



Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Engenharia Mecânica

ME472 - Laboratório de Automação e Controle

Projeto Final: Célula de Manufatura - Magazines

Recife, junho de 2022

1 Introdução

Concebidas originalmente nas fábricas da Toyota no Japão, **Células de Manufatura** consistem no arranjo de máquinas e processos capazes de realizar a produção de uma família de produtos de maneira enxuta e sem estoque intermediário. A arquitetura que se apropria dessa estratégia foi conhecida inicialmente como Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System* ? *TPS*) e posteriormente, no final da década de 1980, passou a ser referenciada como Sistema de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) [1]. As principais vantagens obtidas devido ao uso deste modelo são: o aumento da produção, a maior flexibilidade de ajustes dos produtos, redução no desperdício de materiais e de recursos.

Uma Célula de Manufatura será desenvolvida para realizar a fabricação de caixas de engrenagens de redução para motores elétricos de baixa potência. A arquitetura da célula será composta pelos seguintes elementos:

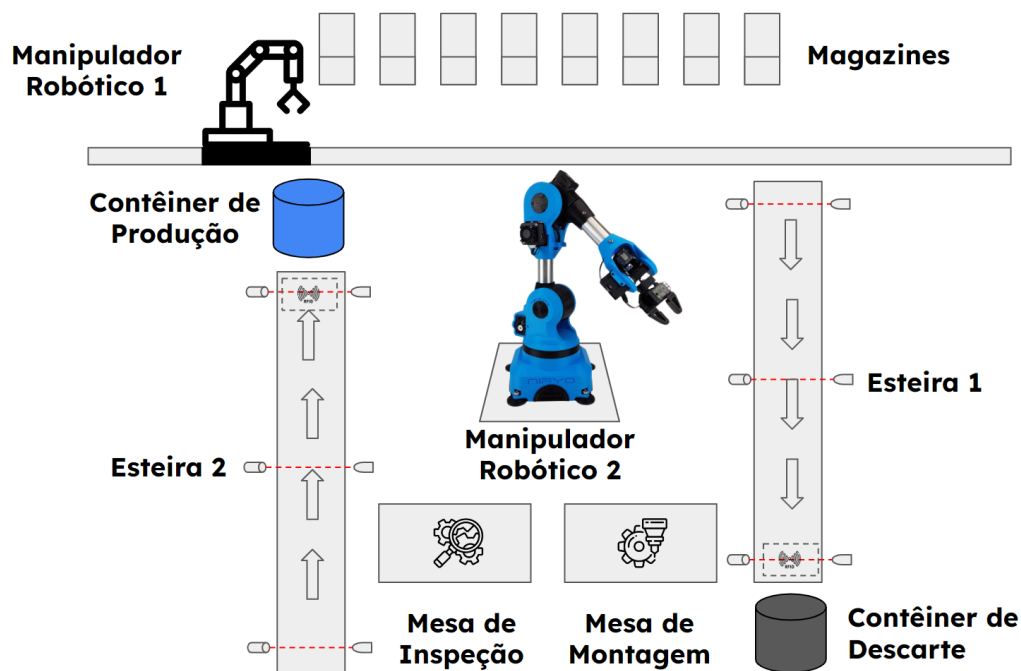


Figura 1. Célula de Manufatura projetada.

- **Magazines** - Local da chegada das peças de montagem.
- **Manipulador Robótico 1** - Braço robótico acoplado a uma guia linear, capaz de mover as peças das Magazines para a **Esteira 1**.
- **Esteira 1** - Responsável por transportar as peças de montagem para a próxima etapa de produção.
- **Manipulador Robótico 2** - Braço robótico de alta precisão capaz de realizar a montagem da caixa de engrenagens e realizar o transporte das peças entre as seções da célula.
- **Mesa de Montagem** - Local destinado à montagem das caixas de engrenagens.
- **Mesa de Inspeção** - Local dedicado para a inspeção dos conjuntos produzidos.
- **Esteira 2** - Responsável por transportar as caixas fabricadas para o contêiner de Produção ou Descarte.
- **Contêineres** - Locais de depósito das peças produzidas e descartadas.

Magazines

Os **Magazines** servirão como depósito para as peças que serão utilizadas na montagem do produto final, permitindo um posicionamento sequencial, em esquema de fila. Um modelo de referência é apresentado na Figura 2. A peça exibida pode ser dividida em duas partes: a **Área de Deslocamento** e a **Área de Coleta**. A Área de Deslocamento é o local de inserção das novas peças, que seguirão para a Área de Coleta por gravidade. Ao chegar no destino, as peças ficarão disponíveis para que o Manipulador Robótico 1 transporte-as para a próxima localidade do processo produtivo.

