

**FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO NA FÁBRICA
FUBÁ DA ROÇA – TARUMIRIM MG**

NATANAEL FERNANDES DOS SANTOS JUNIOR

Trabalho de Conclusão de Curso

Caratinga/MG

2017

NATANAEL FERNANDES DOS SANTOS JUNIOR

**PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO NA FÁBRICA
FUBÁ DA ROÇA – TARUMIRIM MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Superior de Engenharia Elétrica das Faculdades Doctum de Caratinga como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.
Professor Orientador: Daniel Mageste.

Caratinga/MG

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

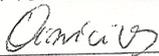
O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: MELHORIA NA FÁBRICA DE BENEFICIAMENTO DE MILHO, E A VIABILIDADE TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO E AUTOMATIZAÇÃO DE PARTES DO PROCESSO, elaborado pelo(s) aluno(s) NATANAEL FERNANDES DOS SANTOS JUNIOR foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA ELÉTRICA das FACULDADES DOCTUM CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

Caratinga 12 de Dezembro de 2017



Daniel Mageste
Prof. Orientador



Vinicius Murilo
Prof. Avaliador 1



Ricardo Botelho
Prof. Examinador 2

À Deus por todas as bênçãos desta vida.

À meus pais, pelo incondicional carinho, atenção e incentivo.

À meus amigos e familiares, pelo apoio, companheirismo e amizade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me abençoado e me concedido a oportunidade de chegar até aqui e de ter aberto as portas para poder concluir essa etapa.

Agradeço a minha família por ter me apoiado e incentivado durante essa jornada. À instituição e professores que da melhor maneira conduziu o curso e nos proporcionou um vasto ensinamento e conhecimento. E aos demais que de forma direta e indireta contribuíram para minha formação.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(JOSÉ DE ALENCAR)

SANTOS JUNIOR, N. F. **Proposta de automatização na fábrica Fubá da Roça – Tarumirim MG.** Caratinga, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Doctum de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2017.

RESUMO

A automação de processos industriais é um processo no qual as tarefas de produção realizadas manualmente por trabalhadores são transferidas para um conjunto de elementos tecnológicos levando-se em consideração possíveis eventualidades que possam ocorrer mantendo sempre a segurança e a qualidade. Além de simplificar algumas tarefas de produção que se tornam repetitivas, permite o funcionamento de todo o processo de forma mais rápida e com a mínima intervenção de um operador. Este trabalho descreve a proposta de automatização na fabricação de fubá da empresa denominada Fubá da Roça, localizada na zona rural da cidade de Tarumirim-MG, através da aplicação de um PLC em regime industrial. Na fabricação de fubá, a automação industrial se torna viável devido à facilidade de implementação do seu sistema, e também ser economicamente vantajoso para a empresa.

Palavras-chave: Automação. PLC. Fabricação de fubá.

SANTOS JUNIOR, N. F. **Proposal of automation in the factory Fubá da Roça - Tarumirim MG.** Caratinga, 2017. Conclusion of Higher Civil Engineering Course - Course of Electrical Engineering. Integrated Faculties of Caratinga, DOCTUM Network, Caratinga, 2017.

ABSTRACT

The automation of industrial processes is a procedure in which the production tasks is carried out manually by workers, are transferred to the set of technological elements, taking into account possible eventualities that may occur, always maintaining safety and quality. Beyond the simplification of some tasks that might been repetitive, allows the whole process work faster and with the minimal operator intervention. This work describe an automation proposal in a corn meal manufacturing company called “Fubá da Roça”, localized in a rural area of the city of Tarumirim-MG, through the application of an PLC in a industrial procedure. In the corn meal fabrication, the industrial automation become viable due to easy implementation of it’s system, and also being economically advantageous to the company.

Key-words: Automation. PLC. Corn meal fabrication.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Chaves e sensores.	16
Figura 2	– O processo de sensoriamento.	17
Figura 3	– Diagrama de blocos.	17
Figura 4	– Sensor de nível infravermelho.	18
Figura 5	– Atuador Elétrico 1/4 de voltas e Atuador Linear.	20
Figura 6	– Controladores lógicos programáveis.	21
Figura 7	– Diagrama de blocos de um PLC.	23
Figura 8	– Exemplos de chaves, sensores e relés de segurança.	25
Figura 9	– Botões de Emergência Linha CSW (Ø22 mm) - IP66 - WEG.	27
Figura 10	– Fluxograma geral da empresa em estudo.	28
Figura 11	– Elevador de canecas.	29
Figura 12	– Moinho.	31
Figura 13	– Peneira.	32
Figura 14	– Ciclo de empacotamento do fubá.	33
Figura 15	– Símbolos das operações.	34
Figura 16	– Fluxograma da linha de produção com sensores.	37
Figura 17	– Diagrama multifilar do circuito de comando do PLC.	39
Figura 18	– Diagrama multifilar método partida direta.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Funções de entradas do PLC.	36
Tabela 2	– Funções de saída do PLC.	36
Tabela 3	– Monitoramento da produção do fubá.	41
Tabela 4	– Tempo da produção após a automatização.	42
Tabela 5	– Materiais para automatização do projeto.	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Amperes
ASME	American Society Mechanical Engenieers
CA	Corrente Alternada
CV	Cavalo Vapor
CC	Corrente Contínua
cm	Centímetro
CPU	Central Processing Unit
PFD	Falha Sob Demanda
IEC	International Electrotechnical Commission
LED	Light Emitting Diode
mm	Milímetros
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
PLC	Programable Logic Control
kg	Quilogramas
SNI	Sensor de Nível Infravermelho
SCADA	Supervisory Control and Data Aquisition
UCP	Unidade Central de Processamento
V	Volts
VCA	Volts em Corrente Alternada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Instrumentação	15
2.1.1 Sensores e Atuadores	16
2.1.1.1 Sensores	16
2.1.1.2 Atuadores	19
2.2 Princípio de Funcionamento do Controlador Lógico Programável	20
2.2.1 Entrada do PLC	21
2.2.2 Saídas do PLC	22
2.2.3 Automatização através do PLC.	23
2.3 A Norma NR-12 na Automação Industrial	24
2.3.1 O princípio de funcionamento dos sistemas de segurança	25
2.3.2 Instalação botões de emergência.	27
3 FUNCIONAMENTO E DESCRIÇÃO DO PROCESSO	28
3.1 O processo de fabricação do fubá	28
3.2 Limpeza do milho	29
3.3 Elevador de canecas	29
3.4 Moagem do milho	30
3.5 Peneiramento	31
3.6 Empacotamento do fubá	32
3.7 Estocagem e distribuição	33
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
4.1 Mapear o processo produtivo.	34
4.2 Montagem da linha de produção	35
4.3 Diagrama de comando com PLC	38
4.4 Diagrama de Potência	40
5 RESULTADOS E PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO	41
6 CONCLUSÃO	44
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE A Programação do PLC	47
ANEXO A Características técnicas do sensor de nível - SNI	50
ANEXO B Legenda do circuito elétrico de comando e carga	51

ANEXO C Características técnicas do PLC	52
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual onde as empresas enfrentam mercados cada vez mais competitivos, o uso do estudo de tempos, produtividade e movimentos pode auxiliar na busca por melhorias e aperfeiçoamentos nos processos produtivos tendo como finalidade o aumento de produtividade aliado a redução de custos.

O processo de automatização das indústrias tem aumentado gradativamente, propiciando ganho da quantidade e qualidade da produção e, simultaneamente, oferecendo preços melhores para os consumidores. Seu avanço está ligado, em grande parte, ao avanço recente da microeletrônica, o qual invadiu os setores produtivos das indústrias. O processo de automação não atinge apenas a produção em si, substituindo o trabalho braçal por robôs e máquinas computadorizadas, mas também propicia enormes ganhos de produtividade ao integrar tarefas distintas com a elaboração de projetos, o gerenciamento administrativo e a produção.

Um sistema automatizado pode trazer um rápido retorno para empresa. Um outro fator que contribui para redução de custos reside no fato de que a maioria dos sistemas automatizados são concebidos para economizar energia elétrica quando não estão em uso. Apresentando também melhorias na qualidade evitando erros humanos.

O projeto de um sistema automatizado industrial deve ter a premissa da segurança. Isto porque as organizações são totalmente planejadas para reduzir acidentes. No Brasil existe a norma regulamentadora(NR-12) que obriga os fabricantes de máquinas a seguirem rigorosamente práticas de segurança.

A presente pesquisa está sendo realizada em uma empresa de beneficiamento de milho que surgiu em 1998 com um moinho, sendo o processo realizado manualmente, o fubá era embalado em pacotes de 10kg. No ano de 2000 foi instalado mais dois moinhos, e com aumento a produção passou a ser usada uma peneira motorizada. A partir de 2001 o fubá recebeu o nome de Fubá da Roça e passou a ser embalado em pacotes de 1Kg, sendo selados através de uma máquina operada manualmente.

Busca-se realizar um estudo para analisar a melhoria de produtividade na fábrica de beneficiamento de milho, e a viabilidade técnica de implantação de uma linha de produção, e automatização de partes do processo de preparo do fubá. Limitando-se o estudo na automação dos moinhos, peneira, transportador e elevador de canecas, visando a possibilidade de aumento na produtividade da referida empresa, com o principal objetivo de obter uma linha de produção controlado por Programable Logic Control - PLC, para garantir a qualidade, segurança e reduzindo os desperdícios na produção, isto utilizando ao máximo da tecnologia disponível, seguindo por várias etapas, começando por um mapeamento da linha e instalações.

As propostas descritas e objetivos da pesquisa tem como justificativa a necessidade

encontrada de redução de trabalho manual da linha de produção para um maior ganho, sendo que a empresa em estudo possui uma linha de processo responsável pela produção do fubá divididas nas seguintes etapas: matéria prima, processamento, ensacamento e produto final. Este estudo desperta interesse em implantar uma metodologia para cooperar com os objetivos da empresa, possibilitando melhorias e avanços para que a empresa possa ter maior competitividade no mercado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O primeiro passo do trabalho foi a pesquisa, buscando livros, artigos e publicações, para que o trabalho seja desenvolvido de forma embasada teoricamente, buscando as formas atualizadas de se conduzir o assunto em questão. Também foi feito o levantamento do cenário atual (descrever o processo de fabricação do fubá, definição dos tempos de processamento e identificação das máquinas que compõe o sistema) e a coleta dos dados de demanda e produção, bem como o método de como é a produção utilizada pela empresa, para que fosse o ponto de partida dos estudos acerca da produtividade dos setores, para a comparação do resultado do trabalho final.

2.1 INSTRUMENTAÇÃO

A instrumentação apresenta várias vantagens e desvantagens em relação à utilização de mão-de-obra humana. Muitas delas se relacionam com a qualidade e a quantidade dos produtos, os quais são fabricados com segurança e sem subprodutos nocivos. A grande quantidade de sensores e de elementos finais de controle, que existe em um processo industrial típico, deve ser operada e coordenada de forma contínua. Para isso seriam necessárias várias pessoas para o controle da planta manualmente[5]. A Figura 1 mostra alguns exemplos de chaves e sensores.

As vantagens em utilizar a instrumentação:

- Precisão na leitura das variáveis;
- Alto rendimento e duração dos equipamentos;
- Os instrumentos trabalham em uma carga horária bem superior à humana além de não reivindicarem direitos.

As desvantagens em utilizar a instrumentação:

- Os instrumentos precisam ser periodicamente calibrados;
- Requerem manutenção preventiva e corretiva;
- Sempre apresentam erro de medição e só operam adequadamente nas condições previstas pelo fabricante.

Figura 1: Chaves e sensores.

Fonte: Rockwell Automation, 2017.

