

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

GILBERTO PERTUM
ROBSON ROBERTO DOS SANTOS GARROTE

PROTÓTIPO DE UM EMPILHADOR DE EMPANADOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2014

GILBERTO PERTUM
ROBSON ROBERTO DOS SANTOS GARROTE

PROTÓTIPO DE UM EMPILHADOR DE EMPANADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial, do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, promovido pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Luís Paulo Zanolla
Boschetti

MEDIANEIRA
2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira

Diretoria de Graduação e Educação Profissional do
Curso Superior de Tecnologia em Manutenção
Industrial



TERMO DE APROVAÇÃO

PROTÓTIPO DE UM EMPILHADOR DE EMPANADOS

Por:

Gilberto Pertum

Robson Roberto dos Santos Garrote

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 21:40 h do dia 13 de Fevereiro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Medianeira. Os acadêmicos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Luis Paulo Zanolla Boschetti
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Orientador)

Prof. Amauri Massochin
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Yuri Ferruzzi
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Yuri Ferruzzi
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

Cópia assinada encontra-se na coordenação

“Dedicamos a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Agradecemos sobretudo a Deus, em especial ao nosso coordenador, orientador e professor Luís Paulo Zanolla Boschetti e a todos os professores que, com paciência e dedicação transmitiram o conhecimento necessário para a elaboração deste trabalho e de outros trabalhos na nossa preparação para a profissão de Tecnólogos.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que nos acompanha lado a lado em nossa vida, e nos observa atentamente.

A todos os professores que dedicam seu precioso tempo com o objetivo de transmitir conhecimento na área, principalmente aos Professores Luís Paulo Boschetti, Giovano Mayer, Yuri Ferruzzi, que nos orientaram e se dispuseram a auxiliar e tirar dúvidas durante o desenvolvimento deste projeto.

Aos familiares, que nos ajudaram financeiramente e psicologicamente.

E aos amigos, os quais vivenciaram a nossa presença antes e durante nosso desenvolvimento no curso, que nos apoiaram nas horas boas e ruins, e que estiveram sempre à disposição.

Obrigado a todos.

RESUMO

Este trabalho consiste na automatização do processo de embalagem secundária de empanados de uma indústria alimentícia. E tem como finalidade implantar um protótipo de uma máquina de empilhamento de empanados utilizando um sistema pneumático controlado por um CLP, que será responsável pela contagem e pela formação dos blocos, a instalação de um inversor de frequência para controle e proteção do motorreductor de tração da esteira transportadora, e a montagem do painel elétrico com identificações e diagramas elétricos, para que se torne mais fácil a manutenção no painel quando for necessário.

Inicialmente foram confeccionadas as caixas de formação dos blocos e instalados os pistões pneumáticos e as eletroválvulas para a realização de testes de funcionamento dos mesmos. Após a confecção da estrutura, foi desenvolvida a programação no CLP LOGO, responsável pelo gerenciamento do processo de contagem, empilhamento e liberação dos blocos para a esteira.

Para o controle de velocidade da esteira transportadora foi instalado um inversor de frequência no disjuntor trifásico do painel e ligado ao motorreductor, sendo o inversor configurado para proteção contra sobrecarga, partidas e paradas com rampas e controle de velocidade através de botoeiras que aumentam e diminuem a velocidade de acordo com a necessidade do operador.

Com a implantação do protótipo foram realizados testes e, dentre os resultados obtidos, pode-se destacar a agilidade do processo, onde não haverá necessidade de redução da produção, redução do tempo de exposição do produto a temperaturas mais elevadas, oferecendo assim maior qualidade e padronização no processo de embalagem secundária.

Palavras-chave: Inversor. CLP. Pistões Pneumáticos.

ABSTRACT

This work is the automation of secondary packaging breaded a food, and aims to deploy a prototype of a machine stacking breaded using a controlled pneumatic system , PLC (programmable logic controller) , which will be responsible for counting and the formation of blocks , the installation of a variable frequency drive to control and protect the gearmotor draw conveyor and assembly of electrical panel and wiring diagrams with identifications , so that it becomes easier to maintain the panel when needed .

Initially the boxes were made of blocks of training and installed the pistons and pneumatic solenoid valves for testing as to the operation thereof. After fabrication of the structure was developed programming in the CLP (programmable logic controlled) LOGO, is responsible for management of the counting process, stacking and release the blocks to the treadmill.

To control the speed of the conveyor belt in a frequency inverter three phase breaker panel and connected to the gearbox , so the drive installed was configured for overload protection , starts and stops with ramps and speed control via pushbuttons that increase and decrease according to the need of the operator.

With the implementation of the prototype tests were performed between the results obtained and can highlight the agility of the process , where there is no need to reduce production , reducing the exposure time of the product at higher temperatures thus offering higher quality and standardization in the process the secondary packaging.

Keywords : Inverter. PLC. Pneumatic Pistons.

LISTA DE SIGLAS

A	Ampere
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CI	Circuito Integrado
CLP	Controlador Lógico Programável
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
F	Frequência
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
PR	Paraná
PLC	Programmable Logic Controller
V	Volts
OEM	Original Equipment Manufacturer

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – CLP LOGO! Siemens	16
Figura 02 – Linguagem Ladder	17
Figura 03 – Diagrama de Blocos	18
Figura 04 – Lista de Instruções	18
Figura 05 – Grafcet	19
Figura 06 – Sensor Fotoelétrico	20
Figura 07 – Disjuntor Trifásico.....	21
Figura 08 – Fonte de Alimentação	23
Figura 09 – Diagrama em Blocos de um Inversor	24
Figura 10 – Inversor de Frequência VLT 2800	25
Figura 11 – Cilindros e Eletroválvula	27
Figura 12 – Embalagem Secundária Realizada Manualmente.....	28
Figura 13 – Estrutura do Empilhador e os Blocos	29
Figura 14 – Guia Direcionador Instalado.....	30
Figura 15 – Estrutura do Empilhador.....	32
Figura 16 – Guia Direcionador	33
Figura 17 – Disjuntor Trifásico e Monofásico	34
Figura 18 – CLP, Fonte 24 Vcc e Inversor de Frequência	35
Figura 19 – Diagrama de Blocos do CLP	36
Figura 20 – Botão de Emergência Acionado.....	37
Figura 21 – Botão de Stop Acionado.....	38
Figura 22 – Formação do Bloco na Primeira Caixa.....	39
Figura 23 – Formação do Bloco na Segunda Caixa e Reinício do Processo	40
Figura 24 – Programação em Linguagem Ladder.....	42
Figura 25 – Acionamento do Pistão 1 e o Direcionador	42
Figura 26 – Acionamento do Pistão 2	42
Figura 27 – Acionamento da Memória IM5.....	43
Figura 28 – Condição da Porta SF006	43
Figura 29 – Acionamento da Memória M1	43
Figura 30 – Acionamento dos Temporizadores 07 e 08.....	44

Figura 31 – Acionamento da Porta SF009	44
Figura 32 – Acionamento do Contador.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO	12
2.1	OBJETIVOS GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1	AUTOMAÇÃO	13
3.2	CARACTERÍSTICAS DOS CLPs	14
3.2.1	CLP LOGO!	15
3.2.2	LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DO CLP	16
3.2.2.1	Linguagem Ladder	17
3.2.2.2	Diagrama de Blocos	17
3.2.2.3	Lista de Instruções	18
3.2.2.4	Grafcet	18
3.3	SENSOR FOTOELÉTRICO	19
3.4	DISJUNTOR	21
3.5	FONTE DE ALIMENTAÇÃO	22
3.6	INVERSOR DE FREQUÊNCIA	23
3.7	ATUADORES PNEUMÁTICOS	25
4	METODOLOGIA	28
5	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	31
5.1	ESTRUTURA	31
5.2	PAINEL ELÉTRICO	33
5.3	ELABORAÇÃO DO PROGRAMA	35
5.3.1	Funcionamento do Programa no Diagrama de Blocos	36
5.3.2	Funcionamento do Programa na Linguagem Ladder	41
6	DIFICULDADES ENCONTRADAS	45
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	47
	ANEXOS	48

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a manutenção deixou de ser uma tarefa voltada à correção de falhas em equipamentos para tornar-se uma função estratégica dentro das indústrias. A crescente competitividade entre as empresas e as necessidades de aperfeiçoamento contínuo dos processos produtivos forçou, de certa forma, o desenvolvimento da manutenção industrial, buscando a otimização no desempenho dos equipamentos.

Com a expansão do mercado de produtos industrializados, as grandes empresas focam seus investimentos em tecnologias de inovação que possam gerar qualidade, padronização de produção, maior eficiência e grande produtividade, melhorando assim sua competitividade no mercado.

Utilizando a automação industrial desenvolveu-se um projeto com o objetivo de agilizar e padronizar o processo na tarefa de empilhamento de empanados de frangos para a embalagem secundária (caixas de papelão).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Automatizar o processo de empilhamentos em blocos dos produtos empanados com a instalação de um sistema pneumático gerenciado por um CLP, com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir custos operacionais e agilizar o fluxo no processo de embalagem secundária.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Desenvolver um sistema que gerencie o processo de contagem e empilhamento, facilitando a embalagem dos produtos;
- b) Agilizar o processo produtivo e o fluxo industrial, para não haver necessidade de redução da produção;
- c) Uniformizar e padronizar o processo de embalagem secundária, onde os produtos estarão empilhados em blocos uniformes;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 AUTOMAÇÃO

Segundo Santos e Silveira (1999), a automação é um conceito e um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem meios ativos capazes de atuar com uma eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio sobre qual atuam.

Automação é o conceito de tornar automáticas atividades repetitivas com uso de sistemas e equipamentos que efetuam coleta de dados e atuam nos processos, minimizando a necessidade da interferência humana e resultando em maior velocidade nas operações, redução de erros, controle e principalmente em fidelidade de informações, elementos essenciais para um gerenciamento eficaz.

A automação é utilizada com a finalidade de trazer benefícios como aumento da produtividade, segurança, qualidade do produto, confiabilidade, melhor relação custo benefício e substituição do homem em atividades de riscos.

A automação surgiu junto com a revolução industrial, mas teve seu grande avanço com a criação de linhas de montagens automobilísticas criadas por Henry Ford na década de 20 (CAPELLI, 2008).

Os primeiros sistemas automatizados operavam por meio de sistemas eletromecânicos, como relés e contadores. Após a década de 60 surgiu os primeiros CLP's (Controlador Lógico Programável) diminuindo o tamanho dos painéis, o consumo de energia e facilitando alterações de programação. A partir desse desenvolvimento a automação passou a ser peça fundamental para o desenvolvimento e crescimento da indústria (GEORGINI, 2002).

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS CLPs

Segundo a NEMA (National Electrical Manufacturers Association), o Controlador Lógico Programável (CLP) é definido como aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para o armazenamento interno de instruções específicas, tais como: lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas e processos.

Considerando-se o baixo custo dos micro-CLPs e o fato dos fabricantes colocarem grande ênfase na qualidade e produtividade, a questão do custo deixa praticamente de existir. Além das reduções nos custos, os CLPs oferecem outros benefícios de valor agregado:

- *Confiabilidade.* Depois de escrito e depurado, um programa pode ser transferido e armazenado facilmente em outros CLPs. Isto reduz o tempo de programação, minimiza a depuração e aumenta a confiabilidade. Como toda a lógica existente na memória do CLP, não existe qualquer possibilidade de cometer um erro lógico por conta de um erro de fiação. A única fiação necessária é para o fornecimento de energia para as entradas e saídas.

