

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA E MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

JULIANE ALINE DE FREITAS
MARCO ANTÔNIO GOMES

SISTEMA DE ARMAZENAGEM AUTOMATIZADO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2015

JULIANE ALINE DE FREITAS
MARCO ANTÔNIO GOMES

SISTEMA DE ARMAZENAGEM AUTOMATIZADO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. M.Sc. Anderson Levati Amoroso

CURITIBA
2015

TERMO DE APROVAÇÃO

JULIANE ALINE DE FREITAS
MARCO ANTÔNIO GOMES

SISTEMA DE ARMAZENAGEM AUTOMATIZADO

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 21 de outubro de 2015, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os alunos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Milton Luiz Polli
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Mecânica

Prof. Esp. Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.Sc. Gilmar Lunardon
UTFPR

Prof. Esp. Marcio Augusto Lombardi
UTFPR

Prof. M.Sc. Anderson Levati Amoroso
Orientador - UTFPR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

FREITAS, Juliane A.; GOMES, Marco A. **Sistema de armazenagem automatizado.** 2015. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

A utilização de processos automatizados está se tornando cada vez mais comum nas indústrias, visando reduzir gastos e aumentar a produtividade. Nesse trabalho de conclusão de curso foi realizada a automatização de um protótipo de sistema de armazenagem. Foi desenvolvida uma estrutura mecânica, sendo um armazém com oito posições, um robô com movimentação linear em três eixos, uma estrutura eletrônica, utilizada com controlador lógico programável S7-200 da Siemens, e para supervisão o Eclipse SCADA. O operador identifica o código através de uma câmera e registra no sistema de supervisão. Em seguida a operação de carga é realizada automaticamente. A operação de descarga também é realizada de forma automatizada quando solicitada pelo operador. Na tela de operação é possível visualizar as peças com seus respectivos códigos. Com a instalação desse sistema as empresas podem obter ganho de produtividade, redução da área para armazenagem com aumento da área útil, redução do tempo de execução, maior confiabilidade das peças em estoque.

Palavras-chave: Armazém automatizado. Controlador programável. Sistema de Supervisão.

ABSTRACT

FREITAS, Juliane A; GOMES, Marco A. **An automated system storage**. 2015. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

The use of automated processes is becoming increasingly common in industries in order to reduce costs and increase productivity. In this course conclusion work automation of a storage system prototype was performed. A mechanical structure was developed, and a warehouse with eight positions, a robot with linear motion in three axes, an electronic structure, used with programmable logic controller S7-200 from Siemens, and supervision Elipse SCADA. The operator identifies the code through a camera and records in the supervisory system. Then, the charge operation is performed automatically. The flushing operation is also performed in an automated way when requested by the operator. In the operation screen you can view the pieces with their respective codes. With the installation of this system companies can achieve productivity gains, reduced storage area with increased floor space, reducing the run time, increased reliability of parts in stock.

Keywords: Warehouse. Programmable controller. Supervisory Control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Robô Cartesiano	15
Figura 2 - Robô de Coordenadas Cilíndricas	15
Figura 3 - Robô de Coordenadas Polares	15
Figura 4 - Robô de Coordenadas de Revolução	16
Figura 5 - Robô Scara	16
Figura 6 - Partes de um Controlador Lógico Programável	17
Figura 7 - Estoque Força Aérea Brasileira	22
Figura 8 - Armazém Volkswagen	23
Figura 9 - Armazém Vertical Natura	24
Figura 10 - Modelo Armazém	25
Figura 11 - Placa Eletrônica	26
Figura 12 - Programa CLP	27
Figura 13 - Armazém Vazio	29
Figura 14 - Posição Ocupada	29
Figura 15 - Posição Vazia	30
Figura 16 - Fluxograma de Armazenamento	31
Figura 17 - Fluxograma de Descarga	32
Figura 18 - Banco de Dados	33
Figura 19 - Protótipo Armazém (Vista 1)	35
Figura 20 - Protótipo Armazém (Vista 2)	35
Figura 21 - Protótipo Armazém (Vista 3)	36
Figura 22 - Protótipo Armazém (Vista 4)	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 PROBLEMA	8
1.2 JUSTIFICATIVA	8
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo geral	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	9
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 AUTOMAÇÃO	10
2.2 LOGÍSTICA E SISTEMA DE ARMAZENAGEM	12
2.3 ROBÓTICA.....	14
2.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL.....	16
2.5 SUPERVISÃO	18
2.5.1 Elipse SCADA	18
2.6 ATUADORES	19
2.7 GRAFCET	20
2.8 APLICAÇÕES DE MERCADO	21
2.8.1 Força Aérea Brasileira.....	21
2.8.2 Volkswagen	22
2.8.3 Natura.....	23
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	25
3.1 ESTRUTURA MECÂNICA	25
3.2 ESTRUTURA ELETRÔNICA	26
3.3 AUTOMAÇÃO	27
3.4 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA.....	28
3.4.1 Tela de operação	28
3.4.2 Armazenagem de peças.....	30
3.4.3 Descarga de peças	32
3.4.4 Histórico	33
4 TESTE E RESULTADOS	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE A – CIRCUITO ELETRÔNICO	41
APÊNDICE B – DIAGRAMA GRAFCET	42

1 INTRODUÇÃO

Segundo Romano (2002) para os ocidentais o conceito de evolução da humanidade está ligado ao estágio de desenvolvimento tecnológico obtido ao passar do tempo, através de aperfeiçoamento, criando a motivação para se criar máquinas que substituam os homens na realização de tarefas.

O conjunto de técnicas destinadas que tornam a realização de tarefas automáticas onde se substitui o gasto de energia humana, sendo os esforços mentais e musculares, por equipamentos eletromecânicos computáveis chama-se automação. Sendo assim a automação pode ter aplicações diversas, como a máquina de lavar louça, máquina de lavar e/ou secar roupa, a captação de voz nos computadores em vez de digitar as palavras, e o robô, que substitui o operador da estação de trabalho. Os benefícios da automação são visíveis: aumenta-se a eficiência, segurança, reduz os custos, aumenta a produção (LIMA; SILVEIRA, 2003).

Ao passar dos anos houve uma evolução dos processos produtivos industriais e, conseqüentemente, o aumento da produção e a necessidade de aumentar a eficiência. Os sistemas automatizados têm crescido neste mercado, com o objetivo de atender as suas necessidades.

Com a automatização de um processo, sua qualidade aumenta suprimindo as falhas humanas (falta de atenção ou cansaço), com inserção de máquinas de inspeção e teste. Aumenta a segurança ao inserir equipamentos para trabalhos em ambientes perigosos, como altas temperaturas, níveis elevados de ruído, poluição tóxica, por não haver contato humano. Maximiza a produção com o menor consumo de matéria prima e ou energia. Os operadores deixam de controlar e passam a operar os sistemas.

Dentre os sistemas de produção existe o de armazenamento do estoque. Este pode ser um sistema fundamental para aumento da eficiência da produção e da entrega para o cliente.

1.1 PROBLEMA

A armazenagem dos produtos acabados necessita de espaço e precisão para não danificar o produto pronto. As operações de armazenagem geralmente utilizam equipamentos elétricos e a combustão como empilhadeiras, transportadores, guindastes etc. que são manuseados pelo operador. As armazenagens por estes equipamentos possuem um limite de altura, necessitam de área para deslocamento, a distribuição é realizada sem padrão, a localização do produto é dificultada (pode levar mais tempo) por não haver um sistema de endereçamento e está sujeita a falha por se tratar de um trabalho manual.

1.2 JUSTIFICATIVA

A tendência das fábricas é reduzir as atividades manuais (trabalhos repetitivos) e melhorar a produtividade. Com este intuito estão investindo em sistemas automatizados.

Dentre os benefícios que justificam o investimento na armazenagem automatizada pode-se citar: o menor uso de trabalho humano, redução do espaço de trabalho, aumento da área do armazém, aumento da velocidade e precisão no armazenamento, padrão na distribuição, fácil localização devido ao sistema de endereçamento, precisão na quantidade do estoque e maior segurança. Com a instalação do sistema automatizado as empresas reduzirão custos de produção, aumentarão sua capacidade.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver o protótipo de um sistema automático de armazenamento da produção de uma indústria.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Projetar o sistema mecânico;
- b) Elaborar o circuito eletrônico do equipamento;
- c) Desenvolver o controle via Controlador Lógico Programável (CLP);
- d) Desenvolver supervisor;
- e) Desenvolver o processo para identificação dos produtos por código através de uma câmera;
- f) Desenvolver a interface que mostrará itens armazenados;
- g) Realizar a integração das partes envolvidas no sistema.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A área de desenvolvimento da pesquisa encontra-se no capítulo 1, apresenta seu contexto, assim como o problema a ser resolvido, a justificativa para a execução e os objetivos a serem alcançados com seu desenvolvimento.

O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica necessária para a realização do projeto, contendo informações sobre automação, logística e sistema de armazenagem, robótica, controlador lógico programável, supervisão, diagrama funcional sequencial (do inglês, *sequential function chart* – SFC), atuadores e aplicações de negócio.

O capítulo 3 apresenta o desenvolvimento do projeto. Descreve o funcionamento do sistema através de fluxogramas de carga e descarga, em seguida apresenta a estrutura mecânica e eletrônica, após descreve a automatização realizada e seu supervisor.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos com a automatização do armazém.

E finalizando, o quinto capítulo apresenta a conclusão do projeto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AUTOMAÇÃO

A palavra automação origina-se do latim *Automatus*, que significa mover-se por si, sendo que a automação aplica técnicas mecânicas ou computadorizadas para diminuir o uso de mão-de-obra nos processos produtivos. Com isto a automação reduz os custos e aumenta a velocidade da produção (COMAT RELECO, 2014).

