
int totaldeprodutostipo3;
int totaldeprodutostipo4;
int totaldeprodutostipo5;
int totaldeprodutostipo6;

//Inicializa a biblioteca utilizando as portas de 16 a 19 para ligação ao motor
Stepper myStepper (stepsPerRevolution, 16, 17, 18, 19);

```

```

int String1 = numero;
int String2 = numero;
int String3 = numero;
int valoresdigitados = String1 + String2 + String3;
lcd.print(numero);
Serial.println(numero);

void setup()
{
  pinMode(sobeesteira,OUTPUT);
  pinMode(desceesteira,OUTPUT);
  delay(2000);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(ledpin,OUTPUT);
  pinMode(prod1,OUTPUT);
  // Define os pinos que controlam os motores como saída
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
  // Define os pinos dos sensores como entrada
  pinMode(pino_sensor1, INPUT);
  pinMode(pino_sensor2,INPUT);
  // Define o pino do sensor como entrada
  pinMode(pino_sensorindutivo, INPUT);
  // Define o número de colunas e linhas do LCD:
  lcd.begin(16, 2);
  // Envia o texto entre aspas para o LCD:
  lcd.print(0,0);
  lcd.println("SELEZIONADORA");
  lcd.print(0,1);
  lcd.println("DE PRODUTOS");
  pinMode(16,OUTPUT);
  myservo.attach(16);
  // Pinos ligados aos pinos 1, 2, 3 e 4 do teclado - Linhas
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  // Pinos ligados aos pinos 5, 6, 7 e 8 do teclado - Colunas
  pinMode(8, INPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  pinMode(13, INPUT);
  pinMode(11, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Aguardando acionamento das teclas...");
  delay(2000);
  Serial.println();
  Serial.println("Selecionadora de peças");
  delay(2000);
}

void loop()
{
  char ch = Serial.read();
  //verifica sensores
  estado_sensor1 = digitalRead(pino_sensor1);
  if (estado_sensor1 == 0)
  {

```



```

    Serial.println("avanço apertada");
    delay(100);
}
estado_sensor2 = digitalRead(pino_sensor2);
if (estado_sensor2 == 0)
{
    Serial.println("recuo apertada");
    delay(100);
}
for (int ti = 3; ti<7; ti++)
{
    //Alterna o estado dos pinos das linhas
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(ti, HIGH);
    //Verifica se alguma tecla da coluna 1 foi pressionada
    if (digitalRead(8) == HIGH)
    {
        imprime_linha_coluna(ti-2, 1);
        while(digitalRead(8) == HIGH){}
    }
    //Verifica se alguma tecla da coluna 2 foi pressionada
    if (digitalRead(9) == HIGH)
    {
        imprime_linha_coluna(ti-2, 2);
        while(digitalRead(9) == HIGH){};
    }
    //Verifica se alguma tecla da coluna 3 foi pressionada
    if (digitalRead(13) == HIGH)
    {
        imprime_linha_coluna(ti-2, 3);
        while(digitalRead(13) == HIGH){}
    }
    //Verifica se alguma tecla da coluna 4 foi pressionada
    if (digitalRead(11) == HIGH)
    {
        imprime_linha_coluna(ti-2, 4);
        while(digitalRead(11) == HIGH){}
    }
}
delay(10);
}

void imprime_linha_coluna(int x, int y)
{
    int numero;
    int primeironumero;
    int segundonumero;
    int terceironumero;
    Serial.print("Linha: ");
    Serial.print(x);
    Serial.print(" x Coluna: ");
    Serial.print(y);
    delay(10);
    if ((x==1) && (y==1))
    {
        delay(10);
        numero=1;
    }
}

```

```

if ((numero==1) && (photocellReading < 50) && (estado_sensor2 == 0) &&
    (estado_sensorindutivo == 0)){
  Serial.println("detectado produto codigo 1");
  digitalWrite(prod1,HIGH);
  Serial.println(numero);
  lcd.println("Produto cod1");
  delay(100);
  readprod1 = digitalRead(prod1);
  if (readprod1 == 1) {
    //Gira o Motor da esteira
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
    delay(3000);
    //Para o motor da esteira
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
    delay(500);
    totaldeprodutostipo1=totaldeprodutostipo1+1;
    Serial.print("Numero de produtos Tipo1: ");
    Serial.print(totaldeprodutostipo1);
  }
}
}
if ((x==1)&&(y==2))
{
  numero=2;
  digitalWrite(prod2,HIGH);
  Serial.println(numero);
  lcd.println("Produto cod2");
  delay(100);
  readprod2 = digitalRead(prod2);
  if (readprod2 == 1) {
    Serial.println("detectado produto codigo2");
    if ((numero==2) && (photocellReading < 50) && (estado_sensor2 == 0) &&
        (estado_sensorindutivo == 0)) {
      //Gira o Motor do carro no sentido avanço
      if (photocellReadingmeio >20)
      {
        while (analogRead(photocellPinmeio) > 20){
          digitalWrite(led, HIGH);
          digitalWrite(IN1, HIGH);
          digitalWrite(IN2, LOW);
        }
        delay(500);
      }
      //Para o motor do carro
      digitalWrite(led, LOW);
      digitalWrite(IN1, HIGH);
      digitalWrite(IN2, HIGH);
      delay(500);
      //Gira o Motor da esteira
      digitalWrite(IN3, LOW);
      digitalWrite(IN4, HIGH);
      delay(4700);
      //Para o motor da esteira
      digitalWrite(IN3, HIGH);
      digitalWrite(IN4, HIGH);
      delay(500);
      do {
        digitalWrite(IN1, LOW);

```