- *Flexibilidade.* As modificações no programa podem ser feitas com pouca digitação. Os OEMs (fabricantes do equipamento original) podem realizar facilmente as atualizações no sistema, bastando enviar um novo programa em vez de um técnico. Os usuários finais podem modificar o programa em campo ou, por outro lado, os OEMs podem evitar que os usuários finais alterem o programa (o que é uma importante característica de segurança).

- *Funções Avançadas.* Os CLPs podem realizar uma grande variedade de tarefas de controle, desde ações simples e repetitivas até a manipulação de dados complexos. Com a adoção dos CLPs, abrem-se muitas alternativas para os projetistas e simplificação do trabalho do pessoal de manutenção.

- *Comunicações.* A comunicação com interfaces de operação, outros CLPs ou computadores facilita a coleta de dados e o intercâmbio de informações.

- *Velocidade.* Como certas máquinas automatizadas processam milhares de itens por minuto e como os objetos são expostos aos sensores durante apenas

uma fração de segundos, muitas aplicações de automação necessitam da capacidade de resposta rápida dos CLPs.

- *Diagnóstico.* A capacidade de localização de falhas dos dispositivos de programação e o recurso de diagnóstico incorporado no CLP permitem que os usuários localizem e corrijam rapidamente os problemas de software e hardware.

Outras Características:

- Hardware e/ou dispositivo de controle de fácil e rápida programação ou reprogramação, com a mínima interrupção na produção.
- Capacidade de operação em ambiente industrial sem o apoio de equipamentos ou hardwares específicos.
- Sinalizadores de estado e módulos tipo plug-in de fácil manutenção e substituição.
- Hardware ocupando espaço reduzido e apresentando baixo consumo de energia.
- Possibilidade de monitoração do estado e operação do processo ou sistema, através da comunicação com computadores.
- Compatibilidade com diferentes tipos de sinais de entrada e saída.
- Capacidade de alimentar, de forma contínua ou chaveada, cargas que consomem correntes de até 2 A.
- Hardware de controle que permite a expansão dos diversos tipos de módulos, de acordo com a necessidade.
- Custo de compra e instalação competitivo em relação aos sistemas de controle convencionais.
- Possibilidade de expansão da capacidade de memória.
- Conexão com outros CLPs, através de redes de comunicação.

3.2.1 CLP LOGO!

Em 1996, a Siemens desenvolveu uma nova categoria de produto com o LOGO! – Módulo Lógico, com o objetivo de conectar funções ao invés de interligar relés de funções de lógica discreta.

Por causa da sua unidade integrada de operação e visualização, da possibilidade de programação diretamente no equipamento e por causa da visualização e modificação de mensagens de aviso, variáveis e parâmetros ele é considerado um CLP e é altamente utilizado nas indústrias e seus processos.

O CLP LOGO! possui 8 funções básicas e 28 funções especiais. Ele substitui uma enorme gama de equipamentos de comutação, desde relés temporizados a contadores, economiza espaço no painel elétrico, requer menos acessórios e espaço de armazenamento, e pode ser expandido sempre que necessário. Então, ele não reduz apenas custos, mas tempo também. É fácil de instalar, necessita de pouco cabo e é muito fácil de se programar. Além disso tudo, ele é resistente a vibrações, possui um elevado grau de compatibilidade eletromagnética (EMC), está em conformidade com normas industriais e pode suportar as condições climáticas mais agressivas.

O CLP escolhido para a execução do projeto foi o LOGO! 24 RC da marca Siemens, pois o mesmo é muito utilizado na empresa, aumentando a confiabilidade neste modelo e devido à empresa possuir o software e os cabos de alimentação, facilitando a elaboração e a transferência do programa. A figura abaixo mostra o CLP escolhido para o projeto.



Figura 1 - CLP LOGO! Siemens

Fonte: Siemens

3.2.2 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DO CLP

Um programa é uma série de instruções conectadas, escrita em uma linguagem que um CLP pode compreender. Atualmente a programação do CLP é

feita em quatro tipos de linguagem: Ladder, Lista de instruções, Diagrama de blocos e Grafcet. Linguagens definidas pela norma IEC 61131-3.

3.2.2.1 Linguagem Ladder

Georgini (2002), diz que o nome Ladder deve-se a representação da linguagem se parecer por uma escada (ladder), na qual duas barras verticais paralelas são interligadas pela lógica de controle, formando os degraus da escada.

A linguagem Ladder foi o primeiro tipo de linguagem criado para comandos de CLP. O fato de ser uma linguagem gráfica, baseada em símbolos semelhantes aos encontrados nos esquemas elétricos, foi determinante para a aceitação do CLP por técnicos e engenheiros acostumados com os sistemas de controle a relés. A figura 2 representa um exemplo de programação em linguagem Ladder.

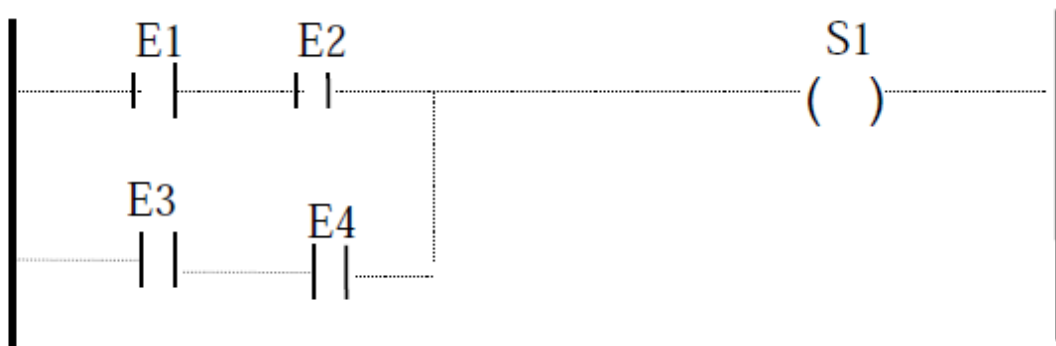


Figura 2 – Linguagem Ladder

3.2.2.2 Diagrama de Blocos

O Diagrama de Blocos é uma linguagem gráfica que permite aos elementos do programa, representados com blocos, serem conectados entre si de forma semelhante a um diagrama de circuito elétrico. Essa linguagem é apropriada para

aplicações que envolvam fluxo de informação, ou dados, entre os componentes de controle. A figura 3 apresenta um circuito utilizando o diagrama de blocos.

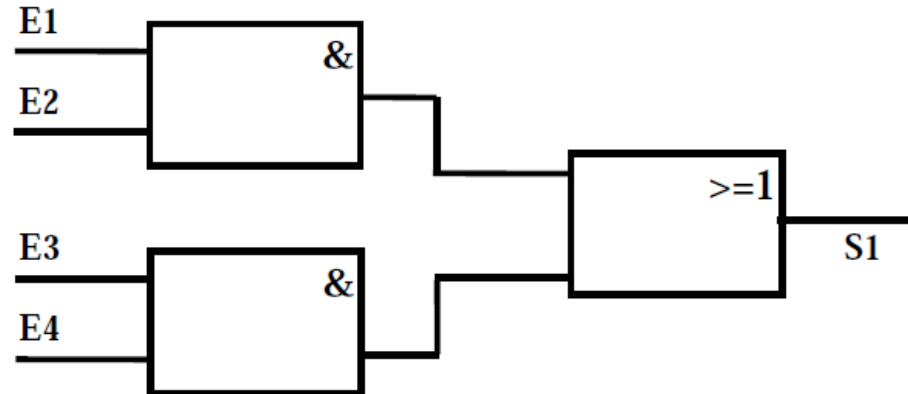


Figura 3 – Diagrama de Blocos

3.2.2.3 Lista de Instruções

Linguagem semelhante à utilizada na elaboração de programas para computadores.

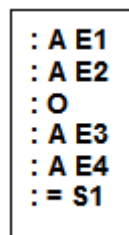


Figura 4 – Lista de Instruções

3.2.2.4 Grafcet

Segundo Santos e Silveira (1990), grafcet é um modelo de representação gráfica do comportamento da parte de comando de um sistema automatizado. Ele é constituído por uma simbologia gráfica com arcos orientados que interligam etapas e transições por uma interpretação das variáveis de entrada e saída da parte de

comando caracterizada por receptividades e ações e por regras de evolução que definem formalmente o comportamento dinâmico dos elementos comandados. A figura 5 representa uma programação utilizando grafcet.

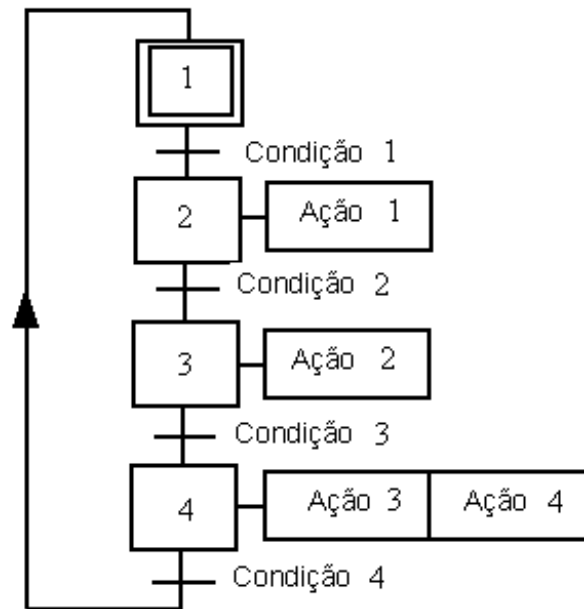


Figura 5 - Grafcet

3.3 SENSOR FOTOELÉTRICO

Os sensores fotoelétricos são utilizados na detecção de grande número de aplicações, são equipamentos eletrônicos capazes de detectar a aproximação, passagem e presença de materiais metálicos ou não, através de emissão e recepção da luz infravermelha desde que estejam localizados dentro da distância de atuação do sensor. A detecção ocorre sem que haja o contato físico entre sensor e o acionador, por não possuir peças móveis sujeitas a desgastes mecânicos aumenta, assim, a vida útil do equipamento.

Os sensores fotoelétricos baseiam em três princípios de funcionamento:

Difuso - Possui o emissor e receptor num mesmo corpo, o acionamento do sensor acontece quando um objeto entra na região sensorial.

Retrorefletivo - Tem mesmo princípio de funcionamento ao modo Difuso. Possui o emissor e receptor num mesmo corpo, porém a saída é acionada quando feixe de luz emitido pelo transmissor é refletido de volta ao receptor por um espelho de prisma.

Barreira - O emissor e receptor estão em corpos distintos, dispostos frente a frente. A saída do sensor é acionada, quando um objeto interrompe o feixe de luz entre o emissor e receptor.

A linha de sensores fotoelétricos tem aplicações extensas em sistemas de automação dos níveis mais simples até os diversos segmentos como detecção, inspeção, posicionamento, monitoramento e outros.

A linha de sensores fotoelétricos apresenta dispositivos com distância sensorial de 10 cm a 15 m em formatos tubulares, conexão com 2, 3, 4 fios, com encapsulamentos metálicos ou plásticos, com cabos, conector M12 ou parafuso, tensão de alimentação nas faixas de 6 ~ 36 Vcc ou 90 ~ 250 Vca, com grau de proteção IP 67.