Desde sempre o homem vem tentando mecanizar suas atividades. Pode-se citar invenções como a roda, moinhos movidos por vento ou força animal e rodas d'água. Por volta da segunda metade do século XVIII surgiu a necessidade de aumentar a produção, tornando os sistemas artesanais e agrários em sistemas de produção industrial, e foi nessa época que a automação ganhou destaque, surgindo os primeiros equipamentos mecânicos (COMAT RELECO, 2014).

Segundo Santos (2014) é importante diferenciar automação de mecanização, definições que podem ser confundidas. Mecanização é o emprego de equipamentos que substituem os esforços físicos em algumas tarefas, já a automação é o emprego de equipamentos controlados automaticamente.

Devido às necessidades da indústria, a automação foi avançando e pode-se perceber que as máquinas se tornaram mais produtivas devido à capacidade de se produzir com maior rapidez e precisão se comparado com trabalhos manuais (SANTOS, 2014).

Segundo Terra (1995) o termo automação foi criado em 1946, para descrever o uso de controle automático e equipamentos nas linhas de produção. Os conceitos de controle e automação nos seus primórdios não se distinguiam de modo claro. Terra (1995 apud enciclopédia Britânica, 1942) informa que a enciclopédia Britânica em 1962 definia automação da seguinte forma: “automação é o nome dado à técnica ou método de fazer um processo ou sistema automático”.

Segundo Terra (1995 apud enciclopédia Britânica, 1987) em 1987 a enciclopédia Britânica define a automação como: “automação de um modo geral, pode ser definida como sendo a tecnologia que concerne à condução de processo

por meio comandos programados combinados como *feedback* automático de dados relacionados com esses comandos”.

Como resultado o sistema é capaz de operar sem intervenção humana. A automação se constitui de quatro blocos construtivos básicos:

- a) Fonte de energia para executar alguma ação;
- b) Controle e alimentação;
- c) Programação;
- d) Tomada de decisão.

Atualmente os computadores são considerados uma das principais bases da automação industrial, tendo seu uso iniciado no século XX (SANTOS, 2014).

Segunda a Revista Exame (2014) a indústria está passando por uma nova revolução, que será guiada pela automação. Esse processo de mudança é movido por três forças: o avanço exponencial da capacidade dos computadores, a imensa quantidade de informação digitalizada e novas estratégias de inovação.

Um dos principais auxílios para a evolução foi o progresso computacional, onde as máquinas ficaram mais potentes, ágeis e acima de tudo com menor custo.

Em 2013 as vendas de robôs industriais no mundo foram de 179.000 unidades. Este resultado recorde foi possível devido à queda no preço e avanço nas novas habilidades que os mesmos estão ganhando. Estima-se que, até em 2025, 60 milhões de empregos industriais deverão ser substituídos por robôs no mundo (EXAME, 2014).

A demora no atendimento acarreta em filas e este é um dos principais problemas para as empresas. Além disto, a necessidade de se implantar um sistema para leitura de dados dos produtos que seja compatível em várias instituições tem exigido dos empreendedores uma solução prática. Uma das soluções encontradas é a utilização do código de barras (WORDPRESS, 2011)

A grande vantagem do uso do código de barras é sua fácil operação. Pode manipular grande quantidade de produtos, de forma rápida, precisa, com redução de horas de trabalho, com minimização de erros no carregamento, e conseqüentemente auxiliando no aumento da satisfação do cliente (CERVELLI; CUNHA; JAHN, 1999).

2.2 LOGÍSTICA E SISTEMA DE ARMAZENAGEM

Um dos requisitos para a empresa entregar os pedidos no prazo, com eficiência e eficácia, é possuir os processos que influenciam diretamente no sistema em sincronia. Um dos processos mais importantes que podem influenciar diretamente na entrega ao cliente é o processo de armazenagem. As empresas têm grande interesse em otimizar este processo, pois os custos de manutenibilidade são muito altos (ZANDAVALLI, 2004).

A logística, responsável em fazer os materiais fluírem pela fábrica, pode ser definida como sendo o processo responsável pela integração, coordenação e controle dos materiais (movimentação, inventário, armazenagem, transferências), desde a origem até o ponto de consumo, objetivando satisfazer as necessidades dos clientes (BOWERSOX; COOPER; CLOSS, 2001).

Pode-se definir a armazenagem como a denominação genérica de todas as tarefas de um estoque temporário e a distribuição de materiais (MOURA, 1997).

Diariamente as empresas são mais pressionadas para obter maior rapidez e agilidade no atendimento aos pedidos do mercado. A confiabilidade da entrega dos pedidos está diretamente ligada à logística. Um dos princípios básicos da logística é ter a informação do estoque de produtos de forma confiável e disponível a todo o momento. A informação do estoque se tornou primordial para auxiliar no processo de tomada de decisão (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Segundo Dias (2010) dentro de uma indústria um sistema de movimentação de materiais deve atender os seguintes objetivos:

- a) Redução de custos: pode-se reduzir o custo do inventário utilizando de forma mais vantajosa o espaço disponível e aumentando a produtividade. Com a implantação do sistema, pode-se citar como redução de custo os seguintes itens: redução de custo de mão-de-obra (a utilização do sistema de manuseio substitui a mão de obra braçal por equipamentos, assim disponibilizando o operador para trabalhos mais nobres), redução de custos de materiais (com a utilização de um transporte mais racional o custo por perdas no processo de armazenagem e transporte é reduzido), redução de custos em despesas gerais (traz maior facilidade em manter os locais limpos e evita assim os riscos de acidentes de pessoal).

- b) Aumento da capacidade produtiva: através do aumento da produção (sistema de armazenagem que permite maior rapidez na entrega dos materiais até a linha de montagem), aumento da capacidade de armazenagem (pode-se explorar a altura dos edifícios e trazer um maior acondicionamento do espaço), melhor distribuição de armazenagem (utilização de cargas unitárias através de *pallets* possibilitando montar um sistema de armazenagem mais bem organizado, com corredores, estantes, endereçamentos);
- c) Melhores condições de trabalho: trazendo maior segurança (utilizando os equipamentos de manuseio e os dispositivos destinados a cargas unitárias reduz o risco de acidente durante as operações), redução da fadiga (o equipamento faz o serviço para o homem, liberando-o assim para serviços mais nobres);
- d) Melhor distribuição: através de melhoria na circulação (utilização de endereçamento, equipamentos eficientes e criação de corredores).

Segundo Dias (2010) Existem algumas “leis” que tornam o sistema de movimentação de materiais eficiente, sendo elas:

- a) Obediência ao fluxo de operações: utilização de arranjo linear, onde a trajetória seja sempre da mesma forma na sequência de operações;
- b) Mínima Distância: eliminação de ziguezagues durante o processo;
- c) Mínima Manipulação: redução de transporte manual;
- d) Segurança e satisfação: considera sempre a segurança do operador;
- e) Padronização: utilizar equipamentos padronizados;
- f) Flexibilidade: capacidade de transportar diferentes tipos de cargas;
- g) Máxima utilização do equipamento: manter o equipamento sempre ocupado;
- h) Máxima utilização da gravidade: utilizar a gravidade sempre que possível;
- i) Máxima utilização do espaço disponível: utilizar espaço vertical, empilhando cargas ou utilizar suportes especiais;
- j) Método alternativo: previsão de uma possível falha do sistema, haver um método alternativo para contingência;
- k) Menor custo total: escolher o equipamento que terá menor custo (inicial, operação, manutenção), tendo em vista uma vida útil razoável e taxa de retorno do investimento adequada.

2.3 ROBÓTICA

Nos dias atuais umas das principais imagens da automação industrial é o robô. A palavra robô vem do checo *robota* que significa trabalho incansável e foi usada pela primeira vez pelo romancista Karel Capek em 1921, onde no romance o robô era parecido com o ser humano e possuía recursos avançados. O desafio nos dias de hoje é considerar os robôs como companheiros de trabalho dos seres humanos e com isso estender as capacidades humanas atingindo uma produção mais eficiente e com maior qualidade (PIRES, 2007).

Segundo Romano (2002) os objetivos da produção automatizada estão diretamente ligados ao uso de robôs industriais no chão de fábrica, sendo:

- a) Eliminar as atividades perigosas e insalubres, assim melhorando as condições de trabalho do ser humano;
- b) Possuir controle mais racional dos parâmetros de produção, assim melhorando a qualidade;
- c) Realizar atividades complexas (impossíveis de serem controladas manualmente), exemplo montagem de peças em miniatura;
- d) Redução de custos através de aumento de produtividade, economia de energia, otimização na utilização da matéria prima reduzindo as perdas, diminuindo o número de operadores na produção.

Atualmente há um investimento maciço em Robôs industriais no processo produtivo. Este investimento é para atender às necessidades do mercado, que precisam a cada dia mais de sistemas de produção automatizados e dinâmicos. O robô se tornou um elemento essencial nesse contexto, pois possuem características de flexibilidade de programação e adaptação a sistemas integrados de manufatura. (ROMANO, 2002)

Segundo ROSARIO (2010) existem cinco tipos de classes principais de robôs manipuladores, sendo classificados de acordo com suas juntas de rotação ou prismática:

- a) Robô de coordenadas cartesianas ou robô cartesiano: contém três juntas deslizantes (prismáticas), pode-se movimentar em linhas retas, com deslocamentos verticais e horizontais, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

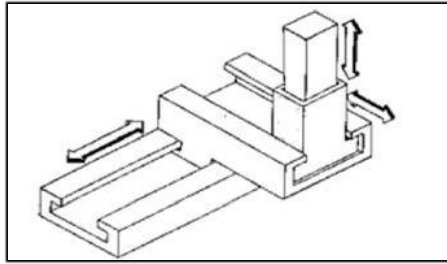


Figura 1 - Robô Cartesiano
Fonte: Rosario (2010).

b) Robô de coordenadas cilíndricas: Contém duas juntas prismáticas e uma junta rotativa formando um volume de trabalho cilíndrico. Este robô faz combinações de movimento lineares com movimentos rotacionais, conforme pode ser visualizado na Figura 2.