2.1.1 Sensores e Atuadores

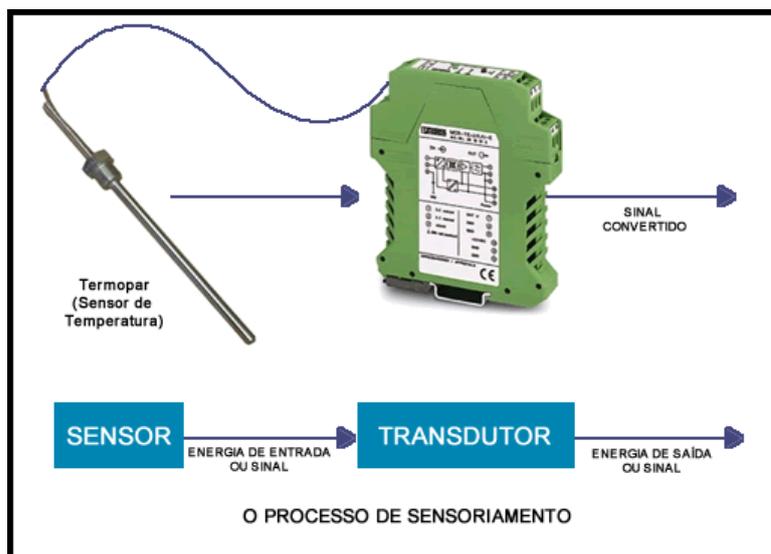
Em um sistema de automação também é encontrado elementos sensores e atuadores que operam em conjunto com Interface Homem Máquina - IHM ou mesmo sistemas de supervisão para facilitar a comunicação entre o operador e o sistema. A comunicação entre esses elementos é essencial para o alcance do objetivo final do processo[10].

2.1.1.1 Sensores

A palavra sensor tem a sua significância no termo perceber e a palavra transdutor por sua vez tem a sua significância no termo levar a frente. Uma boa distinção entre os 2 termos é que o sensor é aplicado para a detecção em si enquanto que o transdutor aplica-se para o elemento de detecção associado a qualquer circuito. Sendo assim, pode-se dizer que todos os transdutores possuem um sensor e a maioria, mas não todos os sensores, são transdutores[2].

A Figura 2 mostra um processo de detecção, em termos de conversão de energia. A forma do sinal de saída, será muitas vezes de forma análoga ao sinal de entrada, embora algumas vezes pode ser uma forma de onda cuja frequência seja proporcional a entrada ou um trem de pulsos que contém a informação. A Figura 2 e um termopar sendo convertido o sinal por um transdutor sendo que este transdutor converte o sinal do termopar em uma saída que varia de 4 a 20mA.

Figura 2: O processo de sensoriamento.

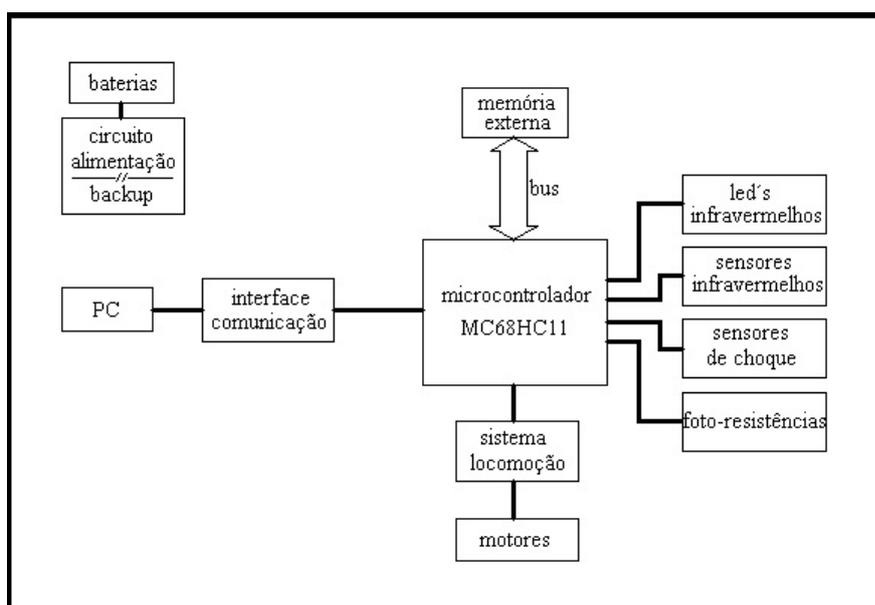


Fonte: Citisystems, 2017.

O processo de conversão quantifica a variável de forma que ela possa ser interpretada em valor numérico. Os sensores podem ser classificados nas categorias de estímulo:

- Mecânico: posição, deslocamento, velocidade, aceleração, força e torque;
- Elétrico: tensão elétrica, corrente, carga, resistência, condutividade e capacitância[11].

Figura 3: Diagrama de blocos.



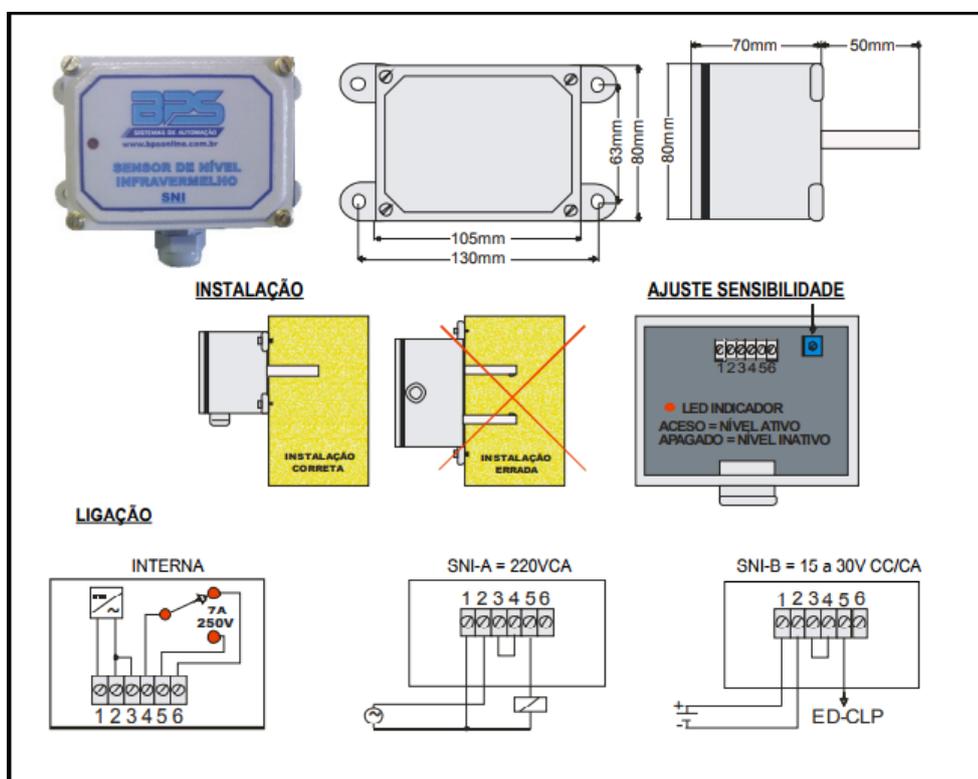
Fonte: Projeto Micro-robô Móvel, 1999.

O sensor de nível SNI é indicado para detecção de nível de qualquer material sólido e seco em forma de pó e granulado, tais como, farinhas, farelos, grãos/cereais, açúcar, sal mineral, calcário, leite em pó, uréia entre outros tipos de pó. O sensor possui um feixe de luz infravermelho invisível que quando obstruído ativa a saída a relé para controle de cargas e alarmes. O acúmulo de pó e resíduos presentes nas hastes sensoriais que ficam diretamente em contato com o produto não interfere no seu funcionamento sendo necessário a obstrução total da área entre as suas hastes para a ativação de sua saída.

O sensor também dispõe de fácil ajuste de sensibilidade que possibilita sua aplicação para praticamente todos os materiais sólidos e secos. O sensor SNI não interfere no escoamento dos produtos nos diversos tipos de reservatórios (silos, tulhas). E não possui partes móveis que se desgastam e quebram, não necessita de limpeza e substituição de peças desgastadas é instalado e removido com grande facilidade pelo lado externo dos reservatórios. Antes de instalar o sensor colete uma amostra do produto a ser monitorado, alimente o sensor (borne 1 e 2) e insira suas hastes na amostra, o led indicador deverá ligar. Conforme a figura 4.

Se o led permanecer desligado gire o trimpot lentamente no sentido horário até o led se acender. Repita o teste retirando e colocando as hastes do sensor várias vezes na amostra. Os ajustes são necessários devido a densidade de cada produto e do seu grau de transparência[15]. As características técnicas do SNI estão no Anexo A.

Figura 4: Sensor de nível infravermelho.



Fonte: BPS Sistemas de Automação, 2017.

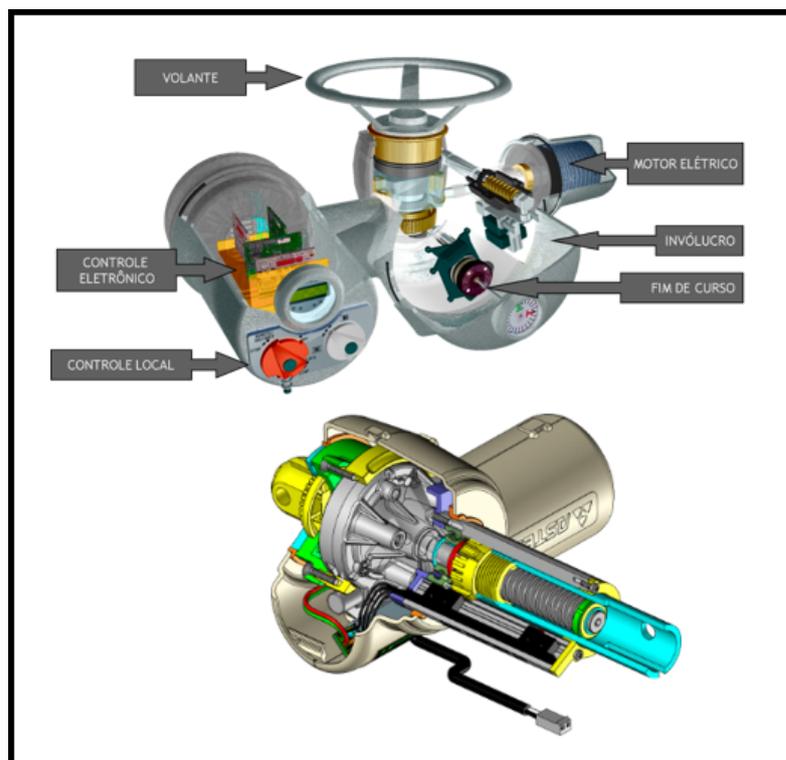
Alguns dispositivos de medição que deverão ser usados na automação do processo são:

- Amperímetro: dispositivo analógico que mede a corrente elétrica;
- Interruptor bimetálico: interruptor binário que utiliza lamina bimetálica para abrir e fechar um contato elétrico como resultado da alteração de temperatura. A lamina bimetálica é formada por duas tiras de metal com o coeficientes de expansão diferente;
- Interruptor de fim de curso: Sensor binário de contato no qual o braço da alavanca ou o botão de pressão fecha ou abre um contato elétrico;
- Sensor ultrassônico: lapso de tempo a partir do qual se mede a emissão e a reflexão a partir de um objeto de pulso de som de alta frequência. Pode ser usado para medir a distância ou indicar a presença de um objeto[3].