O sensor utilizado para o projeto é o G18 – 3A10PC da marca BHS, representado na figura 6, com especificações técnicas conforme Anexo I.



Figura 6 – Sensor Fotoelétrico

Fonte – BHS

3.4 DISJUNTOR

Um disjuntor é um dispositivo eletromecânico, que funciona como um interruptor automático, destinado a proteger uma determinada instalação elétrica contra possíveis danos causados por curto-circuitos e sobrecargas elétricas. A sua função básica é a de detectar picos de corrente que ultrapassem o adequado para o circuito, interrompendo-a imediatamente antes que os seus efeitos térmicos e mecânicos possam causar danos à instalação elétrica protegida.

Uma das principais características dos disjuntores é a sua capacidade em poderem ser rearmados manualmente, depois de interromperem a corrente em virtude da ocorrência de uma falha. Diferem assim dos fusíveis, que têm a mesma função, mas que ficam inutilizados quando realizam a interrupção. Por outro lado, além de dispositivos de proteção, os disjuntores servem também de dispositivos de manobra, funcionando como interruptores normais que permitem interromper manualmente a passagem de corrente elétrica.

A figura 7 representa um disjuntor trifásico utilizado no projeto. O disjuntor foi dimensionado conforme a corrente nominal do motor presente na máquina, garantindo assim a segurança do equipamento.



Figura 7 – Disjuntor Trifásico

Fonte - Siemens

3.5 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Um transformador é um dispositivo destinado a transmitir energia elétrica ou potência elétrica de um circuito a outro, transformando tensões, correntes e ou de modificar os valores da Impedância elétrica de um circuito elétrico. Os transformadores são dispositivos que funcionam através da indução de corrente de acordo com os princípios do eletromagnetismo, ou seja, ele funciona baseado nos princípios eletromagnéticos da Lei de Faraday e da Lei de Lenz, onde se afirma que é possível criar uma corrente elétrica em um circuito uma vez que esse seja submetido a um campo magnético variável, e é por necessitar dessa variação no fluxo magnético que os transformadores só funcionam em corrente alternada.

Um transformador é formado basicamente de: Enrolamento - O enrolamento de um transformador é formado de várias bobinas que em geral são feitas de cobre eletrolítico e recebem uma camada de verniz sintético como isolante.

Núcleo - esse em geral é feito de um material ferromagnético e é o responsável por transferir a corrente induzida no enrolamento primário para o enrolamento secundário.

Esses dois componentes do transformador são conhecidos como parte ativa, os demais componentes do transformador fazem parte dos acessórios complementares.

No caso dos transformadores de dois enrolamentos, é comum se denominá-los como enrolamentos primários e secundários, existem transformadores de três enrolamentos sendo que o terceiro é chamado de terciário. Há também os transformadores que possuem apenas um enrolamento, ou seja, o enrolamento primário possui uma conexão com o enrolamento secundário, de modo que não há isolamento entre eles, esses transformadores são conhecidos por Autotransformador.

Os transformadores de potência são destinados a rebaixar ou elevar a tensão e conseqüentemente elevar ou reduzir a corrente de um circuito, de modo que não se altere a potência do circuito, esses transformadores podem ser divididos em dois grupos:

- Transformador de força - esses transformadores são utilizados para rebaixa ou elevar a tensão de modo que seja possível ter menos perdas pelo Efeito

Joule, pois quanto maior a corrente maiores serão essas perdas, esses transformadores são utilizados em subestações.

- Transformador de distribuição - esses transformadores são utilizados para rebaixar a tensão para ser entregue aos clientes finais das empresas de distribuição de energia, esses equipamentos são normalmente instalados em postes ou em câmaras subterrâneas.

A figura 8 mostra uma fonte, que utiliza do mesmo princípio de um transformador, porém esta já fornece em corrente contínua.



Figura 8 – Fonte de Alimentação
Fonte – Murr Electronik

3.6 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Um inversor de frequência é um dispositivo capaz de gerar uma tensão e frequência trifásicas ajustáveis, com a finalidade de controlar a velocidade de um motor de indução trifásico.

A figura abaixo mostra resumidamente o diagrama em blocos de um inversor de frequência escalar.

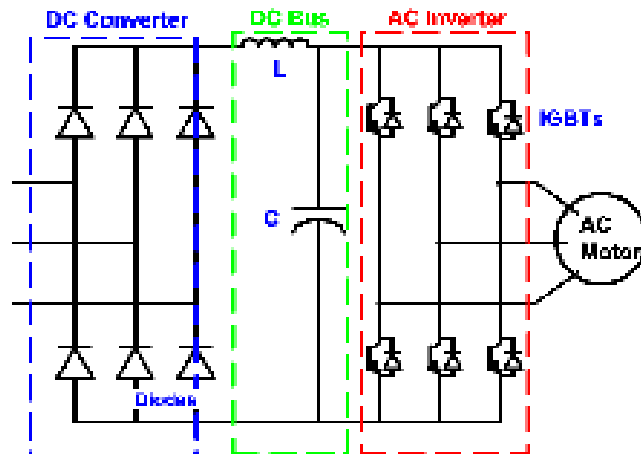


Figura 9 – Diagrama em Blocos de um Inversor

Seção Retificadora: Os seis diodos retificadores situados no circuito de entrada do inversor retificam a tensão trifásica da rede de entrada (L1, L2 e L3). A tensão DC resultante é filtrada pelo capacitor C e utilizada como entrada para a Seção Inversora.

Seção Inversora: Na seção inversora, a tensão retificada DC é novamente convertida em trifásica AC. Os transistores chaveiam várias vezes por ciclo, gerando um trem de pulsos com largura variável senoidalmente (PWM). Esta saída de tensão pulsada, sendo aplicada em um motor (carga indutiva), irá gerar uma forma de onda de corrente bem próxima da senoidal através do enrolamento do motor.

Caso fosse aumentado a frequência de chaveamento desses transistores, também aumentará a velocidade de rotação do motor, e vice-versa. Como os transistores operam como chaves (corte ou saturação), a forma de onda de tensão de saída do inversor de frequência é sempre quadrada. Na prática, os transistores chaveiam modulando largura de pulso (PWM), a fim de se obter uma forma de onda de tensão mais próxima da senoidal.

Na figura 10 ilustra um inversor de frequência Danfoss modelo VLT 2800, com características semelhantes ao usado no projeto.



Figura 10: Inversor de Frequência VLT 2800

Fonte: Danfoss

3.7 ATUADORES PNEUMÁTICOS

O ar comprimido é, provavelmente, uma das mais antigas formas de transmissão de energia que o homem conhece, empregada e aproveitada para ampliar sua capacidade física. O reconhecimento da existência física do ar, bem como a sua utilização consciente para o trabalho, são comprovados há milhares de anos. O primeiro homem que se interessou pela pneumática, isto é, o emprego do ar comprimido como meio auxiliar de trabalho, foi o grego Ktesibios. Há mais de 2000 anos ele construiu uma catapulta a ar comprimido. Um dos primeiros livros sobre o emprego do ar comprimido como transmissão de energia, data do século 10 D.C e descreve equipamentos que foram acionados com ar aquecido.

Porém, pode-se dizer que somente após o ano 1950 é que ela foi realmente introduzida na indústria. Antes, porém, já existiam alguns campos de aplicação e aproveitamento da pneumática, como por exemplo, a indústria de mineração, a construção civil e a indústria ferroviária (freios a ar comprimido). A introdução, de

forma mais generalizada, da pneumática na indústria começou com a necessidade cada vez maior de automatização e racionalização dos processos de trabalho.

Vantagens:

- Volume: o ar a ser comprimido se encontra em quantidades ilimitadas.
- Transporte: é facilmente transportável por tubulações.
- Armazenagem: pode ser armazenado em reservatórios.
- Temperatura: é insensível às oscilações de temperatura.
- Segurança: não existe o perigo de explosão ou incêndio.
- Construção: os elementos de trabalho são de construção simples.
- Velocidade: permite alcançar altas velocidades de trabalho.
- Regulagem: as velocidades e forças são reguláveis sem escala.
- Segurança contra sobre carga: os elementos de trabalho são carregáveis até a parada final, sem prejuízo para o equipamento.

Desvantagens:

- Preparação: impurezas e umidades devem ser evitadas, pois provocam desgastes nos elementos pneumáticos.
- Compressibilidade: não é possível se manter constante as velocidades de elementos de trabalho.
- Potência: o ar é econômico até uma determinada força, cujo limite é 3000 Kgf.
- Escape de ar: o escape é ruidoso.
- Custos: a produção do ar comprimido é onerosa, pois depende de outra forma de energia. O custo do ar comprimido torna-se elevado se houver vazamentos consideráveis na rede de distribuição e/ou nos equipamentos.

No projeto foram utilizados 3 eletroválvulas 5/2 vias com retorno por mola 24 Vcc, 2 pistões pneumáticos de 120 mm para as portas das caixas de formação dos blocos e 1 pistão de 90 mm usado no direcionador, todos os componentes pneumáticos são da marca Festo. A figura 11 ilustra os cilindros e as eletroválvulas utilizadas no projeto.



Figura 11 – Cilindros e Eletroválvula

Fonte - Festo

4 METODOLOGIA

O processo de fabricação de empanados de frango é realizado em uma linha de produção em série, onde a carne moída de frango é moldada, empanada, pré-fritada, cozida, congelada, embalada primeiramente pela embalagem plástica e após embalada por caixas de papelão.

O processo de embalagem primária é realizado através de uma embaladora horizontal. Após passar pela embaladora o produto passa por uma impressora, onde são impressos as datas de fabricação, vencimento e lotes correspondentes. Em seguida o produto é levado a uma esteira e é transportado para a o setor de embalagem secundária, onde a embalagem dos empanados nas caixas de papelão é feita manualmente, conforme figura 12.



Figura 12 – Embalagem Secundária Realizada Manualmente

No processo de automação implantou-se uma máquina na saída da embaladora para que o produto seja empilhado em blocos de cinco unidades na esteira. Para a retenção do produto na esteira até formar o bloco, foi utilizado um mecanismo composto por pistões pneumáticos. Este mecanismo após a formação do bloco libera o produto sobre a esteira, para que seja transportado até os

operadores que irão finalizar o processo de embalagem secundária do produto. A figura 13 mostra a formação dos blocos e a estrutura instalada.

