

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

ENGENHARIA MECÂNICA

RENATO CARVALHO BALDIM

**AUTOMAÇÃO DE UMA EMBALADEIRA DE FILME PLÁSTICO DE LEITE
PNEUMÁTICA**

Varginha/MG

2011

FEPESMIG

RENATO CARVALHO BALDIM

**AUTOMAÇÃO DE UMA EMBALADEIRA DE FILME PLÁSTICO DE LEITE
PNEUMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico, sob orientação do Professor Ms. Alexandre de Oliveira Lopes.

Varginha/MG

2011

FEPESMIG

RENATO CARVALHO BALDIM

**AUTOMAÇÃO DE UMA EMBALADEIRA DE FILME PLÁSTICO DE LEITE
PNEUMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico, sob orientação do Professor Ms. Alexandre de Oliveira Lopes.

Aprovado em 02/12/2011

Professor Ms. Alexandre de Oliveira Lopes

Professor Ms. Luiz Carlos Vieira Guedes

Dedico este trabalho ao meu pai, esposa, filha e irmãos. Dedico também, de maneira especial à minha Mãe, que mesmo não podendo estar ao meu lado, nunca deixou de olhar por mim.

RESUMO

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é apresentar um projeto de automação de uma embaladeira de filme plástico de leite pneumática, abordando um estudo de caso a realização do seu *retrofit*, e também um comparativo do *retrofit* dessa embaladeira com a compra de uma embaladeira nova. O estudo do projeto apresenta as partes constituintes da embaladeira pneumática automatizada, a sequência lógica de trabalho da embaladeira, a definição da forma esquemática dos circuitos de comandos pneumáticos, a elaboração do programa Ladder, com a apresentação de um cálculo do consumo de ar comprimido da embaladeira. O projeto conclui-se com a importância da automação da embaladeira como funcionamento versátil, garantindo aumento de produção e excelência de qualidade, além de diminuição de gastos e redução no custo final do produto.

Palavras-chave: Automação. Pneumática. *Retrofit*.

ABSTRACT

The objective of this study that concluded the course is to present an automation project a wrapping film plastic milk pneumatics, addressing a comparative case study retrofit the rocker with the purchase of a new sill. The design study shows the constituent parts of pneumatic automated wrapping machine, the logical sequence of work the rocker, the definition of a schematic circuit of pneumatic controls, program development ladder, with the presentation of a calculation of consumption of compressed air doorframe. The project concludes with the importance of automation as the rocker versatile functioning, increasing production and ensuring excellence in quality, and reduce expenses and reduce the final cost of the product.

Key words: Automation. Pneumatics. Retrofit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – Embaladeira Pneumática de Leite	12
FIGURA 02 – Cilindro Pneumático de uma Embaladeira de Leite	13
FIGURA 03 – Conjunto Dosador de uma Embaladeira Pneumática de Leite	15
FIGURA 04 – Conjunto de Tração da Embalagem de uma Embaladeira Pneumática	15
FIGURA 05 – Conjunto de Tração da Embalagem de uma Embaladeira Pneumática	16
FIGURA 06 – Conjunto de Datador de uma Embaladeira Pneumática de Leite	16
FIGURA 07 – Soldagem Vertical de uma Embaladeira Pneumática de Leite	17
FIGURA 08 – Soldagem Horizontal de uma Embaladeira Pneumática de Leite	17
FIGURA 09 – Tanque de Equilíbrio de uma Embaladeira Pneumática de Leite	18
FIGURA 10 – CLP – Controlador Lógico Programável	19
FIGURA 11 – Válvulas Solenóides Pneumáticas	20
FIGURA 12 – Botoeiras: Botão Liga	20
FIGURA 13 – Sensores Indutivos	21
FIGURA 14 – Pressostato Pneumático de uma Embaladeira de Leite	22
FIGURA 15 – Unidade de Conservação Pneumática de uma Embaladeira de Leite	22
FIGURA 16 – Bomba de Leite de uma Embaladeira Pneumática de Leite	23
FIGURA 17 – Circuito de Avanço e Retorno do Cilindro do Filme	29
FIGURA 18 – Circuito Avanço e Retorno do Cilindro da Resistência Vertical	30
FIGURA 19 – Circuito de Avanço e Retorno do Cilindro da Resistência Horizontal	30
FIGURA 20 – Circuito de Avanço e Recuo do Cilindro do Datador	31
FIGURA 21 – Circuito de Avanço do Cilindro da Válvula de Dosagem	31
FIGURA 22 – Representação esquemática do primeiro cartão de saída do CLP	34
FIGURA 23 – Representação esquemática do segundo cartão de saída do CLP	34
FIGURA 24 – Representação esquemática do primeiro cartão de entrada do CLP	35
FIGURA 25 – Representação esquemática do segundo cartão de entrada do CLP	35
FIGURA 26 – Representação de uma parte do programa Ladder	36
FIGURA 27 – Representação do Ladder da dosagem	43
FIGURA 28 – Representação do Ladder do filme	44
FIGURA 29 – Representação do Ladder da solda vertical	45
FIGURA 30 – Representação do Ladder da solda horizontal	46
FIGURA 31 – Representação do Ladder do datador	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Justificativa	8
1.2 Cronograma de Atividades	9
2. AUTOMAÇÃO DE UMA EMBALADEIRA DE FILME PLÁSTICO DE LEITE PNEUMÁTICA	10
2.1 Viabilidade Econômica	13
2.2 Partes constituintes da Embaladeira Pneumática Automatizada	14
2.3 Embalagens: conceitos e importância	23
2.3.1 Importância do Conceito no Projeto de Embalagens	24
2.3.2 Tipos de Embalagem	26
2.4 Sequência Lógica de Trabalho de uma Embaladeira de Filme Plástico de Leite Pneumática	27
2.5 Definições de Circuitos	28
2.5.1 Definição do Circuito Pneumático	29
2.5.2 Definição do Circuito Elétrico	32
2.5.3 Elaboração do Programa Ladder	36
2.6 Cálculos do Consumo de Ar Comprimido da Embaladeira	37
3 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	42
ANEXO	43

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas estão cada vez mais, preocupadas com a concorrência, as quais oferecem produtos de alta qualidade e preços competitivos. Seja na área produtiva, controle de materiais, controle de qualidade, embalagens, produtividade, segurança, entre outros, estas empresas estão procurando a melhor solução para enfrentar a concorrência acirrada provocada pelas necessidades de consumo cada vez maior. E o caminho encontrado está relacionado na “Automação”.

Esse caminho da automação visa aumentar a sua eficiência, maximizar a produção com o menor consumo de energia e/ou matérias primas, menor emissão de resíduos de qualquer espécie, melhores condições de segurança, seja material, humana ou das informações referentes a esse processo. E ainda, reduzir o esforço ou a interferência humana sobre esse processo ou máquina. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos das máquinas para auxiliá-los em seus trabalhos.

O trabalho de conclusão busca apresentar uma forma de automatização do comando de acionamento de uma embaladeira de leite pneumática, que se utiliza de filme plástico como embalagem, promovendo a solução do problema da empresa que é a automação do equipamento. Um projeto eletropneumático com o objetivo de tornar a embaladeira de leite totalmente automática. O estudo dos circuitos pneumáticos, elétricos e eletrônicos do comando de acionamento, apresentando uma sequência lógica que a embaladeira deve seguir para realizar seus movimentos e satisfazendo a necessidade da empresa.

A contribuição apresenta-se no desafio de automatizar uma embaladeira mecânica, provando ainda que o *retrofit* da mesma, é vantajoso.

1.1 Justificativa

As aplicações da Automação Pneumática estão presentes nas grandes, médias ou pequenas empresas, com ampla gama de contribuições. Duas tendências que estão ampliando o interesse da indústria pelas máquinas e equipamentos pneumáticos. A crescente importância da automação no chão de fábrica, uma tendência tão antiga quanto à indústria, mas que nunca foi tão criticamente necessária como hoje em dia.

Este trabalho tem como motivação, atender a necessidade de uma pequena empresa, apresentando o desafio de automatizar uma embaladeira mecânica. Através de um estudo foi apresentada etapas (que seguem abaixo no cronograma de atividades) para possível realização do projeto. Permitindo assim, provar que o *retrofit* do equipamento era capaz de atender a produção com qualidade e um menor custo.

1.2 Cronograma de Atividades

Etapas do Projeto	Agosto/2010	Setembro/2010	Outubro/2010
1- Levantamento do funcionamento da Embaladeira	18 a 29		
2- Estudo das Normas Sanitárias para envazamento da Lei	30	07	
3- Compras de componentes eletroeletrônico e/ou pneumáticos		08 a 14	
4- Montagem geral dos circuitos pneumáticos		15 a 21	
5- Montagem e instalação do painel elétrico de comando		22	03
6- Elaboração do programa Ladder do CLP			04 a 17
7- Testes de funcionamento da Embaladeira			18 a 24
8- Colocação em produção da Embaladeira			25

Fonte: O Autor.

2 AUTOMAÇÃO DE UMA EMBALADEIRA DE FILME PLÁSTICO DE LEITE PNEUMÁTICA

As vantagens de automatizar os processos são relativamente óbvias e começam a ter uma aceitação significativa nas preocupações da gestão das empresas. A automatização implica em primeiro lugar uma análise e representação precisa das atividades realizadas dentro da empresa, esta análise permite clarificar, melhorar e otimizar as atividades bem como as suas interligações e interações, dito de outra forma, permite arquitetar os processos de negócio da empresa. As representações fidedignas dos processos são muito úteis para o conhecimento da empresa e para formação dos seus colaboradores. A automatização de processos é o caminho a seguir quando se pretende suportar melhor o negócio e controlar a complexidade e os custos da produção. (MARQUES, 2007)

Segundo Negri (2001, p. 07) emprega-se a denominação de sistemas de automação quando se interpreta que um conjunto de componentes interconectados tem como função principal a realização de uma ou mais ações segundo uma lógica pré-determinada e em resposta à ocorrência de eventos. As ações podem ser o avanço ou recuo de um cilindro, o acionamento ou não de uma ventosa, o acionamento ou parada de um motor elétrico, pneumático ou hidráulico. Os eventos correspondem a sinais decorrentes do término de uma tarefa ou à mudança do estado de um dispositivo, caracterizando-se por serem abruptos e instantâneos.

Ainda, segundo Negri (2001, p. 08), os sistemas de automação são também denominados de sistemas de comando, originando a denominação de comandos pneumáticos e comandos hidráulicos.

A automação de uma embaladeira pneumática de leite, assim, para um melhor entendimento, primeiramente daremos alguns conceitos de termos que farão parte do nosso assunto.

Pneumática é uma palavra de origem grega *pneuma*, que significa fôlego, vento, sopro. Logo, pneumática é conceituada como a matéria que trata dos movimentos e fenômenos dos gases.

Um sistema pneumático é um conjunto de elementos físicos convenientemente associados que, utilizando um gás como meio de transferência de energia, permite a transmissão e controle de forças e movimentos.

Da mesma forma que o óleo o ar comprimido também é utilizado como meio de transmissão de energia, e desde que guardadas suas diferenças comportamentais, para um grande número de aplicações industriais torna-se a maneira mais viável de fazê-la, seja por razões econômicas e/ou construtivas. (NEGRI, 1998, p. 54)

Força e movimento podem ser transmitidos por vários meios. O meio mais conhecido é a transmissão mecânica direta, que pode variar desde uma simples alavanca até os mais complexos conjuntos de “caixas de câmbio”. Quando há uma

grande distância entre o ponto de geração de força e o de sua aplicação, surge a necessidade de transformar a energia mecânica através de geradores em elétrica, que pode ser transportada por cabos até o ponto de aplicação e novamente transformada em mecânica, por meio de motores elétricos. (DRAPINSKI, 1920, p. 01)

“Quando este meio for gasoso, como ar, nitrogênio, ou outro gás tratar-se-á de ‘Pneumática’.”(DRAPINSKI, 1920, p. 01)

Os sistemas que recebem especial atenção neste manual são os sistemas aplicados à mecânica, ou seja, circuitos usados para transmissão e transformação de energia em máquinas. O circuito pneumático transmite e transforma esta energia, devendo possuir para isso os seguintes elementos essenciais:

- a) fluido para transmitir pressão e movimento;
- b) reservatório que contém o fluido;
- c) bomba para produzir o fluxo do fluido (em pneumática o compressor);
- d) válvulas para controlar pressões e velocidades e dirigir o fluxo;
- e) cilindro ou motor pneumático para converter a “força fluida” em mecânica;
- f) dutos de transporte do fluido;
- g) filtros para manter o fluido limpo;
- h) trocadores de calor para manter o fluido na temperatura desejada. (DRAPINSKI, 1920)

O projeto de automação pneumática aqui apresentado, significa a dinâmica organizada dos automatismos, ou seja, suas associações de uma forma otimizada e direcionada à consecução dos objetivos do progresso humano. Portanto, não é, nunca foi e nunca será a mera substituição do elemento humano dentro do processo fabril, mas sim um meio de garantir alta produtividade com elevada eficiência e padrão de qualidade, permitindo redução no custo final do produto, bem como sua disponibilidade em tempo relativamente menor e em quantidades maiores. (FIALHO, 2008)

A Automação é definida como a dinâmica organizada dos automatismos, ou seja, suas associações de uma forma otimizada e direcionada à consecução dos objetivos do progresso humano.

Automatismo são os meios, os instrumentos, máquinas, processos de trabalho, ferramentas ou recursos capazes de potencializar, reduzir ou até mesmo eliminar a ação humana dentro de um determinado processo produtivo, objetivando com isso é claro, otimização e conseqüente melhoria de produtividade.

A Embaladeira é um dispositivo manual ou automático, que tem a finalidade de envolver um determinado produto com sua embalagem.



FIGURA 01- Embaladeira Pneumática de Leite
Fonte: O Autor.

A pneumática é, sem dúvida, o elemento mais simples, de maior rendimento e de menor custo que pode ser utilizado na solução de muitos problemas de automatização, fato devido a uma série de características próprias de seu fluido de utilização, que no caso é o ar.

Em seguida, são apresentadas essas características: Quantidade; Transporte; Armazenagem; Temperatura; Segurança; Limpeza; Construção; Velocidade; Regulagem; Segurança contra sobrecarga. (FIALHO, 2008)

Cilindro Pneumático é um dispositivo que converte a força fluida em mecânica proporcionando um movimento em linha reta, suave e controlável. Ele pode ser de simples ou dupla ação.

Os cilindros de simples ação são dispositivos pneumáticos utilizados para a extensão ou retração unidirecional de uma haste ou pistão através da introdução de quantidades variadas de ar comprimido em um cilindro de sistema fechado. Também conhecidos como cilindros de ar, estes aparelhos têm um número de aplicações mecânicas, convertendo a energia de ar comprimido em energia mecânica. Cilindros de dupla ação são atuadores bidirecionais lineares que utilizam os diferenciais de pressão para converter a energia de ar comprimido em energia mecânica. A extensão e a retração de uma haste de pistão em consequência da introdução de quantidades variadas de ar comprimido em um sistema fechado do cilindro, são as funções básicas de todos os cilindros de ar. Ao contrário de cilindros de simples efeito, cilindros de ar de dupla ação oferecem movimento ativado em duas direções, em vez de uma. (MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS, 2011)



FIGURA 02- Cilindro Pneumático de uma Embaladeira de Leite
Fonte: O Autor.

2.1 Viabilidade Econômica

A decisão da empresa em investir em equipamentos automatizados já fora tomada por sua diretoria, logicamente levando em consideração seus próprios critérios. Restava apenas decidir se compraria um equipamento novo (embaladeira já automatizada), ou se aproveitaria a oportunidade de comprar um equipamento usado, que já possuía um certo grau de automação, mas que estava com todo o circuito elétrico e eletrônico danificado, e que por isso necessitaria de investimento.

