

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**ADIR LOPES DOS SANTOS JUNIOR.**

**AUTOMAÇÃO DO DOSADOR LINEAR DE ALUMÍNIO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Ponta Grossa, PR.**

**2015**

**ADIR LOPES DOS SANTOS JUNIOR.**

## **AUTOMAÇÃO DO DOSADOR LINEAR DE ALUMÍNIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção de título de Tecnólogo em Automação Industrial coordenação de Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Julio Cesar Guimarães MSc.

**Ponta Grossa, PR.**

**2015**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Ponta Grossa

Diretoria de Graduação e Educação Profissional



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### AUTOMAÇÃO DE UM DOSADOR LINEAR DE ALUMÍNIO

por

**ADIR LOPES DOS SANTOS JÚNIOR**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 19 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Julio Cesar Guimarães, Msc.**  
Prof. Orientador

---

**Jeferson José Gomes, Msc.**  
Membro titular

---

**Frederic Conrad Jansen, Msc**  
Membro titular

---

**Jeferson José Gomes, Msc.**  
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão  
de Curso

---

**Julio Cesar Guimarães, Msc.**  
Coordenador do Curso  
UTFPR - Campus Ponta Grossa

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se arquivado na Secretaria Acadêmica -

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e da inteligência, me dando forças para continuar lutando, independente dos obstáculos da vida.

Agradeço de forma especial meu amado pai, que me ensinou a montar meus primeiros circuitos elétricos, sempre com carinho e paciência, acreditando no meu potencial desde muito cedo.

Agradeço também minha mãe, que me deu todo o suporte e carinho, para chegar até aqui, me ensinando o caminho certo.

Especialmente a minha esposa Amanda, pelo seu amor, paciência e disponibilidade, que na minha ausência se fez pai e mãe, cuidando dos nossos filhos, sempre me apoiando e incentivando nos momentos difíceis, até mesmo quando o desânimo era maior que a coragem, nunca me deixando desistir de meus próprios sonhos.

A meus filhos, Keone e Kaleo, pequenas estrelas me guiando nesse caminho.

Ao Sr. Marcelo Eisenhower, por acreditar no meu potencial, me entregando esse projeto, sempre me dando o suporte necessário para concluí-lo. Mestre e ajudante, sempre presente, me ensinou que o Tirreno nem sempre dá jeito em algumas guarnições de borracha!

Luiz Valmor, sempre com paciência para explicar coisas que não tem explicação, parceiro nesse projeto, sempre com a “visão além do alcance”.

Aos meus familiares, sempre me incentivando, mostrando o quanto sou capaz.

Todos meus colegas, que de alguma forma me ajudaram nesses longos anos de curso.

*"Se fracassar, ao menos que fracasse ousando grandes feitos,  
de modo que a sua postura não seja nunca a dessas almas  
frias e tímidas que não conhecem nem a vitória nem a derrota."  
**(Theodore Roosevelt ,1858 - 1919)***

## RESUMO

SANTOS Jr., Adir L. dos; **AUTOMAÇÃO DE UM DOSADOR LINEAR DE ALUMÍNIO**. 2015 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Automação Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa, 2015

Este trabalho apresenta a implementação de um painel de controle automatizado para um dosador linear de alumínio, em uma máquina injetora de alta pressão. A partir de um conjunto mecânico usado, foi elaborado um projeto para automatizar esse equipamento. Utilizando um CLP, uma IHM para controle, diversos sensores e relés, foi programado a lógica para seu funcionamento, em conjunto com uma injetora de alumínio

**Palavras-chave:** controle; automatizar; injetora de alta pressão; CLP; IHM; sensores; dosador de alumínio.

## **ABSTRACT**

SANTOS Jr., Adir L. dos; **AUTOMATION A FEEDER ALUMINIUM LINEAR** . 2015 51f . Work Completion of course (Technology in Industrial Automation ) - Federal Technological University of Paraná - Campus Ponta Grossa, 2015

This work presents the implementation of an automated control panel for a linear dosing of aluminum, a high-pressure injection machine. From a mechanical assembly used, a project was designed to automate this equipment. Using a PLC, a HMI for controlling various sensors and relays, logic has been programmed to its operation, together with an aluminum injection