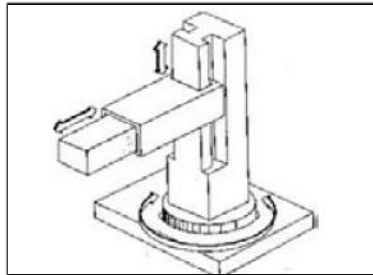


Figura 2 - Robô de Coordenadas Cilíndricas
Fonte: Rosario (2010).

c) Robô de coordenadas Polares (esféricas): este é constituído por duas juntas rotativas e uma prismática, sendo assim possui dois movimentos rotacionais e um terceiro movimento linear gerando o volume de trabalho de aproximadamente uma esfera, conforme pode ser visualizado na Figura 3.

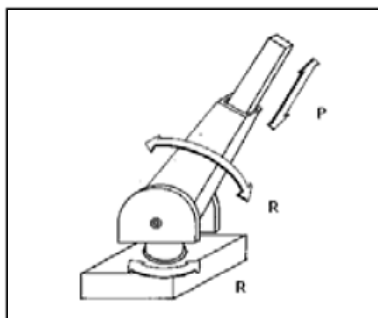


Figura 3 - Robô de Coordenadas Polares
Fonte: Rosario (2010).

d) Robô de coordenadas de revolução (Articulado): possui três juntas de revolução, o movimento deste modelo de robô que se assemelha ao movimento

do braço humano, conforme pode ser visualizado na Figura 4.

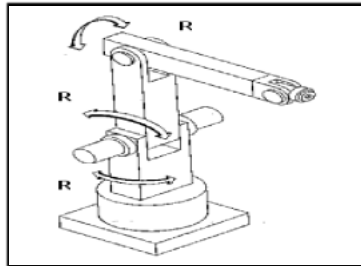


Figura 4 - Robô de Coordenadas de Revolução
Fonte: Rosario (2010).

e) Robô SCARA: possui duas juntas rotativas uma junta prismática, conforme pode ser visualizado na Figura 5.

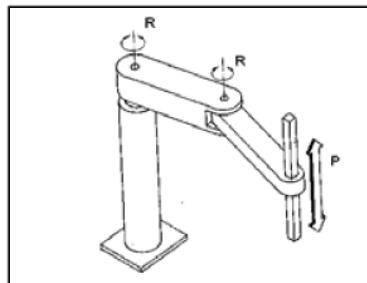


Figura 5 - Robô Scara
Fonte: Rosario (2010).

2.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Segundo Pretuzella (2013), atualmente a tecnologia mais utilizada nos processos industriais são os controladores lógicos programáveis (CLPs). O CLP é um computador digital sendo programado para executar ações de controle. O CLP apresenta muito benefícios, dentre eles a redução de fiação, controle de velocidade, programação e instalação simples, compatibilidade de rede, alta confiabilidade, maior flexibilidade, menor custo e tempo de resposta rápido.

Segundo Santos e Silveira (1998) os controladores lógicos programáveis possuem três características básicas, sendo elas:

- a) Enquanto está em funcionamento o equipamento executará uma rotina cíclica.
- b) A base de programação deverá ser realizada com linguagem originada pelos diagramas elétricos de relés.

c) O equipamento deverá ser projetado para estar sujeito às condições ambientais adversas na produção industrial.

Segundo Petruzella (2013) o CLP é composto por uma unidade central de processamento (CPU), dispositivo de programação, entradas e saídas (E/S), e fonte de alimentação, conforme pode ser visualizado na Figura 6.

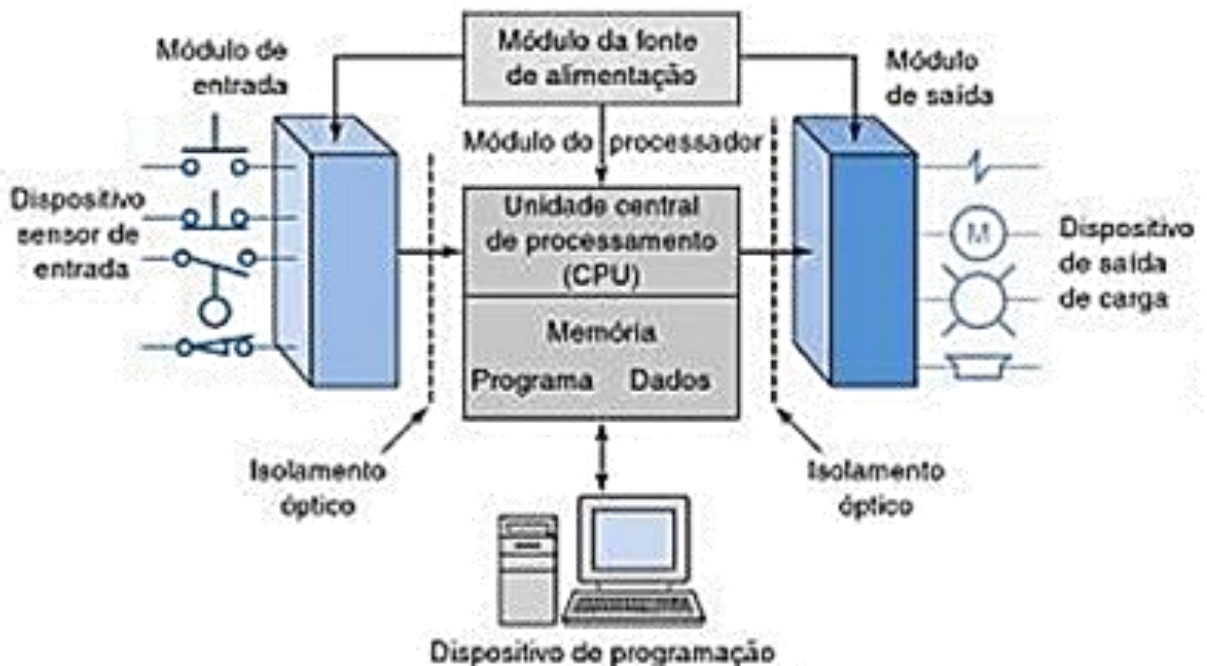


Figura 6 - Partes de um Controlador Lógico Programável
 Fonte: Petruzella (2013).

As entradas e saídas do CLP possuem dois modos, sendo eles, modular e fixo. A unidade fixa não possui separação nem unidades removíveis, sendo utilizado em CLPs de pequeno porte. Nesta composição as entradas e saídas são montadas juntamente com o processador e seus terminais tem um número fixo de conexões. A unidade modular possui módulos plugados separadamente, aumentando assim o número de operações e flexibilidade da unidade. Nesta composição encontramos um *rack*, fonte de alimentação, módulos de entradas e saídas, módulo processador, monitoração e área de interação para programação (PETRUZELLA, 2013).

O CPU é um micro controlador onde se implementa a lógica e se realiza o controle das comunicações dos módulos de processamento. Necessita de uma memória para armazenamento dos dados resultados das operações lógicas. A CPU é responsável por controlar todas as tarefas e nela o usuário pode inserir o programa desejado em lógica *ladder* (PETRUZELLA, 2013).

O controlador pode ser compreendido conforme seu princípio de funcionamento, onde nele encontramos: variáveis de entrada (são os sinais externos recebidos, que tem origem do sistema controlado), variáveis de saída (são os mecanismos controlados por cada de saída), programa (é a sequência das ações de controle que serão executadas) (SANTOS,1998).

A lógica do programa do CLP é executada com um processo repetitivo como varredura, realizando a leitura do estado das entradas e saídas. Após a execução do programa executa um diagnóstico interno e as atividades de comunicação. Logo depois, os estados das saídas são atualizados, e este processo é realizado repetidamente enquanto o CLP estiver no modo de funcionamento (PETRUZELLA, 2013).

2.5 SUPERVISÃO

Nos ambientes industriais dados como disponibilidade segurança da informação são estritamente importantes, tornando necessário que as informações estejam disponíveis e seguras quando necessário. Sendo assim, a implantação de mecanismos de segurança, distribuição, acessibilidade e de tolerância a falhas se tornam necessárias (ROSARIO, 2009).

Segundo Rosário (2009) o supervisório é um programa computacional que proporciona a comunicação de uma rede de automação e um computador. Sua função principal é disponibilizar tanto a visualização quanto operação do processo de forma centralizada, sendo assim é a interface entre o operador e o processo.

Os sistemas supervisórios são utilizados na automatização de processos, sendo responsáveis pela monitoração e controle do sistema. São uma interface homem máquina sofisticada, sendo responsável pelo recolhimento de dados dos ambientes complexos de produção (ROSARIO, 2009).

2.5.1 Elipse SCADA

Segundo Elipse *software* (2014), o Elipse SCADA é um programa para desenvolvimento de sistemas de supervisão e controle de processos. O sistema

possui configuração total pelo usuário, dispõe monitoração de variáveis em tempo real, assim como enviar e receber dados e realizar acionamentos. O Elipse possui alguns pacotes de operação, dependendo do processo do cliente, sendo eles:

- a) *Elipse View* (indicado para aplicações simples), possui visualização de variáveis, manipulação de animações, programação de *setpoints*, controle de acesso e funções especiais para *touch-screen*.
- b) *Elipse MMI (Man Machine Interface)*. É um supervisório completo. Possui banco de dados proprietário, relatórios formatados, históricos, receitas, alarmes e controle estatístico de processos, facilmente implementáveis. Pode, ainda, ser um servidor de dados para outras estações Elipse. O Elipse MMI é indicado para sistemas de qualquer porte onde não sejam necessárias conexões com bancos de dados externos ou aplicações de rede, e quando o usuário precisa enxergar outras estações de supervisão.
- c) *Elipse Pro* (é a mais avançada ferramenta do Elipse SCADA). Permite trocar dados em tempo real com outras estações, transferir/atualizar bancos de dados, realizar comandos e programar *setpoints* através de rede local ou linha discada. O Elipse Pro é a solução ideal para a comunicação com sistemas corporativos. Este módulo permite a troca de informações com software dedicado a controle.
- d) *Elipse SCADA CE* permite executar aplicações Elipse SCADA em dispositivos baseados no sistema operacional Windows CE, como dispositivos sem disco em geral e outros dispositivos móveis.