Para apresentar uma idéia do valor desse investimento, foi feito um estudo de caso. O qual, teve o objetivo de avaliar por um lado a estrutura da máquina e o funcionamento ou não dos componentes existentes, e assim elaborar uma planilha de custos contendo os gastos que seriam necessários para deixar a embaladeira usada em condições de uso que fosse similar a da embaladeira nova.

<i>Quant.</i>	<i>Unid.</i>	<i>Descrição dos Itens/Materiais</i>	<i>Valor Unit.</i>	<i>Valor Total</i>
4	pç	Válvula Solenóide de 1/4" 5/2 vias 220 Vac	R\$ 130,00	R\$ 520,00
1	pç	Válvula Solenóide de 1/4" 3/2 vias 220 Vac	R\$ 130,00	R\$ 130,00
5	pç	Cilindro Pneumático 30 x 35 mm	R\$ 120,00	R\$ 600,00
1	pç	Cilindro Pneumático 55 x 190 mm	R\$ 220,00	R\$ 220,00
1	pç	Cilindro Pneumático 75 x 80 mm	R\$ 246,00	R\$ 246,00
23	pç	Engate Rápido 1/4" x 8	R\$ 6,50	R\$ 149,50
10	m	Mangueira Pneumática Festo 8	R\$ 3,50	R\$ 35,00
1	pç	CLP Logo Siemens 6ED1-1F00-0BA5	R\$ 420,00	R\$ 420,00
1	pç	Cartão de Expansão Logo com 8 entrada e 8 saídas digitais	R\$ 400,00	R\$ 400,00
1	pç	Botão tipo Cogumelo Vermelho trava diâmetro 22,5 mm	R\$ 11,58	R\$ 11,58
1	pç	Chave Seletora de 3 posições diâmetro de 22,5 mm	R\$ 12,74	R\$ 12,74
1	pç	Botão tipo pulso Vermelho contato NF e diâm. 22,5 mm	R\$ 9,07	R\$ 9,07
7	pç	Botão tipo pulso Verde contato Na e diâmetro 22,5 mm	R\$ 9,07	R\$ 63,49

2	pç	Sensores Indutivos de 3 fios com diâmetro de 12 mm	R\$ 125,50	R\$ 251,00
1	pç	Unidade de Conservação Pneumática 1/4"	R\$ 120,00	R\$ 120,00
1	pç	Pressostato Pneumático	R\$ 103,84	R\$ 103,84
1	pç	Conjunto Motor + Bomba Sanitária Centrifuga de 1/2 cv	R\$ 1.355,50	R\$ 1.355,50
1	pç	Lâmpada Germicida de 20 W	R\$ 98,57	R\$ 98,57
100	m	Cabo Flexível 1,0 mm ² Vermelho	R\$ 0,29	R\$ 29,00
3	m	Cabo tipo PP 4 x 1,0 mm ²	R\$ 1,43	R\$ 4,29
3	m	Cabo tipo PP 2 x 2,5 mm ²	R\$ 1,73	R\$ 5,19
5	m	Cabo tipo PP 2 x 1,0 mm ²	R\$ 0,77	R\$ 3,85
200	pç	Terminal tipo Tubular Vermelho (para cabos até 1,5 mm ²)	R\$ 0,05	R\$ 10,00
20	pç	Terminal tipo Tubular Azul (para cabos até 2,5 mm ²)	R\$ 0,07	R\$ 1,40
			Subtotal	R\$ 4.800,02
		Total de Materiais		R\$ 4.800,02
		Mão de obra		R\$ 4.000,00
		Aquisição da Embaladeira usada		R\$ 6.000,00
			Total Geral	R\$ 14.800,02

Fonte: O Autor.

De acordo com planilha acima, o investimento seria de R\$ 14.800,02, considerando um acréscimo de 10% neste valor (caso apareça mais algum gasto não previsto) o custo da embaladeira usada ficaria em R\$ 16.280,02.

Como o valor da embaladeira nova é de R\$ 25.000,00, a compra do equipamento usado para *retrofit*, resulta numa economia de R\$ 8.719,98..

De acordo com o resultado do estudo de caso, a empresa optou pela compra do equipamento usado e conseqüentemente o seu *retrofit*.

2.2 Partes constituintes da Embaladeira Pneumática Automatizada

Para facilitar o entendimento do funcionamento da embaladeira em questão, vamos dividi-la em sete subconjuntos das partes constituintes. São eles:

A- Conjunto Dosador: a dosagem do leite se dá pelo movimento de um cilindro que abrirá uma válvula para que o leite saia. O movimento de avanço (abertura da válvula) desse cilindro é comandado por uma válvula solenóide pneumática de 3/2 vias. Já o movimento de retorno (fechamento da válvula) é feito pela ação de uma mola interna ao cilindro. A válvula por sua vez, é comanda pelo CLP.

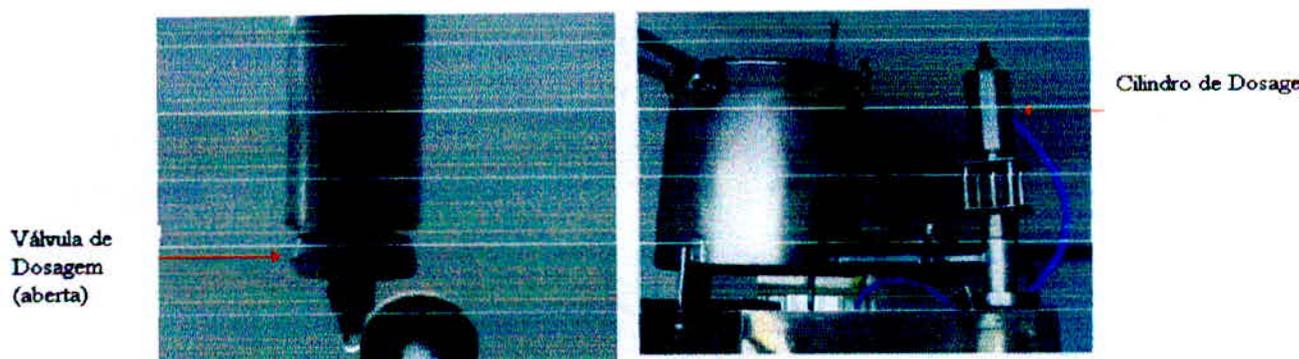


FIGURA 03- Conjunto Dosador de uma Embaladeira Pneumática de Leite
Fonte: O Autor.

B- Conjunto de Tração da Embalagem: o filme (embalagem) deve ser forçado a passar pelo Conformador da máquina chegando a resistência, através do movimento do cilindro de Avanço do Filme. Esse cilindro está conectado a uma cremalheira que tem a finalidade de transmitir potência a uma engrenagem presa ao eixo dos roletes, esses roletes por sua vez, tem o objetivo de tracionar o filme. O cilindro tem seus movimentos de avanço e retorno comandados por uma válvula solenóide pneumática de 5/2 vias. E a válvula é comandada pelo CLP.



FIGURA 04- Conjunto de Tração da Embalagem de uma Embaladeira Pneumática de Leite
Fonte: O Autor.

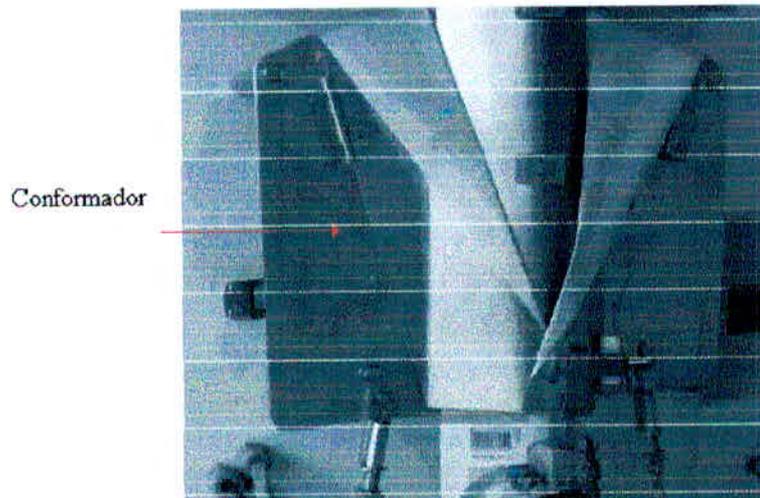


FIGURA 05- Conjunto de Tração da Embalagem de uma Embaladeira Pneumática de Leite
Fonte: O Autor.

C- Conjunto Datador: equipamento é provido de um datador que imprime na embalagem as datas de dia de fabricação e de vencimento. Para que a dada seja impressa basta que o cilindro do datador avance. Assim o carimbo térmico preso a sua haste atingirá a embalagem. O cilindro tem seus movimentos de avanço e retorno comandados por uma válvula solenóide pneumática de 5/2 vias. E a válvula é comandada pelo CLP.

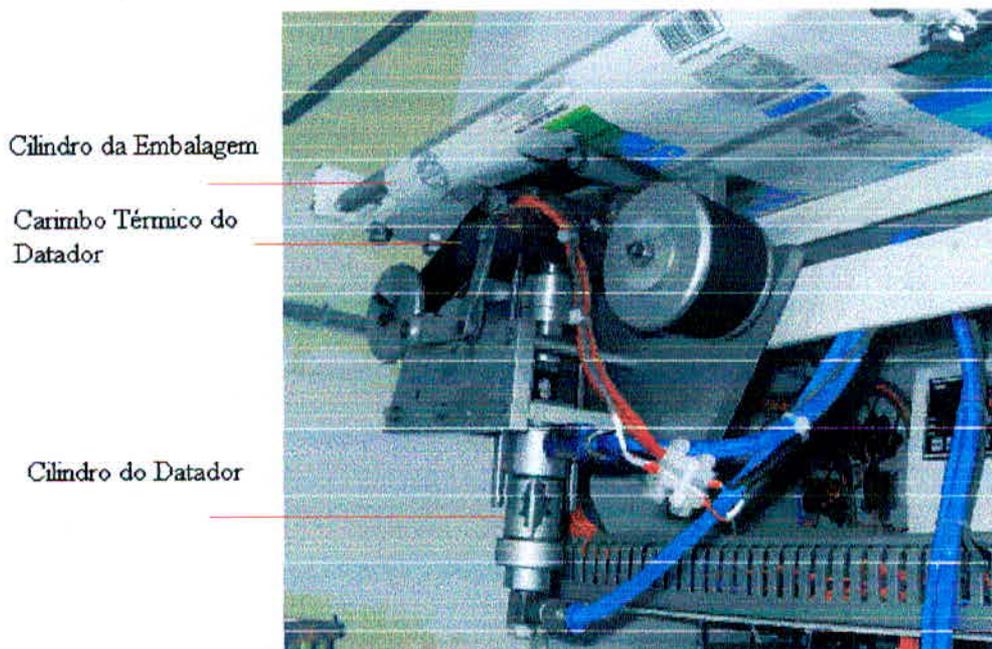


FIGURA 06- Conjunto de Datador de uma Embaladeira Pneumática de Leite
Fonte: O Autor.

D- Soldagem Vertical: para que a soldagem no sentido longitudinal da embalagem aconteça, é necessário o avanço do Cilindro da Solda Vertical. Preso a sua haste esta a resistência que ao comprimir (devido ao avanço do cilindro) as duas superfícies da

embalagem deve ser ligada. O calor liberado pela resistência ira fundir as duas superficies. O cilindro tem seus movimentos de avanço e retorno comandados por uma válvula solenóide pneumática de 5/2 vias. E a válvula é comandada pelo CLP.

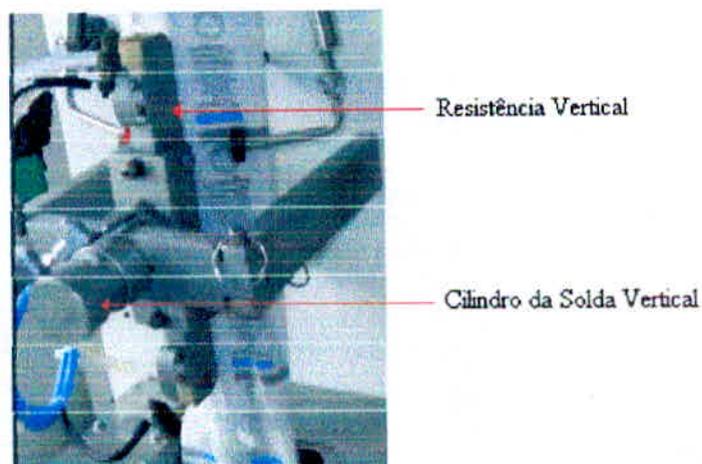


FIGURA 07- Soldagem Vertical de uma Embaladeira Pneumática de Leite
Fonte: O Autor.

E- Soldagem Horizontal: a solda horizontal é a que acontece no sentido transversal do filme. Sua função é muito semelhante a da solda vertical. Porém essa além de fundir as superficies do filme também precisa cortá-lo.

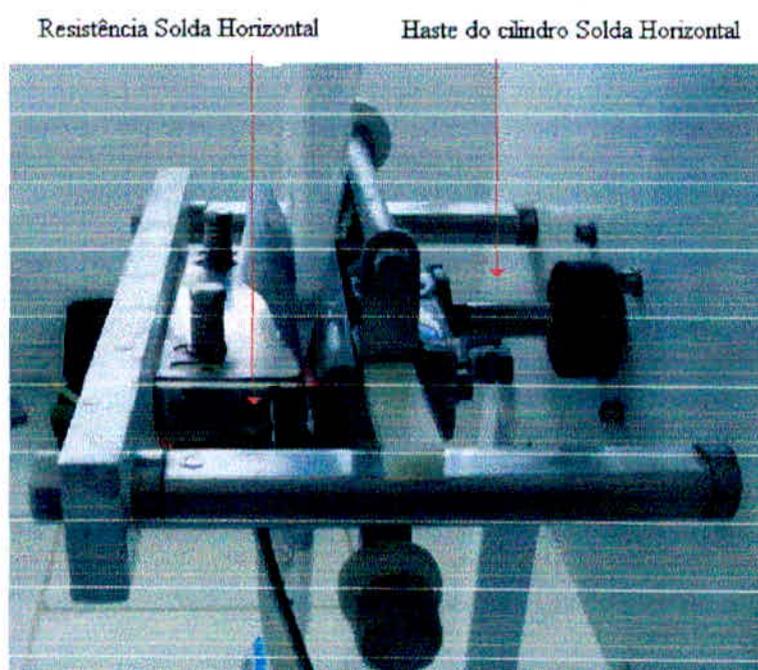


FIGURA 08- Soldagem Horizontal de uma Embaladeira Pneumática de Leite
Fonte: O Autor.

F- Tanque de Equilíbrio: sua função é fazer com que o nível de leite em seu interior seja sempre o mesmo. Para isso ele possui internamente uma válvula prensa a uma

bóia. Com o aumento do nível de leite no interior do tanque a bóia tende a subir fazendo com que a válvula se feche, e com a queda do nível a mesma se abre para que mais leite adentre o tanque. Assim temos um equilíbrio no nível de leite em seu interior, e isso possibilitará uma maior precisão na **densidade do leite**.