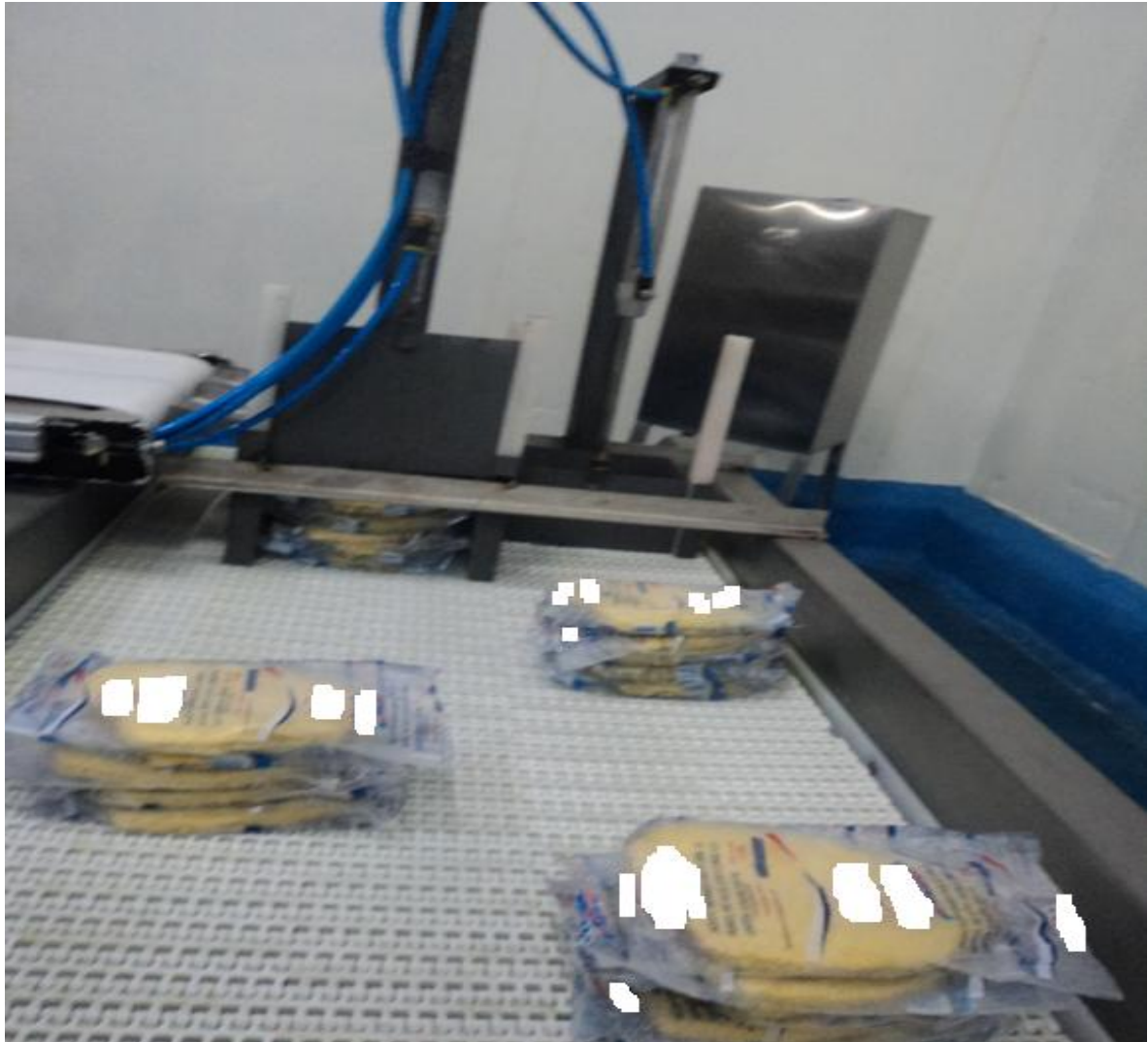


Figura 13 – Estrutura do Empilhador e os Blocos

Pelo fato que a velocidade do processo de embalagem primária, onde o produto é embalado individualmente, ser maior que a capacidade de empilhamento, foi necessário implantar dois pontos de empilhamento do produto, um ao lado do outro, de forma que, quando um pistão libere o produto para a esteira o outro esteja fechado para empilhar o produto. Para realizar este processo foi implantado um guia na saída da embaladora, como mostra a figura 14, que tem o objetivo de direcionar o produto para contagem e formação dos blocos, assim que formado o bloco, o guia muda a direção para o preenchimento do segundo bloco de produtos e assim

sucessivamente, este guia é atuado por um pistão pneumático e comandado pelo CLP logo!.



Figura 14 – Guia Direcionador Instalado

O processo de posicionamento dos blocos na caixa é realizado manualmente por pessoas da produção que estão sentadas em cadeiras ao longo da esteira, o que torna o processo mais ágil, reduzindo de cerca de 50% da demanda de mão de obra atual.

5 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

5.1 ESTRUTURA

O projeto iniciou-se através de medições e desenhos do tamanho da estrutura a ser construída, após as medições foram levantadas as peças e materiais necessários para a construção do projeto.

Para a confecção da estrutura foi utilizada uma chapa de aço carbono 18/SAE 1020, pois não havia chapas de inox em estoque no almoxarifado da empresa. Para realizar o corte da chapa foi utilizado um facão manual e, em alguns casos, foi utilizada uma lixadeira. Após o corte as chapas foram levadas para a viradeira manual, onde foram dobradas de acordo com o tamanho calculado no projeto, dando assim, forma para as caixas onde serão empilhados os empanados de frango, depois, foram confeccionados os suportes de fixação dos pistões pneumáticos e as calhas por onde os empanados de frango deslizarão até a estrutura.

Na etapa seguinte foram soldados os suportes dos pistões nas laterais das caixas, e também, as calhas de deslizamentos dos empanados. Para a realização destas, foi utilizado um aparelho de solda TIG, com eletrodo de tungstênio e varetas de solda em aço carbono.

Para finalizar a estrutura foram fixados os pistões e os guias das portas das caixas. A figura 15 mostra a estrutura pronta para instalação.



Figura 15 – Estrutura do Empilhador

Para direcionar os empanados para as calhas de deslizamento, foi desenvolvido um guia direcionador instalado na saída da embaladora, conforme figura 16.



Figura 16 - Guia Direcionador

5.2 PAINEL ELÉTRICO

A elaboração dos desenhos de diagramas de comando e de força (energia) do projeto deram início à construção do painel elétrico. Para que o sistema pudesse ser instalado foi preciso efetuar a troca de alguns componentes elétricos de acionamento da esteira de saída da embaladora.

O painel elétrico seguiu o diagrama multifilar elaborado para o projeto, conforme o anexo II e III. Durante a montagem foram feitas marcações dos cabos e

bornes através de anilhas visando facilitar a compreensão do circuito e futuras manutenções a serem realizadas no equipamento.

No painel foram instalados o inversor de frequência e o disjuntor trifásico que são responsáveis pelo comando da esteira de saída da embaladora, e para o acionamento e comando do empilhador de empanados foi instalado o disjuntor monofásico, o logo e a fonte de alimentação.

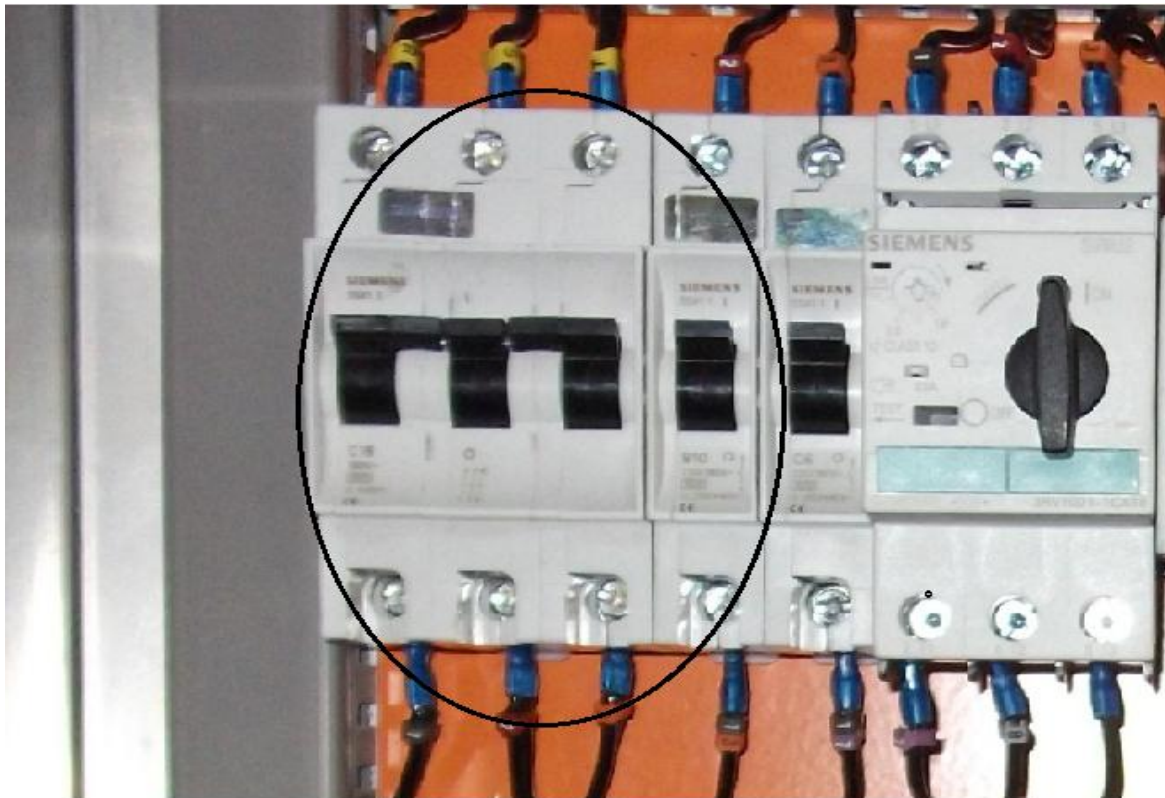


Figura 17 – Disjuntor Trifásico e Monofásico

Conforme a figura 17, o disjuntor trifásico é responsável pela proteção e alimentação do inversor de frequência contra possíveis danos causados por curto-circuitos e sobrecargas elétricas. O disjuntor monofásico tem o objetivo de proteger a fonte de alimentação, responsável pela alimentação dos demais equipamentos do comando do empilhador de empanados.



Figura 18 - CLP, Fonte 24 Vcc e Inversor de Frequência

Conforme a figura 18, a fonte tem a função de transformar a tensão de rede de 220 Vca para 24 Vcc para o funcionamento do comando do LOGO!, botoeiras e das eletroválvulas, fazendo com que diminuam as possibilidades de choque elétrico.

O CLP LOGO! tem a função de comandar o processo de empilhamento dos empanados, formação dos blocos e, consecutivamente, a liberação dos blocos de produtos na esteira, através dos acionamentos dos pistões pneumáticos.

O inversor de frequência tem o objetivo de controlar a velocidade da esteira, pois, dependendo da velocidade da embaladora, o operador poderá aumentar ou diminuir a velocidade da esteira de acordo com sua necessidade.

No quadro também foram instalados os bornes de conexão, com o objetivo de facilitar o contato entre os equipamentos fazendo com que o espaço dentro do painel seja organizado e de fácil acesso em caso de manutenções.

5.3 ELABORAÇÃO DO PROGRAMA

Através de estudos no projeto, desenvolveu-se um programa que atendesse os requisitos necessários para o funcionamento do equipamento.

Com o auxílio do software Logo Soft Comfort da Siemens, o programa foi desenvolvido utilizando a linguagem de blocos, conforme a figura 19.