2.1.1.2 Atuadores

Um atuador é um dispositivo destinado a executar uma ação que podem ser, ligar um motor, movimentação de uma esteira, abertura/fechamento de uma válvula e dosagem de material. E podem ser classificados de três formas: elétrico, hidráulico e pneumático. A Figura 5 mostra dois exemplos de atuadores, Esta ação é o resultado do controle de um processo de produção, normalmente feito por um PLC. E se tratando de atuadores analógicos é preciso do conversores analógicos digitais ou digitais analógicos, o conversor analógico digital ocorre em três fases[11]:

- Amostragem: consiste na conversão do sinal contínuo em série de sinais analógicos discretos em intervalos periódicos quantização e codificação;
- Quantização: cada sinal analógico é atribuído a um dos números finitos dos níveis de amplitude predefinidos;
- Codificação: os níveis de amplitudes obtidos na quantização são convertidos em códigos digitais, representando os níveis de amplitude por meio de uma sequência de dígitos binários[11].

Figura 5: Atuador Elétrico 1/4 de voltas e Atuador Linear.

Fonte: BASSOTTI,B, 2017.

No conversor digital analógico o processo ao contrário transforma a saída digital em um sinal contínuo que aciona um atuador ou outros dispositivos analógicos, essa conversão é composta por duas etapas:

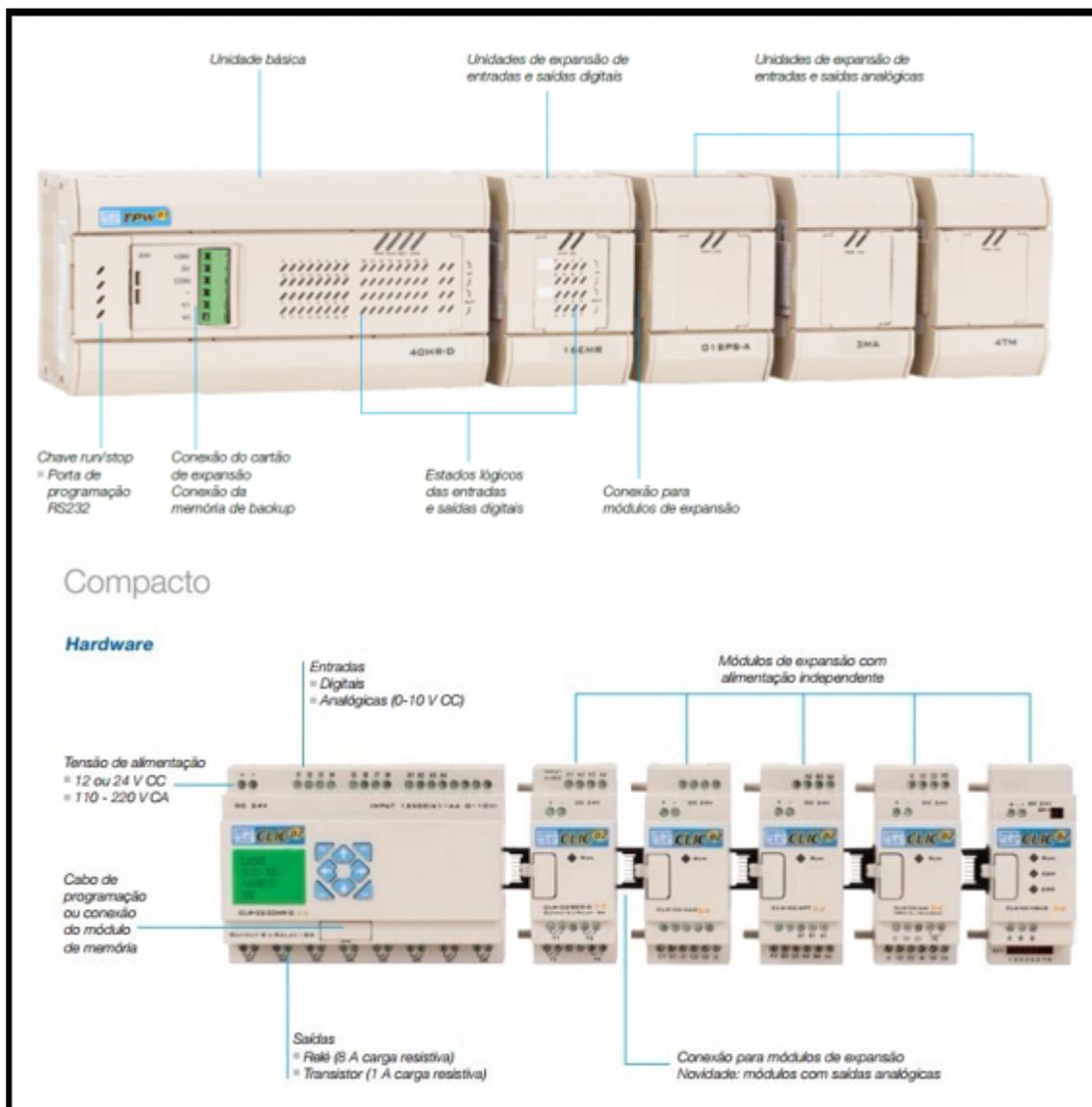
- Decodificação: onde a saída digital é convertida em uma série de valores em um momento de tempo discreto;
- Exploração de dados: na qual cada valor sucessivo é transformado em um sinal contínuo normalmente é usado tensão elétrica para acionar o atuador analógico durante o intervalo de amostragem[11].

2.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O PLC opera basicamente da seguinte forma: a Central Processing Unit - CPU, que possui uma rotina interna, “lê” o estado dos módulos de entrada, armazena o seu conteúdo numa tabela de dados de entrada e executa o programa do usuário armazenado em sua memória, atualizando a tabela de dados de saída. A seguir, a CPU atualiza os módulos de saída em função de sua tabela de dados. A Figura 6 apresenta dois PLCs da WEG. As combinações de entradas/saídas, são referenciadas a uma lógica de controle (Programa do Usuário), que é carregado na memória do

PLC (Random Access Memory - RAM, erasable programmable read-only memory - EPROM, Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory - EEPROM), através de um dispositivo de programação (microcomputador, por exemplo). Toda essa combinação lógica e sequencial é ciclicamente executada pela CPU numa ordem pré-determinada, denominada varredura (scan)[5].

Figura 6: Controladores lógicos programáveis.



Fonte: CLP Imagem da Internet, 2017.

2.2.1 Entrada do PLC

A ligação dos captadores que estão associados permite transformar o sinal elétrico em sinal lógico 0 ou 1:

- Comutadores e botões;

- Sensores;
- Sensores fotoelétricos;
- Sensores de proximidade;
- Pressostatos;
- Detectores de nível;
- Sondas de temperatura;
- Vacuostatos;
- Encoders (codificadores incrementais ou absolutos)[5].

2.2.2 Saídas do PLC

Permite agir sobre os pré-acionadores que são associados:

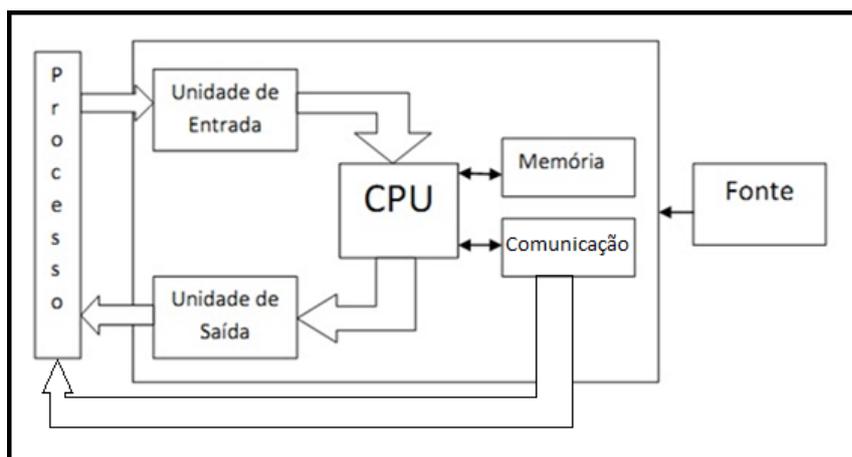
- Válvulas;
- Motores;
- Atuadores;
- Relés de controle;
- Alarmes;
- Lâmpadas;
- Contadores;
- Bombas[5].

Os PLCs antigos não tinham controle de tempo para execução das tarefas. Porém, com o passar do tempo, foram desenvolvidos programas que contemplam múltiplas tarefas e tratamento de interrupções, embora os programas mantenham as características de linguagem de diagrama de relés. Devido às diferenças de tecnologia de fabricantes e às peculiaridades dos processos industriais, a norma da International Electrotechnical Commission - IEC 11.213 estabelece como padrão pelo menos cinco linguagens de programação: Structured Text, Ladder Diagram, Instruction List, Sequential Function Chart e Function Block Diagram [10].

2.2.3 Automação através do PLC.

O PLC é um dos controladores mais utilizados em sistemas de controle. Sua finalidade, como o próprio nome diz, é controlar um processo através de um algoritmo lógico programável, utilizando uma memória programável para armazenar internamente instruções. A Figura 7 mostra o diagrama de blocos de um PLC.

Figura 7: Diagrama de blocos de um PLC.



Fonte: FRANCHI, C.M, 2008.

Os dispositivos de entrada, como transdutores, sensores e chaves, são responsáveis por ler informações, que serão executadas por meio do PLC através de software desenvolvido pelo programador e a ação do processo é realizada pelo dispositivo de saída, como amplificadores, sinalizadores, e outros. A arquitetura do PLC pode ser dividido em 5 partes:

- Fonte de alimentação: é responsável pelo fornecimento de energia elétrica. Fornece todos os níveis de tensão exigidos para operações internas do PLC. Como os PLC são modulares, algumas vezes é necessário pensar em uma segunda fonte para suportar o aumento de periféricos;
- Unidades de entrada e de saída: também são conhecidas como interfaces de entradas e de saída. São nestas unidades que os atuadores e sensores irão se comunicar com o PLC;
- Unidade central de processamento: é a CPU que executa a lógica de controle;
- Comunicação: alguns PLCs de pequeno porte ainda possuem uma IHM que permite o usuário desenvolver o programa. Porém a maioria dos programas utilizados nos sistemas de Automação Industrial atualmente são complexos o suficiente para inviabilizar esta prática. Então hoje é comum que os PLCs se comuniquem com o computador pessoal para desenvolvimento do programa de controle nestes computadores[13].