```

        digitalWrite(IN2, HIGH);
    }while (digitalRead(pino_sensor2)!=0);

    //Gira o Motor do carro no sentido recuo
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    totaldeprodutostipo2=totaldeprodutostipo2+1;
    Serial.print("Numero de produtos Tipo2: ");
    Serial.print(totaldeprodutostipo2);
}
}
if ((x==1) && (y==3))
{
    numero=3;
    digitalWrite(prod3,HIGH);
    Serial.println(numero);
    lcd.println("Produto cod3");
    delay(100);
    readprod3 = digitalRead(prod3);
    if (readprod3 == 1) {
        Serial.println("detectado produto codigo3");
        if ((numero==3) && (photocellReading < 50) && (estado_sensor2 == 0) &&
            (estado_sensorindutivo == 0)){
            if (estado_sensor1!=0)
            {
                while(digitalRead(pino_sensor1)!=0){
                    digitalWrite(led, HIGH);
                    digitalWrite(IN1, HIGH);
                    digitalWrite(IN2, LOW);
                }
                delay(500);
            }
            // (estado_sensor1==0)
            //Para o motor do carro
            digitalWrite(led, LOW);
            digitalWrite(IN1, HIGH);
            digitalWrite(IN2, HIGH);
            delay(500);
            //Aciona o Motor da esteira
            digitalWrite(IN3, LOW);
            digitalWrite(IN4, HIGH);
            delay(4700);
            //Para o motor da esteira
            digitalWrite(IN3, HIGH);
            digitalWrite(IN4, HIGH);
            delay(500);
            do {
                digitalWrite(IN1, LOW);
                digitalWrite(IN2, HIGH);
            }while (digitalRead(pino_sensor2)!=0);
            //Para o motor do carro
            digitalWrite(IN1, HIGH);
            digitalWrite(IN2, HIGH);
            totaldeprodutostipo3=totaldeprodutostipo3+1;
            Serial.print("Numero de produtos Tipo3: ");
            Serial.print(totaldeprodutostipo3);
        }
    }
}
}
if ((x==2) && (y==1))

```

```

{
  numero=4;
  indica=1;
  digitalWrite(prod4,HIGH);
  Serial.println(numero);
  lcd.println("Produto cod4");
  delay(100);
  readprod4 = digitalRead(prod4);
  if (readprod4 == 1) {
    Serial.println("detectado produto codigo4");
    if ((numero==4) && (photocellReading < 50) && (estado_sensor2 == 0) &&
        (estado_sensorindutivo == 1)){
      //Move o servo para o ângulo 16
      myservo.attach(16);
      myservo.write(0); //Move o servo para o angulo 0
      delay(15);
      delay(1000);
      //Gira o Motor da esteira
      delay(7000);
      myservo.attach(16);
      myservo.write(90);
      delay(15);
      do{
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, HIGH);
      } while (analogRead(photocellPinsaida) > 50);
      delay(500);
      digitalWrite(IN3, HIGH);//Para o motor da esteira
      digitalWrite(IN4, HIGH);
      delay(500);
      myservo.attach(16);
      myservo.write(180); //Move o servo para o angulo 180
      delay(1000);
      delay(14000);
      myservo.attach(16);
      myservo.write(90); //Move o servo para o angulo 90
      delay(15);
      totaldeprodutostipo4=totaldeprodutostipo4+1;
      Serial.print("Numero de produtos Tipo4: ");
      Serial.print(totaldeprodutostipo4);
    }
  }
}
if ((x==2) && (y==2))
{
  numero=5;
  digitalWrite(prod5,HIGH);
  Serial.println(numero);
  lcd.println("Produto cod5");
  delay(100);
  readprod5 = digitalRead(prod5);
  if (readprod5 == 1) {
    Serial.println("detectado produto codigo5");
    if ((numero==5) && (photocellReading < 50) && (estado_sensor2 == 0) &&
        (estado_sensorindutivo == 1))
    {
      if (photocellReadingmeio >20)
      {
        while (analogRead(photocellPinmeio) > 20){
          digitalWrite(led, HIGH);

```