2.6 ATUADORES

Segundo Lamb (2015) os atuadores são responsáveis por movimentar as ferramentas em uma máquina, com a finalidade de controlar o movimento e a posição de uma peça de trabalho. Os atuadores podem ser de natureza linear, rotativa, ou uma união dos dois. Os lineares são utilizados para gerar movimento rotativo (empurrando uma peça rotativa em um eixo). Os rotativos, como por exemplo os motores, são utilizados para gerar movimento linear usando correia, ou parafuso de esfera. Os tipos de atuadores são:

- a) Pneumáticos: seu funcionamento se dá através de energia pneumática (ar comprimido) e realizam movimentos lineares, rotativos e semirrotativos ou angulares. As variáveis controladas pelo atuador são: sentido do movimento, velocidade e força. Para controle destas variáveis no sistema pneumático são utilizadas válvulas pneumáticas. Dentre elas podemos citar as: válvulas direcionais (controle do sentido de movimento), válvulas de fluxo (controle de velocidade) e válvulas de pressão (controle de força) (MECATRÔNICA ATUAL, 2015).
- b) Hidráulicos: nos atuadores mecânicos a energia hidráulica é transformada em energia mecânica com o objetivo de gerar um movimento linear. Estes atuadores são geralmente utilizados para atividades que necessitam de uma grande quantidade de energia, como levantar e transportar objetos (MECÂNICA INDUSTRIAL, 2015).
- c) Elétricos: geralmente são utilizados para funções onde não há disponibilidade de ar ou quando a precisão de localização é necessária. Estes atuadores são baseados em fuso de esferas e correias, e são comandados por servomotores (LAMB, 2015).

2.7 GRAFCET

Segundo Jerônimo (2009) o *Grafcet* é técnica de para descrição em forma de diagrama gráfico, as etapas do funcionamento de um sistema automatizado sequencial. O *Grafcet* foi criado em 1993 e permite a solução de alguns problemas, dentre eles:

- a) A realização de projetos automatizados complexos se tornam disponíveis para mais pessoas (anteriormente com a linguagem *ladder*, somente profissionais experientes eram capazes de realizá-los);
- b) Facilita a discussão de projetos por mais pessoas;
- c) Permite a comunicação mais fácil entre técnicos, por se tratar de uma linguagem gráfica universal;
- d) Simplifica a manutenção e reparos posteriores;
- e) Facilita o entendimento da lógica pelo cérebro, pelo funcionamento ser elaborado de forma sequencial;

f) Facilidade converter em par código de máquina.

O *Grafcet* possui os seguintes elementos:

- a) Etapas: corresponde ao estado do sistema a ser automatizado;
- b) Transições: é a possibilidade de transição de uma etapa para outra, ativando ou desativando a original;
- c) Ligações: sequência única (possui somente uma transição para cada etapa), e sequência alternativa (a partir de uma etapa a automação poderá evoluir para vários caminhos possíveis).

2.8 APLICAÇÕES DE MERCADO

Os sistemas de armazenagem automatizados são processos aplicados no mercado atualmente. Citam-se como exemplo três empresas que aplicam este tipo de sistema sendo elas a Força Área Brasileira (FAB), Volkswagen e a Natura.

2.8.1 Força Aérea Brasileira

A Força aérea Brasileira em 2011 concebeu, pela Subdiretoria de Abastecimento (SDAB), da Diretoria de Intendência (DIRINT), um sistema de Automatização do Armazém Central do Fardamento, utilizando a automação industrial e identificação por radiofrequência para a gestão de estoques (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2011).

O sistema implantado no Armazém Central do Fardamento Reembolsável, situado no Campo de Marte, em São Paulo, representa redução de espaço físico, tempo, trabalho humano e conseqüentemente a margem de erro (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2011).

O processo anterior ao implantado demandava o trabalho de dezoito pessoas, a atual demanda apenas quatro pessoas. Outro benefício foi o aumento da capacidade de atendimento obtida que passou de 220 mil para 500 mil itens fornecidos por ano (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2011).

O atual sistema possui um dispositivo robótico sobre trilhos que ao ser solicitado via sistema de comando de gestão da aeronáutica busca a caixa com os

componentes solicitados e leva até a área de retirada. Na área de retirada há um totem onde o operador confere as solicitações e retira ou insere os produtos das caixas. Cada produto do estoque recebe etiquetas com leitura por radiofrequência e código de barras. Através da radiofrequência é possível fazer um inventário rápido dos itens em estoque e ainda saber quantos estão sendo retirados dele. Se houver qualquer divergência entre as informações de saída e entrada, será informado através do totem e a ação não pode ser finalizada. Após a tarefa do operador, o robô leva a caixa até a posição disponível no estoque (OXXCODE, 2014).

Outras vantagens obtidas são a rastreabilidade dos itens em todas as suas fases e com maior precisão, segurança, e conseqüentemente um melhor acompanhamento dos prazos de entrega aos clientes (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2011). O estoque pode ser visualizado na Figura 7.



Figura 7 - Estoque Força Aérea Brasileira
Fonte: Força Aérea Brasileira (2011).

2.8.2 Volkswagen

A sede da Volkswagen situada na Alemanha é a maior montadora de carros da Europa, em média entregam 750 carros por dia. Alguns dos desafios do sistema de estoque: o espaço físico para suportar esta quantidade de automóveis e a movimentação dos mesmos. A solução encontrada pela Volkswagen foi a criação

do maior estoque automatizado de automóveis do mundo. O armazém possui duas torres, cada uma com 60 metros e 20 andares, com capacidade de armazenar até 400 veículos, o sistema é capaz de realizar 120 entregas por hora (VOLKSPORSCHÉ, 2009).

Com a implantação deste sistema, os carros deixaram de ser entregues pelos vendedores (humanos) para serem entregues através de um robô controlado por computador (VOLKSPORSCHÉ, 2009).

O sistema funciona da seguinte forma, o cliente faz a compra do automóvel, e na data informada retorna a sede para retirar o veículo, entra em contato com o consultor, que confirma o pedido via computador, após isso os clientes se dirigem ao local de entrega do veículo. Enquanto isso sistema de controle do estoque, identifica o pedido do cliente e verifica em qual posição do armazém está localizado e instrui o robô realizar a retirada e movimentá-lo até a posição de entrega. Esse processo de retirada do automóvel pelo robô leva em média 60 segundos. Os clientes podem verificar o andamento do pedido via tela disponível no local de entrega (VOLKSPORSCHÉ, 2009). O sistema pode ser visualizado na Figura 8.



Figura 8 - Armazém Volkswagen
Fonte: Volksporsche (2009).

2.8.3 Natura

Natura, fundada em 1969, é a maior empresa do Brasil do setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos. Possui sede em Cajamar (SP) e na sua estrutura

oito centros de distribuição no Brasil e seis nas operações internacionais, movimentando cerca de 62,3 mil pedidos por dia (NATURA, 2015).

Na sua sede em Cajamar a natura possui um almoxarifado central que chamam de armazém vertical. O complexo tem dimensões de 120mx30mx30m com 24 mil *pallets*, possui 7 corredores, com 91 posições de 19 de altura. O armazém vertical é todo automatizado e climatizado. O sistema de gerenciamento permite a organização do armazém de acordo com o uso, possui rotinas de reabastecimento automático para todos os setores (PRODUÇÃO, 2015). O armazém vertical da empresa Natura pode ser visualizado na Figura 9.



Figura 9 - Armazém Vertical Natura

Fonte: UOL (2015).

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto foi subdividido em três partes principais: estrutura mecânica, circuito eletrônico e programação. Através da programação transforma-se em movimentos físicos a lógica que foi programada no controlador. Para isso um circuito eletrônico, que envia sinais ao controlador e também recebe sinais. Os atuadores são a fonte de movimentação da estrutura mecânica e fazem isso através de um sistema de transmissão. Os detalhes de cada parte do sistema, são descritos na sequência.

3.1 ESTRUTURA MECÂNICA

A construção da estrutura mecânica foi baseada em três eixos de movimentação, os quais foram fixados em uma base, com a finalidade de sustentar toda a estrutura. Esses eixos são ortogonais entre si, e denominados x, y e z, conforme a Figura 10.

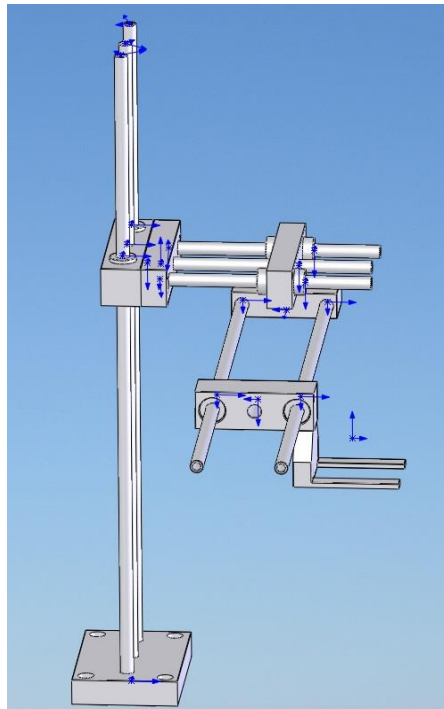


Figura 10 - Modelo Armazém
Fonte: Autoria própria.

O eixo z sustenta e movimenta os eixos y e x. O eixo y, sustenta e movimenta o eixo x, e o eixo x, por sua vez, sustenta e movimenta o garfo utilizado para movimentação de *pallets*.

Esses eixos são guiados por duas barras circulares cada eixo, com a finalidade de dar precisão ao alinhamento do movimento originado a partir de atuadores.