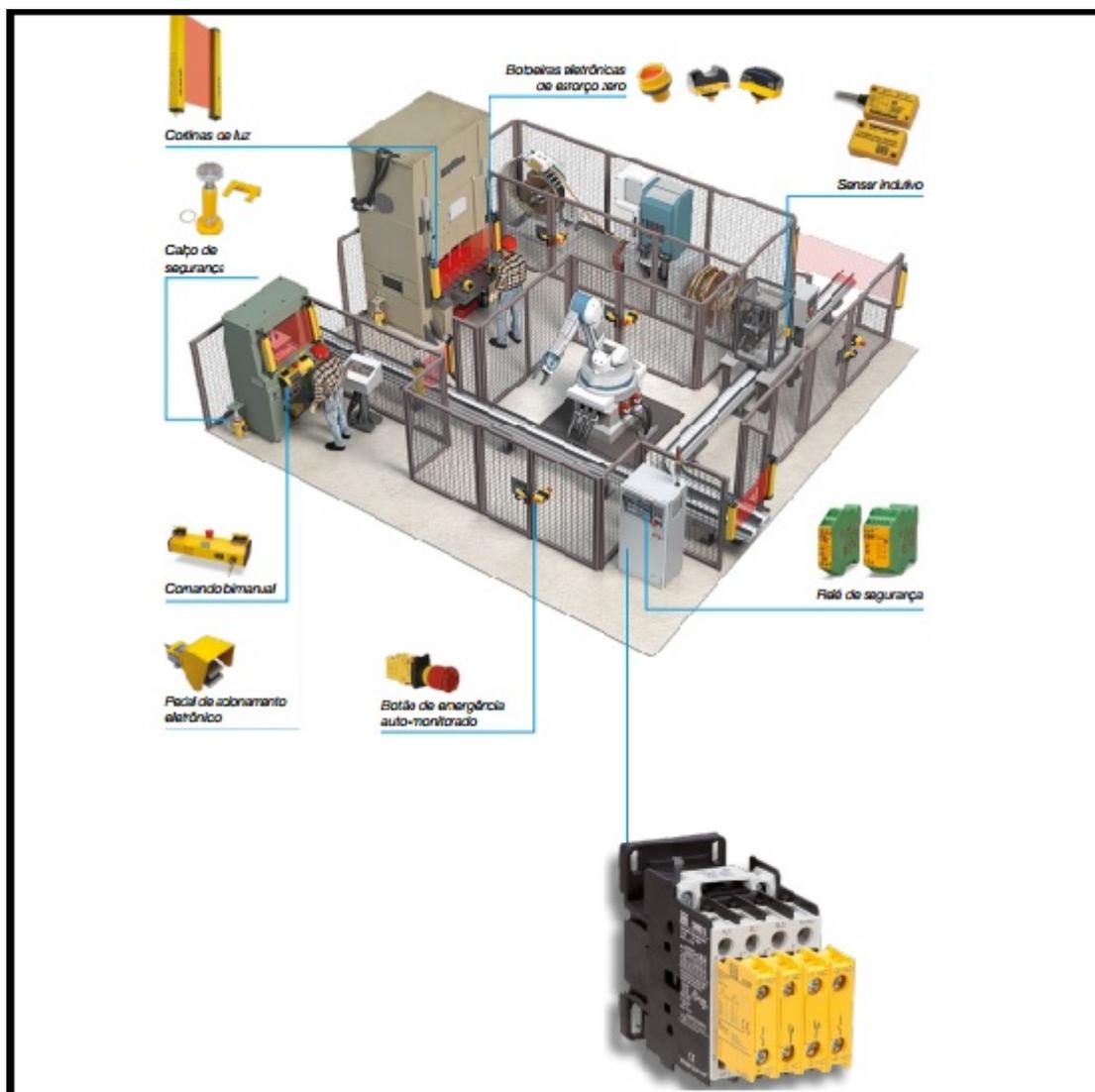
2.3 A NORMA NR-12 NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A NR-12 é uma Norma Regulamentadora (é obrigatória no Brasil) onde define as técnicas, procedimentos e medidas de proteção para operadores de máquinas e equipamentos, a norma adota ordem de prioridade de segurança em sua aplicação:

- Medidas de proteção coletiva;
- Medidas administrativas ou de organização de trabalho;
- Medidas de proteção individual.

A Figura 8 abaixo mostra alguns exemplos de chaves, sensores e relés de segurança. A norma tem as seguintes dimensões na aplicação de segurança das máquinas e equipamentos:

- Proteções fixas;
- Proteções móveis;
- Monitoradas eletronicamente (partida, acionamento e parada);
- Sensores de segurança;
- Relés de segurança;
- Atuadores elétrico-eletrônicos[6].

Figura 8: Exemplos de chaves, sensores e relés de segurança.

Fonte: Motor Elétrico Imagem da Internet, 2017.

2.3.1 O princípio de funcionamento dos sistemas de segurança

O sistemas de segurança iniciam na detecção, utilizando-se os diversos tipos de sensores pela máquina, estes sensores são conectados a dispositivos de avaliação, que podem ser relés de segurança, PLC de segurança ou a própria rede industrial Safety bus com seus dispositivos e a atuação, focando no monitoramento dos dispositivos que fazem a partida, acionamento e parada da mesma, podendo ou não ter redundância, dependendo da categoria de risco avaliada e aplicada durante o projeto[6].

Com o avanço das redes industriais, muitas delas já possuem o perfil Safety, que nada mais é do que a possibilidade de colocar os sistemas de controle da máquina ou equipamento juntamente com os sistemas de segurança, de acordo com a categoria acima mencionada. Es-

tas redes (por exemplo, Profibus, Profinet e ASI Bus), possuem duas funções chaves em seu protocolo, que são[6]:

- Validação de valores que circulam na automação;
- Validação destas informações no domínio do tempo.

Com isso, o sistema de segurança tem prioridade sobre o de controle, uma vez sob demanda e coloca a máquina em estado seguro, atendendo as categorias mencionadas, os arranjos seguem os mesmos princípios apresentados[6]. Para implantar sistemas de proteção atendendo a NR-12, devemos seguir um roteiro geral, podemos listar abaixo os principais tópicos:

- Foco na segurança (causa/consequência);
- Conhecer a legislação/norma;
- Fazer a análise de risco;
- Determinar o nível de segurança;
- Especificar equipamentos de acordo;
- Elaborar projeto aderente;
- Escrever o Manual;
- Implantar;
- Obter a ART (Eng. Responsável);
- Treinar;
- Monitorar.

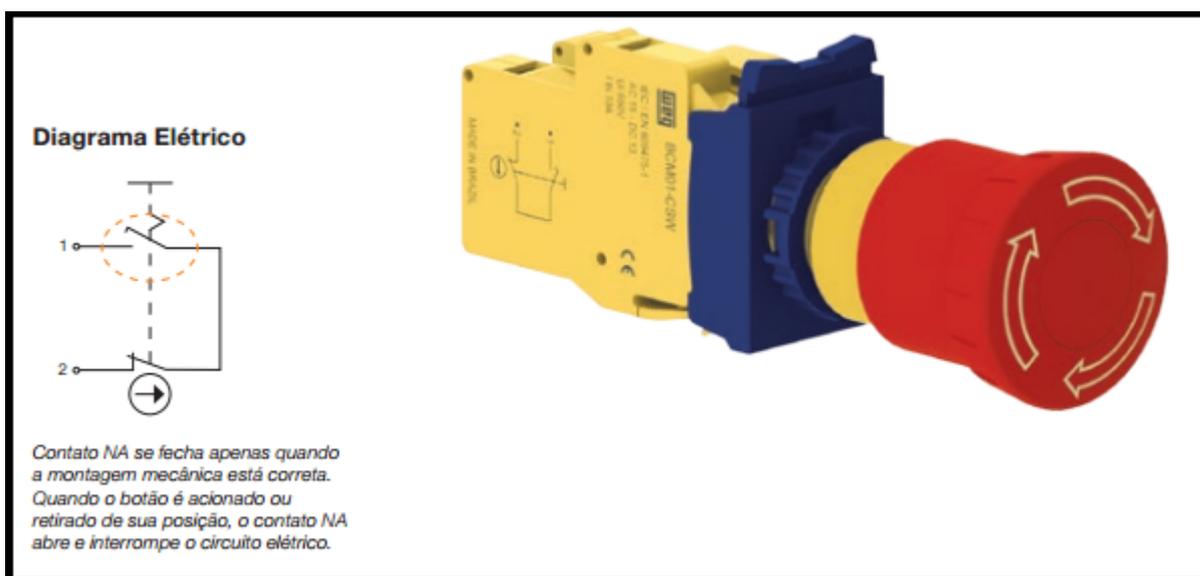
Em função das mudanças que ocorreram em segurança de máquinas e equipamentos nos últimos tempos, podemos observar algumas tendências que se despontam como um horizonte[6]:

- NR-12 ser popularizada (tende a ser atualizada);
- Aumento da automação para uso de segurança eletrônica;
- O escopo da automação iniciar na fase da mitigação de riscos;
- A segurança operacional ser base da sustentabilidade da indústria;
- Pessoas, comunidade e meio ambiente devem ser o foco da segurança;
- Não existe investimento que se sustente sem segurança operacional.

2.3.2 Instalação botões de emergência.

Os botões de emergência são um dos dispositivos mais comuns e importantes para acionar paradas de emergência e sinalizar situações perigosas em painéis de máquinas e equipamentos. Porém, se este dispositivo não estiver montado adequadamente, sua função será comprometida e poderá colocar os usuários em risco. A Figura 9 mostra um botão de emergência. A proposta é que cada equipamento possa ter um botão de emergência, como está na norma NR-12.

Figura 9: Botões de Emergência Linha CSW (Ø22 mm) - IP66 - WEG.

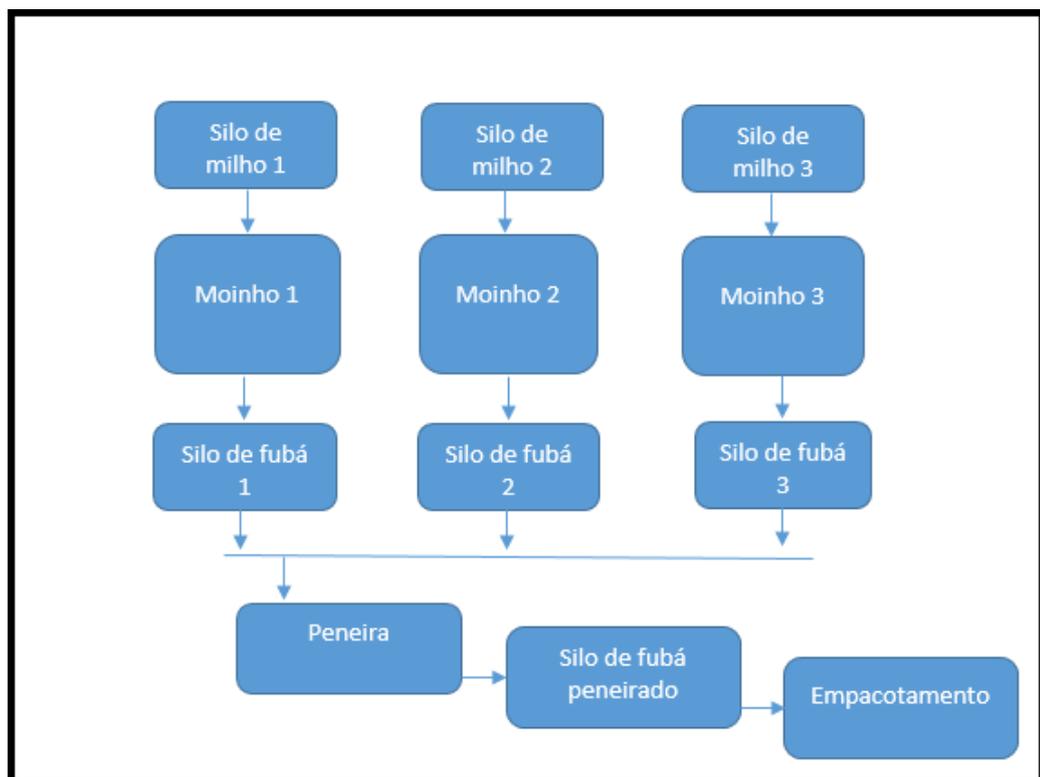


Fonte: Catálogo WEG, 2017.

3 FUNCIONAMENTO E DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Conforme citado anteriormente na introdução a empresa surgiu em 1998 e desde então não passou por atualização. Atualmente o processo de produção da referida empresa é realizado manualmente, sendo necessário mais de um funcionário durante todo o tempo monitorando a produção. No fluxograma. Figura 10 a seguir está representado o funcionamento.

Figura 10: Fluxograma geral da empresa em estudo.



Fonte: Autor, 2017

3.1 O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO FUBÁ

Uma fábrica de Fubá necessita em primeiro lugar de um local amplo em que possa colocar todos os equipamentos para a fabricação, para o trânsito de funcionários, local de embalagem, expedição e outras dependências que forem necessárias.