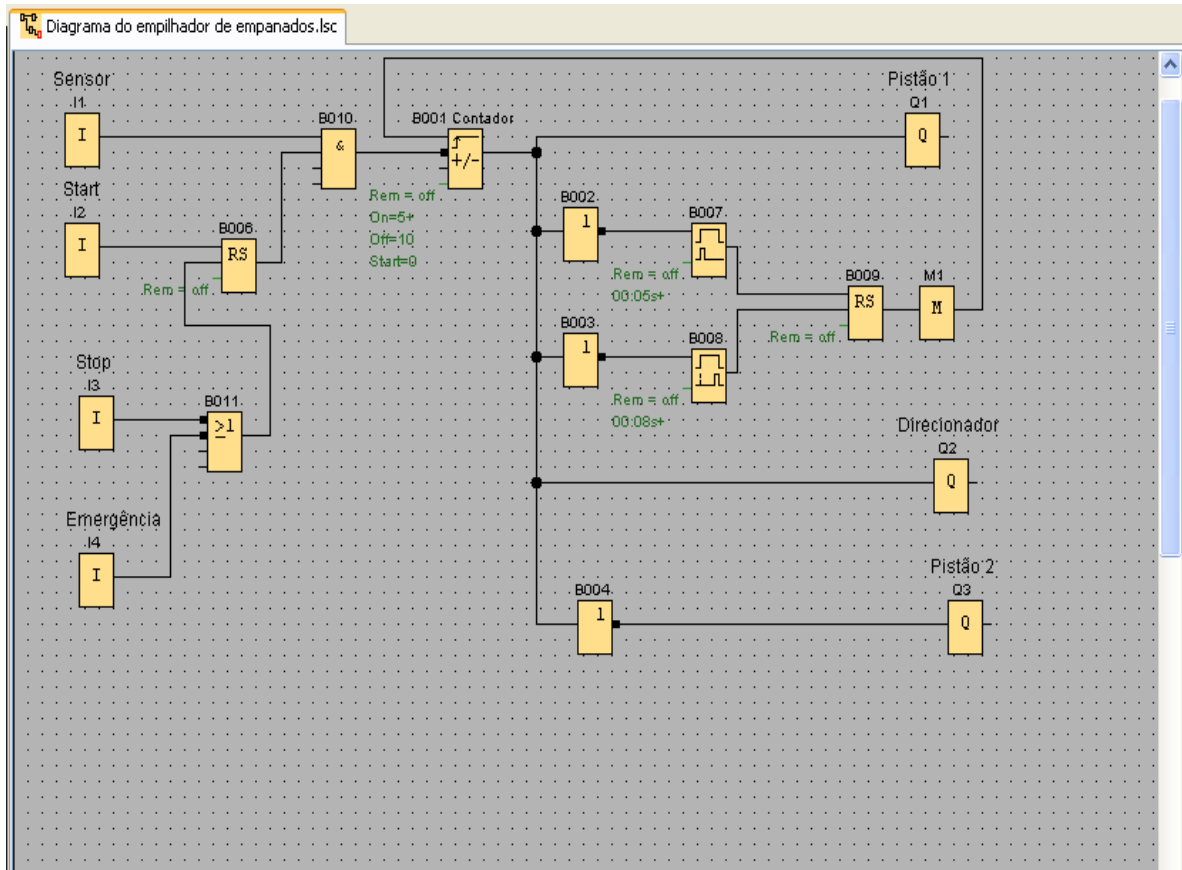


Figura 19 – Diagrama de Blocos do CLP

5.3.1 Funcionamento do Programa no Diagrama de Blocos

Neste diagrama pretende-se mostrar o funcionamento do programa realizado no software “Logosoft”, e o funcionamento do empilhador de empanados conforme a programação no CLP.

No programa foram utilizadas as quatro entradas do CLP, onde respectivamente estão o sensor e o botão de start (onde seus contatos são NA), e o botão de stop e a emergência (onde seus contatos são NF).

Para que o sistema funcione os botões de stop e emergência devem, obrigatoriamente, estar desacionados para dar condição de funcionamento ao

sistema. Conforme a figura 20, se a emergência estiver acionada, a porta lógica OU (bloco B011), não dará condição de funcionamento ao sistema, pois emitirá um sinal alto no reset da porta lógica RS (bloco B006).

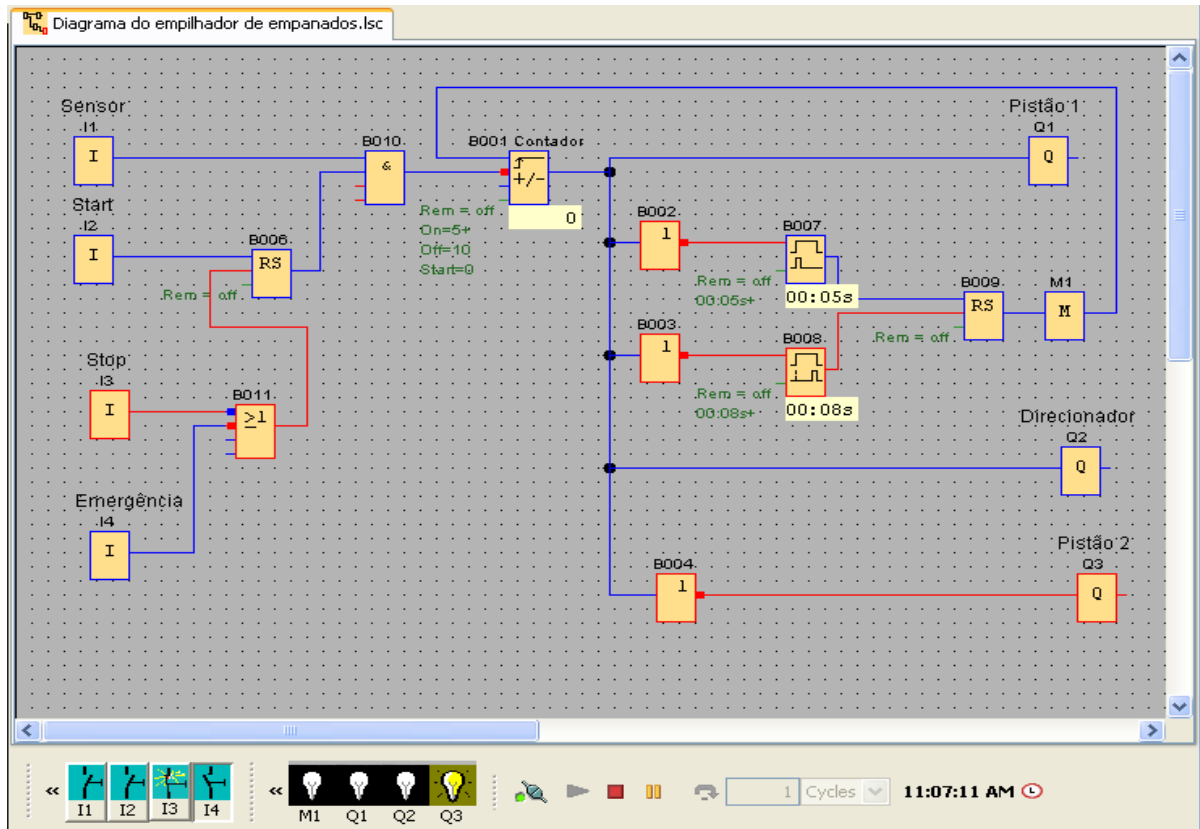


Figura 20 – Botão de Emergência Acionado

Do mesmo modo, a figura 21 representa o acionamento do botão de stop, onde o sistema também não terá condição de funcionamento, conforme descrito anteriormente.

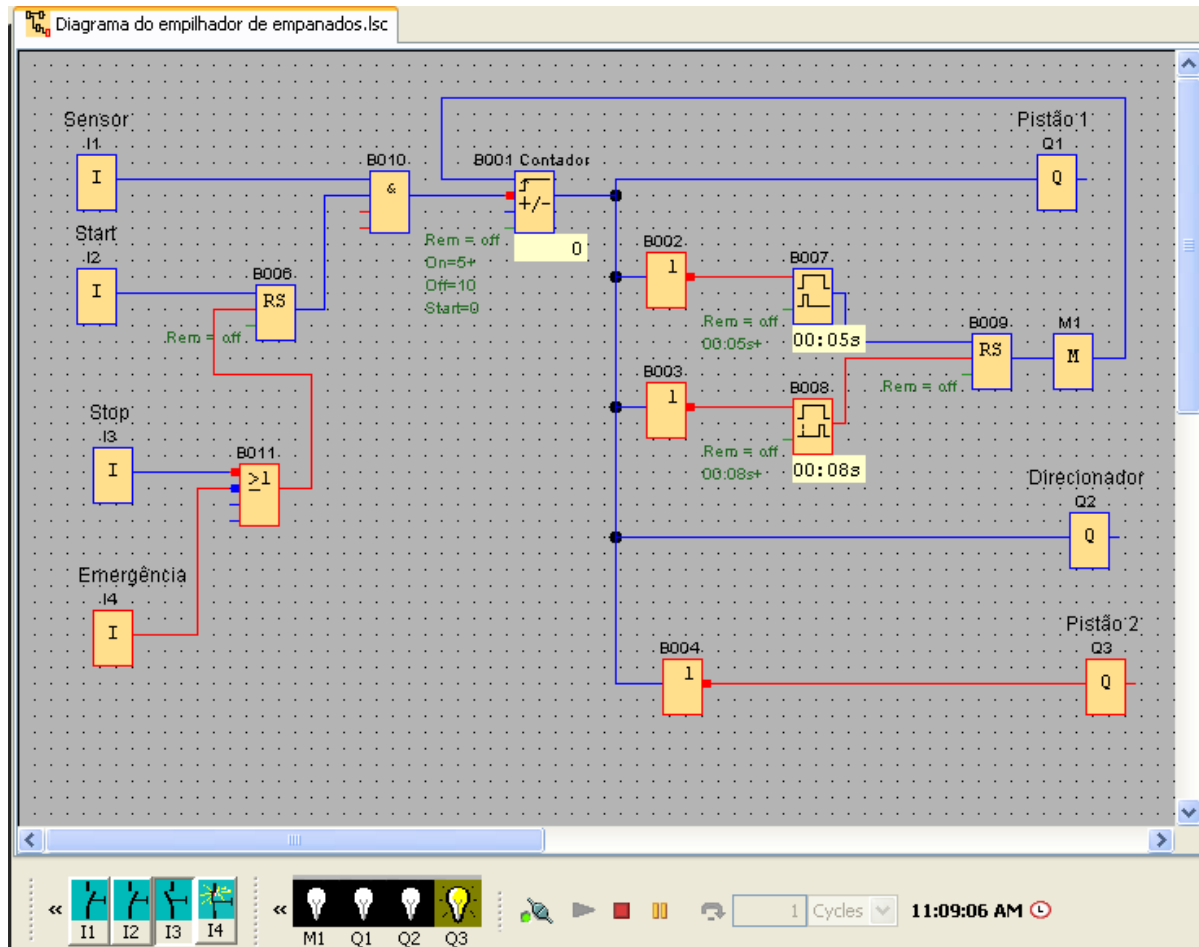


Figura 21 – Botão de Stop Acionado

A figura 22 representa o funcionamento do empilhador de empanados. Ao acionar um pulso no start, a porta lógica RS (bloco 011) emitirá um sinal alto em sua saída, fazendo com que se de início ao processo de preenchimento do bloco na primeira caixa.

Quando o sensor detectar cinco unidades de empanados o contador emitirá um sinal alto fazendo com que as saídas Q1 e Q2 sejam acionadas. Estas saídas correspondem ao pistão pneumático que faz a retenção do bloco na primeira caixa, e ao pistão do direcionador, ou seja, após a formação do bloco, o direcionador mudará sua posição para o preenchimento do bloco na segunda caixa e o pistão da primeira caixa liberará o bloco de produtos para a esteira.