Para dar o movimento necessário à estrutura, foram utilizados dois sistemas de transmissão: fuso com porca e correia dentada com polia. Nos eixos y e z, que sofrem maior esforço, foram utilizados o sistema de fuso com porca. E no eixo x, onde a carga é menor, foram utilizados o sistema de correia dentada com polia.

3.2 ESTRUTURA ELETRÔNICA

O circuito eletrônico foi formado por uma fonte de 12V, relés, chaves de fim de curso e terminais de entrada e saída.

Para cada motor foi montada uma placa de circuito, conforme a Figura 11.

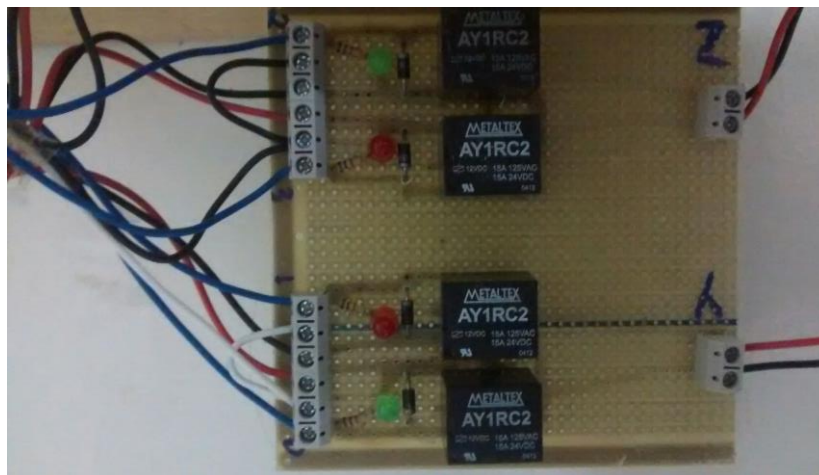


Figura 11 - Placa Eletrônica
Fonte: Autoria própria.

Os terminais de entrada recebem sinais vindos do controlador, e através de relés, possibilita o acionamento dos atuadores (motores) em 12 V.

As chaves de fim de curso têm a finalidade de indicar ao controlador a posição do garfo no armazém. O circuito eletrônico para ser consultado no Apêndice A.

3.3 AUTOMAÇÃO

Para a automação do sistema, foi utilizado o CLP da marca/modelo Siemens S7 200 - CPU222, o qual é dispõe de 8 entradas e 6 saídas digitais. Todas foram utilizadas.

A linguagem de programação utilizada foi a *ladder*, baseada no conceito de contatos elétricos. Um trecho do programa utilizado no sistema que pode ser visualizado na Figura 12.

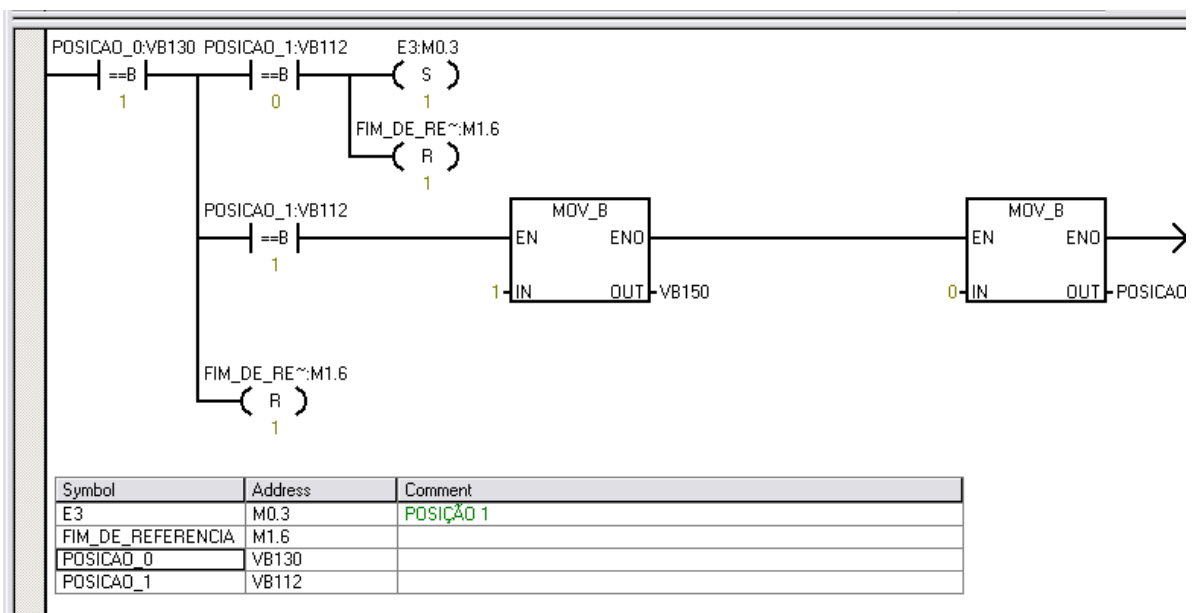


Figura 12 - Programa CLP
Fonte: Autoria própria.

Para controle e supervisão do sistema foi utilizado o *software* supervisor Elipse SCADA, o qual o operador do sistema pode cadastrar e armazenar as peças no armazém através de sua interface.

Para comunicação entre o CLP e o supervisor utilizou-se um servidor OPC (do inglês, *OLE for Process Control*, onde OLE significa *Object Linking and*

Embedding). Nele são criados itens que fazem referência ao CLP, que podem ser lidos e escritos pelo supervisor.

Para o melhor entendimento das etapas do programa foi desenvolvido o *Grafcet*, pode ser visualizado no Apêndice B.

3.4 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

3.4.1 Tela de operação

O operador possui uma tela de operação que contém as seguintes informações:

- a) Câmera da área de carga e descarga de peças (sendo visível o produto);
- b) Oito posições de armazenagem;
- c) Nas posições de armazenagem há informações de posição livre (cor verde), posição ocupada (cor vermelha) e código de barras inserido nas posições;
- d) Campo para inserir posição escolhida para armazenar;
- e) Campo para inserir posição escolhida para retirar;
- f) Campo para inserir código de barras;
- g) Alarme de posição cheia;
- h) Alarme de posição vazia.

Estas informações estão visíveis nas Figuras 13,14 e 15.

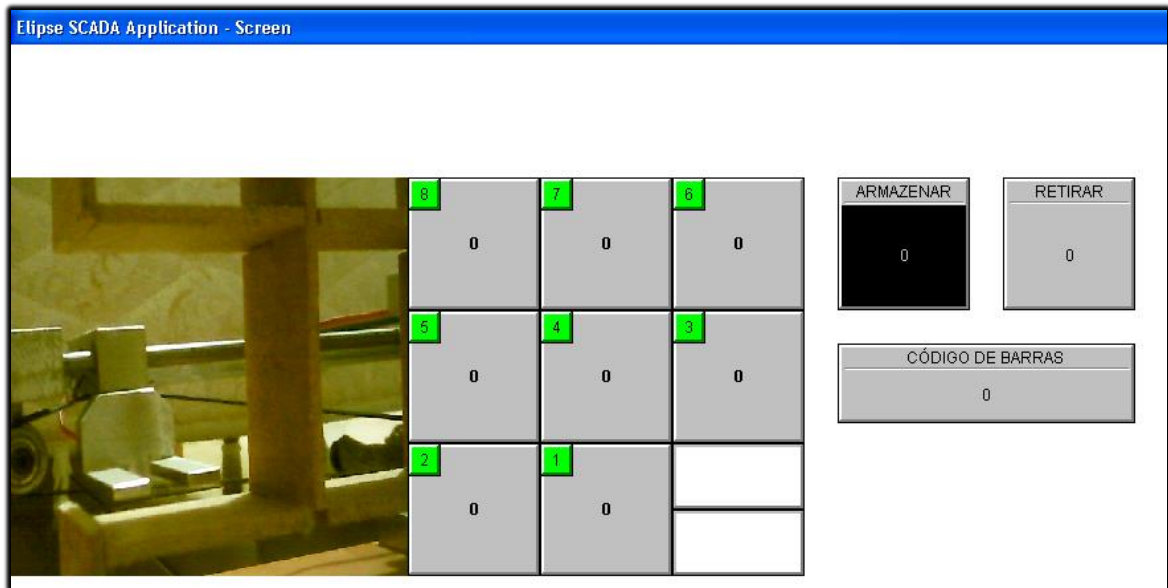


Figura 13 - Armazém Vazio
 Fonte: Autoria própria.



Figura 14 - Posição Ocupada
 Fonte: Autoria própria.



Figura 15 - Posição Vazia
Fonte: Autoria própria.