O processo de fabricação ocorre da seguinte forma: a matéria-prima (o milho) deve estar seco, porém com a maciez adequada. Esse milho adquirido com o intuito de transformar em farinha deverá passar por um processo de pré-limpeza, isso deverá ser feito para retirar impurezas que possam vir com o material da lavoura. Após a limpeza o milho é encaminhado ao moinho, que é a máquina de moagem, para que então possa ser peneirado.

Em seguida, o milho moído passará a ser fubá de milho e é empacotado manualmente em sacos plásticos transparentes, este contendo rótulo com todas as informações referentes necessárias a venda do produto, e o nome fantasia da empresa Fubá da Roça, sendo esta embalagem primária. Em seguida passando pela embalagem secundária onde são enfardados em sacos plásticos que serão armazenados para entrega futura nos estabelecimentos para a venda.

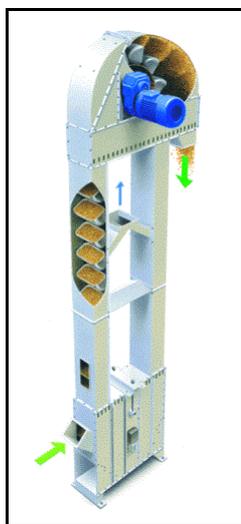
3.2 LIMPEZA DO MILHO

A retirada das impurezas do milho é feita na utilização das diferenças físicas dos materiais, são separados grãos perfeitos, impurezas e materiais estranhos entre outros. O método utilizado na fábrica é de peneira manual onde o milho é retirado do saco colocado sobre a peneira e por vibração ocorre a separação dos grãos das impurezas. Esse método se baseia na diferença de densidade entre o produto perfeito e as impurezas. Entretanto a densidade não é a única característica física dos grãos também tem a diferença do tamanho, comprimento, largura e espessura. As impurezas comumente encontradas são: pedaços de ramos, folhas, torrões e pedras. Através da pré limpeza é possível eliminar totalmente as impurezas.

3.3 ELEVADOR DE CANECAS

O elevador é utilizado para transportar o milho após sair da limpeza para o silo dos moinhos. O elevador é composto por uma correia onde as canecas são parafusadas, em sua parte inferior tem uma moega onde é colocado o milho e na parte superior uma saída direcionada para o silo dos moinhos. A Figura 11, ilustra o elevador de canecas. O motor do elevador é de 1 Cavalo Vapor - CV, alimentado em 220V, e ligado através de disjuntor de 16 Amperes - A.

Figura 11: Elevador de canecas.



Fonte: Fábrica do projeto, 2013.

3.4 MOAGEM DO MILHO

É o procedimento onde o grão de milho é triturado para separar suas diversas partes ou para obter frações de diversos tamanhos (granulometrias) a moagem pode ser de duas formas:

- Moagem a seco: é o procedimento de moagem do milho no qual não se utiliza água. O grão seco limpo passa por uma série de moinhos e peneiras, gerando os diversos produtos com base no seu tamanho (canjica, grits, fubás, etc.);
- Moagem a úmido: é o procedimento de moagem do milho, na qual se utiliza água para auxiliar na separação de suas partes (película, gérmen, proteína e amido). É um processo bastante distinto e mais complicado que a moagem a seco, gerando derivados diferentes dos obtidos na moagem a seco.

O motor através de correias e polias faz girar o eixo que atravessa o centro da pedra fixa e é acoplado na parte inferior da roda de pedra gigante. O milho que está no silo acima do moinho sai na parte inferior do silo e fica em uma bica com regulagem, através de uma madeira que fica sobre a pedra superior e presa na bica por uma borracha. Quando a pedra está girando o atrito entre a madeira e a pedra faz o milho cair. Há um espaço entre elas, controlado através de uma porca. A Figura 12 proporciona um melhor entendimento. O espaço pode ser maior ou menor em função do produto que se quer da moagem. Periodicamente é feita a correção no nível das rodas e da mesa.

Cada moinho tem um motor 3CV alimentado em 220V, e o funcionamento dá-se através de um disjuntor de 25A para cada motor.

Figura 12: Moinho.

Fonte: Autor, 2017.

3.5 PENEIRAMENTO

O peneiramento do fubá é feito em uma peneira vibratória, de fabricação própria, com as seguintes dimensões: altura 25cm, largura 60cm, comprimento 180cm, a abertura da tela é de 1,18mm, bitola do fio é de 0,22mm².

O fubá é colocado na parte superior da tela. O que passa na tela vai para o silo onde só fica fubá peneirado e está pronto para ser embalado, o que sobra na parte superior da tela vai para o silo de rejeito, e é usado como ração no trato de animais. A Figura 13 a seguir mostra o peneiramento do fubá. O motor da peneira é de 1CV, alimentado em 220V, e ligado através de disjuntor de 16A

Figura 13: Peneira.

Fonte: Autor, 2017.

3.6 EMPACOTAMENTO DO FUBÁ

O fubá é retirado do silo da peneira e colocado em uma caixa. O empacotamento é realizado manualmente por três pessoas cada uma com uma função, transposição do produto da caixa para as sacolas personalizada, pesagem e selagem das embalagens, respectivamente. A Figura 14 mostra as etapas descritas.

Após o fubá ser embalado em pacotes de um quilograma são aglomerados em fardos, cada fardo com dez pacotes.

Figura 14: Ciclo de empacotamento do fubá.



Fonte: Autor, 2017

3.7 ESTOCAGEM E DISTRIBUIÇÃO

Nesta etapa os fardos são estocados em um compartimento para serem transportados e distribuídos para empresas comerciais.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para obter um nível elevado de eficiência dentro da área produtiva é necessário, diminuir os desperdícios e gerar a máxima transformação em produtos finais. As atividades de produção são redes de processos e de operações, ou seja, pode-se definir que é o caminho pelo qual se transformam os produtos. Para um melhor entendimento, é feita uma diferenciação entre processos e operações:

- Processos (eixo Y): A cadeia de eventos durante os quais a matéria-prima é transformada em produtos;
- Operações (eixo X): A cadeia de eventos durante os quais trabalhadores e máquinas trabalham nos itens[7].

4.1 MAPEAR O PROCESSO PRODUTIVO.

Para fazer o mapeamento do processo é necessário seguir o fluxo de produção, os Fluxogramas são formas de representar, por meio de símbolos gráficos, a sequência dos passos de um trabalho para facilitar sua análise[8].

Em 1947 a ASME introduziu, como padrão símbolos (Figura 15). Este conjunto de símbolos é uma modificação abreviada dos símbolos de Gilbreth, onde a flecha substitui o círculo menor, e um novo símbolo foi adicionado para representar uma espera[9].

Figura 15: Símbolos das operações.

Símbolo	Operação	Definição da Operação
	Operação	Uma operação existe quando um objeto é modificado intencionalmente numa ou mais das suas características. A operação é a fase mais importante no processo e, geralmente, é realizada numa máquina ou estação de trabalho.
	Transporte	Um transporte ocorre quando um objeto é deslocado de um lugar para outro, exceto quando o movimento é parte integral de uma operação ou inspeção.
	Inspeção	Uma inspeção ocorre quando um objeto é examinado para identificação ou comparado com um padrão de quantidade ou qualidade.
	Espera	Uma espera ocorre quando a execução da próxima ação planejada não é efetuada.
	Armazenamento	Um armazenamento ocorre quando um objeto é mantido sob controle, e a sua retirada requer uma autorização.

Fonte: Manual Lean Manufacturing do grupo Prodttare, 2008.

4.2 MONTAGEM DA LINHA DE PRODUÇÃO

Todo o processo inicia através de um clique no botão “X011”, deixando todo o circuito no modo standby e aciona os moinhos em sequência, em um espaço de 20 segundos um do outro.

A botoeira “X013” desliga os 3 moinhos e todo o circuito do processo continuarão a funcionar apenas até o fim do seu ciclo, não podendo ser inicializados novamente, só apenas com a ativação do botão “X011”. O botão de emergência “X000” desliga todo o circuito, pois seu comando é normalmente fechados e esta em serie com todo o circuito.

Por exemplo, não tendo nenhum operário na etapa de empacotamento do fubá, assim que o silo de fubá peneirado estiver completamente cheio a peneira será desligada. O processo continua até o silo de fubá encher, sendo desligados os moinhos e também quando o silo de milho estiver em seu limite, o elevador é desarmado. Completando assim o ciclo.

Os sensores “X001”, “X003” e “X005” vão ser instalados nos silos de milho, na parte inferior. De forma que quando não houver volume de milho na presença de um deles, o elevador de caneca vai ser acionado para alimentar os silos dos moinhos. Esse acionamento ocorre devido o sensor ser encontrado na posição normal aberto quando o milho estiver na sua presença, e quando o milho sai de sua presença, o estes sensores se tornam normal fechado. Quando isso ocorre, o elevador só é desligado quando o milho chega na presença do sensor “X012” (normalmente fechado) e só vai se tornar normal aberto quando o milho chegar até ele, quebrando o selo que tem na programação do PLC.

O milho entra na parte inferior do elevador e sobe através de uma correia com canecas presa a ela. Na parte superior será encaixado um cano que terá uma derivação para que o milho possa escoar através da gravidade para os três moinhos. Através da figura 16 pode se entender melhor o escoamento do milho até os silos. o sensor que desliga o elevador fica em um ponto estratégico onde o milho só chega após o milho encher tubulação chegando até ele.

Com o processo em andamento, a redução do volume de milho faz com que este distancie-se da presença dos sensores que estão localizados em cada silo, ligando o contato do elevador para poder abastecer o silo novamente. No momento em que a quantidade ideal de milho for restabelecida, o volume desta matéria-prima aciona o sensor “X012”, que é inicialmente normalmente fechado e está localizado em um ponto central elevado do silo, abre o contato e manda o comando para o PLC, fazendo desarmar o motor do elevador.

Já os sensores “X002”, “X004” e “X006” têm a função de desligar os moinhos, sendo cada um responsável por um moinho. Eles são fixados na parte superior do silo de fubá, e desliga o moinho quando o fubá chega na sua presença. Estes três sensores são normalmente fechados e passam a ser normalmente aberto quando o fubá chega até sua presença, derrubando o selo do motor. Quando isso ocorre, o moinho também somente voltará a funcionar quando é reativado através da botoeira ”X011”.

O sensor “X014” liga a peneira quando o fubá encontrar-se sobre a tela, saindo da posição normal aberto e passando para normal fechado. Este sensor está localizado próximo a tela para captar facilmente a chegada do fubá, que é obtido por gravidade através de tubos de PVC. O sensor “X007” fica no silo de fubá peneirado e desliga a peneira quando o silo atinge seu volume máximo.

“X010”, “X015”, “X016”, “X017” e “X021” são relés de sobrecargas que estão instalados cada um dos motores, desarmando em caso de superaquecimento, evitando assim danos e queima de motores.

Todo o circuito pode ser resumido conforme as Tabelas 1, 2, a Figura 16 e o Apêndice A, para melhor entendimento.

Tabela 1: Funções de entradas do PLC.