A densidade do leite, é a relação entre peso e volume. Um litro de leite normal pesa de 1.028 a 1.033 gramas. Abaixo ou acima desse intervalo, o leite pode ter a sua qualidade comprometida e ser recusado pelas indústrias. Deve-se considerar que um leite com um alto teor de gordura, como por exemplo, acima de 4,5%, terá provavelmente uma densidade abaixo de 1.028 gramas. Para evitar fraudes por aguagem, a densidade do leite é medida, diariamente, na indústria. (EMBRAPA, 2005)

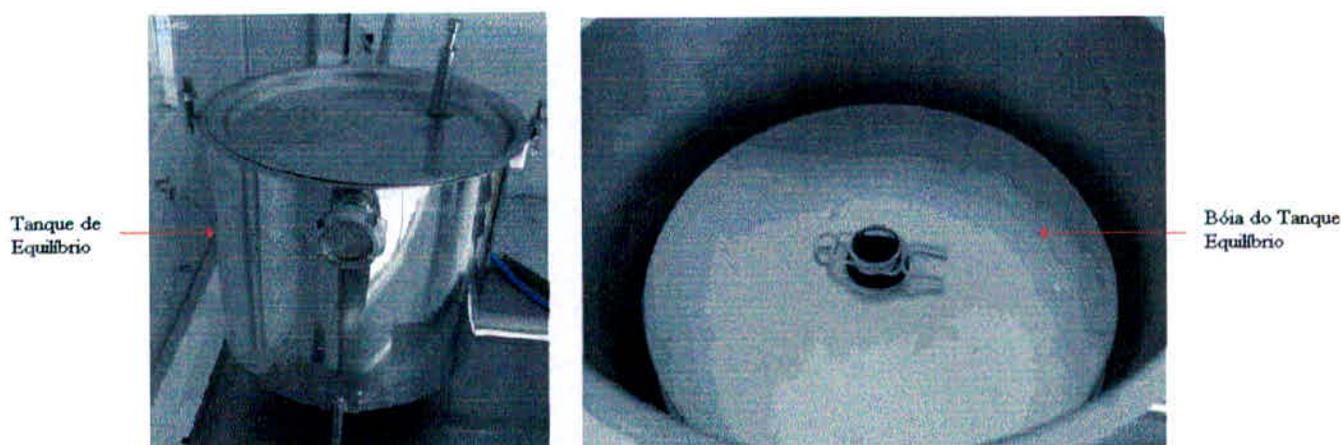


FIGURA 09- Tanque de Equilíbrio de uma Embaladeira Pneumática de Leite

Fonte: O Autor.

G- Componentes do Circuito de Comando: o circuito de comando é parte responsável pela realização de todas as funções de maneira e na hora correta, ou seja, a quem controla todas as ações da embaladeira. Ele se subdivide em:

CLP: Controlador Lógico Programável, também chamado de PLC *Program Logic Controller* é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis que desempenha funções de controle definidas pelo usuário através de uma linguagem específica de programação chamada de *Ladder*. Em outras palavras é o cérebro da máquina.

De acordo com Georgini (2007, p. 48), o Controlador Lógico Programável, ou simplesmente CLP, pode ser definido como um dispositivo de estado sólido – um computador industrial, capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle, além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de Sistemas Automatizados.

Para Fialho (2008, p. 205), os primeiros modelos de aplicação industrial surgiram a partir de 1969, fazendo sucesso quase imediato. Funcionando como substitutos de relés, até mesmo esses primeiros CLPs eram mais confiáveis do que sistemas baseados em relés, principalmente devido à robustez de seus componentes de estado sólido quando comparados às peças móveis dos relés eletromecânicos. Os CLPs permitiram diminuir os custos de materiais, mão de obra, instalação e localização de falhas ao reduzir a necessidade de fiação e os erros associados. Eles ocupavam menos espaço que os contadores, temporizadores e outros componentes de controle anteriormente utilizados. E a possibilidade de serem programados permitiu maior flexibilidade para trocar os esquemas de controle.

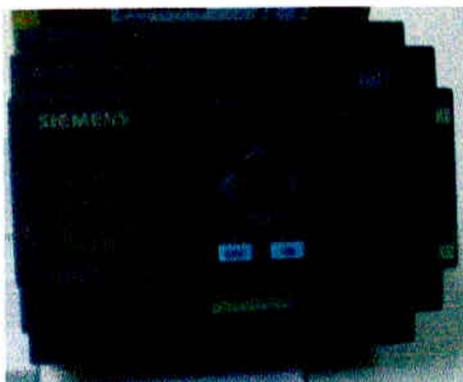


FIGURA 10 – CLP – Controlador Lógico Programável
Fonte: O Autor.

Válvulas Solenóides Pneumáticas: dispositivo capaz de controlar a vazão do fluido (ar comprimido) através de pulsos elétricos. Sua finalidade no projeto é controlar os movimentos de avanço de retorno dos cilindros, sendo que cada cilindro possui uma válvula independente. As válvulas por sua vez são controladas pelo CLP.

Para este processo de automação de uma embaladeira de filme plástico de leite pneumática, foi utilizado apenas Válvulas Solenóides Pneumáticas de 5/2 vias e 3/2 vias.

A válvula é um componente do circuito pneumático que se destina a controlar a direção, pressão e/ou vazão do ar comprimido. Elas podem ser de controle direcional de 2, 3, 4 ou 5 vias, reguladores de vazão ou pressão e de bloqueio, com diversos tipos de atuadores. São usadas para evitar a mistura de líquidos e gases, desviando e fazendo a ventilação para vários tipos de máquinas e equipamentos. (MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS, 2011)

A válvula reguladora de pressão é responsável por prevenir a oscilação de pressão e por controlar a pressão, pois é percorrido através de um atuador ou em outra parte de um sistema pneumático. Uma válvula reguladora de pressão deve garantir que se mantenha a pressão do ar de saída em uma constante, independentemente das mudanças na pressão em pontos no início do sistema e mudanças no fluxo. (MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS, 2011)



FIGURA 11 – Válvulas Solenóides Pneumáticas
Fonte: O Autor.

Botoeiras: são dispositivos usados para o envio de pulsos elétricos ao CLP. Ao todo serão usadas onze botoeiras, sendo:

A- Botão de Emergência. Esse deve ser do tipo cogumelo de cor vermelha e com contato normalmente fechado. Quando este botão é pressionado a embaladeira deve parar imediatamente, independente de qual função estiver realizando.

B- Chave Seletora de 3 posições. A posição 1 indicará ao CLP que a máquina esta em MANUAL. A posição 2 indicará máquina em AUTOMÁTICO. E a posição 3 indicará máquina em LIMPEZA.

C- Botão Liga. Deve ser do tipo pulso de cor verde e com contato normalmente aberto. Quando pressionado, com máquina em automático, a mesma deve iniciar seu ciclo de trabalho.



FIGURA 12 – Botoeiras: Botão Liga
Fonte: O Autor.

D- Botão Desliga. Deve ser do tipo pulso de cor vermelha e com contato normalmente aberto. Pressionado com a máquina trabalhando, a mesma deve terminar o ciclo e não reiniciá-lo.

E- Botão Avanço do Filme. Deve ser do tipo pulso de cor verde e com contado normalmente aberto. Com a máquina em manual, ao pressionar esse botão o filme deve ser avançado.

F- Botão Dosador. Deve ser do tipo pulso de cor verde e com contado normalmente aberto. Ao pressionar esse botão a máquina deve abrir a válvula para que o leite saia, mas isso somente se a máquina estiver em manual.

G- Botão da Solda Vertical. Deve ser do tipo pulso de cor verde e com contado normalmente aberto. Ao ser pressionado com a máquina em manual, a resistência da solda vertical é ligada, independentemente da posição do cilindro da solda vertical.

H- Chave Liga/Desliga Cilindro da Solda Vertical. Com a chave na posição ligada e a embaladeira em manual o cilindro deve avançar.

I- Botão da Solda Horizontal. Deve ser do tipo pulso de cor verde e com contado normalmente aberto. Ao ser pressionado com a máquina em manual, a resistência da solda horizontal é ligada, independentemente da posição do cilindro da solda horizontal.

J- Chave Liga/Desliga Cilindro da Solda Horizontal. Com a chave na posição ligada e a embaladeira em manual o cilindro deve avançar.

K- Botão do Datador. Deve ser do tipo pulso de cor verde e com contado normalmente aberto. Ao ser pressionado o cilindro do datador deve avançar imprimindo as datas de vencimento e dia de produção no filme, mas somente se a embaladeira estiver em manual.

Sensores Indutivos: é um dispositivo capaz de detectar um estímulo magnético e converte-lo em um pulso elétrico enviando-o para o CLP.



FIGURA 13 – Sensores Indutivos
Fonte: O Autor.

Pressostato Pneumático: dispositivo destinado a sentir a pressão do ar. Quando ar atinge a pressão ajustado no mesmo, é enviado um pulso elétrico ao CLP.

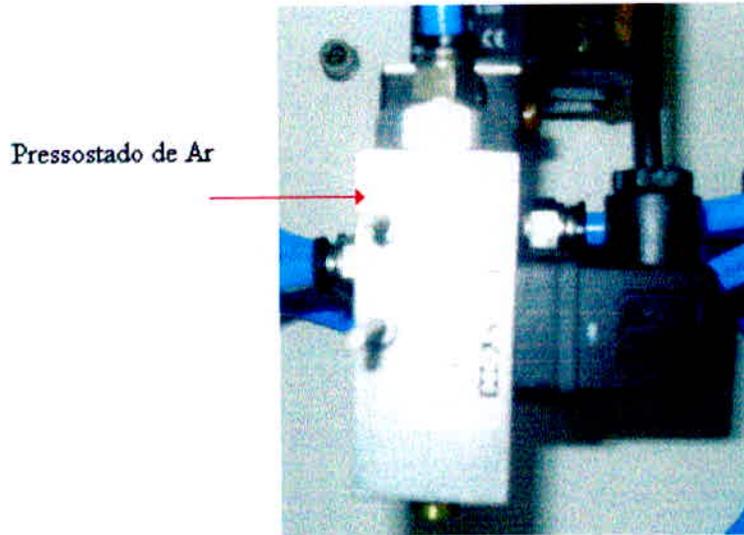


FIGURA 14 – Pressostato Pneumático de uma Embaladeira de Leite
Fonte: O Autor.

Unidade de Conservação Pneumática: dispositivo destinada a filtragem e lubrificação do ar comprimido. Também possibilita a regulagem da pressão do ar de alimentação, será utilizado pelas válvulas e cilindros.

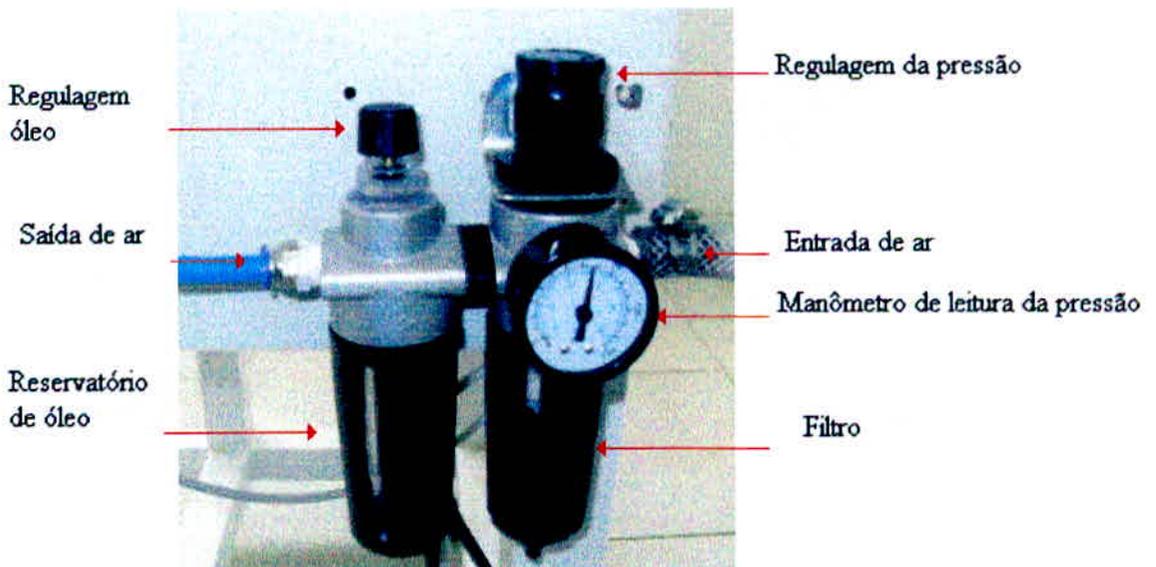


FIGURA 15 – Unidade de Conservação Pneumática de uma Embaladeira de Leite
Fonte: O Autor.

Bomba de leite: é bomba responsável por bombear o leite a até o tanque de equilíbrio. Apesar de não fazer parte da embaladeira, a mesma depende da bomba para que o

leite chegue até o tanque de equilíbrio no momento certo. Portanto do acionamento da bomba ficara a cargo do CLP.

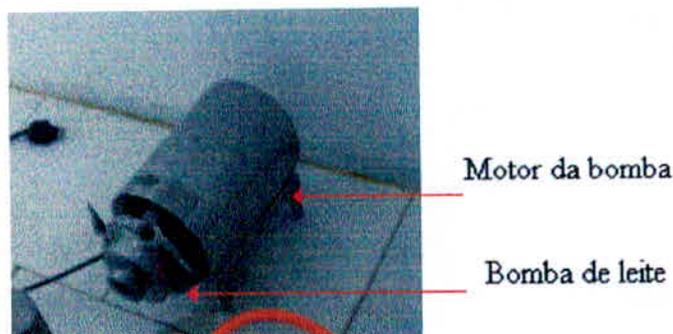


FIGURA 16 – Bomba de Leite de uma Embaladeira Pneumática de Leite
Fonte: O Autor.

Lâmpada Germicida: situada próximo a bobina, sua finalidade é irradiar luz ultravioleta na embalagem, matando assim todas bactérias que por ventura possam estar ali. Essa lâmpada possui um a vida útil de 100 horas, após esse tempo a mesma deve ser trocada. Portanto o CLP deve possuir temporizador para marcar o tempo de vida da lâmpada.

2.3 Embalagens: conceitos e importância

A Embalagem é um recipiente ou envoltura que armazena produtos temporariamente e serve principalmente para agrupar unidades do produto, com vista à sua manipulação, transporte ou armazenamento. Outras funções da embalagem são: proteger o conteúdo, informar sobre as condições de manipulação, exibir os requisitos legais como composição, ingredientes, etc.

O primeiro conceito é o de que a embalagem deve proteger o produto. Mas a embalagem deve vender, e satisfazer o público ao mesmo tempo em que o protege e o contém. Os objetivos da embalagem são: conter, preservar, exibir, refinar, ter múltipla utilidade e identificar o produto.

Embalagem é o invólucro que serve para acondicionar e apresentar um produto.

A embalagem é fundamental para o sucesso de qualquer produto, pois é nela que o consumidor acessa as informações do conteúdo, por isso as embalagens são determinantes para o sucesso de venda de qualquer produto oferecido ao mercado.

Ao lançar um produto no mercado as empresas devem avaliar qual o tipo de embalagem mais apropriada para acondicionar e apresentar o potencial do produto, levando em consideração aspectos sociais, culturais, de funcionalidade, de segurança, de toxicidade, além de fatores como facilidade de manuseio, de reciclagem, continuidade de fornecimento e por fim o mais importante é o design da embalagem, pois este é um fator determinante para a decisão do consumidor já que é no layout que a embalagem deve transmitir todo o conceito da marca e todos os argumentos do conteúdo.

Embalagens são peças publicitárias complexas, pois além de serem bonitas necessitam cumprir várias outras funções, por isso é importante que a empresa que pretende adquirir uma boa embalagem forneça informações completas do produto, seus objetivos, mercado a ser atingido e o conceito da marca, além disso, é importante dedicar um bom tempo para a avaliação de resultados, pois a embalagem assim como alavanca as vendas, pode condenar um produto ou marca caso não seja bem projetada.

Os papéis mais utilizados nas embalagens são o papel duplex e o papel triplex, pois possuem boa resistência e ótimo suporte para aplicação de cores com chapados de tinta, fotos, relevos, aceitam acabamentos sofisticados como prolam, verniz localizado ou total, plastificação brilho ou fosca.

2.3.1 Importância do Conceito no Projeto de Embalagens

A embalagem é um componente obrigatório dos produtos de consumo. Para o consumidor, ela é parte indissociável do conteúdo, constituindo-se numa única entidade.