**keywords:** control; automate; High pressure injection ; CLP ; HMI ; sensors ; Aluminium dispenser .

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Molde para fundição .....	16
Figura 2: Fundição sob pressão .....	18
Figura 3: Processo de fundição em câmara quente .....	19
Figura 4: Processo de fundição em câmara fria .....	20
Figura 5: Injetora de câmara fria .....	20
Figura 6: Dosagem manual de alumínio .....	22
Figura 7: Dosagem por pressão .....	22
Figura 8: Dosagem por carregamento articulado .....	23
Figura 9: Dosagem por carregamento linear .....	24
Figura 10: Eixo vertical do dosador linear .....	25
Figura 11: Controlador lógico programável .....	27
Figura 12: Estrutura de um CLP .....	28
Figura 13: Execução de um programa no CLP .....	30
Figura 14: Funcionamento de um sensor .....	31
Figura 15: Sensor indutivo .....	32
Figura 16: Sensor capacitivo .....	33
Figura 17: Sensor óptico .....	34
Figura 18: Chave fim de curso .....	35
Figura 19: Conjunto mecânico de um dosador linear 3D .....	36
Figura 20: Funcionamento do dosador linear .....	38
Figura 21: Esquema de montagem do Painel elétrico .....	40
Figura 22: Painel elétrico do dosador linear .....	41
Figura 23: Tela de programação do programa RSLogix 500 .....	42
Figura 24: Linha de comando RSLogix 500 .....	43
Figura 25: Esquema de ligações do CLP .....	44

Figura 26: Chave comutadora 3 posições sem trava .....45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sinais de entrada do CLP.....	43
Quadro 2: Sinais de saída do CLP.....	43
Quadro 3: Cronograma .....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CLP – Controlador Lógico Programável

IHM – Interface Homem Maquina

*V – Volts*

*Vcc – Volts corrente contínua*

*mA-miliamperes*

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 TEMA DA PESQUISA .....	14
1.1.1 Delimitação Do Tema .....	14
1.2 PROBLEMA .....	14
1.3 PREMISA .....	14
1.4 OBJETIVOS .....	15
1.4.1 Objetivo Geral .....	15
1.4.2 Objetivos Específicos .....	15
1.5 JUSTIFICATIVA .....	15
1.6 METOLOGIA .....	15
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>16</b>
2.1 FUNDIÇÃO .....	16
2.1.1 Fundição Sob Pressão .....	17
2.1.2 Máquinas Injetoras De Câmara Fria .....	20
2.1.3 Dosagem .....	21
2.1.4 Tipos De Dosagem .....	21
2.1.4.1 Dosagem manual .....	21
2.1.4.2 Dosagem por pressão .....	22
2.1.4.3 Dosagem por carregamento .....	23
2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL .....	25
2.2.1 Princípios De Funcionamento De Um CLP .....	26
2.2.2 Variáveis De Entrada De Um CLP .....	28
2.2.3 Processamento .....	28
2.2.4 Variáveis De Saída De Um CLP .....	31
2.3 SENSORES .....	31

2.3.1 Sensores Indutivos .....	32
2.3.2 Sensores Capacitivos.....	33
2.3.3 Sensores Ópticos .....	33
2.3.4 Chaves Fim De Curso .....	34
<b>3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....</b>	<b>36</b>
3.1 ASPECTO GERAL .....	36
3.2 FUNCIONAMENTO MANUAL DO DOSADOR .....	37
3.3 FASES DE FUNCIONAMENTO EM CICLO AUTOMÁTICO .....	38
3.4 CONTRUÇÃO DO PAINEL DE COMANDO.....	40
3.5 SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO .....	42
3.6 DESENVOLVIMENTO DA PROGRAMAÇÃO .....	43
3.6.1 Mapeamento Das Entradas E Saídas .....	43
3.6.2 Programação Do CLP .....	45
3.6.3 Programação Da IHM.....	46
3.7 DOSADOR DE ALUMÍNIO AUTOMATIZADO .....	46
<b>4 CRONOGRAMA .....</b>	<b>48</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>5 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, globalizado e competitivo e com aumento da concorrência, o perfil dos consumidores se transforma de forma geral, tornando-os a cada dia mais exigentes e informados em busca de consumir cada vez mais e a melhores custos, ou seja, temos atualmente consumidores, muito mais capacitados a questionar e comparar a qualidade de produtos.

Por outro lado, o aumento da competitividade entre as empresas proporcionam grandes desafios, com o foco voltado em alcançar seus objetivos, visando o aumento do lucro e a redução dos gastos. Sob esse panorama, as empresas procuram ampliar seu parque de máquinas com tecnologia estrangeira, importando equipamentos usados, de países da Europa e Estados Unidos.

À surdina e sem fazer nenhum alarde, o governo reduziu os trâmites burocráticos de importação de máquinas usadas. Há muito tempo que se esperava uma medida deste nível para retirar a dependência de certos cartéis de documentos que imperavam desde o “Brasil Colônia”. (ARAUJO, 2009).