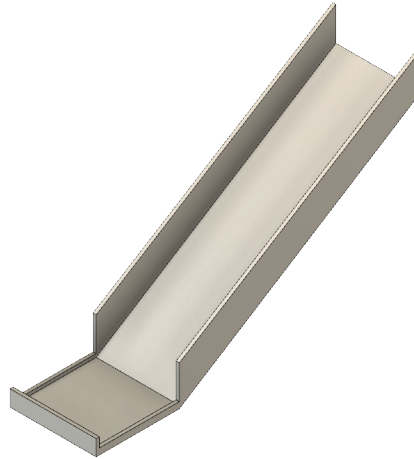


Figura 2. *Exemplo de Magazine.*

2 Especificações

O objetivo do Projeto Final consiste na construção de **5 Magazines** que satisfaçam às seguintes especificações:

1. Haverá 2 tipos de Magazines:

Magazines	Quantidade	Comprimento da Área de Coleta	Comprimento da Área de Deslocamento
Tipo I	3	5cm	20cm
Tipo II	3	5cm	35cm

2. Deve ser possível detectar a presença de um objeto na Área de Coleta;
3. O sensor de presença deve ser inserido embaixo da Área de Coleta;
4. Os sensores não poderão estar visíveis aos usuários, por isso deve-se projetar compartimentos para este propósito;
5. Os Magazines devem estar presos a uma base, preferencialmente compacta com peso limitado a 3 Kg;
6. A Área de Coleta do Magazine deve estar a uma altura de 150 mm da parte inferior da base;
7. Os Magazines devem estar a 100 mm de separação entre si;

8. A Área de Coleta deve ser capaz de comportar uma caixa com as seguintes dimensões:

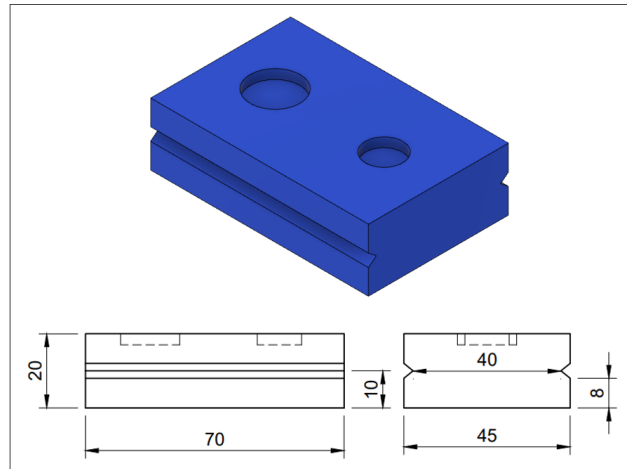


Figura 3. Caixa de suporte (dimensões em milímetros).

9. Os magazines devem ter o formato necessário para que as caixas deslizem por gravidade até ficarem na posição desejada na área de coleta, de forma que os componentes em cada caixa não saiam da posição definidas para os mesmos;
10. Os cabos de conexão devem ficar embutidos na estrutura numa placa que liga todos os sensores através dos seus respectivos cabos (GND, VCC, SINAL) e um cabo de saída tipo Video-VGA que vai para o bloco de controle;
11. Solicita-se acabamento com superfícies planas/lisas, dimensões simétricas sempre que possível, dispositivo tipo modular com cabos e conexões ocultos.

Também deverá ser construído um braço robótico a partir do projeto BRB-BT3-MINI sem incluir o servo que gira a base.

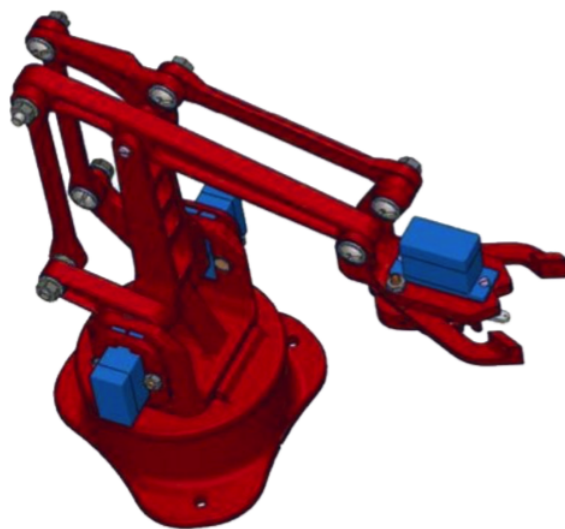


Figura 4. Braço robótico BRB-BT3-MINI

O projeto deve ser modificado para utilizar servomotores MG995 no lugar do SG90 para movimentação dos eixos enquanto o do acionamento da garra continua sendo um SG90. A garra deve ser projetada de forma que consiga pegar e transportar as caixas nos magazines. Ver figura 5