Através da embalagem percebemos o produto, seus atributos, significados e valor. Percebemos também o fabricante e a marca com que ele assina e avaliza o que produz.

Por trás da embalagem, encontra-se uma poderosa e complexa cadeia produtiva que envolve as matérias-primas, máquinas, equipamentos e uma variada gama de tecnologias de impressão, decoração e rotulagem, acondicionamento e logística.

Tudo isso, somado ao grande investimento feito pelas empresas para manter um produto na competição de mercado, indica a importância e a responsabilidade que tem o design neste processo, pois ele é a vitrine de todo o negócio.

O design de embalagem tem características e peculiaridades próprias desta atividade e sofre uma influência muito grande do marketing do produto por um lado e da

indústria da embalagem por outro, pois precisa atender os objetivos estratégicos de um e as exigências técnicas de outro.

Diante destas peculiaridades, cabe ao designer desenvolver suas habilidades para além dos requisitos de sua própria atividade, avançando na compreensão de outros mundos para poder interagir com consciência e autoridade naquilo que apresenta tanto para o marketing das empresas que o contratam quanto para as indústrias que vão produzir e utilizar a embalagem em linha.

Nestas circunstâncias, a questão conceitual ganha uma dimensão ampliada, pois temos que compreender a fundo o universo do produto e seus objetivos mercadológicos, o mercado, o ponto-de-venda e a concorrência onde ele atua, as características, hábitos e atitudes dos consumidores que ele pretende conquistar e também o processo industrial que precisa ser considerado no projeto.

Chegar ao conceito preciso, que possa orientar a tomada de decisão sobre o caminho a seguir com o desenho, não é uma tarefa fácil se considerarmos a complexidade do cenário onde atua o designer de embalagem.

Em primeiro lugar é preciso conhecer o produto que se vai desenhar.

A embalagem é expressão e atributo do conteúdo. Não podemos desenhá-la sem conhecer profundamente o produto. Assim, as características, a composição do produto, seus diferenciais de qualidade e principais atributos, incluindo seu processo de fabricação precisam ser compreendidos.

Uma visita à fábrica é necessária e recomendada, assim como o estudo da história do produto, seu material de divulgação, anúncios, pesquisas de embalagens antigas, tudo isso precisa ser levantado.

Quanto mais e melhor conhecermos o produto, maior será a chance do nosso trabalho vir a ser uma verdadeira expressão de seu conteúdo.

Precisamos conhecer o consumidor, saber quem compra e utiliza o produto para estabelecer com ele um processo de comunicação efetiva através da embalagem.

As características deste consumidor, seus hábitos e atitudes em relação ao produto e principalmente a motivação que o leva a consumi-lo são um ponto chave a ser conhecido pelo designer na fase conceitual do projeto.

O conhecimento do consumidor é tão importante que projetos de grande responsabilidade devem contar sempre com o apoio de pesquisas especializadas em avaliar a relação deste consumidor com a embalagem.

O mercado onde o produto participa tem suas características próprias. Tem história, dimensões e perspectivas. É um cenário concreto que precisa ser conhecido, estudado e analisado para que o design da embalagem não seja um salto no escuro.

O fabricante do produto deve fornecer as informações que dispuser sobre o mercado ou buscá-la nas fontes de pesquisa para subsidiar o projeto de design.

Por melhor e mais bonito que seja o design, de nada ele adiantará ao produto se não conseguir enfrentar a concorrência no ponto de vendas. Por isso, conhecer o ambiente e as condições em que se dará a competição é fundamental para o design de embalagem.

Estudar o ponto de venda, cada um dos concorrentes, analisar a linguagem visual da categoria e compreendê-la é uma das chaves para a realização de projetos de sucesso.

O estudo de campo deve ser realizado com critério e dedicação pelo designer.

2.3.2 Tipos de Embalagem

PAPEL E PAPELÃO: Neste grupo estão os sacos e papéis de embrulho, formas simples e baratas de embalagem, as caixas e cartuchos de papelão liso e as caixas de papelão ondulado, utilizadas como embalagem por todos os segmentos da indústria de transformação. As embalagens de papel e de papelão podem ser moldadas em vários formatos, são relativamente leves e ocupam pouco espaço de armazenamento. Como não são resistentes à água, várias técnicas foram desenvolvidas para modificar o material. Papéis encerados são comumente usados para embalar alimentos. Caixas de cartão se tornam resistentes à água através de camadas de polietileno. O sucesso destas embalagens tem atraído cada vez mais segmentos dentro do setor alimentício, como por exemplo, os de leites, sucos e iogurtes para beber. O papel e o papelão são matérias-primas 100% biodegradáveis e recicláveis.

PLÁSTICOS: Foram introduzidos na fabricação de embalagens no pós-guerra e englobam, entre outros, filmes, sacos, tubos, engradados e frascos. As embalagens de plástico são leves e podem ser moldadas em diversos formatos. Os principais plásticos usados são: Polipropileno (PP): O PP é muito utilizado para moldar tampas, pequenos frascos, rótulos para garrafas de refrigerante, potes de margarina, etc. Poliestireno (PS): Usado na forma transparente ou composta para produção de utensílios de mesa e xícaras claras. Na forma de espuma, o PS é usado para xícaras de bebidas quentes e outros recipientes isolantes para comida, caixas para ovos e embalagens almofadadas. Policloreto de Vinila (PVC): Usado para fabricar frascos

rígidos e maleáveis, blister e filmes, e outras embalagens para as quais existe a necessidade de barreiras. A principal utilização do PVC é na fabricação de bens duráveis, sendo usado também em cosméticos, produtos de limpeza e da indústria automobilística, área médica e alimentícia, entre outros. Polietileno tereftalado (PET): É utilizado principalmente para a produção de frascos de refrigerantes e águas minerais. Polietileno de alta densidade (PEAD): Na forma sem pigmentos, é usado em frascos de laticínios, água mineral e sucos de frutas. Pigmentado, é usado, em frascos de maior volume, para detergentes de roupa, branqueadores, óleo de motor, etc.

2.4 Sequência Lógica de Trabalho de uma Embaladeira de Filme Plástico de Leite Pneumática

O funcionamento da máquina consiste na execução de algumas funções. E essas funções têm uma ordem e um tempo certo para acontecerem. Assim sendo, é necessário a definição desses parâmetros.

Portanto, em regime automático (posição 2), a máquina deve obedecer a seguinte sequência de trabalho lógico:

1. Ao se pressionar o botão *Liga*, a máquina deve imediatamente ligar a bomba de leite e acender a lâmpada germicida. O horímetro da lâmpada deve marcar todo tempo em que lâmpada estiver acesa.
2. Dez segundos após a partida da bomba a embaladeira deve abrir a válvula de dosagem, e permanecer aberta até que o *Tempo de Dosagem* termine.
3. Com a iniciação da dosagem, iniciar também a contagem do *Tempo de Retardo para o Avanço do Filme*.
4. Após a contagem do tempo de retardo, deve-se iniciar o avanço do filme, e esse só finalizará quando o temporizador *Tempo de Avanço do Filme* atingir a contagem.
5. Com o termino da dosagem e o filme já avançado, a máquina deve avançar os cilindros de Solda Vertical, Solda Horizontal e do Datador.
6. Após a contagem do *Tempo do Datador*, o cilindro referido deve recuar.
7. Com os cilindros de Solda Vertical e Horizontal avançados e após contagem de seus respectivos dos tempos *Retardo para Ligar Solda Vertical e Retardo para Ligar Solda Horizontal*, as resistências de soldagem devem ser ligadas.

8. As resistências permaneceram a ligadas até que o *Tempo de Solda Vertical e o Tempo de Solda Horizontal* atinjam suas contagens.
9. Terminado o tempo de solda deve se iniciar o *Tempo de Resfriamento Vertical e o Tempo de Resfriamento Horizontal* respectivamente.
10. Após o termino dos tempos de resfriamento os cilindros devem retornar. E o processo deve se reiniciar.
11. O ciclo deve ser repetir até o que o **Contador de Produção** atinja o valor programado, ou até que o botão *Desliga* seja pressionado.
12. Caso o botão de *Emergência* seja pressionado a embaladeira deve parar imediatamente, aparecendo na tela do CLP a seguinte mensagem: “*EMERGENCIA ACIONADA*”.
13. Caso o pressostado de ar percebe uma queda na pressão do ar, deve aparecem na tela do CLP a seguinte mensagem: “*PRESSAO DE AR BAIXA*”. O ciclo deve continuar até o fim, não reiniciando novamente.
14. Caso o horimetro da *Lâmpada Germicida* atinja sua contagem, a máquina deve finalizar o ciclo e não reiniciar outro. Deve também aparecer na tela do CLP a mensagem “*ATENCAO – TROCAR LAMPADA GERMICIDA*”.

Em regime Manual (posição 1), a máquina deve obedecer aos comandos dados através dos botões, sendo que o CLP não deve dar sequência a nenhum dos movimentos. Caso o botão *Liga Ciclo* seja pressionado o CLP deve executar uma rotina chamada de *Calibrador*, onde a bomba de leite permanece ligada os tempos de *Dosagem e Avanço do Filme* aparecem na tela do CLP para serem ajustado, de maneira que a embaladeira dose 1 litro de leite que o filme seja avançado no comprimento certo de uma embalagem.

Em regime de Limpeza (Chave seletora na posição 3) a máquina dever permanecer com a válvula de dosagem aberta, e quando o *Sensor de Nível Alto* atuar a *Bomba de Leite* deve ligar e desligar somente quando a *Sensor de Nível Baixo* for desatuado.

2.5 Definições de Circuitos

Para atender a sequência lógica de trabalho proposta no item anterior é necessária a definição de forma esquemática dos circuitos de comandos pneumáticos, elétricos e eletrônicos (programa Ladder). Pois esses circuitos são de extrema importância para o

funcionamento da máquina, uma vez que eles são responsáveis por todo o controle de avanço e retorno dos cilindros pneumáticos, energização e desenergização das resistências e da bomba, temporização, etc.

2.5.1 Definição do Circuito Pneumático

O primeiro a ser definido será o circuito pneumático, pois é a partir dele que os outros dois (elétrico e eletrônico) partiram.

Pois bem, como já dito anteriormente a embaladeira possui cinco cilindros, sendo quatro de dupla ação (avanço e retorno por ação do ar) e um de simples ação (avanço por ação do ar e retorno por ação de uma mola presente no interior do cilindro). Portanto, utilizaremos quatro válvulas solenóides de 5/2 vias para os cilindros de dupla ação e uma de 3/2 vias para o cilindro de simples ação.

Com o objetivo de controlarmos a velocidade quanto de avanço, quanto de retorno, utilizaremos junto as entradas de ar dos cilindros, uma válvula reguladora de vazão.

Assim teremos o seguinte circuito pneumático:

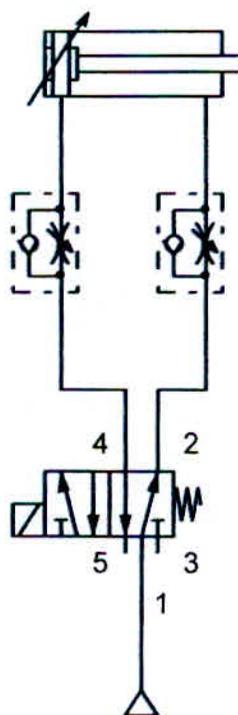


FIGURA 17 – Circuito de Avanço e Retorno do Cilindro do Filme.

Fonte: O Autor.

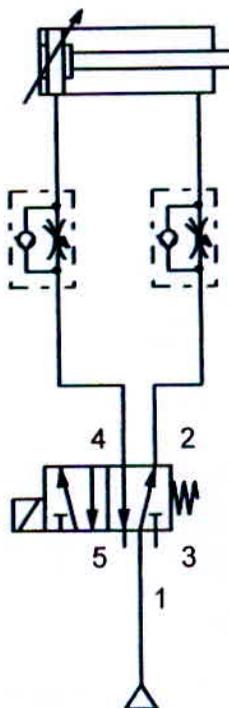


FIGURA 18 - Circuito Avanço e Retorno do Cilindro da Resistência Vertical.

Fonte: O Autor.

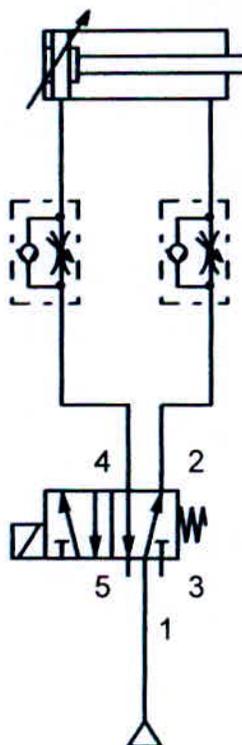


FIGURA 19 - Circuito de Avanço e Retorno do Cilindro da Resistência Horizontal.

Fonte: O Autor.

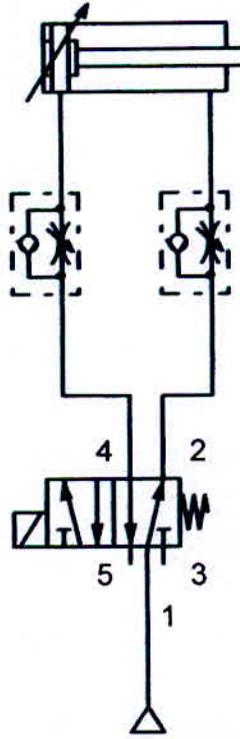


FIGURA 20 - Circuito de Avanço e Recuo do Cilindro do Datador.

Fonte: O Autor.

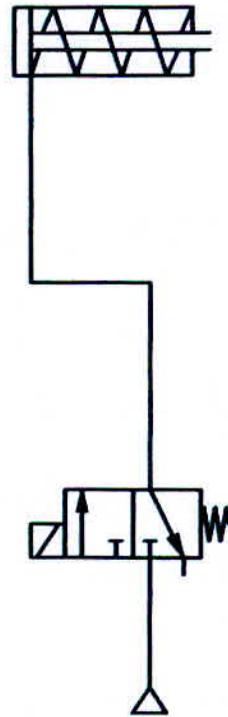


FIGURA 21 - Circuito de Avanço do Cilindro da Válvula de Dosagem.

Fonte: O Autor.

2.5.2 Definição do Circuito Elétrico

Com a definição do circuito pneumático é necessário agora definirmos o circuito elétrico, para a alimentação das bobinas das válvulas solenóides pneumáticas, e também os demais componentes elétricos como a bomba de leite, CLP, sensores, botoeiras, etc.

Para a elaboração dos esquemas elétricos é necessário obedecer a seguinte sequência:

- A saída Q1 do CLP deve alimentar a válvula VS1, que é a válvula do cilindro de dosagem. Caso a chave seletora CH1 esteja na posição 1 (manual) o botão B6 deve ter condições de alimentar a referida válvula, caso seja pressionado.
- A saída Q2 do CLP deve alimentar a válvula VS2, que é a válvula do cilindro de avanço do filme. Com a chave seletora CH1 esteja na posição 1 (manual) o botão B7 deve ter condições de alimentar a referida válvula, caso seja pressionado.
- A saída Q3 do CLP deve alimentar a válvula VS3, que é a válvula do cilindro da solda vertical. Com a chave seletora CH1 esteja na posição 1 (manual) o botão B8 deve ter condições de alimentar a referida válvula, caso seja pressionado.
- A saída Q4 do CLP deve alimentar a válvula VS4, que é a válvula do cilindro da solda horizontal. Com a chave seletora CH1 esteja na posição 1 (manual) o botão B9 deve ter condições de alimentar a referida válvula, caso seja pressionado.
- A saída Q5 do CLP deve alimentar o rele R1, que é um rele auxiliar para alimentar a resistência da solda vertical.
- A saída Q6 do CLP deve alimentar o rele R2, que é um rele auxiliar para alimentar a resistência da solda horizontal.
- A saída Q7 do CLP deve alimentar a válvula VS5, que é a válvula do cilindro do datador. Com a chave seletora CH1 esteja na posição 1 (manual) o botão B10 deve ter condições de alimentar a referida válvula, caso seja pressionado.
- A saída Q8 do CLP deve alimentar o rele R3, que é um rele auxiliar para alimentar o controlador de temperatura da resistência do datador.
- A saída Q9 do CLP deve alimentar o rele R4, que é um rele auxiliar para alimentar o contator do motor da bomba de leite.
- A saída Q10 do CLP deve alimentar a lâmpada germicida.