Somado a esse fato, a indústria nacional ainda não chegou ao mesmo nível de indústrias europeias na fabricação de máquinas e equipamentos em fundição de alumínio sob alta pressão.

Com a facilidade de importação de equipamentos usados, uma empresa localizada nos Campos Gerais, PR, importou uma injetora de alumínio de alta capacidade. Trata-se de uma máquina com capacidade de injeção de 1200 toneladas. Nessa ocasião, o principal periférico da máquina, um dosador de alumínio, chegou sem o painel elétrico, conseqüentemente, sem comandos e software.

Este trabalho tem como objetivo principal projetar e construir, um quadro de comandos similar ao original, para controlar um dosador linear de alumínio, e que desempenhe as mesmas funções do original.

## 1.1 TEMA DA PESQUISA

Desenvolvimento de um painel elétrico com um software de controle para um dosador linear de alumínio.

### 1.1.1 Delimitação Do Tema

O presente trabalho propõe a criação de um novo comando elétrico e sistema controlador para um dosador linear de alumínio, compatível com a máquina injetora de 1200 ton.

## 1.2 PROBLEMA

Após a importação da injetora usada, o equipamento chegou à empresa sem o painel de comando elétrico. Devido ao custo com a importação de um novo painel elétrico e o programa do CLP ser de propriedade da fabricante, não se poderia obter uma cópia, e “implantar” em um quadro de comando similar ao original. Em um pré-orçamento, o comando integral e o programa, custariam em torno de 400.000€ (quatrocentos mil euros).

Na automação feita por empresas nacionais especializadas, ainda persistirá a propriedade da programação do CLP, impedindo melhorias por parte da empresa.

Conhecendo o funcionamento de um dosador linear de alumínio, já que a empresa tem várias injetoras funcionando com esse sistema, o custo de fabricar um painel com tecnologia e mão de obra próprias se tornaria viável?

## 1.3 PREMISSA

Por meio do desenvolvimento de um novo painel e de um programa de controle, será possível utilizar o equipamento com confiabilidade e estabilidade. O projeto proposto busca utilizar *softwares* gratuitos para o desenvolvimento de programação do CLP e IHM, os quais reduzem o custo do projeto.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver um comando eletroeletrônico que possibilite o controle do dosador linear de alumínio programado por um *software* livre.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Fazer um levantamento bibliográfico;
- Identificar qual o modelo de CLP e IHM que serão utilizados;
- Levantar os dispositivos a serem utilizados;

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Através da execução deste projeto, o dosador linear de alumínio cumprirá sua função de forma confiável, e contará com um *software* moderno de controle, abrindo a possibilidade de melhorias de programação conforme a necessidade.

O emprego de *softwares* gratuitos para programação dos CLP's proporciona ao projeto um baixo custo de implantação tornando o projeto financeiramente viável.

## 1.6 METODOLOGIA

O projeto será desenvolvido em forma de pesquisa ação, na qual o pesquisador deve estar empenhado em solucionar algum problema através de uma ação. Na pesquisa-ação, é também importante destacar a concomitância entre a pesquisa e a ação, sendo estes os elementos que, durante a investigação, devem estar sendo constantemente inter-relacionados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 FUNDIÇÃO

A base para todos processos de fundição consiste em derramar no interior de uma fôrma o metal líquido ou fundido, no interior de um molde cuja cavidade é conformada de acordo com a peça que se deseja produzir. Essa fôrma é chamada de molde. (CHIAVERINI, 1986). A figura 1 ilustra o metal na forma líquida sendo derramado em um molde de areia compactada.



Figura 1: Molde para fundição

Fonte: Gaspar

As peças obtidas por fundição são utilizadas em grandes quantidades em equipamento de transporte, construção, comunicação, geração de energia elétrica, agricultura, mineração, máquinas operatrizes, enfim, na indústria no geral, devido as vantagens que esse processo oferece. (CHIAVERINI, 1986).

Na grande maioria, a fundição é o processo inicial, por que, além de permitir a obtenção de peças com formatos praticamente definitivas, possibilita a fabricação dos chamados lingotes, os quais serão posteriormente submetidos ao processo de conformação mecânica e transformados em formas definitivas. (CHIAVERINI, 1986).

A fundição, assim, permite a fabricação de peças de qualquer formato, com pequenas limitações em dimensões, forma e complexidade.