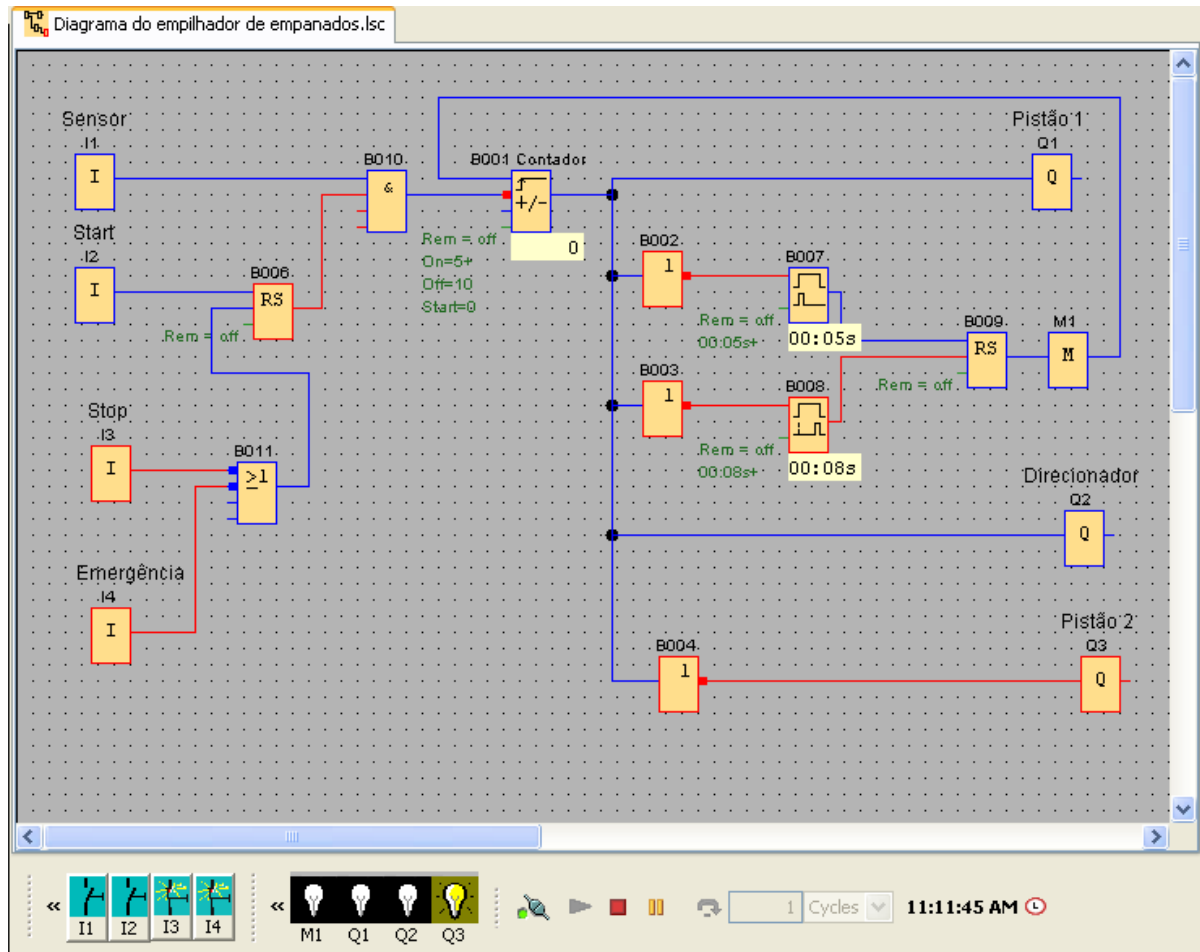


Figura 23 – Formação do Bloco na Segunda Caixa e Reinício do Processo

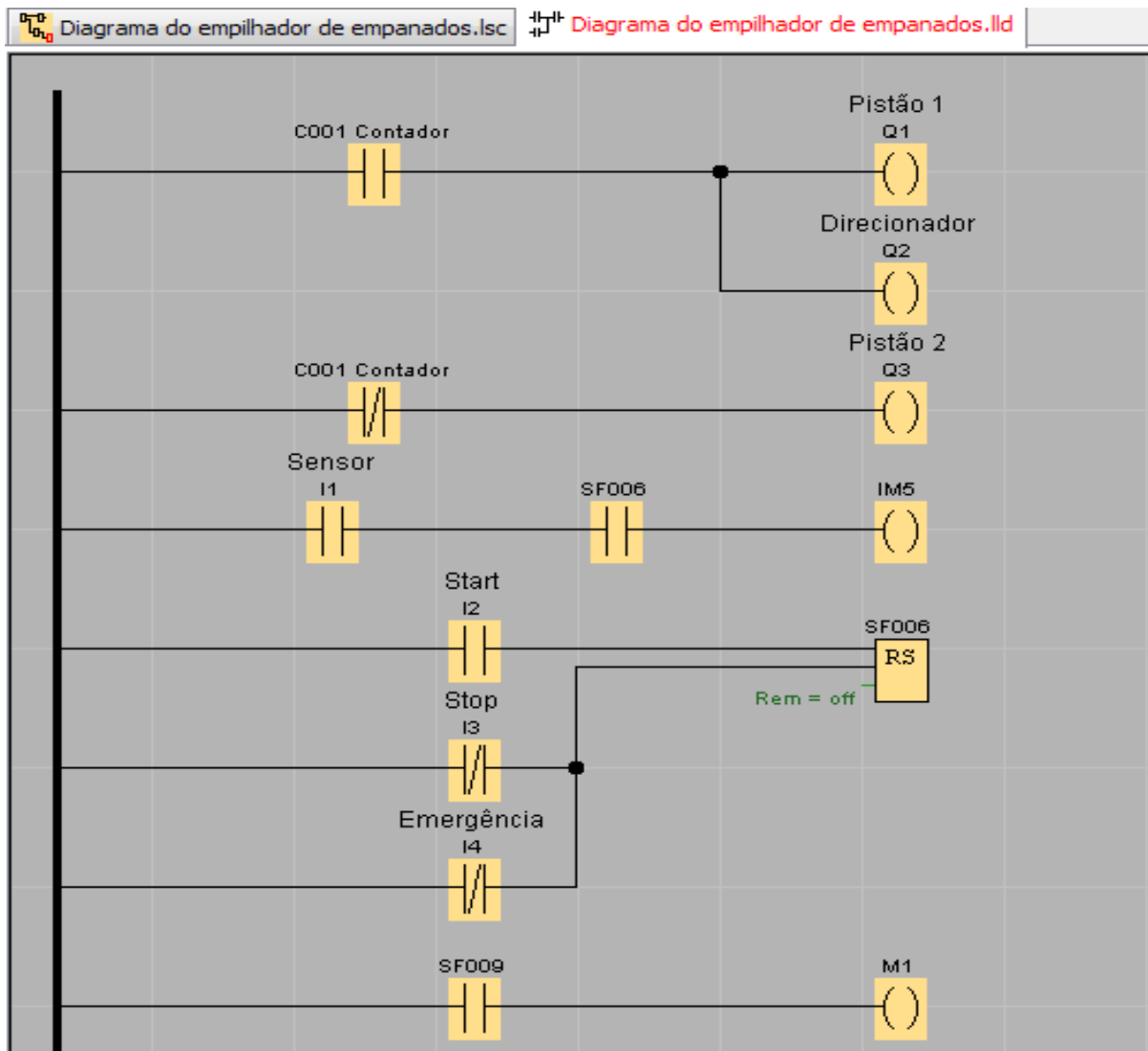
A porta lógica negada (B002) e o temporizador (B007) são responsáveis pelo acionamento da porta lógica RS (B009), por sua vez, esta aciona a memória M1 que irá resetar o contador após 10 unidades de empanados, fazendo com que se de início a um novo processo.

A porta lógica negada (B003) e o temporizador (B008) são responsáveis por resetar a porta lógica RS.

Depois de elaborado o programa, o mesmo foi simulado para avaliar se o programa atendia a todas as exigências do equipamento. A verificação do sistema simulado foi acompanhada pelos integrantes do grupo, sendo realizadas modificações de acordo com a necessidade do equipamento. Com o auxílio de um computador o programa foi transferido para o CLP através de um cabo de comunicação para o CLP escolhido.

5.3.2 Funcionamento do Programa na Linguagem Ladder

Com o auxílio de uma ferramenta do próprio software o programa foi passado para a linguagem Ladder, simplificando a conferência dos passos básicos conforme a figura 24.



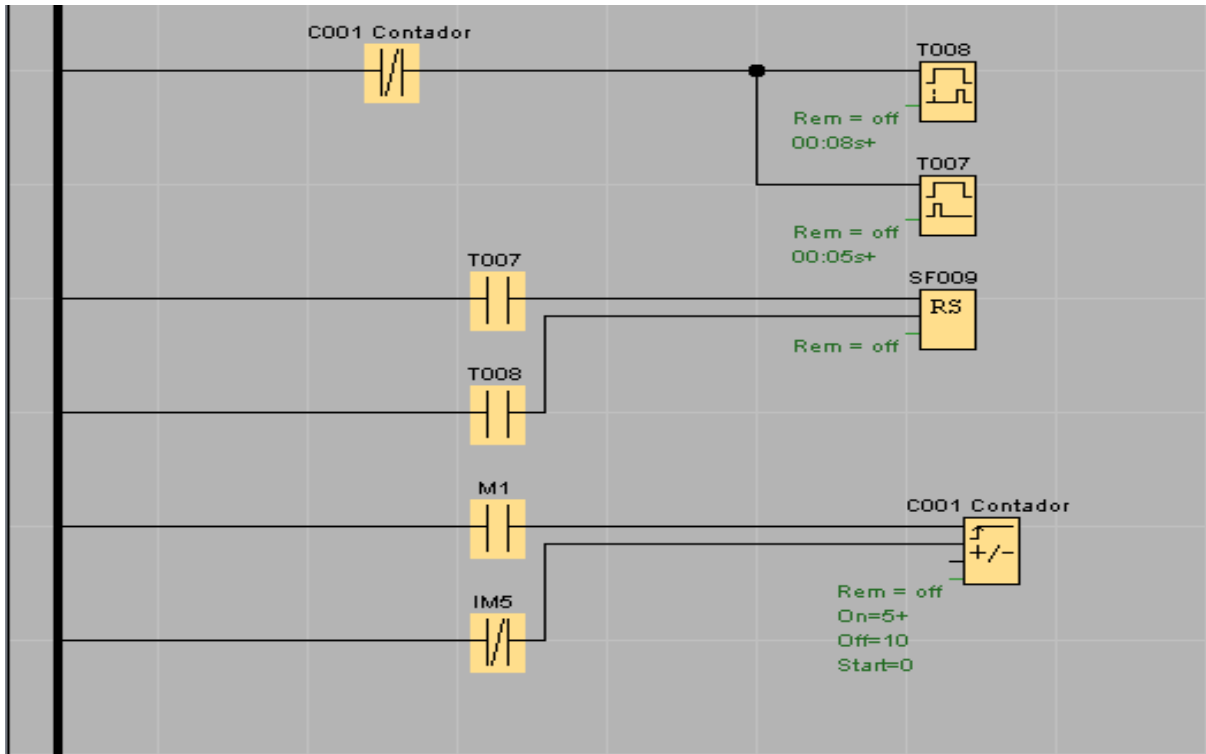


Figura 24 – Programação em Linguagem Ladder

Para melhor demonstrar, segue passo a passo a programação e sua funcionalidade dentro do processo, assim pode-se acompanhar todo o desenvolvimento da operação.