```

        digitalWrite(IN1, HIGH);
        digitalWrite(IN2, LOW);
    }
    delay(500);
}
//Para o motor do carro
digitalWrite(led, LOW);
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, HIGH);
delay(500);
myservo.attach(16);
myservo.write(0); //Move o servo para o angulo 0
delay(15);
delay(1000);
//Gira o Motor da esteira
delay(7000);
myservo.attach(16);
myservo.write(90);
delay(15);
do{
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
} while (analogRead(photocellPinsaida) > 50);
delay(500);
digitalWrite(IN3, HIGH);//Para o motor da esteira
digitalWrite(IN4, HIGH);
delay(500);
myservo.attach(16);
myservo.write(180); //Move o servo para o angulo 180
delay(1000);
delay(14000);
myservo.attach(16);
myservo.write(90); //Move o servo para o angulo 90
delay(15);
do {
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
}while (digitalRead(pino_sensor2)!=0);
//Gira o Motor do carro no sentido recuo
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, HIGH);
totaldeprodutostipo5=totaldeprodutostipo5+1;
Serial.print("Numero de produtos Tipo5 : ");
Serial.print(totaldeprodutostipo5);
}
}
if ((x==2) && (y==3))
{
    numero=6;
    digitalWrite(prod6,HIGH);
    Serial.println(numero);
    lcd.println("Produto cod6");
    delay(100);
    readprod6 = digitalRead(prod6);
    if (readprod6 == 1) {
        Serial.println("detectado produto codigo6"); }
    if ((numero==6) && (photocellReading < 50) && (estado_sensor2 == 0) &&
        (estado_sensorindutivo == 1)){
        myservo.write(180); //Move o servo para o angulo de 180 graus
        delay(15);

```

```

if (estado_sensor1!=0)
{
  while(digitalRead(pino_sensor1)!=0){
    digitalWrite(led, HIGH);
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
  }
  delay(500);
}
//Para o motor do carro
digitalWrite(led, LOW);
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, HIGH);
//Move o servo para o angulo 0 grau
myservo.attach(16);
myservo.write(0); //Move o servo para o angulo 0
delay(15);
delay(1000);
//Gira o Motor da esteira
delay(7000);
myservo.attach(16);
myservo.write(90);
delay(15);
do{
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
} while (analogRead(photocellPinsaida) > 50);
delay(500);
digitalWrite(IN3, HIGH); //Para o motor da esteira
digitalWrite(IN4, HIGH);
delay(500);
myservo.attach(16);
myservo.write(180); //Move o servo para o angulo 180
delay(1000);
delay(14000);
myservo.attach(16);
myservo.write(90); //Move o servo para o angulo 90
delay(15);
do {
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
}while (digitalRead(pino_sensor2)!=0);
//Para o motor do carro
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, HIGH);
totaldeprodutostipo6=totaldeprodutostipo6+1;
Serial.print("Numero de produtos Tipo6: ");
Serial.print(totaldeprodutostipo6);
}
}
if ((x==3) && (y==1))
{
  numero=7;
  Serial.println(numero);
  Serial.println("Numero Total de produtos: ");
  Serial.print(totaldeprodutos);
  lcd.print(" Total : ");
  lcd.print(totaldeprodutos);
}
if ((x==3) && (y==2))

```

```

{
  numero=8;
  Serial.println(numero);
  Serial.println("Numero de produtos Tipo1: ");
  Serial.print(totaldeprodutostipo1);
  Serial.println("Numero de produtos Tipo2: ");
  Serial.print(totaldeprodutostipo2);
  Serial.println("Numero de produtos Tipo3: ");
  Serial.print(totaldeprodutostipo3);
  delay(1000);
}
if ((x==3) && (y==3))
{
  numero=9;
  Serial.println(numero);
  Serial.println("Numero de produtos Tipo4 : ");
  Serial.print(totaldeprodutostipo4);
  Serial.println("Numero de produtos Tipo5 : ");
  Serial.print(totaldeprodutostipo5);
  Serial.println("Numero de produtos Tipo6 : ");
  Serial.print(totaldeprodutostipo6);
  delay(1000);
}
photocellReading = analogRead(photocellPin); // quantidade de luz medida (teoricamente entre 0 e
1023, sendo 0 ausência de luz)
photocellReadingmeio =analogRead(photocellPinmeio);
delay(photocellReading*10); // espera medida e multiplica por 10
delay(photocellReading*10); // espera medida e multiplica por 10
delay(photocellReading+50); // repete leitura da medida mais 50
Serial.println(photocellReading);
estado_sensorindutivo = digitalRead(pino_sensorindutivo);
totaldeprodutos=totaldeprodutostipo1+totaldeprodutostipo2+totaldeprodutostipo3+totaldeprodutosti
po4+totaldeprodutostipo5+totaldeprodutostipo6;
totalprodutos=readprod1+readprod2+readprod3+readprod4+readprod5+readprod6;
delay(1000);
digitalWrite(prod1,LOW);
digitalWrite(prod2,LOW);
digitalWrite(prod3,LOW);
digitalWrite(prod4,LOW);
digitalWrite(prod5,LOW);
digitalWrite(prod6,LOW);
lcd.clear();
}

```