Entradas	
X000	Botoeira de emergência
X001	Sensor 1 silo de milho 1 liga motor 5
X002	Sensor 6 silo de fubá 6 desliga motor 1 silo cheio
X003	Sensor 2 silo de milho 2 liga motor 5
X004	Sensor 7 silo de fubá 7 desliga motor 2 silo cheio
X005	Sensor 3 silo de milho 3 liga motor 5
X006	Sensor 8 silo de fubá 8 desliga motor 3 silo cheio
X007	Sensor 5 silo de fubá 5 desliga motor 5 silo cheio
X010	Relé de sobrecarga térmico 4 do motor 4 da peneira
X011	Botoeira liga motor em sequência
X012	Sensor 4 silo de milho 4 desliga motor 5
X013	Botoeira desliga motores dos moinhos 1, 2 e 3
X014	Sensor 9 liga motor 4 peneira de fubá
X015	Relé de sobrecarga térmico 1 do motor 1 moinho 1
X016	Relé de sobrecarga térmico 2 do motor 2 moinho 2
X017	Relé de sobrecarga térmico 3 do motor 3 moinho 3
X021	Relé de sobrecarga térmico 5 do motor 5 elevador

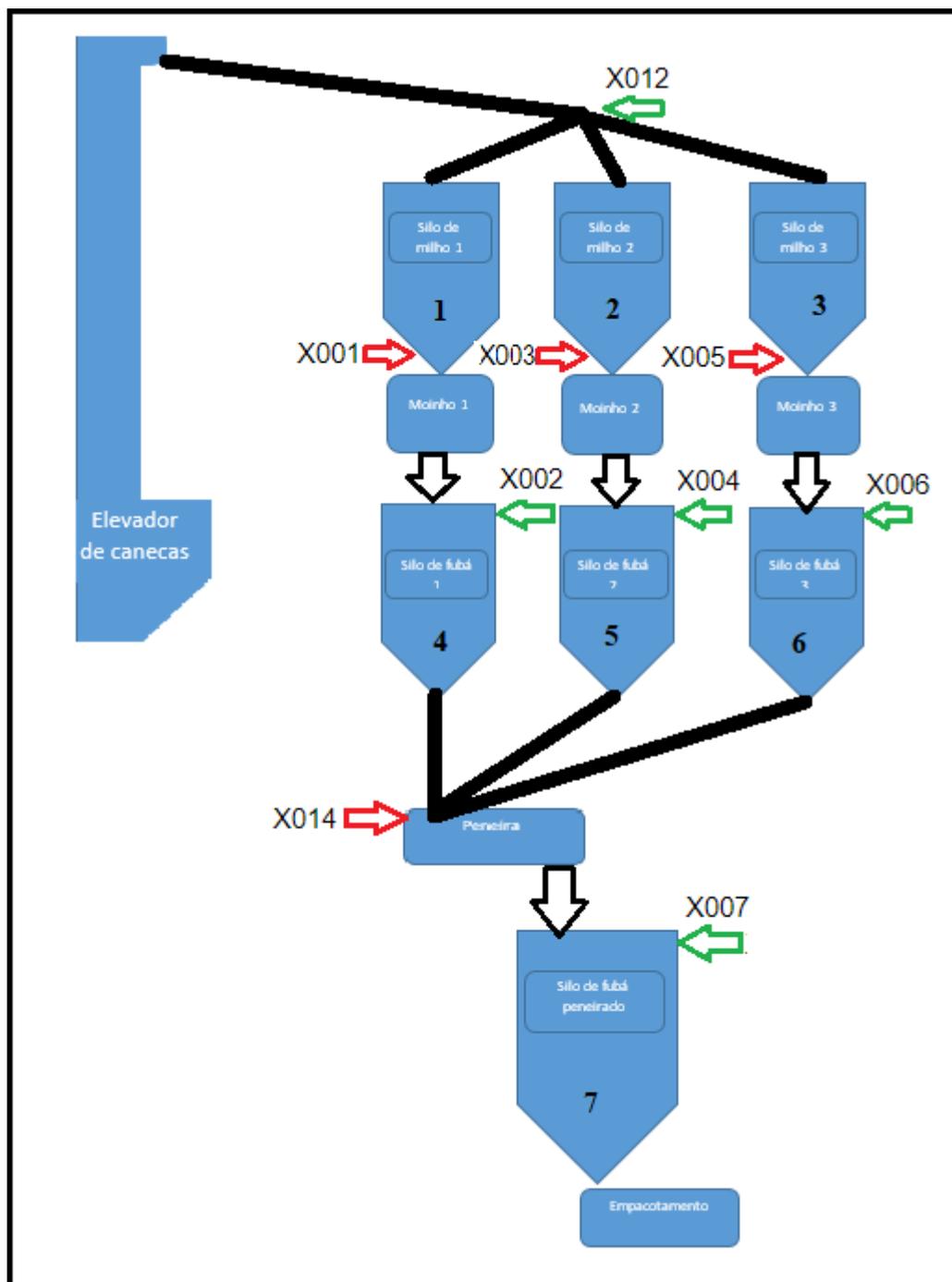
Fonte: Autor, 2017

Tabela 2: Funções de saída do PLC.

Saídas	
Y001	Moinho 1 motor 1
Y002	Moinho 2 motor 2
Y003	Moinho 3 motor 3
Y004	Peneira motor 4
Y005	Elevador de canecas motor 5

Fonte: Autor, 2017

Figura 16: Fluxograma da linha de produção com sensores.



Fonte: Autor, 2017.

Atualmente na empresa, um operador é responsável por todas as tarefas de supervisão da linha de produção, como colocar o milho no moinho direto do saco, onde poderia ocorrer o entupimento do funil caso o operador coloque uma quantidade maior que a capacidade. Com a máquina de moagem em execução, este mesmo operador vai até o silo peneirar o milho que já foi moído e selecionando para empacotar. E mais 3 operadores ficam destinados apenas à tarefa de empacotar, totalizando 4 operadores para todo o processo.

Resumindo então a linha de produção, o milho limpo é levado para moagem, depois para a peneira para no fim ser empacotado.

Elaborando assim um plano de melhoria contínua, de modo que constantemente alterações sejam desenvolvidas, no intuito de reduzir custos de produção e aumentar a qualidade do produto, para que dessa forma, a empresa possa oferecer ao mercado, um produto de qualidade e preço competitivo.

4.3 DIAGRAMA DE COMANDO COM PLC

É o equipamento que recolhe todos os dados e realiza toda a lógica de controle de acordo com os requisitos do projeto. É constituído de hardware e software. O hardware é constituído de um bloco único, sua estrutura comporta: uma fonte interna, entradas e saídas digitais e comunicação modbus. O software utilizado para a programação foi o TPW03-PCLINK V2.1. No anexo A está a programação que foi desenvolvida.

A figura 17 mostra o diagrama multifilar do circuito de comando do PLC sugerido na automação do processo. Essa escolha foi baseada em considerações sobre a facilidade na utilização do software e sua comunicação que se realiza sob o protocolos de comunicações industriais.

O diagrama de comando é a representação simplificada, geralmente unipolar das ligações. É a ligação de todos os seus componentes e condutores.

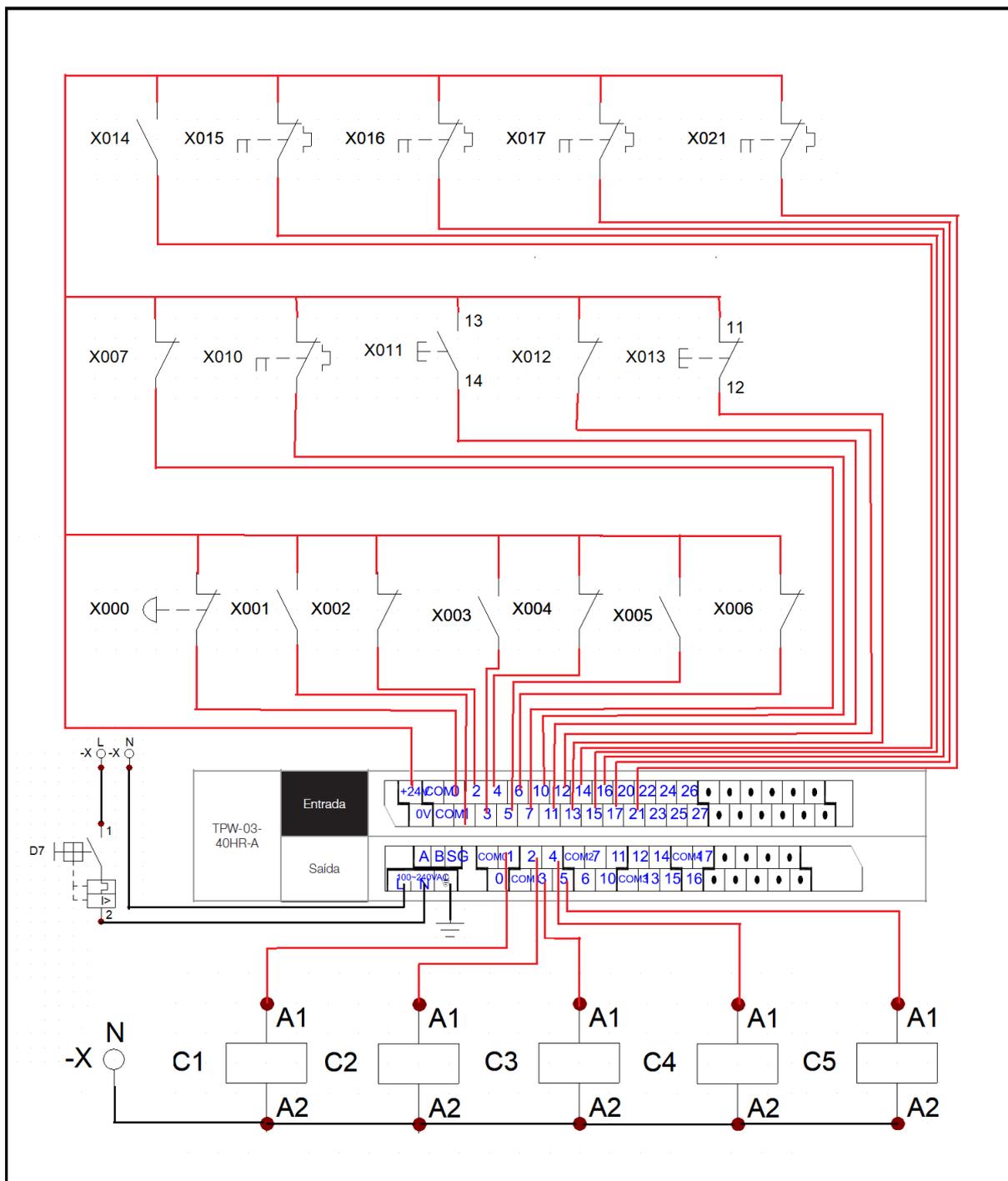
Também o diagrama de comando da partida direta, representa a lógica de contatos que será responsável por acionar os componentes.

Os componentes por sua vez, serão responsáveis por comandar as cargas presentes no diagrama de potência (neste caso o motor elétrico trifásico). Os componentes presentes são:

- Relé térmico: o contato normalmente fechado protege o circuito de comando caso houver acionamento do relé térmico;
- Botão de emergência: possui contato normalmente fechado, com botão com trava. Tem como objetivo interromper o circuito em caso de emergência, visa a parada emergencial do motor. Esses tipos de botões geralmente são do tipo cogumelo;
- Botão Ligar com selo: o contato é normalmente aberto, com botão pulsante. Tem o objetivo de alimentar a bobina do contator, mas necessita de contato de selo (contato aberto do contator) para manter o circuito acionado até que o botão de desligar seja acionado;
- Botão desliga: o contato normalmente fechado, com botão pulsante. Tem como objetivo desenergizar a bobina do contator desligando o circuito;

- Bobina do contator: parte do contator que após energizada realiza o acionamento dos contatos aberto e fechado do mesmo possibilitando acionar cargas (contatos de potência) e comandar as lógicas de comandos (contatos auxiliares).

Figura 17: Diagrama multifilar do circuito de comando do PLC.



Fonte: Autor, 2017.