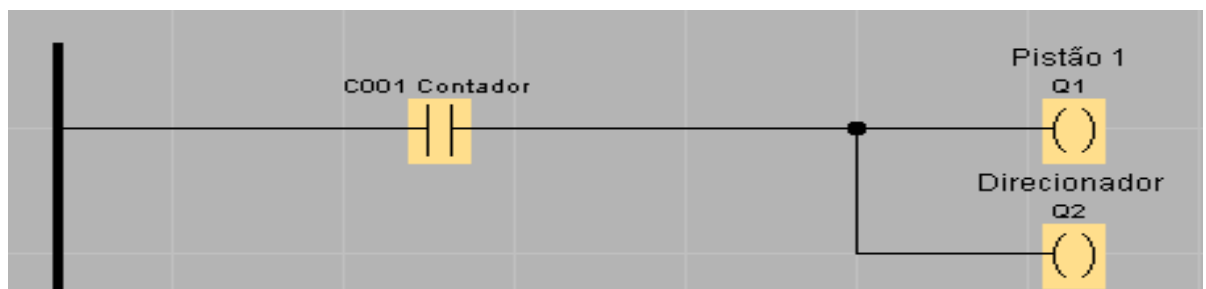


Figura 25 – Acionamento do Pistão 1 e o Direcionador

O pistão 1 (Q1) e o direcionador (Q2) são acionados pelo contador (C001) quando é registrado 5 pulsos em sua entrada.



Figura 26 – Acionamento do Pistão 2

O pistão 2 (Q3) é acionado quando o contador (C001) envia sinal baixo.



Figura 27 – Acionamento da Memória IM5

A memória (IM5) é acionada pelo sensor (I1) e pela porta RS (SF006) simultaneamente.

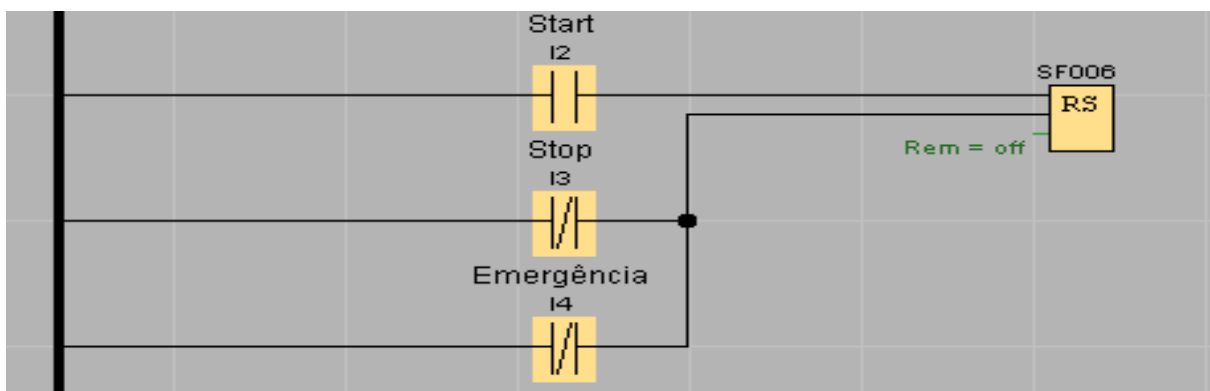


Figura 28 – Condição da Porta SF006

A porta RS (SF006) é setada pela botoeira START (I2) e resetada pelas botoeiras STOP (I3) e/ou emergência (I4).



Figura 29 – Acionamento da Memória M1

A memória (M1) é acionada pela porta RS (SF009).

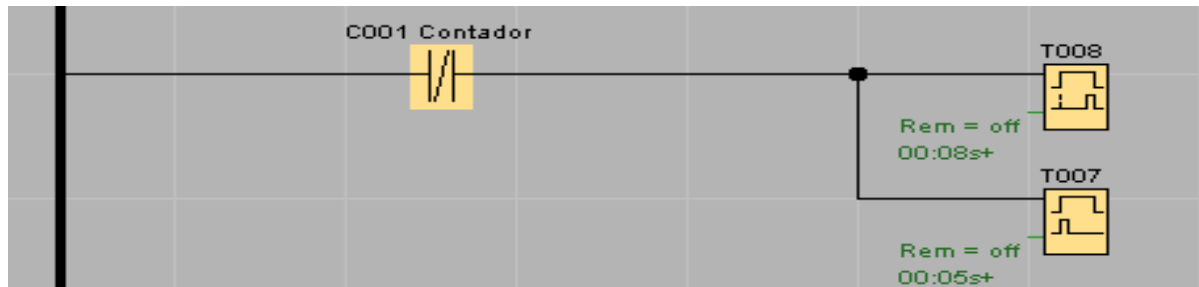


Figura 30 – Acionamento dos Temporizadores 07 e 08

O contador (C001) acionará os temporizadores (T008 e T007) quando receber o 10º pulso em sua entrada.

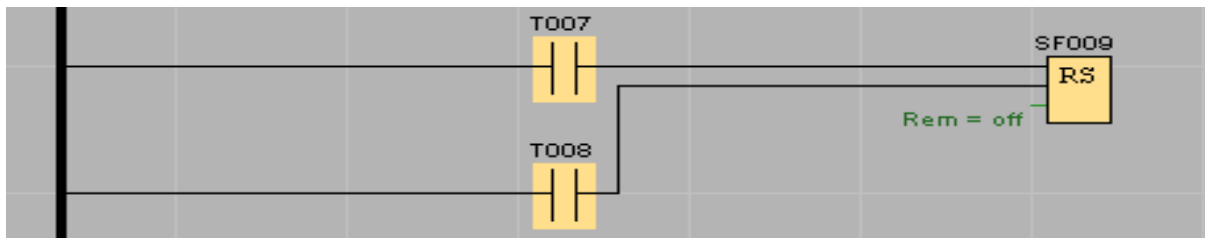


Figura 31 – Acionamento da Porta SF009

O temporizador 7 (T007) tem a função de SET da porta RS (SF009) com o tempo de 00:05s, e o temporizador 8 (T008) tem a função de RESET da porta RS (SF009) com o tempo de 00:08s.

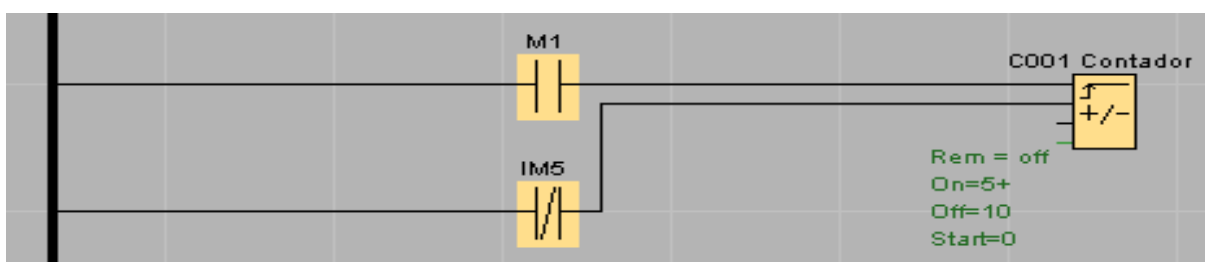


Figura 32 – Acionamento do Contador

O contador (C001) envia sinal alto em sua saída quando recebe o 5º pulso através da condição da memória 5 (IM5) e envia sinal baixo na sua saída quando recebe o 10º pulso através da memória 5 (IM5), sendo resetado pela memória 1 (M1).

6 DIFICULDADES ENCONTRADAS

A dificuldade inicial encontrada foi a indisponibilidade da embaladora para efetuar as medidas e a realização do projeto a ser instalado. Por se tratar de uma máquina presente e atuante na linha de produção, foi necessária a construção do painel elétrico, a elaboração do programa e o levantamento dos componentes de montagem sem a realização de testes durante o projeto, sendo necessário realizar modificações na estrutura e no comando após a realização do primeiro teste no equipamento.

Devido a embaladora estar na linha de produção, e não podendo haver interferências no processo, foi necessário desenvolver os ajustes em dias e horários em que a mesma não se encontrava em operação na produção, normalmente aos domingos.

Outra dificuldade encontrada foi a elaboração do programa lógico, em decorrência de ter sido o primeiro contato com o software, sendo adquirido conhecimento com a elaboração do projeto, e a necessidade de verificação se o programa atenderia as necessidades previstas pelo equipamento, sendo que ao final, teve-se o resultado esperado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes realizados no decorrer da implantação do sistema de automatização no processo de embalagem secundária trazem benefícios para a produção através da implantação do CLP, e dos pistões pneumáticos para o empilhamento em blocos os produtos.

O exemplo prático mostrou que a aplicação, seguindo a metodologia, alcançou os resultados esperados, se mostrou viável, mas a empresa optou por não implantar o sistema de automotização por vários fatores, dentre eles:

- Falta de espaço no setor: para a implantação do sistema terá que confeccionar outra esteira transportadora, pois no sistema atual são duas embaladoras em paralelo, onde seus produtos são transportados por uma única esteira, assim sendo, para a implantação de uma nova esteira terá que ampliar o setor.
- Controle de qualidade: o setor onde são embalados os produtos é considerado de alto risco de contaminação, por isso há um rigoroso controle de qualidade, onde não são permitidas as caixas de papelão.
- Projeto para fabricação de um novo produto: há um projeto para a implantação de uma linha nova de embutidos, sendo assim haverá mudanças no layout da empresa, onde será estudada a proposta de implantação do empilhador de empanados.

Dentre os resultados obtidos nos testes pode-se destacar a agilidade do processo, onde o produto está contado e empilhado em blocos de 5 em 5 unidades sobre a esteira transportadora, facilitando a embalagem final do produto, oferecendo assim maior qualidade e padronização no processo de embalagem secundária.

REFERÊNCIAS

FESTO, Catálogo linha geral Festo. – São Paulo. 2º edição, 1996.

UFPR. Elementos de máquinas II. Disponível em <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT102-Aula04.pdf>. Acesso em 08 de outubro de 2012.

CAPELLI, Alexandre. Automação Industrial: controle de movimentos e processos contínuos. Editora Érica 2008.

Manual técnico do micro CLP LOGO! 24RS, disponível em <http://www.siemens.com.br>. Acessado em 10 de janeiro de 2013.

Inversor Danfoss VLT® 2800 Series, características e benefícios em: http://www.danfoss.com/Latin_America_portuguese/BusinessAreas/DrivesSolutions/Frequency+Converter/VLT+2800+Series.htm. Acesso em 12 de dezembro de 2012.



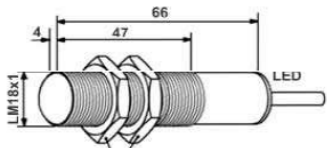
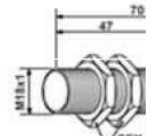
Características Técnicas do sensor fotoelétrico, disponível em <http://www.hbs.com.br>. Acessado em 12 de dezembro de 2012.

Funcionamento do Inversor de Frequência, disponível em: auttronic.com.br/novo/attachments/article/84/Inversores_de_Frequencia.pdf. Acessado em 12 de dezembro de 2012.