- A entrada I1 deve ser ligada ao Botão de Emergência (B1), e o botão por sua vez, deve ser ligado ao fio R.
- A entrada I2 deve ser ligada ao Botão Liga Ciclo (B2), e o botão por sua vez, deve ser ligado ao fio R.
- A entrada I3 deve ser ligada ao Botão Desliga Ciclo (B3), e o botão por sua vez, deve ser ligado ao fio R.
- A entrada I4 deve ser ligada a Chave Seletora (CH1), de maneira que quando estiver selecionada na posição 1 a entrada do CLP seja energizada. A chave por sua vez, deve ser ligada ao fio R.
- A entrada I5 deve também ser ligada a Chave Seletora (CH1), mas de maneira que quando estiver selecionada na posição 3 a entrada do CLP seja energizada.
- A entrada I6 do CLP não será utilizada.
- A entrada I7 deve ser ligada no rele 1 (RL1) do controlador de temperatura do datador. Este rele deve fechar seu contato energizando a entrada, somente quando a resistência do datador estiver na temperatura ideal.
- A entrada I8 deve ser ligada no sensor SQ1. Esse sensor estará fixado ao Tanque Pulmão (tanque onde o leite permanece, até que seja bombeado para a embaladeira) de modo que seja atuado quando o nível de leite do mesmo estiver baixo. Assim sendo, o sensor de nível baixo (SQ1) só energizará a entrada quando do nível do tanque estiver baixo.
- A entrada I9 deve ser ligada no sensor SQ2. Esse sensor estará fixado ao Tanque Pulmão (tanque onde o leite permanece, até que seja bombeado para a embaladeira) de modo que seja atuado quando o nível de leite do mesmo estiver alto. Assim sendo, o sensor de nível alto (SQ2) só energizará a entrada quando do nível do tanque estiver alto.
- A entrada I10 do CLP não será utilizada.
- A entrada I11 deve ser ligada ao pressostato de ar, e esse só energizará a entrada quando o ar comprimido que alimentará o circuito pneumático da embaladeira estiver com uma pressão acima de 5 Bar. (Pressão definida de acordo com o manual da embaladeira).
- A entrada I12 deve ser ligada ao rele térmico do motor da bomba de leite. Caso haja algum problema com o motor que cause elevação da corrente elétrica, o rele deve energizar a entrada do CLP.
- A entrada I13 do CLP não será utilizada.
- A entrada I14 do CLP não será utilizada.

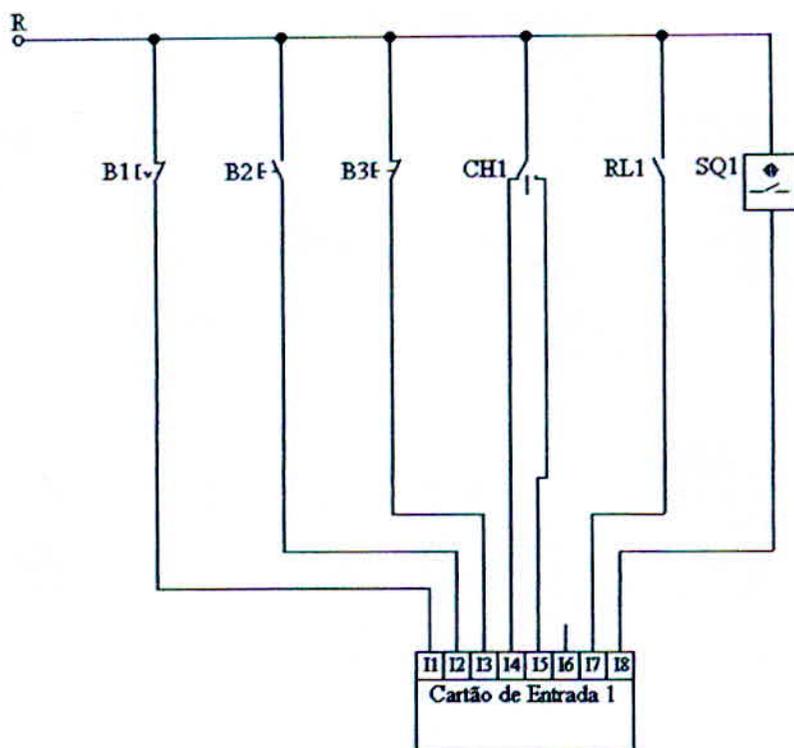


FIGURA 24 - Representação esquemática do primeiro cartão de entrada do CLP.

Fonte: O Autor.

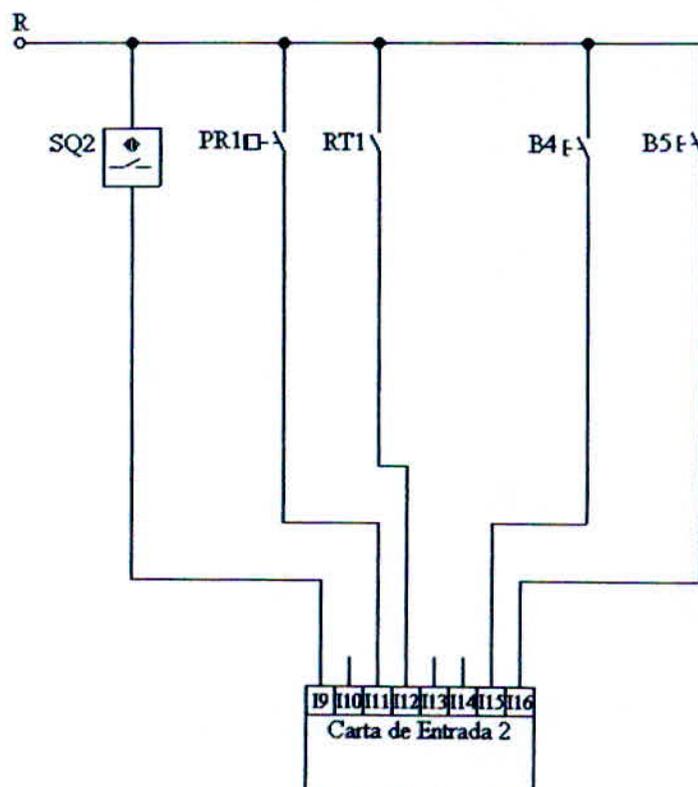


FIGURA 25 - Representação esquemática do segundo cartão de entrada do CLP.

Fonte: O Autor.

Observação: O circuito elétrico apresentado acima é referente apenas aos principais componentes da embalagem. O circuito completo é representado no anexo A.

2.5.3 Elaboração do Programa Ladder

A programação do CLP é feita por meio de uma ferramenta de programação que pode ser um programador manual, ou um PC com software de programação específico. A linguagem Ladder, muito popular entre os usuários dos antigos sistemas de controle a relés, é a mais utilizada.

Para Georgini (2007, p. 84), a primeira linguagem criada para programação de CLPs foi a Linguagem Ladder. O fato de ser uma linguagem gráfica, baseada em símbolos semelhantes aos encontrados nos esquemas elétricos – contatos e bobinas, foi determinante para aceitação do CLP por técnicos e engenheiros acostumados com os sistemas de controle a relés. Provavelmente, é ainda a mais utilizada.

Com a definição dos circuitos elétricos e pneumáticos, torna-se necessária agora a elaboração do programa Ladder do CLP. Esse programa é quem controla toda a máquina, portanto, deve ser elaborado observando todas as definições feitas anteriormente.

A linguagem Ladder é uma linguagem do tipo esquemática, abaixo é apresentado como exemplo de uma parte do programa Ladder, esta parte em específico é responsável pelo controle do datador. A representação completa do programa Ladder da embaladeira é feita de acordo com o Anexo B.

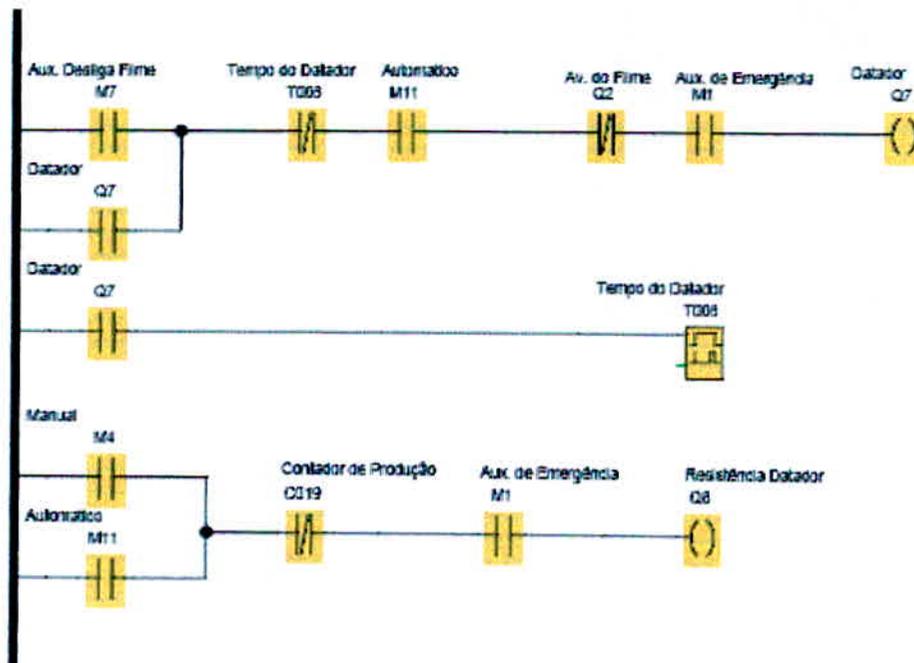


FIGURA 26 – Representação de uma parte do programa Ladder.

Fonte: O Autor.

2.6 Cálculo do Consumo de Ar Comprimido da Embaladeira

Por ser um equipamento pneumático, a embaladeira necessita logicamente de uma alimentação de Ar Comprimido para que ela possa realizar seus movimentos. Assim sendo é importante termos conhecimento de quanto é o seu consumo de ar.

Segundo Fialho (2008, p. 106) esse consumo pode ser obtido a partir da seguinte fórmula:

$$C = \frac{A_p \cdot L \cdot n_c \cdot (P_t + 1,013)}{1,013 \cdot 10^6}$$

Em que:

C = consumo de ar, medidos em litros por segundo [l/s].

A_p = área efetiva do pistão (cilindro), medida em mm^2 .

L = curso do pistão (cilindro), medido em mm^2 .

n_c = número de ciclos por segundos.

P_t = pressão de trabalho, medidos em Bar

Como a embaladeira possui mais de um cilindro e com o objetivo de facilitarmos nossos cálculos, iremos primeiramente calcular a área de cada cilindro e multiplicar por seus correspondentes comprimentos (cursos). Assim encontraremos o volume de cada cilindro, para somá-los e encontrar o volume total V_t .

Os dados para o cálculo são os seguintes:

- O cilindro de dosagem tem 50 mm de diâmetro e 10 mm de curso.
- O cilindro de avanço do filme tem 55 mm de diâmetro e 190 mm de curso.
- O cilindro da solda vertical tem 45 mm de diâmetro e 15 mm de curso.
- O cilindro da solda horizontal tem 75 mm de diâmetro e 80 mm de curso.
- O cilindro do datador tem 30 mm de diâmetro e 35 mm de curso.

Então temos:

$$V = A_p \cdot L$$

$$V = (\pi r^2) \cdot L$$

$$V_{dos} = \pi(50/2)^2 \cdot 10$$

$$V_{dos} = 19635 \text{ mm}^3$$

$$V_{av} = \pi(55/2)^2 \cdot 190$$

$$V_{av} = 451407,6 \text{ mm}^3$$

$$V_{sv} = \pi(45/2)^2 \cdot 15$$

$$V_{sv} = 23856,5 \text{ mm}^3$$

$$V_{sh} = \pi(75/2)^2 \cdot 15$$

$$V_{sh} = 353429,2 \text{ mm}^3$$

$$V_{ol} = \pi(30/2)^2 \cdot 35$$

$$V_{ol} = 24740 \text{ mm}^3$$

$$V_t = V_{dos} + V_{av} + V_{sv} + V_{sh} + V_{ol}$$

$$V_t = 19635 + 451407,6 + 23856,5 + 353429,2 + 24740$$

$$V_t = 873068,3 \text{ mm}^3$$

Com o volume total encontrado podemos substituí-lo na fórmula inicial pelo termo “ $A_p \cdot L$ ”, da seguinte forma:

$$C = \frac{V_t \cdot n_c \cdot P_t + 1,013}{1,013 \cdot 10^6}$$

Como já dito anteriormente a pressão de trabalho, P_t deve ser de 5 Bar (medida definida pelo fabricante).

O número de ciclos, a pedido do cliente, deve ser de 500 ciclos por hora, passando para segundos teremos um n_c de aproximadamente 0,139 ciclos por segundos.

O volume total, V_t calculando acima é de 873.068,3 mm³.

Alimentando a fórmula com esses valores teremos:

$$C = \frac{873068,3 \cdot 0,139 \cdot (5 + 1,013)}{1,013 \cdot 10^6}$$

$$C = 0715 \text{ l/s}$$

3 CONCLUSÃO

Grandes, médias ou pequenas empresas, a presença das aplicações da automação, seja pneumática, hidráulica ou qualquer forma que use comandos da mecatrônica, é bastante ampla em todos os setores. É comum ver a mecanização de tarefas manuais, a automação ou semi-automatização de máquinas dos mais diversos tipos, a construção de dispositivos que executam automaticamente sequências operacionais simples ou mais complexas, tudo isto facilmente integrado à microeletrônica e à informática.

Sensores, transmissores de pressão, de temperatura, válvulas solenóides, sinalizadores, alarmes, lâmpadas, Controladores Lógicos Programáveis (CLP's), são componentes de campo que superam suas próprias perspectivas. De um simples projeto - o de abrir e fechar uma porta, até o mais sofisticado computador que comanda todos os controles de uma nave espacial, a eletrônica se faz presente, oferecendo segurança e confiabilidade.

Atualmente, se uma empresa insiste em não utilizar recursos de computadores para a execução de tarefas é muito provável que ela não se torne suficientemente competitiva e acabe perdendo espaço no mercado. As máquinas podem ser usadas para controle de estoque, de vendas, de produção, análise dimensional de peças, controles estatísticos, projetos, entre outros serviços.

A Automação Pneumática é hoje responsável pela maioria dos comandos utilizados nos processos industriais. Em uma linha de produção, existem muitos comandos operacionais automatizados para obter melhor desempenho, ganho de produção, redução de custo, higiene do processo entre outros benefícios alcançados com a pneumática automatizada.

A busca por automatizar processos ainda manuais nas empresas, cresce de forma significativa, pois os sistemas estão cada vez mais avançados e o custo benefício mais vantajoso. Investir na otimização dos processos industriais, proporciona atualização tecnológica, maior competitividade no mercado e resultados financeiros mais consistentes.

Uma embaladeira de filme plástico de leite pneumática, procedimento simples, em um equipamento antigamente mecânico, aumentou o rendimento e diminuiu o custo e tempo de serviço da empresa.