3.4.2 Armazenagem de peças

A Figura 16 apresenta o fluxograma de operação de armazenagem do sistema. Os detalhes das ações realizadas durante a armazenagem da peça são apresentados a seguir:

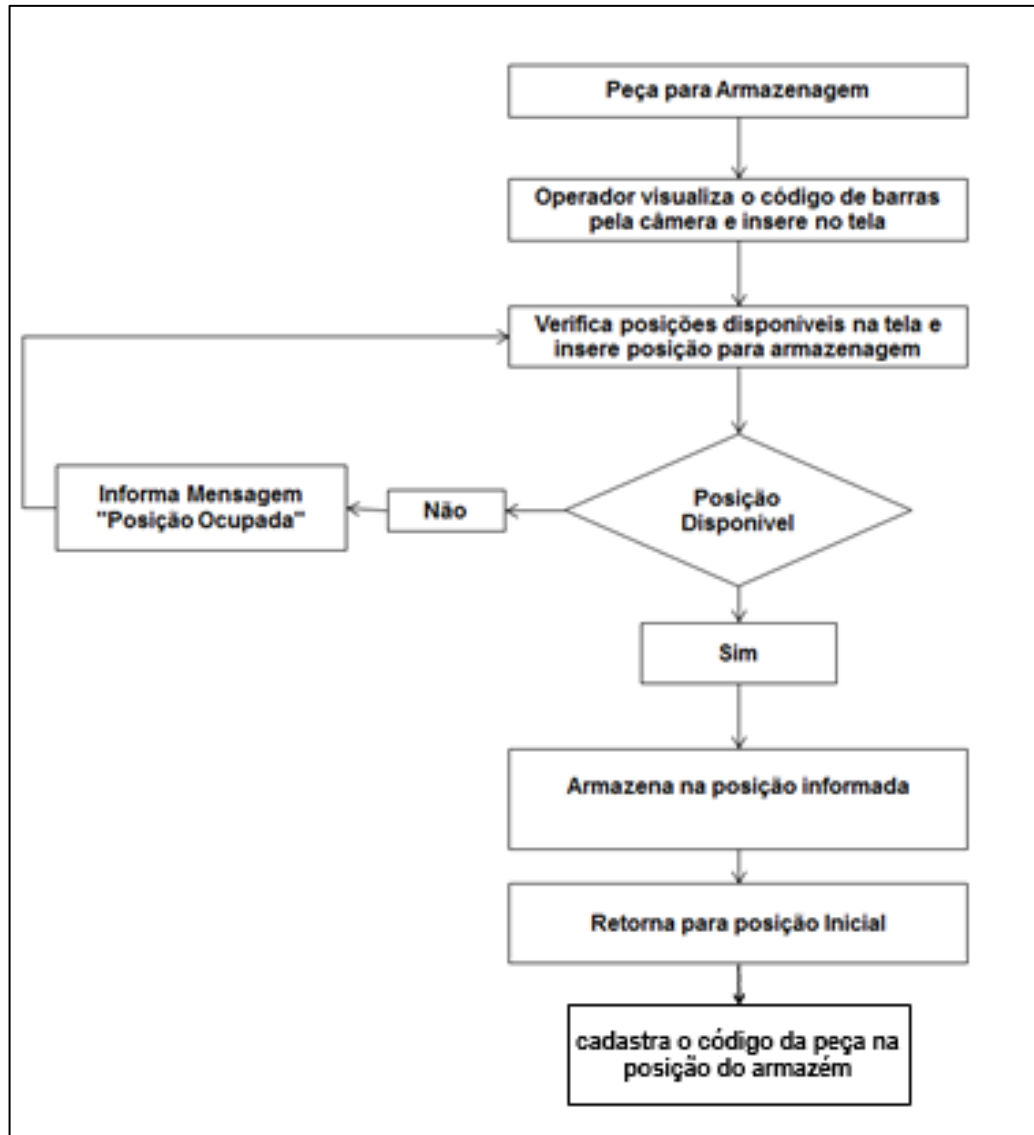


Figura 16 - Fluxograma de Armazenamento
Fonte: Autoria própria.

Ao receber demanda para armazenar a peça, o operador visualiza o seu código de barras através da imagem da câmera e insere o código de barras no campo destinado a ele. Após a inserção do código, o operador verifica as posições disponíveis para armazenagem e insere posição escolhida no campo “armazenar”. Se a posição estiver disponível, o programa do CLP executa a etapa de armazenamento da posição escolhida. Após finalizado o armazenamento, o robô volta à posição inicial, e aguarda novo comando. O supervisor insere junto ao campo da posição na tela o código de barras da peça armazenada. Porém, caso o operador cometa um erro ao escolher uma posição ocupada aparecerá a mensagem de alerta de “posição ocupada”. A mensagem desaparece assim que o

operador inserir uma posição disponível para carga. A imagem da mensagem de alerta pode ser visualizada na Figura 14.

3.4.3 Descarga de peças

A Figura 17 apresenta o fluxograma de operação de descarga do sistema. Os detalhes das ações realizadas durante a retirada da peça são apresentados a seguir:

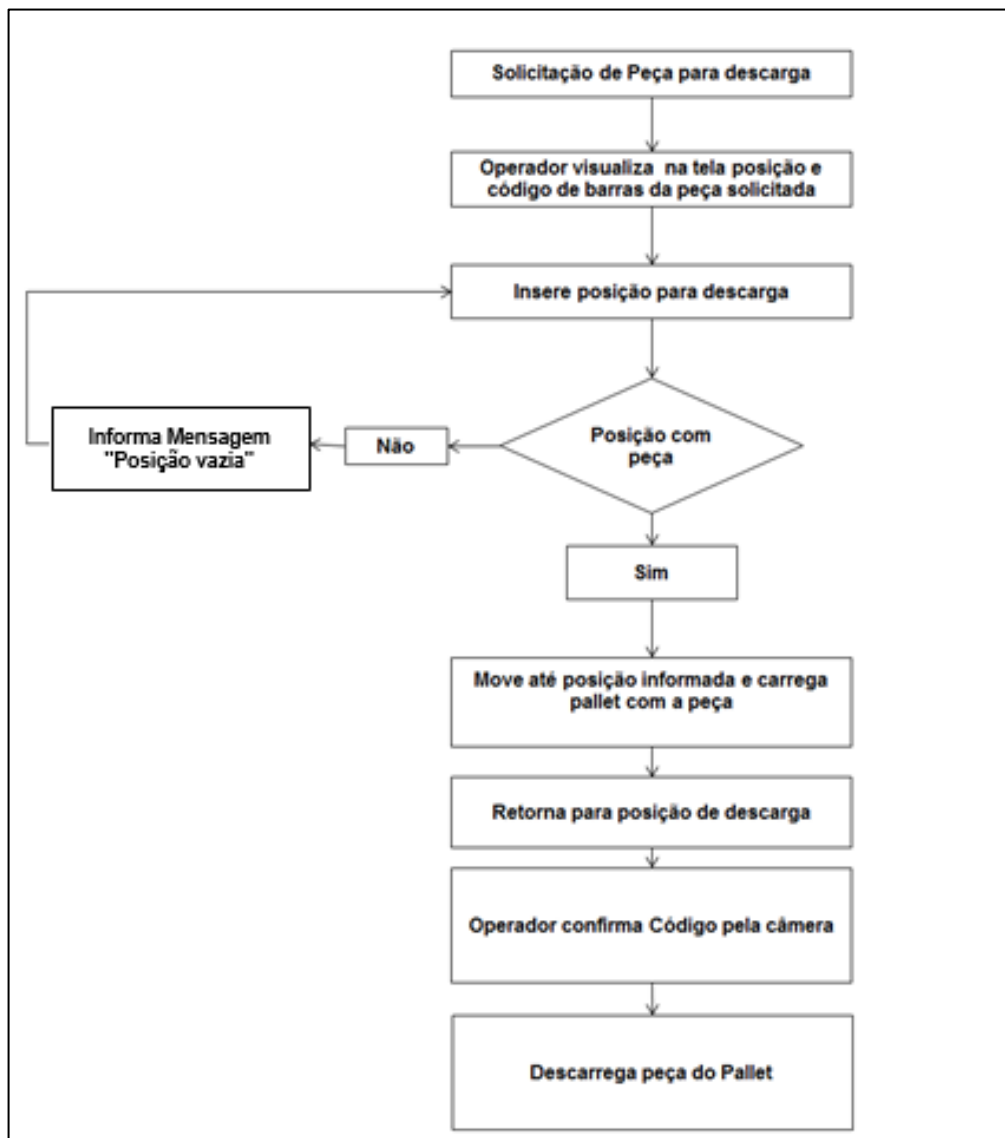


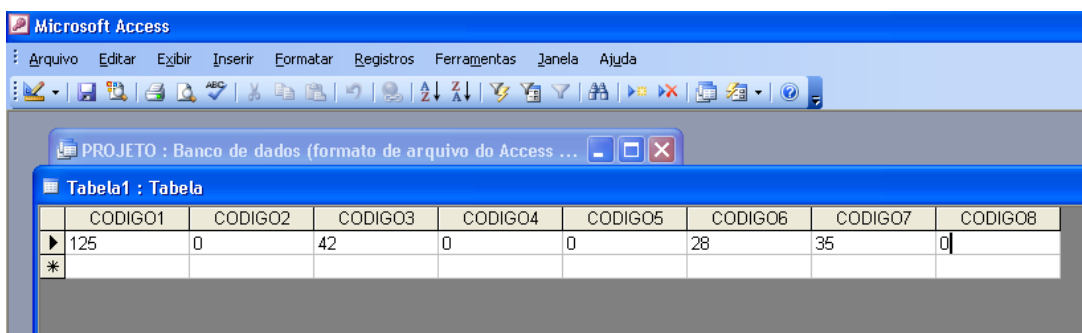
Figura 17 - Fluxograma de Descarga

Fonte: Autoria Própria.

Ao receber demanda para descarga de peças, o operador verifica na tela de operação localização do código de barras do produto solicitado e insere a posição escolhida no campo “retirar”. Após realizado isso, o CLP executa a etapa de descarga da peça do campo selecionado. Após a Descarga, o operador visualiza código do produto que estava armazenado e compara com sua solicitação. Se o operador no momento de solicitar a peça do estoque, escolhe uma posição vazia, aparece uma mensagem de alerta “posição vazia”. Caso o operador erre ao escolher posição, pode refazer o processo de armazenagem da peça e retirar a peça correta.

3.4.4 Histórico

Ao realizar a etapa de carga, os códigos informados na tela de operação são armazenados no banco de dados Access pelo Elipse SCADA, através deste arquivo é realizado um endereçamento para que o código informado fique visível na posição correspondente na tela de operação. Esse arquivo é criado em Access, conforme pode ser visualizado na Figura 18, e o código na tela de operação pode ser visualizado na Figura 14.



The screenshot shows the Microsoft Access interface. The title bar reads 'Microsoft Access'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Exibir', 'Inserir', 'Formatar', 'Registros', 'Ferramentas', 'Janela', and 'Ajuda'. The toolbar contains various icons for file operations and data manipulation. The main window title is 'PROJETO : Banco de dados (formato de arquivo do Access ...)'. Below this, a table named 'Tabela1 : Tabela' is displayed. The table has 8 columns labeled CODIGO1 through CODIGO8. The first row contains the values 125, 0, 42, 0, 0, 28, 35, and 0. A cursor is positioned at the end of the last cell. A small asterisk icon is visible in the bottom-left corner of the table area.