ANEXO I

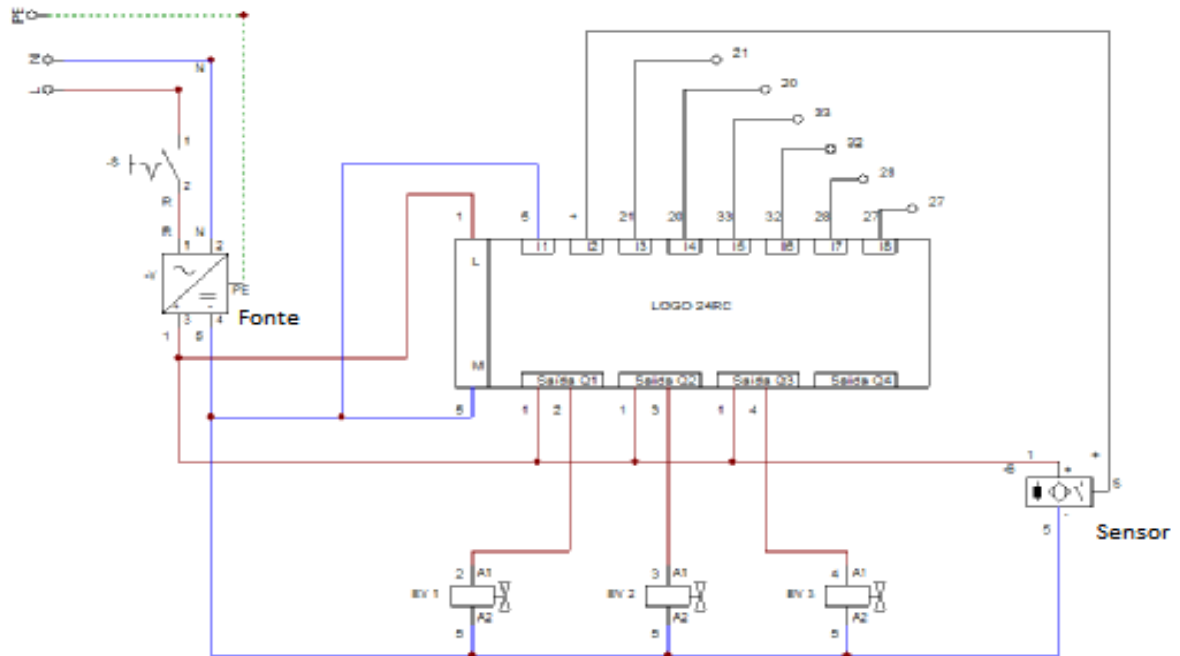
DATASHEET DO SENSOR

Características Técnicas

Sensores Fotoelétrico G/E18					
Cilíndrico com Cabo					
Saída NPN, PNP 6~36Vcc					
					
NPN - NA	G18-3A10NA	E18-3A10NA	G18-3B2NA	G18-3C5NA	G18-3A30NA
NPN - NF	G18-3A10NB	E18-3A10NB	G18-3B2NB	G18-3C5NB	G18-3A30NB
NPN - NA+NF	G18-3A10NC	E18-3A10NC	G18-3B2NC	G18-3C5NC	G18-3A30NC
PNP - NA	G18-3A10PA	E18-3A10PA	G18-3B2PA	G18-3C5PA	G18-3A30PA
PNP - NF	G18-3A10PB	E18-3A10PB	G18-3B2PB	G18-3C5PB	G18-3A30PB
PNP - NA+NF	G18-3A10PC	E18-3A10PC	G18-3B2PC	G18-3C5PC	G18-3A30PC
Modelo	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico
Sistema	Difuso	Difuso	Retrorefletivo	Barreira	Difuso
Distância sensorial nominal	10cm	10cm	2mts	5mts	30cm
Distância sensorial ajustável	não	não	não	não	sim
Diâmetro	18mm	18mm	18mm	18mm	18mm
Alvo padrão	papel branco 200 x 200 mm				
Repetibilidade	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Imunidade a luz solar	10.000 Lux				
Imunidade a luz incandescente	3.000 Lux				
Luz emitida	Infravermelha				
Tipo de objetos detectados	Transparentes ou opacos				
Número de fios	NA/NF 3 fios	NA/NF 3 fios	NA/NF 3 fios	NA/NF 3 fios	NA/NF 3 fios
	NA+NF 4 fios	NA+NF 4 fios	NA+NF 4 fios	NA+NF 4 fios	NA+NF 4 fios
Tempo de resposta	< 10ms	< 10ms	< 10ms	< 10ms	< 10ms
Tensão de alimentação	6 ~ 36 Vcc	6 ~ 36 Vcc	6 ~ 36 Vcc	6 ~ 36 Vcc	6 ~ 36 Vcc
Ripple/Corrente de consumo	15 mA (Max.)	15 mA (Max.)	15 mA (Max.)	15 mA (Max.)	15 mA (Max.)
Proteção de saída	Sobrecarga, contra surtos e inversão				
Corrente Max. de comutação	200mA				
Queda de tensão no sensor	< 3V	< 3V	< 3V	< 3V	< 3V
Sinalização	Led traseiro	Led traseiro	Led traseiro	Led traseiro	Led traseiro
Grau de proteção	IP 66	IP 67	IP 66	IP 66	IP 66
Temperatura de operação	-20°C~+55°C	-20°C~+65°C	-25°C~+75°C	-25°C~+75°C	-25°C~+75°C
Invólucro	Plástico roscado	Metálico roscado	Plástico roscado	Plástico roscado	Plástico roscado
Peso					
Tipo de cabeamento	cabo PVC 1,5 mts	cabo PVC 1,5 mts	cabo PVC 1,5 mts	cabo PVC 1,5 mts	cabo PVC 1,5 mts
Medidas dimensionais					

ANEXO II

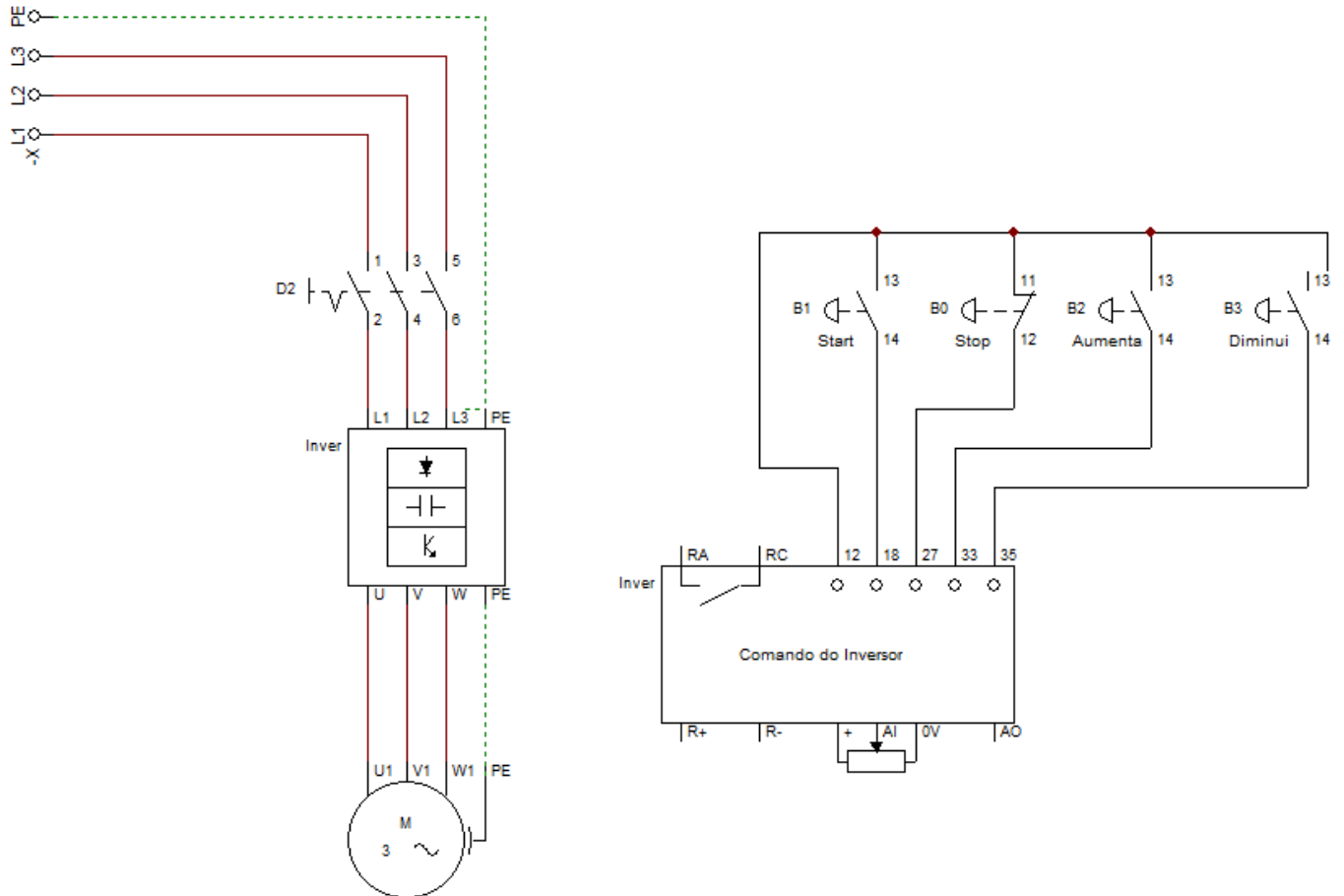
DIAGRAMA DE FORÇA E COMANDO DO EMPILHADOR DE EMPANADOS



I1 e I2	Entrada de sinal do sensor
I3 e I4	Botoeira de START
I5 e I6	Botoeira de STOP
I7 e I8	Botão de emergência
Saída Q1	Aciona eletroválvula 1 (EV1), pistão da caixa 1
Saída Q2	Aciona eletroválvula 2 (EV2) , pistão do direcionador
Saída Q3	Aciona eletroválvula 3 (EV3), pistão da caixa 2
EV1	Aciona pistão da caixa 1
EV2	Aciona pistão do direcionador
EV3	Aciona pistão da caixa 2
L e M	Alimentação do LOGO!
Fonte	Retifica tensão 220 VCA para 24 VCC
Sensor	Detecta a passagem dos produtos e envia sinal para o LOGO!

ANEXO III

DIAGRAMA DE FORÇA E COMANDO DA ESTEIRA



- 12 Alimentação das botoeiras
- 18 Botoeira START
- 27 Botoeira STOP
- 33 Botoeira para Aumentar a velocidade
- 35 Botoeira para Diminuir a velocidade

ANEXO IV

MATERIAIS UTILIZADOS

Itens			
Item	Descrição	Qtde	Valor Unitário R\$
1	Inversor de Frequência	1	250,00
2	Cilindro pneumático 120 mm	2	330,00
3	Cilindro pneumático 90 mm	1	220,00
4	Eletroválvulas 5/2 vias Festo	3	250,00
5	Mangueiras, conexões pneumáticas	10	23,00
6	Painel PVC (Elétrico)	1	120,00
7	Cabos, bornes e terminais	65	6,20
8	Sensor fotocélula	1	220,00
9	Fonte 220/24 v	1	43,00
10	Rele Siemens	1	45,00
11	Micro CLP, LOGO! Siemens	1	420,00
12	Disjuntor motor trifásico 10A	1	130,00
13	Disjuntor monofásico 2A	1	10,50
14	Chapa em aço 18/ SAE 1020	1	100,00
Total			R\$ 3601,50