Figura 5. Exemplo de garra para abertura (60mm) e fechamento (40 mm)

3 Materiais

Serão fornecidos componentes eletrônicos para o desenvolvimento do projeto. Cada turma deverá utilizar os componentes fornecidos, definir os materiais adicionais e processos de fabricação a serem utilizados que melhor se adequem aos requisitos descritos anteriormente.

Arduino Uno

É uma plataforma de desenvolvimento, baseada no microcontrolador ATmega328P, inicialmente projetado com o objetivo de permitir que usuários de diversas áreas de conhecimento possam implementar projetos eletrônicos de maneira simplificada.



Figura 6. Arduino Uno.

Especificações do Arduino Uno	
Tensão de operação	5 V
Corrente máxima por pino	40 mA
Frequência de operação	16 MHz
Entradas/Saídas digitais	14
Entradas analógicas	6
Suporte a comunicação serial	UART, SPI, I2C

Tabela 1. Especificações do Arduino Uno.

Estrutura Mecânica

Os magazines devem ser fabricados a partir de perfis de alumínio quadrado ($254 \times 254mm$) que cortados na metade fornecem o material para fabricar os magazines como mostrado na Figura 2.

Sensores Ópticos de Presença

Seis sensores ópticos serão fornecidos para serem utilizados como elementos sensores de presença. Tratam-se dos sensores de proximidade infravermelho do modelo E18-D80NK.



Figura 7. *Sensor de Proximidade Infravermelho.*

Especificações dos Módulos Laser	
Tensão de operação	5 V
Corrente	≤ 25 mA
Distância de detecção	3-80 cm

Tabela 2. *Especificações dos Módulos Laser.*

Servomotores

Serão disponibilizados 2 servomotores S3003 e um SG90 como os mostrados nas figuras 3 e 3



Figura 8. *Servomotor Modelo S3003*

Especificações do Servomotor S3003	
Tensão de operação	4,8 a 6V
Faixa	180°
Velocidade (4,8V)	0.23 s / 60°
Velocidade (6V)	0.19 s / 60°
Torque	3,2kg/cm (4,8V) e 4,1kg/cm (6V)
Dimensões	44mm × 20mm × 44mm

Tabela 3. *Especificações do S3003*



Figura 9. *Servomotor Modelo SG90*

Especificações do Servomotor SG90	
Tensão de operação	4,8 a 6V
Faixa	120°
Velocidade (4,8V)	0.15 s / 60°
Velocidade (6V)	0.12 s / 60°
Torque	1,3kg/cm (4,8V) e 1,5kg/cm (6V)
Dimensões	32mm × 12mm × 26mm

Tabela 4. *Especificações do SG90*

4 Avaliação

A avaliação do Projeto Final acontecerá em duas etapas. As avaliações ocorrerão na forma de apresentação de slides contendo descrições detalhadas do que foi desenvolvido durante a etapa correspondente. As etapas de avaliação são:

- **Apresentação Parcial do Projeto** - Deverá ser apresentada a solução proposta pela equipe contendo: o esquema mecânico, os circuitos elétricos e o material empregado na construção.
- **Apresentação Final do Projeto** - Demonstração prática do funcionamento completo do sistema e entrega do relatório do projeto.

Os testes a serem realizados na Apresentação Final consistirão em submeter o sistema a uma rotina padrão de funcionamento para avaliar o desempenho do sistema. As datas das apresentações seguirão o cronograma previsto no **Plano de Aulas** da disciplina.

Referências

- [1] GHINATO, Paulo. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Editora da UFPE, Recife, 2000.
- [2] ELETROGATE. **Documento de Referencia BRB-BT3-MINI**. Disponível em: <https://manuais.eletrogate.com/Documento-de-Referencia-BRB-BT3-MINI-Eletrogate.pdf>. Acesso em: 28 mai 2023.