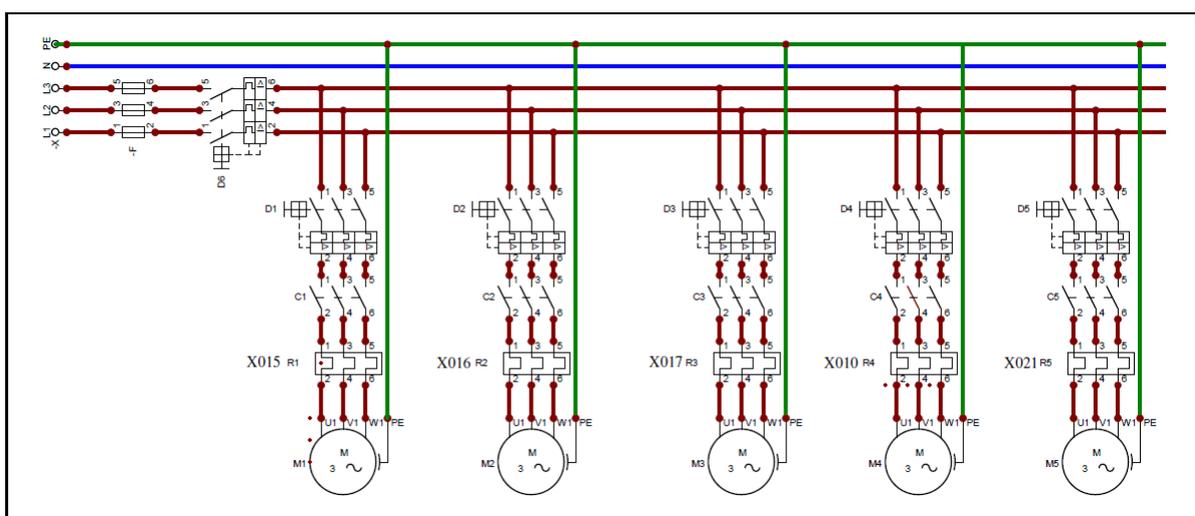
4.4 DIAGRAMA DE POTÊNCIA

Como podemos observar, no diagrama de potência temos um motor sendo acionado através do contator. Neste tipo de diagrama, temos os seguintes componentes:

- Alimentação: a rede de alimentação será responsável por disponibilizar, neste caso, uma alimentação trifásica, ou seja, 3 fases com aterramento, para atender a necessidade do motor elétrico utilizado;
- Fusíveis: para a proteção do circuito, como os cabos, componentes curto-circuito, usamos o tipo de fusível retardado;
- Contator: componente que tem a responsabilidade de fornecer ao motor as três fases dos sistema de alimentação. Sua robustez varia em função da corrente do motor.
- Relé térmico: dispositivo que se encarrega de realizar a proteção do motor elétrico trifásico em função de corrente de sobrecarga;
- Motor elétrico trifásico: máquina elétrica responsável por transformar energia elétrica em mecânica. Neste caso, trifásica e depende, basicamente do acionamento do contator C1, C2, C3, C4 e C5 para entrar em funcionamento.

A Figura 18 mostra o diagrama multifilar do circuito de carga em partida direta, o anexo C mostra a legenda do circuito elétrico de comando e carga:

Figura 18: Diagrama multifilar método partida direta.



Fonte: Autor, 2017.

5 RESULTADOS E PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO

Atualmente, o tempo de produção do fubá pela empresa se dá de acordo com a Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Monitoramento da produção do fubá.

PRODUÇÃO ATUAL		
DESCRIÇÃO	TEMPO (min)	QUANTIDADE (Kg)
Tempo gasto para limpar o milho	75	350,00
Tempo que o elevador de canções gasta para encher o silo de cada moinho	15	350,00
Tempo que cada moinho gasta para encher o silo de fubá	690	350,00
Tempo que a peneira gasta para encher o silo de fubá peneirado	20	350,00
Tempo gasto para empacotar o fubá	30	350,00
Capacidade de cada silo de milho	-	350,00
Capacidade de cada silo de fubá	-	350,00
Produção diária de fubá moído	-	1050,00
Produção diária de rejeito do fubá	-	15,00
Produção diária de fubá empacotado	-	1035,00

Fonte: Autor, 2017

Com o lote de produção de 350 quilos de milho, é gasto um total de 75 minutos para a limpeza do milho antes de entrar no processo, o elevador de canecas demora cerca que 15 minutos para chegar ao silo do moinho, 10 horas e 30 minutos (690 minutos) que é necessário para toda a moagem ser concluída e finalizando o processo em mais 30 minutos de empacotamento. Todos estes tempos foram cronometrados pelo autor em um dia de produção na empresa, onde todos os processos ocorrem de forma manual pelos operadores.

Com a implementação das melhorias, foram os novos tempos com base na experiência dos operários e a teoria apresentada neste trabalho. Segue a Tabela 4.

Tabela 4: Tempo da produção após a automatização.

PRODUÇÃO ATUAL		
DESCRIÇÃO	TEMPO (min)	QUANTIDADE (Kg)
Tempo gasto para limpar o milho	60	400,00
Tempo que o elevador de canções gasta para encher o silo de cada moinho	3	350,00
Tempo que cada moinho gasta para encher o silo de fubá	690	350,00
Tempo que a peneira gasta para encher o silo de fubá peneirado	15	400,00
Tempo gasto para empacotar o fubá	20	400,00
Capacidade de cada silo de milho	-	350,00
Capacidade de cada silo de fubá	-	350,00
Produção diária de fubá moído	-	1100,00
Produção diária de rejeito do fubá	-	15,00
Produção diária de fubá empacotado	-	1085,00

Fonte: Autor, 2017

Para começar o processo, a capacidade de limpeza dos milhos aumentou em 50 kg, e reduzindo o tempo gasto para ser necessário para limpar o novo lote de produção com 400 kg de milho, pelo fato de que toda a separação dos milhos deixará de ocorrer de forma manual. O elevador de canecas também andaria mais rápido com a nova linha de produção, demorando apenas 3 minutos para levar o milho até o moinho.

Porém, a capacidade do elevador de canecas e do moinho permanece inalterada, com 350 kg de capacidade máxima. E uma outra grande vantagem é a diminuição do tempo para empacotar o fubá, pois sem o auxílio de operadores, foi estipulado um tempo de 20 minutos para empacotar os 400kg iniciais.

Assim, a produção diária pode aumentar de 1.035 kg para 1.085 kg de fubá, sendo um resultado importantíssimo para a empresa. Para implementar as automatizações descritas na empresa em estudo, foi levantado também a quantidade de itens necessários para ser implementada esta proposta.

Além dos materiais citados na Tabela 5 acima, é sugerido para investimento futuros a aquisição de uma máquina de limpeza de milho, máquina de empacotamento automatizada e a instalação de mais dois moinhos (a empresa já possui dois jogos de pedras). Desta forma, irá diminuir ainda mais o tempo de produção por dia de trabalho.

Tabela 5: Materiais para automatização do projeto.

Materiais	Quantidade
Botoeira	2
Botoeira de emergência	1
Contatores	5
Disjuntores	7
Fusíveis	3
PLC	1
Quadro de distribuição	1
Relés de Sobrecarga	5
Sensores	9

Fonte: Autor, 2017

6 CONCLUSÃO

Como resultado das automatizações, um dos benefícios é a redução do tempo gasto para produzir a mesma quantidade de fubá, aumentando a quantidade de produção do dia. Todo processo é iniciado após o acionamento da botoeira ligar, não é necessário fazer essa ligação outra vez, sendo que o sistema opera de forma automática a partir deste ponto.

Durante o processo atual, o operador tem que ficar sempre monitorando a quantidade de milho que estava no moedor, processo este que será eliminado com a inserção dos SNIs que, fará com que o elevador traga mais milho para ser moído de forma automática, sem que o operador venha a intervir. Ou seja, não é preciso colocar o milho direto do saco no moedor novamente.

Uma outra vantagem é a garantia da redução da quantidade de funcionários que trabalham no processo de produção, saindo de 4 operadores para apenas um que irá gerenciar todo o processo e tomar as medidas preventivas quando necessário. Isso acontece pois todo o processo se iniciará com o acionamento de um botão, e todo seu decorrer se dará de forma automática.

Um ponto bastante importante das automatizações é a segurança. Conforme explicado anteriormente, os relés de sobrecarga irão desarmar os motores sozinhos caso ocorra alguma sobrecarga nos motores, diminuindo os riscos de acidentes, entupimento do moedor e sempre alertando ao gerente de produção algum imprevisto que precisará de intervenção manual.

Outras sugestões derivadas deste trabalho é uma máquina de limpeza do milho, onde o milho sai limpo direto para o silo. Uma segunda peneira, onde o fubá mais grosso é retido na primeira peneira, e algumas impurezas retidas na segunda peneira, tornando o fubá mais fino e qualificado.

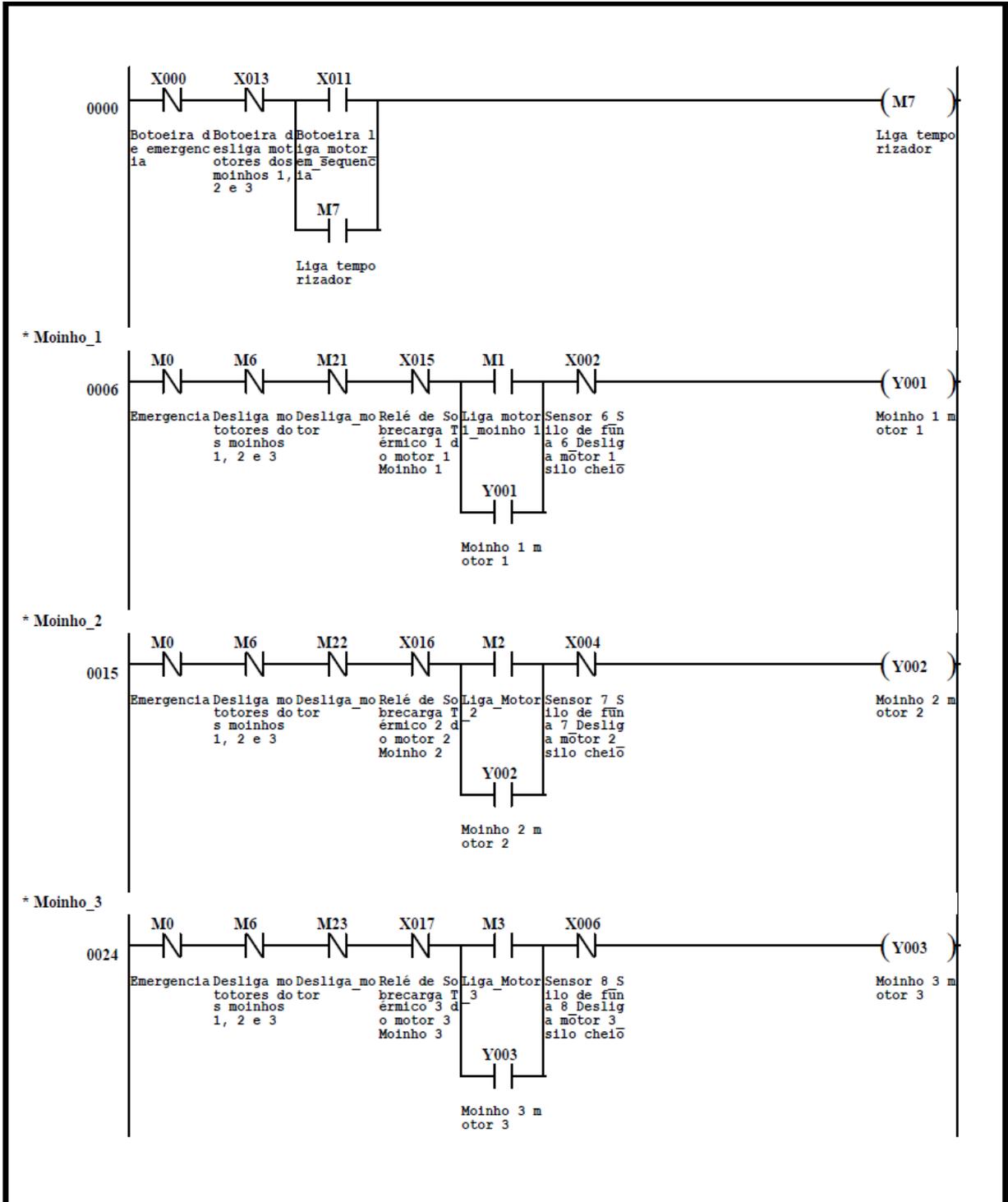
Portanto, conclui-se com esse estudo que a automatização dos processos agrega qualidade ao produto final, reduzindo seu custo e tempo de produção, aumentando a lucratividade e competitividade. E a partir deste trabalho, pode-se basear outros estudos para aperfeiçoamento constante dos processos, na aplicação de novas ferramentas de controle e otimização, refinando detalhes, com o intuito de sempre aumentar a produtividade e a satisfação do cliente.