	CODIGO1	CODIGO2	CODIGO3	CODIGO4	CODIGO5	CODIGO6	CODIGO7	CODIGO8
▶	125	0	42	0	0	28	35	0
*								

Figura 18 - Banco de Dados
Fonte: Autoria própria.

4 TESTE E RESULTADOS

Para validação do sistema foram realizados os seguintes testes:

- a) Inserção de produtos para carga – verificado código de barras do produto pela câmera. Inserido código visualizado pela câmera no campo destinado a ele;
- b) Inserção de posição livre para carga - escolhida a posição disponível para carga, o robô se movimentou e carregou em sua garra o *pallets* com o produto, deixando o mesmo na posição escolhida e retornou para posição inicial. Foi possível visualizar código na tela junto ao campo correspondente a posição armazenada. A posição foi marcada como ocupada (cor vermelha). Histórico foi gerado no *Access*;
- c) Inserção de posição indisponível para carga – escolhido posição ocupada para carga, apareceu na tela de operação a mensagem de alerta de “Posição Ocupada”;
- d) Solicitação de produtos para descarga – foi possível visualizar posições ocupadas e código de barras dos produtos armazenados;
- e) Inserção de posição disponível para descarga – foi escolhido posição disponível para descarga. O robô se movimentou até a posição escolhida, carregou garra com *pallet* e se movimentou até a posição de descarga. Foi possível visualizar código do produto pela câmera. Foi verificado que posição retornou a ficar livre na tela (cor verde);
- f) Solicitação de descarga em posição indisponível – escolhido posição ocupada para descarga, apareceu na tela de operação a mensagem de alerta de “Posição Livre”.

Os resultados encontrados nos testes realizados foram de acordo com o sistema projetado. Com a conclusão dos testes o sistema foi liberado. O sistema finalizado pode ser visualizado nas Figuras 19, 20, 21 e 22.

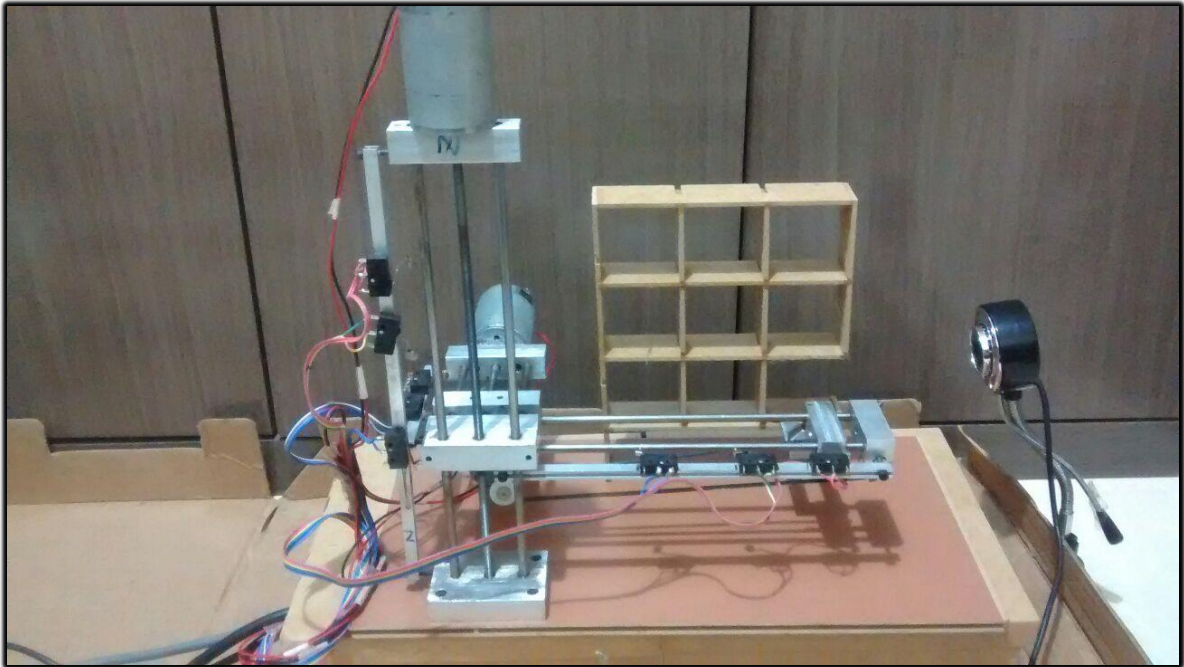


Figura 19 - Protótipo Armazém (Vista 1)
Fonte: Autoria própria.

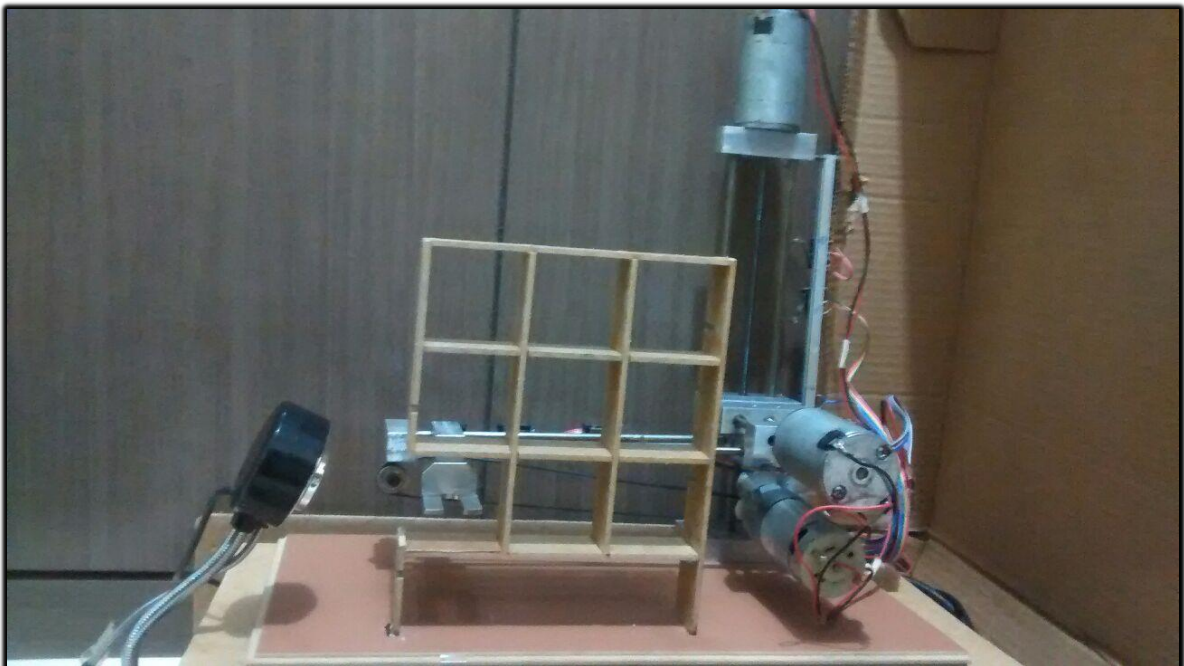


Figura 20 - Protótipo Armazém (Vista 2)
Fonte: Autoria própria.

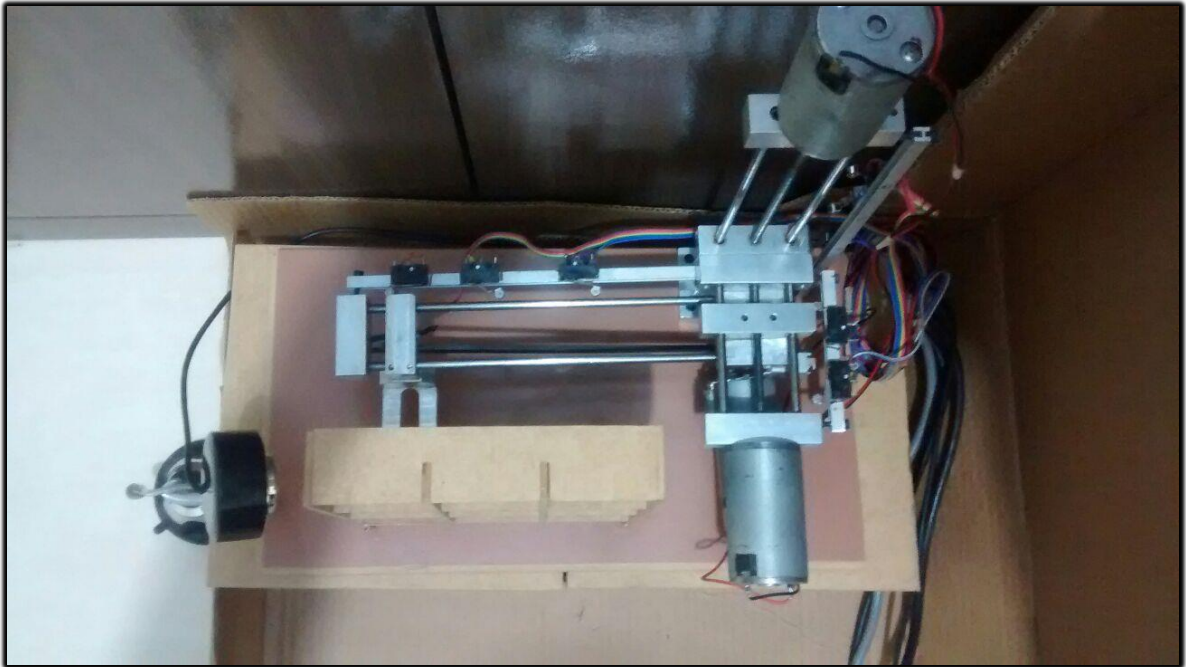


Figura 21 - Protótipo Armazém (Vista 3)
Fonte: Autoria própria.