A automação da embaladeira proporcionou um funcionamento versátil desde componentes do circuito de comando, parte responsável pelo controle de todas as ações da

máquina, até as peças que constituem o trabalho de sequência lógica obediente aos comandos do circuito de controle.

De acordo com um regime automático e sua sequência de trabalho lógico, a automação da embaladeira de filme plástico de leite pneumática, garantiu aumento de produção e excelência de qualidade, além de diminuição de gastos, o que ocasionou redução no custo final do produto. Apresentando com isso, a resposta ao desafio do projeto de automatizar uma embaladeira mecânica, provando que o *retrofit* da mesma foi vantajoso.

REFERÊNCIAS

DRAPINSKI, Janusz. **Hidráulica e Pneumática Industrial e Móvel: elementos e manutenção**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1920.

GEORGINI, Marcelo. **Automação Aplicada: Descrição e Implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2007.

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. 6. ed. São Paulo: Érica, 2008.

NEGRI, Victor Juliano de. **Apostila de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos para Automação e Controle**. Florianópolis, 2001.

NEGRI, Victor Juliano de, KINCELER, Roberto e SILVEIRA, Jonas. **Apostila de Automação e Controle Experimental em Hidráulica e Pneumática**. Florianópolis, 1998.

GUIA DE PRIMEIROS PASSOS DO LOGO. **Siemens Brasil** – Setor Industrial – Automação e Controle. 2009.

MARQUES, José Alves. **Automatização de Processos**. Cadernos Link; N.9; Junho 2007 Disponível em: <www.link.pt>. Acesso em Agosto de 2011.

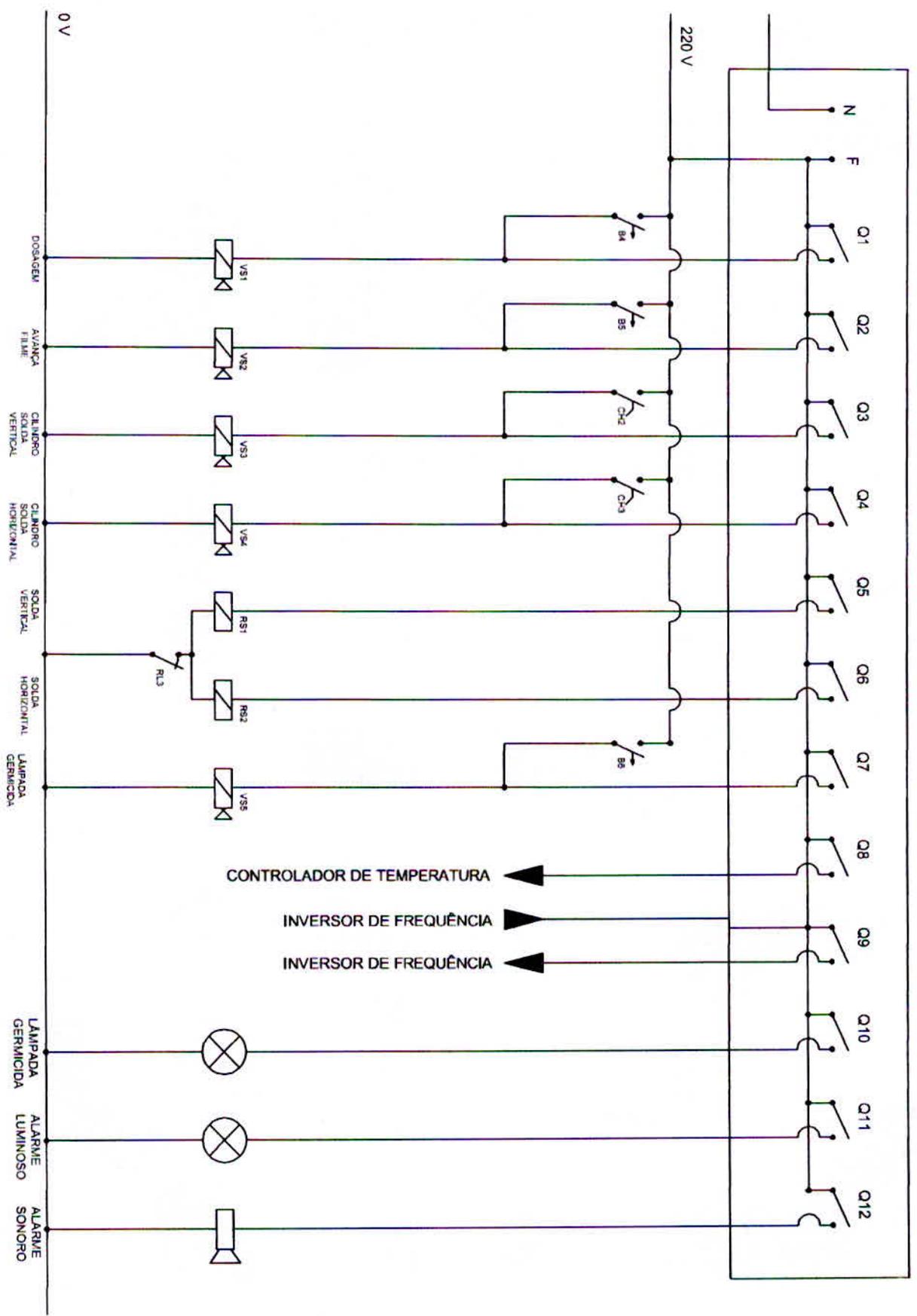
EMBRAPA, 2005. Disponível em:
<<http://www.embrapa.com.br>>. Acesso em Agosto de 2011.

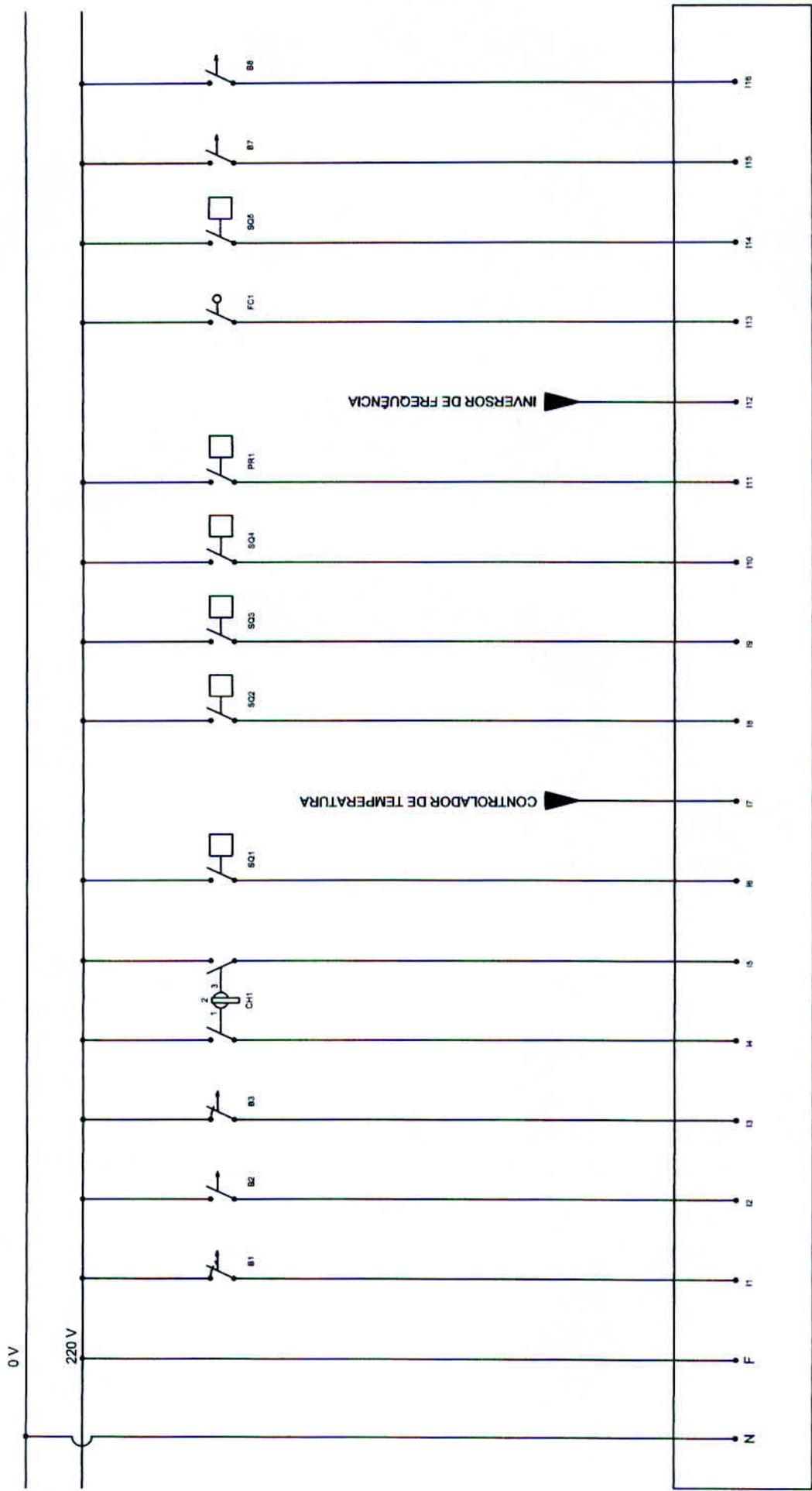
MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS, 2011. Disponível em:
<<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br>>. Acesso em Agosto de 2011.

ANEXO A

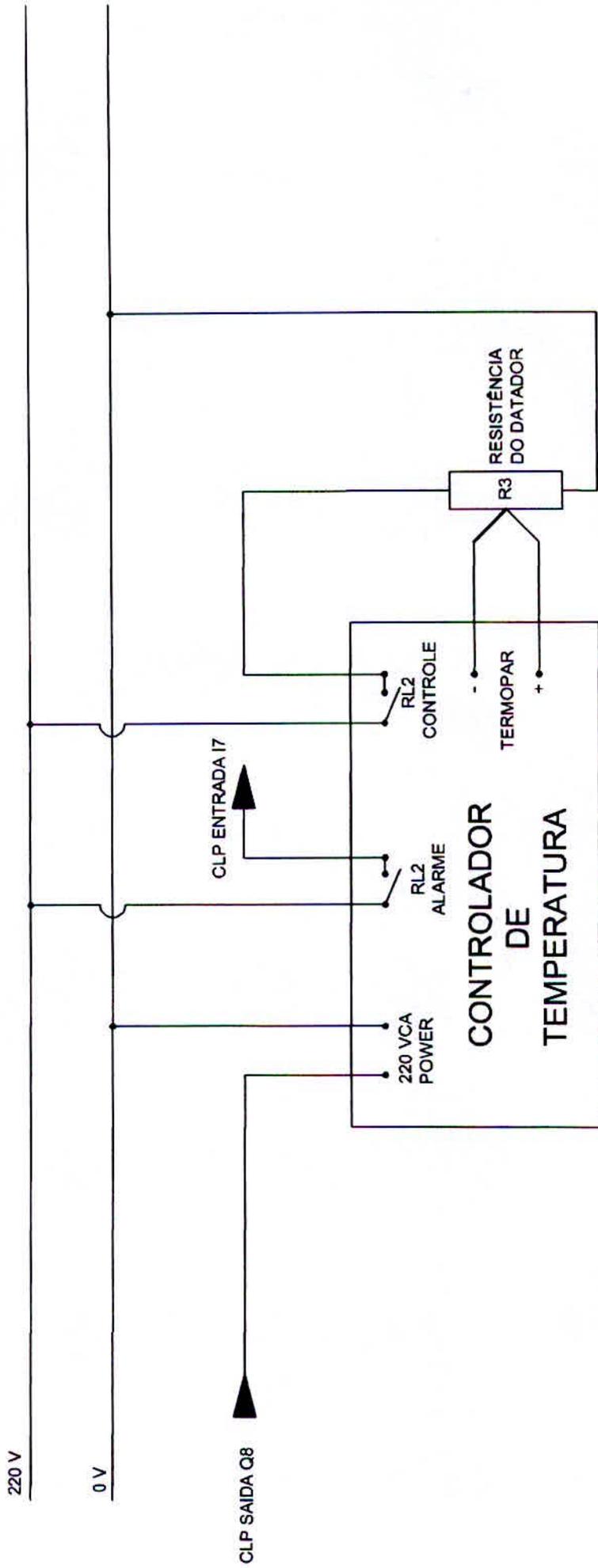
**Representação do Esquema Elétrico
da Embaladeira**

OUTPUT



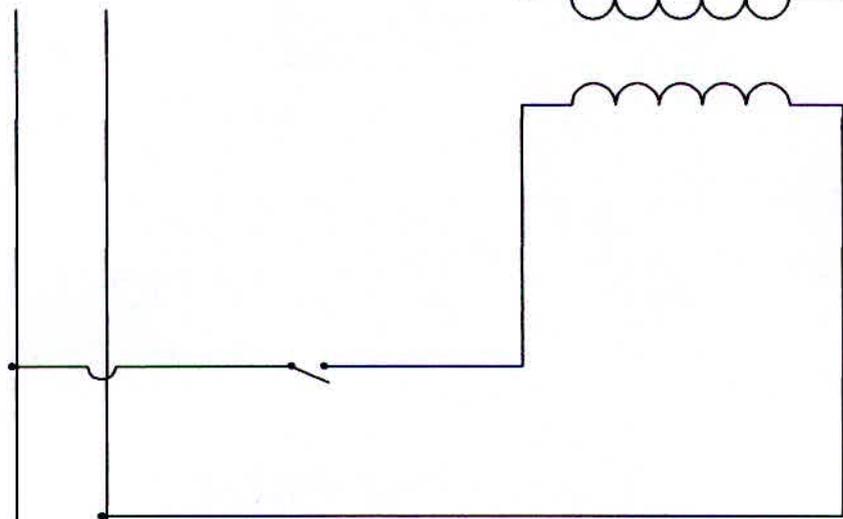


INPUT

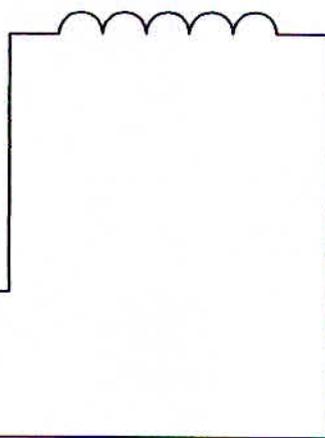
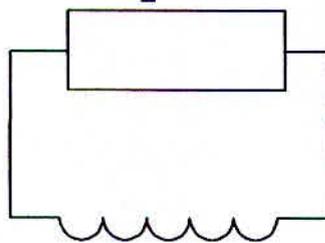