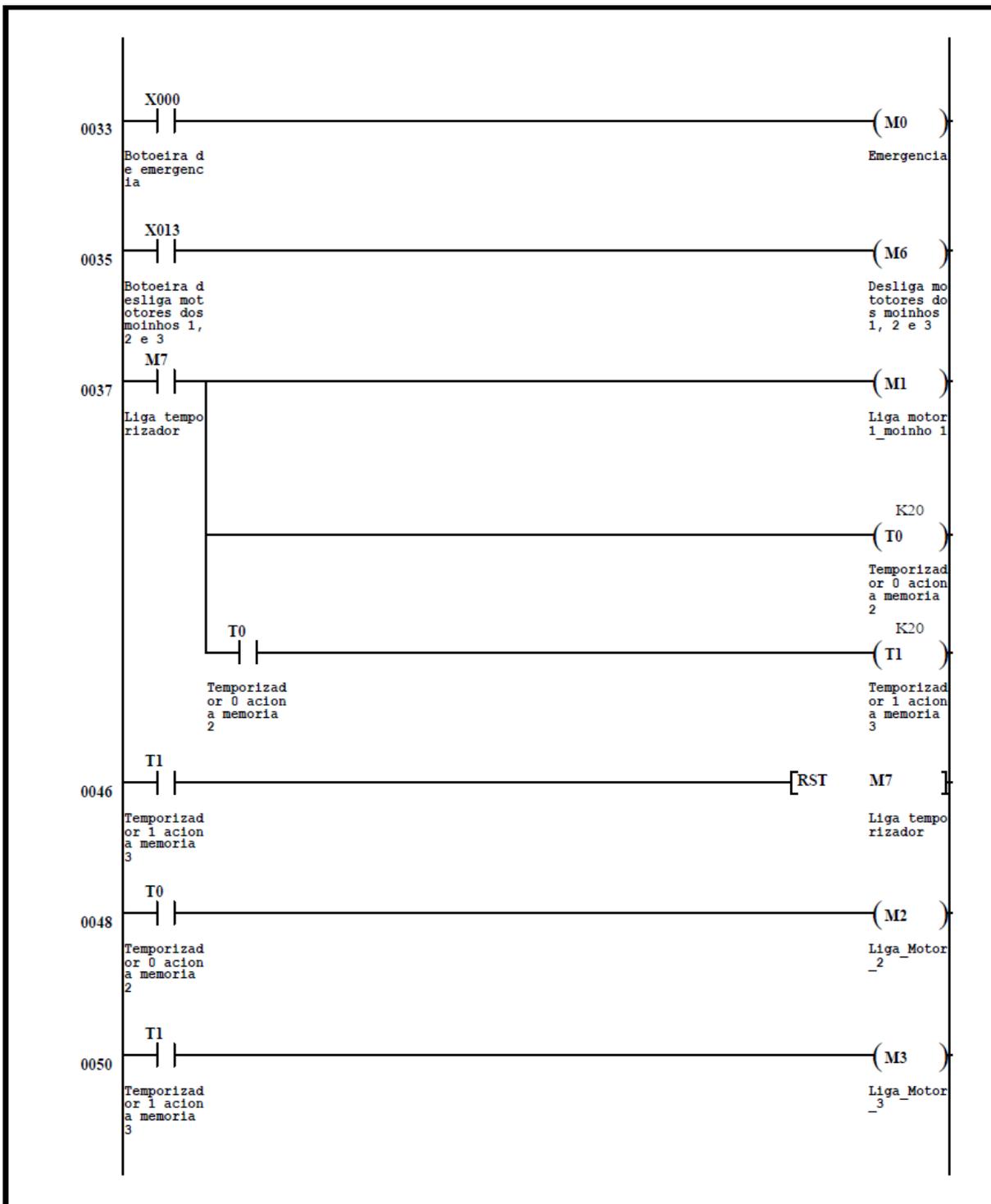
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - UFPR. Controladores lógicos programáveis - CLP. Disponível em <[http:// www.madeira.ufpr.br/disciplinasivan/AULACLCP.pdf](http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasivan/AULACLCP.pdf)>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.
- 2 - SILVEIRA, C. B. Sete benefícios conquistados através da Automação Industrial. Disponível em <<https://www.citisystems.com.br/sete-beneficios-automacao-industrial>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.
- 3 - RIBEIRO, M. A. *et. al.* Aplicações de Automação. Disponível em <http://www.netsoft.inf.br/aulas/7_EAC_Sistemas_Realimentados/13_Automacao_Aplicacoes.pdf>. Acesso em: 01 de março de 2017.
- 4 - PLENTZ, M. **Melhoria de Eficiência Produtiva de Linha de Produção:** um estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso. Lajeado: UNIVATES/BDU, 2013.
- 5 - BORGES, F.. **O que é um PLC (autômato).** Automação Industrial. Centro de Formação da Schneider Electric. Portugal: 2008.
- 6 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12: segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Portaria MTb n. 3.214, de 08 de junho de 1978. Atualizada Portaria MTPS n. 509, de 29 de abril de 2016.
- 7 - SHINGO, S. **Sistema Toyota de produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996..
- 8 - PEINADO, J; GRAEML, A. **Administração da produção:** operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- 9 - BARNES, R. **Estudo de Movimentos e de Tempos:** Projeto e Medida do Trabalho. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.
- 10 - MAMEDE FILHO, J. **Automação industrial.** Instalações elétricas industriais. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- 11 - GROOVER, M. P. **Componentes de hardware para automação e controle de processos.** Automação industrial e sistemas de manufatura. 3. ed. São Paulo: Pearson Brasil, 2011. p. 92-111
- 12 - PANTALEÃO, L. **Capacitação tecnológica.** Manual de treinamento Lean Manufacturing do grupo Prodttare. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- 13 - FRANCHI, C.M. **Controladores Lógicos Programáveis.** Sistemas Discretos. São Paulo: Érica, 2008.
- 14 - GONÇALVES. S. O que são sistemas supervisórios. Disponível em <<http://www.wectrus.com.br>>. Acesso: em 10 de outubro de 2017.

- 15- SNI: sensor de nível infravermelho. Disponível em <<http://www.bpsonline.com.br/produtos/sni.pdf>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.
- 16 - Chaves e sensores. Disponível em: <<http://ab.rockwellautomation.com/>>. , v. n. p. Acesso em: 16 Junho. 2017.
- 17 - O processo de sensoriamento. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/sensor-voce-sabe-que-quais-tipos/>>. , v. n. p. Acesso em: 20 Junho. 2017.
- 18 - Diagrama de blocos. Disponível em: <<http://orion.ipt.pt/projecto/microb99/Talrik.html>>. , v. n. p. Acesso em: 25 Outubro. 2017.
- 19 - Sensor de nível infravermelho. Disponível em: <<http://www.bpsonline.com.br/produtos/sni.pdf>>. , v. n. p. Acesso em: 25 Outubro. 2017.
- 20 - Atuador Elétrico 1/4 de voltas e Atuador Linear. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/atuadores-el%C3%A9tricos-14-de-voltas-multivoltas-bruno-bassotti>>. , v. n. p. Acesso em: 25 Outubro. 2017.
- 21 - Controladores lógicos programáveis. Disponível em: <www.inversorfrequencia.com.br>. , v. n. p. Acesso em: 26 Outubro. 2017.
- 22 - FRANCHI, C.M. **Controladores Lógicos Programáveis: Sistemas Discretos**. 1. ed. São Paulo. Érica, 2008.
- 23 - Exemplos de chaves, sensores e relés de segurança. Disponível em: <<http://www.motoreletrico.com.br>>. , v. n. p. Acesso em: 26 Outubro. 2017.
- 24 -Botões de Emergência Linha CSW (Ø22 mm) - IP66 - WEG. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-comando-e-sinalizacao-linha-csw-50009820-catalogo-portugues-br.pdf>>. , v. n. p. Acesso em: 20 Junho. 2017.
- 25 - Elevador de canecas. Disponível em: <www.fabricadoprojeto.com.br>. , v. n. p. Acesso em: 25 Outubro. 2017.
- 26 - PANTALEÃO, Luiz. **Capacitação tecnológica “In Company”**: Manual de treinamento Lean Manufacturing do grupo Produttore. Porto Alegre. Artmed, 2008.

APÊNDICE A PROGRAMAÇÃO DO PLC

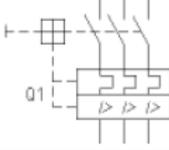




ANEXO A CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO SENSOR DE NÍVEL - SNI

- Alimentação: modelo SNI-A = 220VCA / SNI-B = 15 a 30V CA ou CC;
- Consumo máximo: 2W;
- Contatos relé: 1NA/NF reversível -máx. 7A - 250V;
- Temperatura de operação: -10°C a 90°C.
- Corpo: a prova de tempo, gases, vapores e pós, construído em liga de alumínio fundido, junta de vedação da tampa, parafusos bicromatizados, alta resistência mecânica;
- Hastes: Tubos de aço inox 3/8";
- Saída de cabos: prensa cabo nylon 1/2";
- Grau de proteção: IP-54.

ANEXO B LEGENDA DO CIRCUITO ELÉTRICO DE COMANDO E CARGA

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	Botoeira NA		Botoeira NF
	Botoeira NA com retorno por mola		Botoeira NF com retorno por mola
	Contatos tripolares NA, ex: contator de potência		Fusível
	Acionamento eletromagnético, ex: bobina do contator		Contato normalmente aberto (NA)
	Relé térmico		Contato normalmente fechado (NF)
	Disjuntor com elementos térmicos e magnéticos, proteção contra correntes de curto e sobrecarga		Acionamento temporizado na ligação
	Disjuntor com elemento magnético, proteção contra corrente de curto-circuito		Lâmpada / Sinalização
	Transformador trifásico		Motor Trifásico

ANEXO C CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PLC

Aplicação

Sistemas de iluminação, energia, ventilação, transporte, alarme, irrigação, refrigeração e ar condicionado, comando de portas e cancelas, comando de bombas e compressores, comando de semáforos e outras aplicações.

Linha TPW-03



- Configuração máxima 220 E/S digitais e 22 E/S analógicas
- Memória de programa 8K e 16K passos
- 4 contadores rápidos 100 kHz (fase simples), ou 2 de 50kHz (fase dupla)
- Saída trem de pulso e PWM 100 kHz
- Modbus (mestre e escravo) incorporado RS232 e RS485
- Expansões de entradas analógicas PT100 e Termopar (Em breve)
- Função PID e ponto flutuante
- Linguagem de programação Ladder e Boolean
- Maior velocidade de processamento
- Compatibilidade com os módulos de expansão da linha TP02
- IHM otimizadas LCD e gráficas touch screen