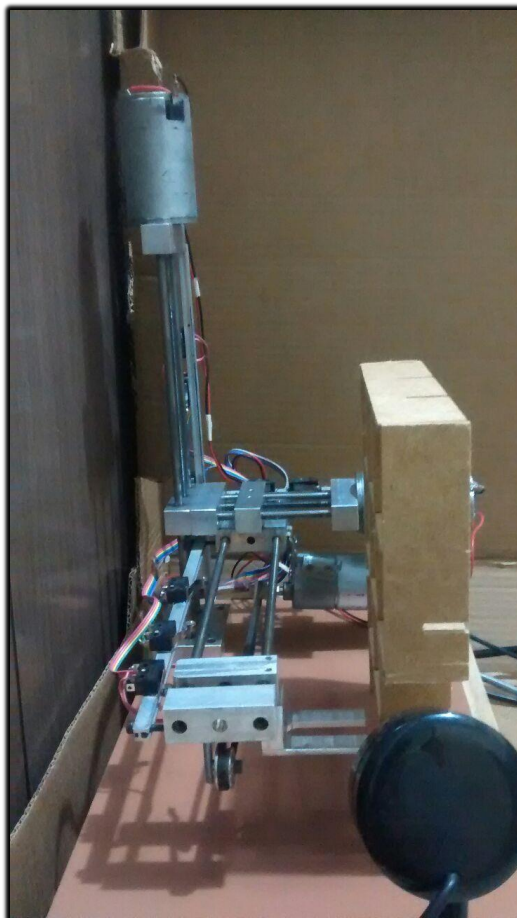


Figura 22 - Protótipo Armazém (Vista 4)
Fonte: Autoria própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de armazenagem desenvolvido, com sua lógica de programação utilizada, proporcionou maior velocidade ao armazenamento, maior segurança na operação e maior controle dos produtos. Sem a utilização de trabalho humano na armazenagem reduz-se o risco de acidentes. Através do banco de dados disponível, pode-se verificar todos os produtos armazenados, com seus respectivos códigos de barras e localização dentro do armazém. Com a padronização dos *paletts*, é possível armazenar qualquer produto em todas as posições disponíveis do armazém.

A câmera utilizada possibilitou ao sistema verificação rápida do código do produto, e fácil inserção no *software* de controle.

O sistema supervisorio desenvolvido é de fácil operação, as etapas do processo de armazenagem estão disponíveis na tela, e nela é possível visualizar status de todo o armazém.

Sendo assim, os aspectos construtivos, de segurança e de funcionamento do sistema foram satisfeitos. Pode-se afirmar que o sistema de armazenagem desenvolvido foi automatizado com sucesso.

Sugestão para trabalhos futuros:

- a) Identificação do código de barras de forma automática. Ao chegar peça na área de armazenagem, a sua identificação poderá ser realizada de forma automatizada, e através do supervisorio verifica-se a posições mais próxima disponível e se armazena a peça sem necessidade de um operador;
- b) Transporte para a área de armazenagem de forma automatizada. Os produtos devem ser transferidos da área de produção e transferidos da área de armazenagem (descarga) de forma automatizada, podendo se utilizar de esteiras ou AGVs (*Automatic Guided Vehicle*).

REFERÊNCIAS

BOWERSOX, Donald J.; COOPER, Bixby M.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.

CERVELLI, Luiz; CUNHA, Alan; JAHN, Bruno. **Armazém, principais atividades e tecnologias envolvidas**. In: ENCONTRAO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1999_a0457.pdf>. Acesso em 02 ago. 2014.

COMAT RELECO. **Automação industrial** – definição e história. Disponível em: <<http://comatreleco.com.br/automacao-industrial-historia>>. Acesso em: 27 jul. 2014.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 5ªed. São Paulo: Atlas, 2010.

EXAME. **A fábrica do Futuro**. São Paulo: 2014. Edição 1068.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **FAB inova em sistema de gestão de estoque**. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/9131>>. Acesso em: 02 ago. 2014.

MECÂNICA INDUSTRIAL. **O que é um atuador hidráulico**. Disponível em: <<http://www.mecanicaindustrial.com.br/348-o-que-e-um-atuador-hidraulico/>>. Acesso em: 09 ago. 2015

JERONIMO, Luis. **Automação e comando**. 1.ed. Bubok Portugal, 2009.

LAMB, F. **Automação industrial na prática**. Porto Alegre: AMGH, 2015.

LIMA, Weldson; SILVEIRA, Leonardo. **Um breve histórico conceitual da automação industrial e redes para automação industrial**. 2003. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

MECATRÔNICA ATUAL. **Atuadores pneumáticos**. Disponível em: <<http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1070-atuadores-pneumaticos?showall=&start=1>>. Acesso em: 09 ago. 2015

MOURA, Reinaldo. A. **Manual de logística: armazenagem e distribuição física**. 2 ed. São Paulo: IMAM, 1997.

NATURA. **Sobre a Natura**. Disponível em: <<http://www.natura.com.br/www/a-natura/sobre-a-natura/>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

OXXCODE. **Case RFID na FAB** (Força Aérea Brasileira). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xP7hzqyDKPg>>. Acesso em: 02 ago. 2014.

PETRUZELLA, Frank. D. **Controladores lógicos programáveis**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PIRES, J. Norberto. **Industrial robots programming: building applications for the factories of the future**. New York: Springer, 2007.

PRODUÇÃO, Engenharia. **Logística Natura**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=q0ggOQgBZw0>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

ROMANO, Vitor F. **Robótica Industrial: aplicação na indústria de manufatura e de processos**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

ROSARIO, João M. **Automação Industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009.

ROSARIO, João. M. **Robótica Industrial I: modelagem, utilização e programação**. São Paulo: Baraúna, 2010.

SANTOS, Guilherme. **O que é automação industrial**. Disponível em: <http://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-automacao-industrial-parte-i>>. Acesso em: 07 jul. 2014

SANTOS, Winderson E.; SILVEIRA, Paulo R. da. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Érica, 1998.

SOFTWARE, Elipse. **Manual do Usuário**. Disponível em: <http://www.elipse.com.br/port/download_scada.aspx>. Acesso em: 07 jul. 2014

TERRA, Danilo B.; MARKUS, Marília; COSTA JUNIOR, Pyramo P. **Manufatura integrada por computador: contexto, tendências, técnicas**. Belo Horizonte: CEFETMINAS, 1995.

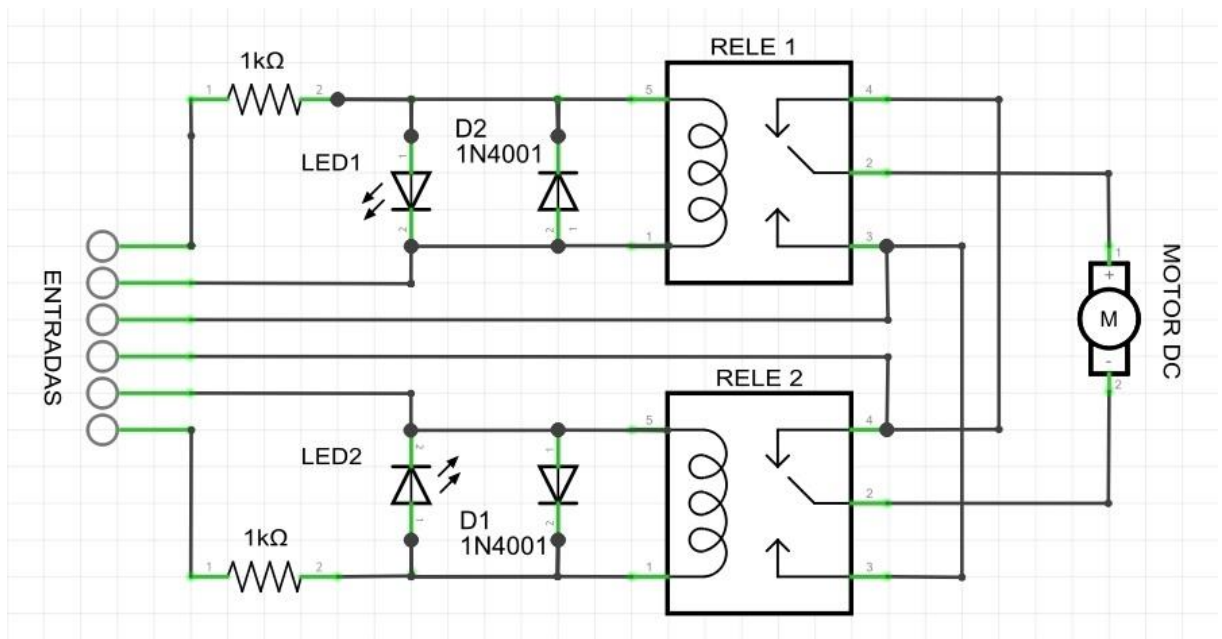
UOL, Economia. **Como se faz um perfume**. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/album/2013/06/17/como-se-faz-um-perfume.htm>> . Acesso em: 02 ago.2015.

VOLKSPORSCHER, Clube. **Volksporsche - garagem VW-Wolfsburg Alemanha**. Youtube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=srja4dYQqSI>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

WORDPRESS. **Implantar o código de barras ajuda a aumentar as vendas**. Disponível em: <<https://empreendedorismoms.wordpress.com/2011/05/04/implantar-do-codigo-de-barras-ajuda-a-aumentar-as-vendas/>>. Acesso em: 02 set.2015.

ZANDAVALLI, Carla. **Seleção de um sistema de localização de estoque: avaliação de seus benefícios no sistema de armazenagem - um estudo de caso em uma empresa agroindustrial**. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

APÊNDICE A – CIRCUITO ELETRÔNICO



APÊNDICE B – DIAGRAMA GRAFCET