220 V

0 V

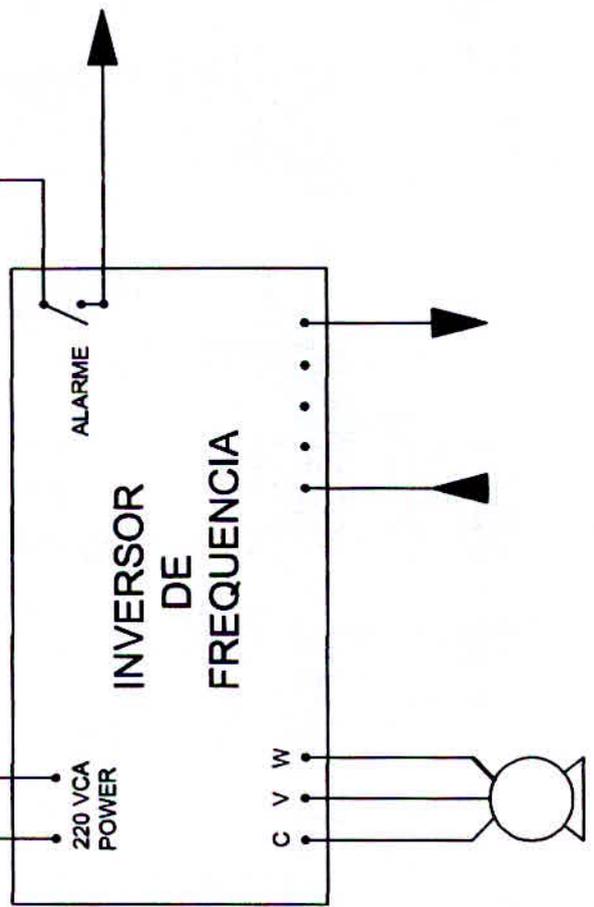


RESISTÊNCIA
SOLDA
VERTICAL



220 V

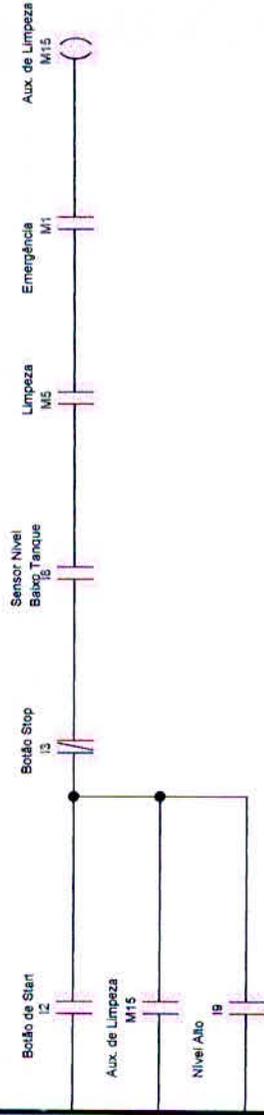
0 V



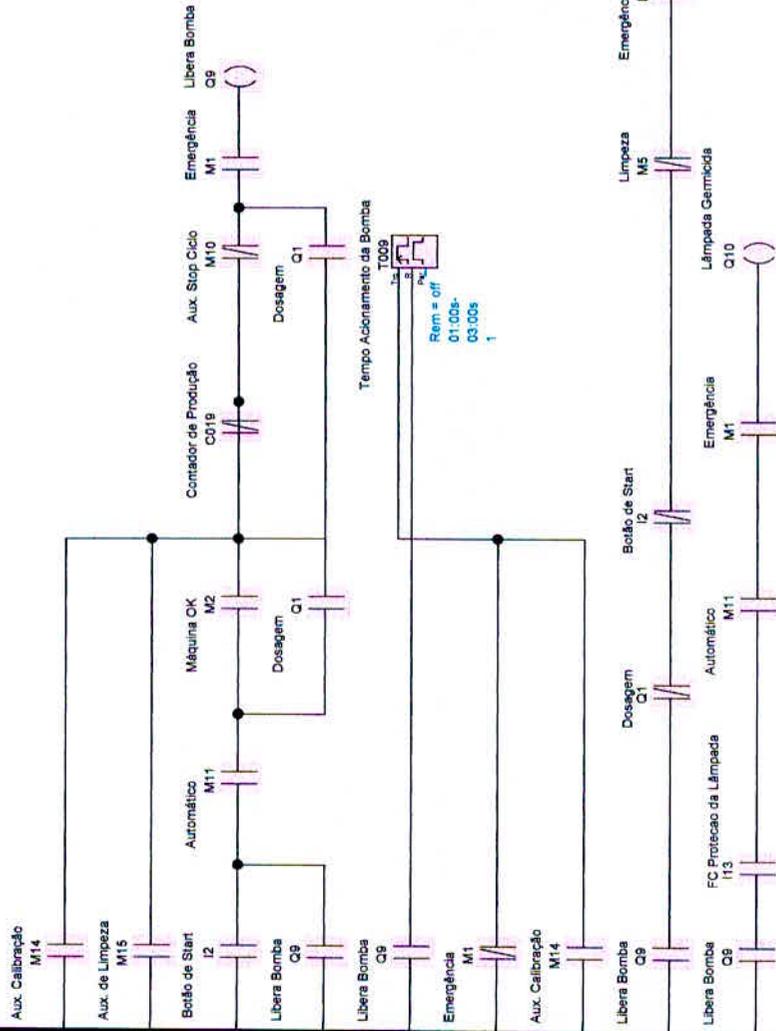
ANEXO B

Representação do Programa Ladder da Embaladeira

Auxiliar de Limpeza

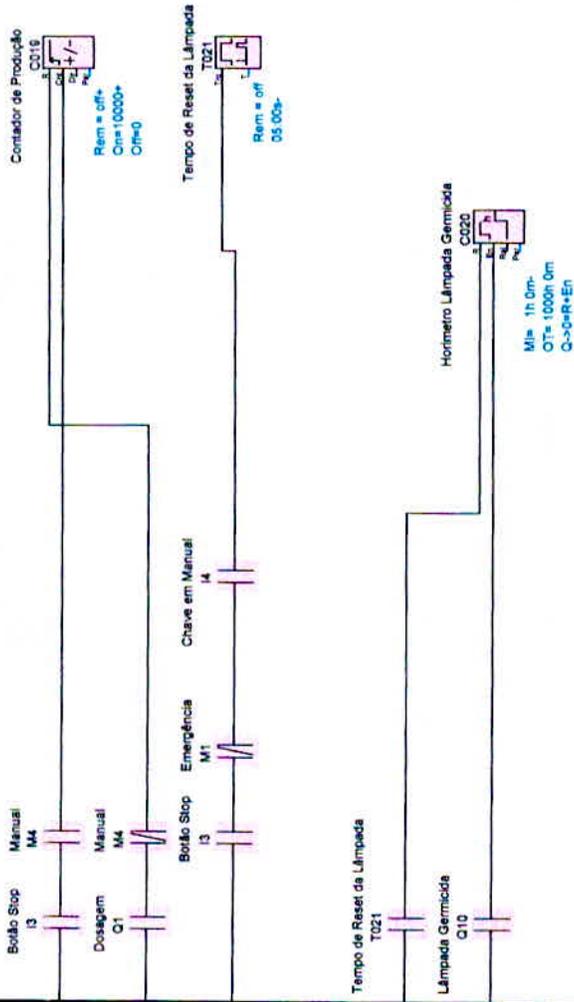


START DO CICLO



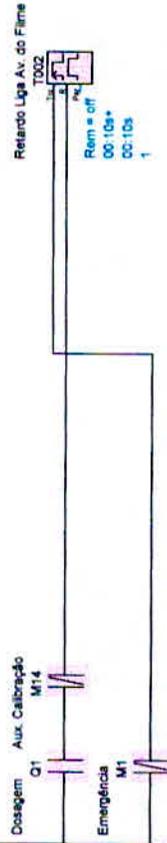
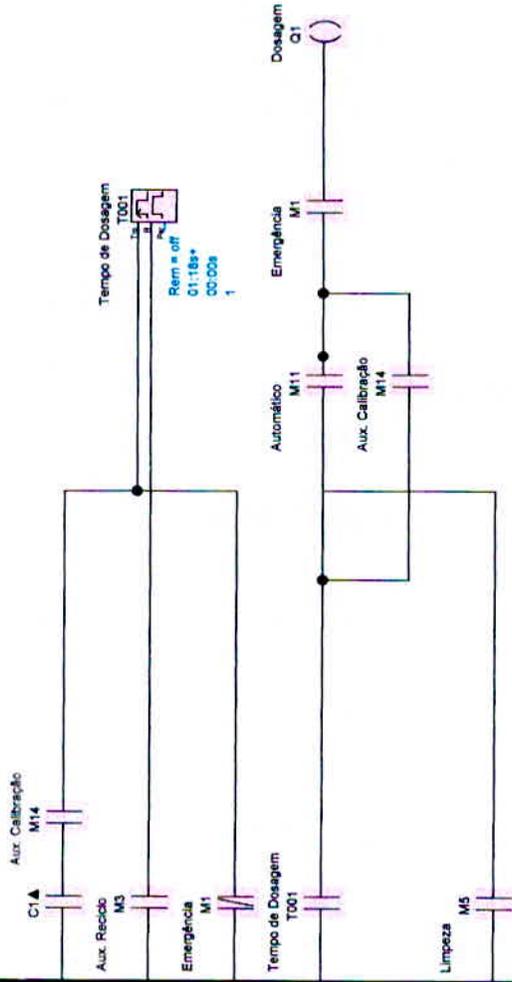
Creator:	Renato Carvalho Baldim	Project:	Automação de Embaladeira de Leite	Customer:	Industria Campinho Ltda
Checked:	Renato Carvalho Baldim	Installation:	Embaladeira de Leite	Diagram No.:	1
Date:	5/29/10 12:27 PM/12/13/11 8:01 PM	File:	Embaladeira de Leite.lld	Page:	2 / 10

CONTADORES E PROGRAMADORES



Creator:	Renato Carvalho Baldim	Project:	Automação de Embaladeira de Leite	Customer:	Indústria Campinho Ltda
Checked:	Renato Carvalho Baldim	Installation:	Embaladeira de Leite	Diagram No.:	1
Date:	5/29/10 12:27 PM/12/13/11 8:01 PM	File:	Embaladeira de Leite.lid	Page:	3 / 10

DOSAGEM DO PRODUTO



Creator:

Renato Carvalho Baldim

Checked:

Renato Carvalho Baldim

Date:

5/29/10 12:27 PM/12/13/11 8:01 PM

Project:

Automação de Embaladeira de Leite

Installation:

Embaladeira de Leite

File:

Embaladeira de Leite Ild

Customer:

Industria Campinho Ltda

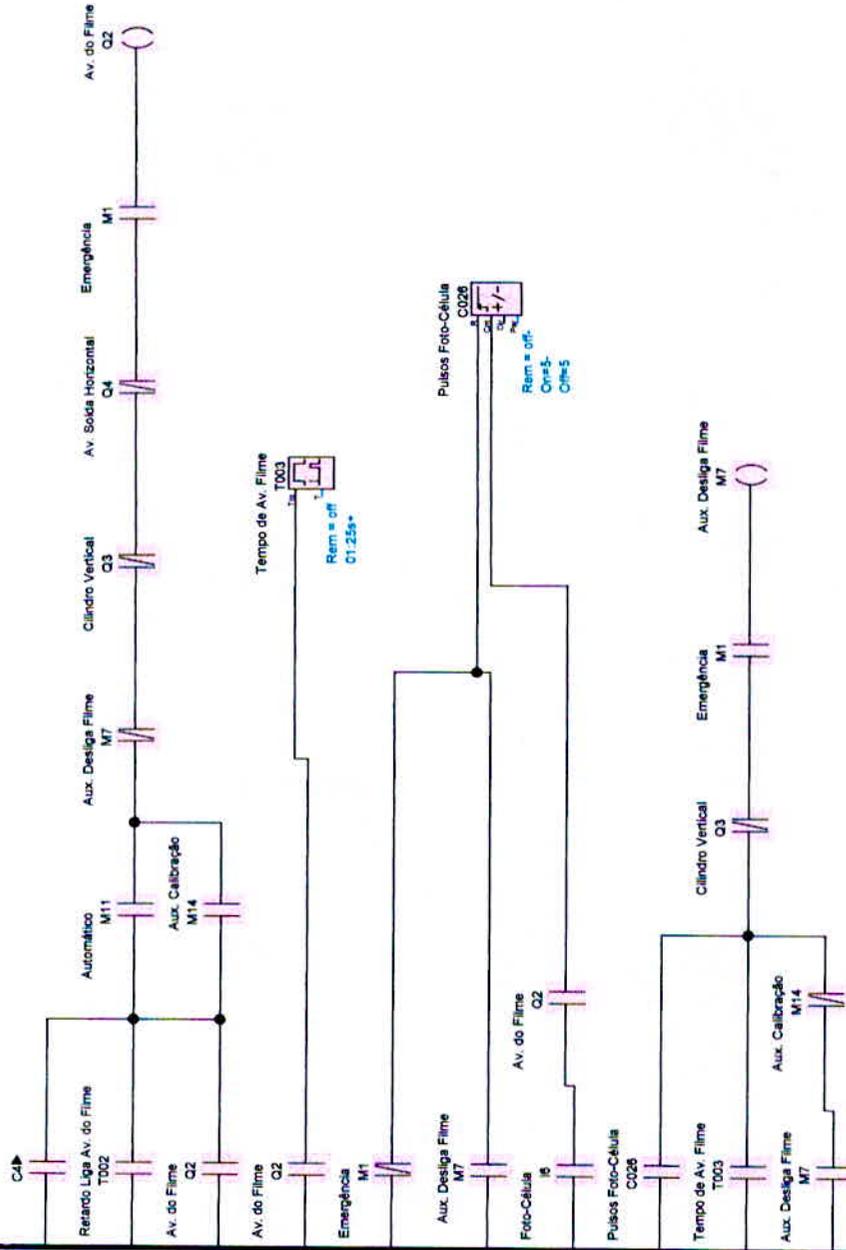
Diagram No.:

1

Page:

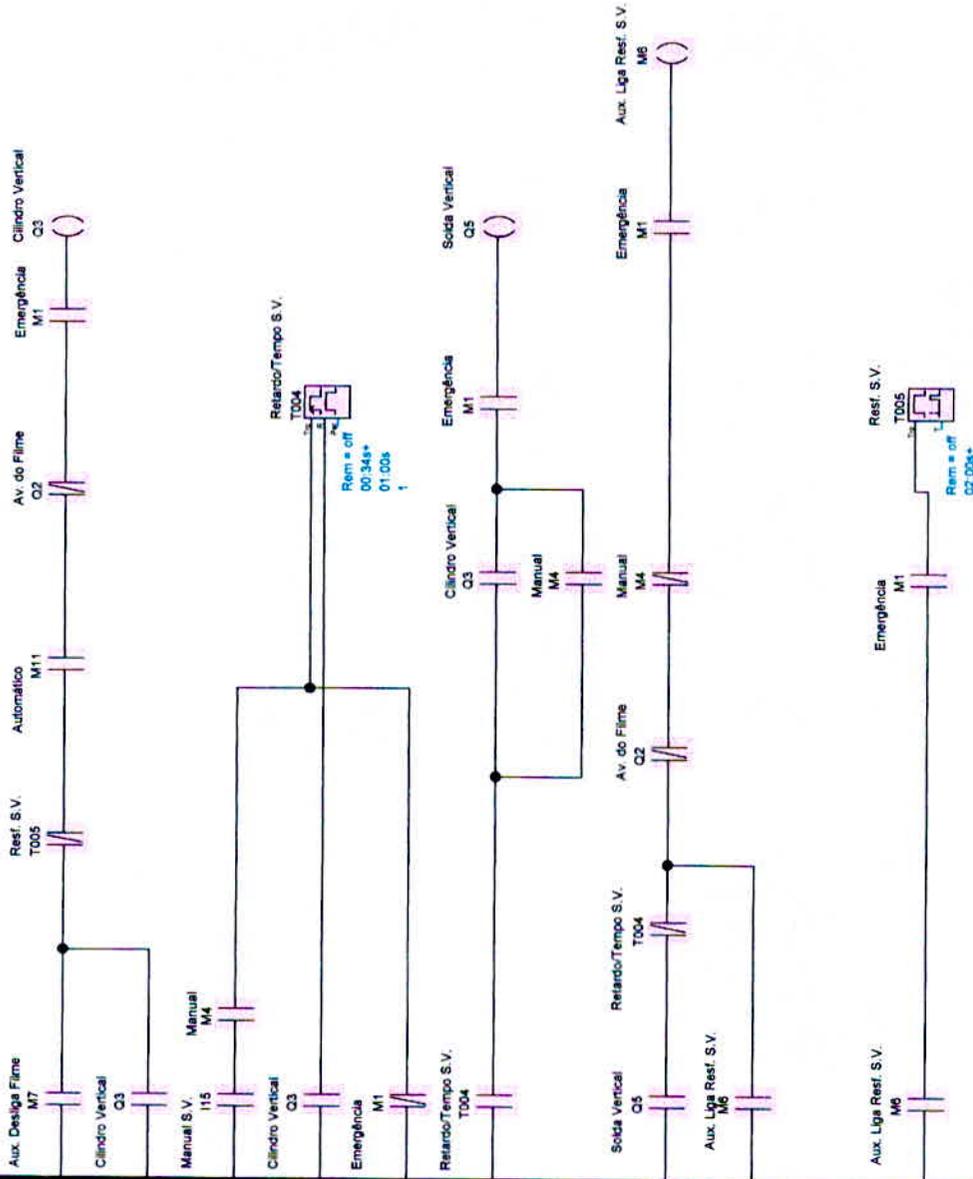
4 / 10

AVANÇO DO FILME



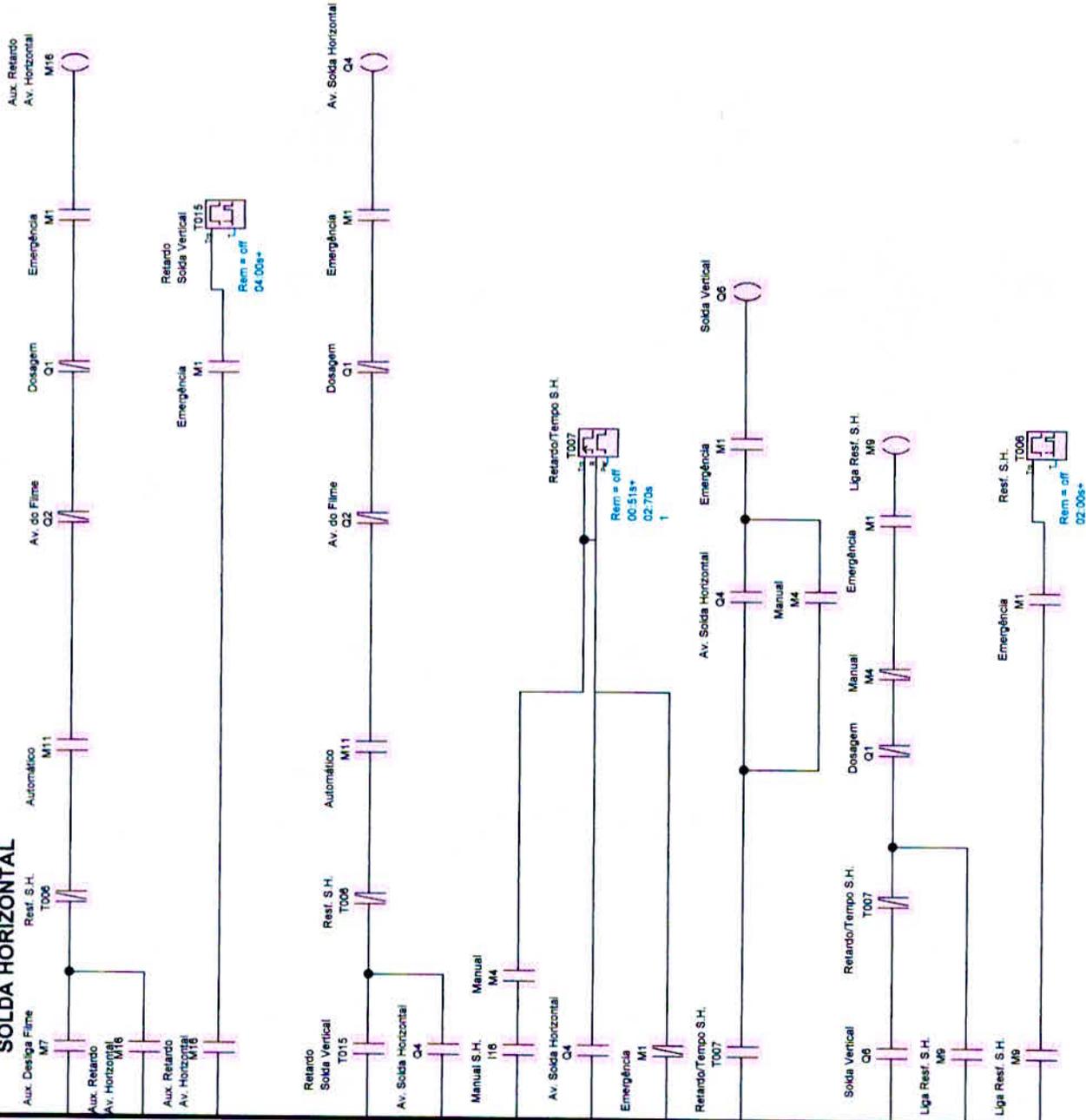
C. Criador: Renato Carvalho Baldim	Project: Instalação:	Automação de Embaladora de Leite Embaladora de Leite	Customer: Indústria Campinho Ltda
Checked: Renato Carvalho Baldim	File:	Embaladora de Leite lld	Diagram No.: 1
Date: 5/29/10 12:27 PM/12/13/11 8:01 PM			Page: 5 / 10

SOLDA VERTICAL

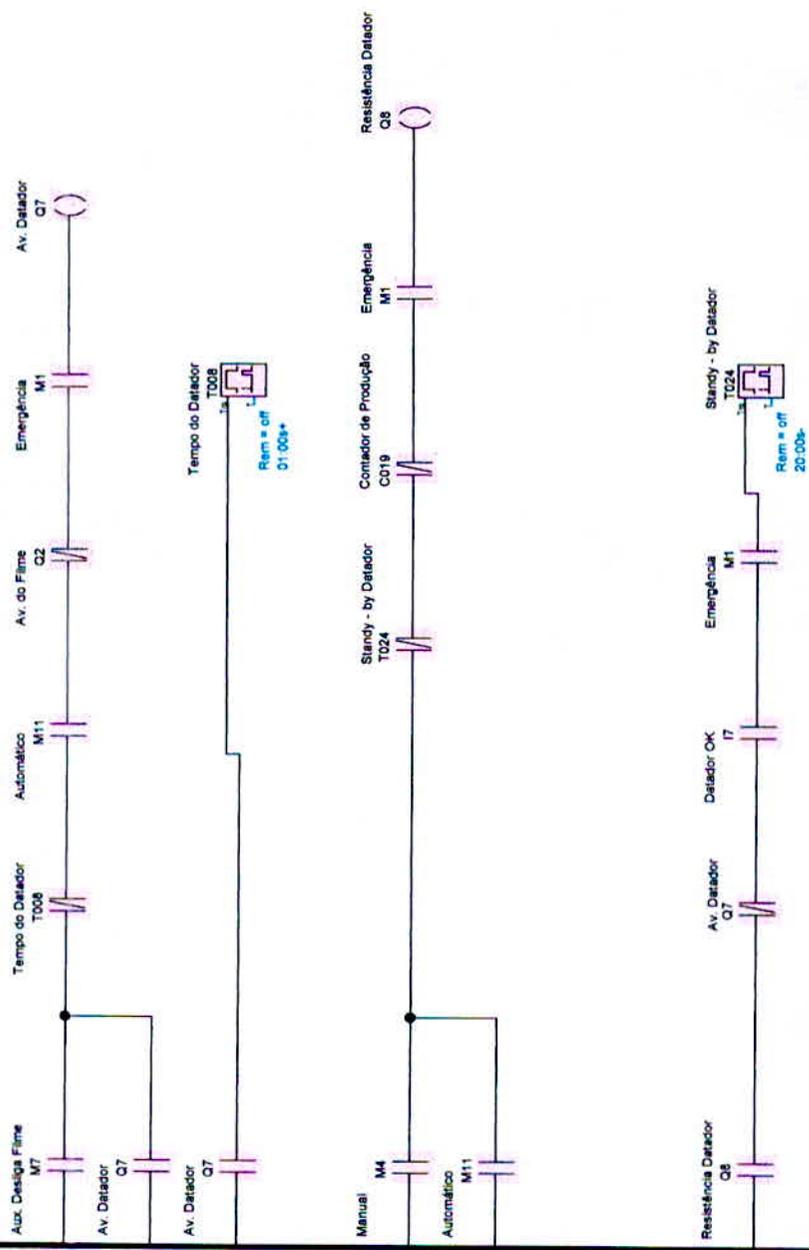


Project:	Automação de Embaladeira de Leite	Customer:	Industria Campinho Ltda
Installation:	Embaladeira de Leite	Diagram No.:	1
File:	Embaladeira de Leite.lid	Page:	6 / 10
Creator:	Renato Carvalho Baldim		
Checked:	Renato Carvalho Baldim		
Date:	5/29/10 12:27 PM/12/13/11 8:01 PM		

SOLDA HORIZONTAL

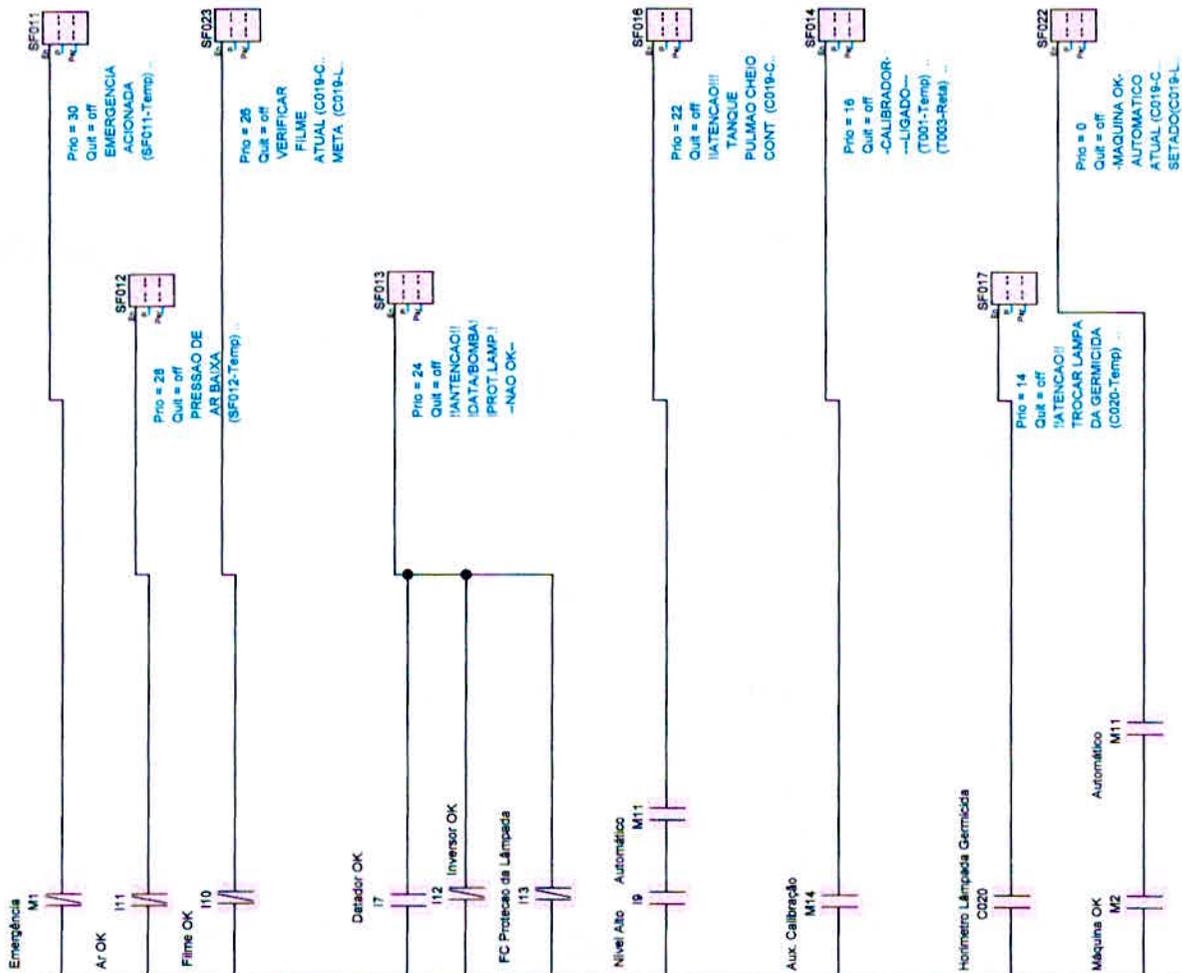


DATADOR

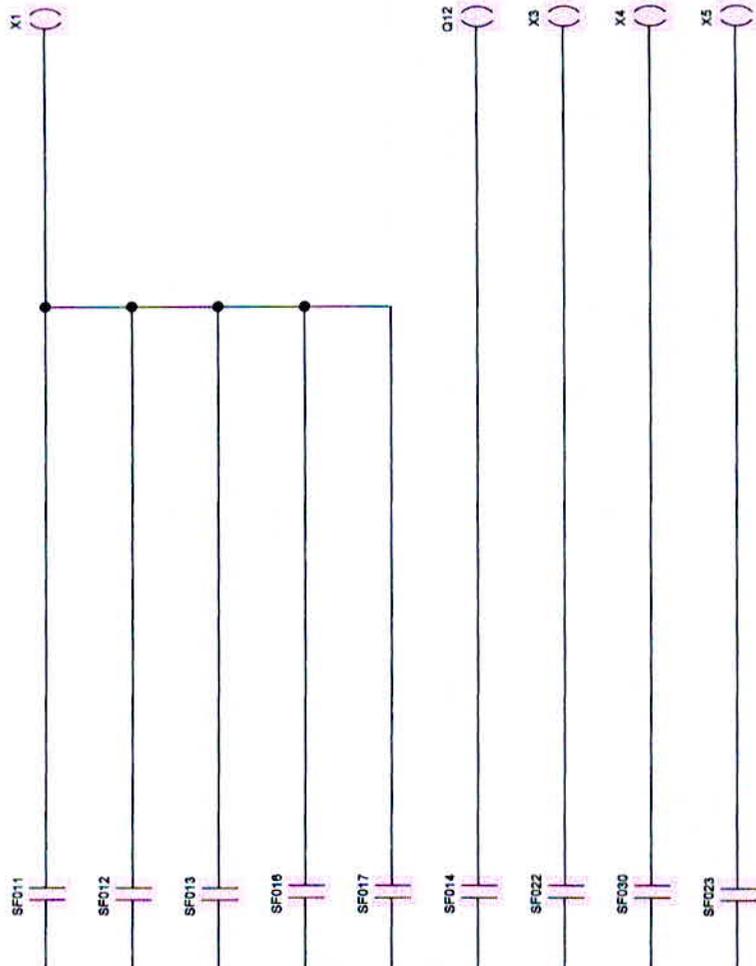


Creator:	Renato Carvalho Baldim	Project:	Automação de Embaladeira de Leite	Customer:	Industria Campinho Ltda
Checked:	Renato Carvalho Baldim	Installation:	Embaladeira de Leite	Diagram No.:	1
Date:	5/29/10 12:27 PM/12/13/11 8:01 PM	File:	Embaladeira de Leite.lid	Page:	8 / 10

ALARMES E MENSAGENS



Creator:	Renato Carvalho Baldim	Project:	Automação de Embaladeira de Leite	Customer:	Industria Campinho Ltda
Checked:	Renato Carvalho Baldim	Installation:	Embaladeira de Leite	Diagram No.:	1
Date:	5/29/10 12:27 PM/12/13/11 8 01 PM	File:	Embaladeira de Leite lid	Page:	9 / 10



Creator:	Renato Carvalho Baldim	Project:	Automação de Embaladeira de Leite	Customer:	Industria Campinho Ltda
Checked:	Renato Carvalho Baldim	Installation:	Embaladeira de Leite	Diagram No.:	1
Date:	5/29/10 12:27 PM/12/13/11 8:01 PM	File:	Embaladeira de Leite.ild	Page:	10 / 10