### 2.1.1 Fundição Sob Pressão (Injeção)

O Processo de Fundição sob Pressão foi criado em 1849, quando Sturgiss patenteou a primeira máquina injetora para produção de peças para máquinas de impressão. Dada à necessidade de produção de diferentes ligas de chumbo para tipografia, em 1868, Charles Babbage desenvolveu uma máquina injetora com o objetivo de produzir componentes para sua máquina de calcular. Em 1877 máquinas injetoras foram utilizadas para produção de corpos de mancais para locomotivas. A partir daí iniciou-se um grande mercado para peças injetadas, e com a Revolução Industrial em expansão teve início à produção em larga escala para a indústria automobilística (FONSECA, 2001).

A fundição sob pressão, também conhecida como fundição injetada ou simplesmente injeção, é um processo no qual o metal fundido é conduzido, sob pressão, para dentro de um molde de aço de elevado acabamento superficial e tolerâncias estreitas, sendo que, neste molde resfria e solidifica-se quase instantaneamente. Decorrido algum tempo, geralmente na ordem de segundos, o molde é aberto e a peça é retirada em condições de acabamento praticamente finas. As peças obtidas por fundição sob pressão reproduzem com precisão os detalhes da superfície do molde e mantêm as tolerâncias estreitas. Deste ponto, o alumínio é conduzido para o molde, a partir de uma câmara de pressão, mais especificamente, por um êmbolo, conhecido como pistão e esfriará. (FONSECA, 2001).

Fundição sob pressão consiste em forçar o metal líquido, sob pressão, a penetrar na cavidade do molde, chamado de matriz. Esta é metálica, portanto de natureza permanente e assim podem ser usadas inúmeras vezes. (CHIAVERINI, 1986) como mostrada na figura 2.

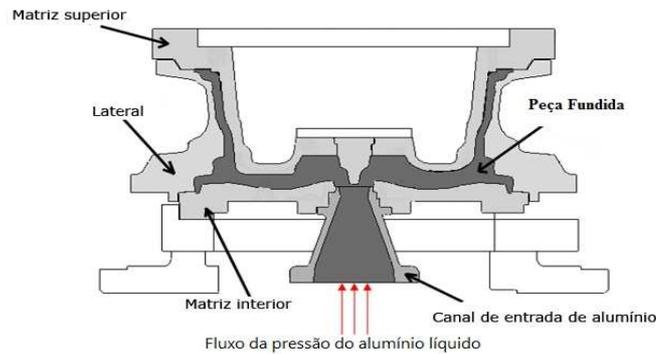


Figura 2: fundição sob pressão.

Fonte: Site do fabricante ([www.volcanowhells.com](http://www.volcanowhells.com) 2015)

Devido a pressão e conseqüente a alta velocidade de enchimento da cavidade do molde, o processo possibilita a fabricação de peças de formas bastantes complexas e de paredes mais finas que os processos de gravidade permitem. (CHIAVERINI,1986).

A matriz é geralmente construída em duas partes que são hermeticamente fechadas no momento do fechamento do metal líquido. Ela pode ser utilizada fria ou aquecida à temperatura do metal líquido, o que exige materiais que suportam essas temperaturas. Muitas matrizes são refrigeradas à água, evitando superaquecimento e elevando sua vida útil, são capazes de confeccionar entre 50 mil e 1 milhão de injeções. (CHIAVERINI,1986).

O metal é bombeado na cavidade da matriz e a sua quantidade deve ser tal que não só preencha inteiramente essa cavidade, como também os canais localizados em determinados pontos para evasão do ar. Esses canais servem igualmente para garantir o preenchimento completo das cavidades da matriz. Simultaneamente, produz-se alguma rebarba. (CHIAVERINI,1986).

Enquanto o metal solidifica, mantém-se a pressão durante um certo tempo, até que a solidificação se complete. A seguir, a matriz é aberta e a peça é ejetada. Dai, faz-se a limpeza da matriz e sua lubrificação, fecha-se e repete-se o ciclo. (CHIAVERINI, 1986).

A máquina injetora é dotada de duas mesas, uma fixa, onde se localiza a metade da matriz e o sistema de injeção do metal líquido, e uma móvel, onde se localiza outra metade da matriz, o sistema de extração da peça, de abertura, fechamento e travamento da máquina. (CHIAVERINI,1986).

As máquinas de fundição sob pressão, obedecem a dois tipos básicos: Câmara quente e Câmara fria.

Na Câmara quente, o metal a ser utilizado funde a uma temperatura baixa e não ataca o material do cilindro e pistão de injeção, este cilindro pode ser colocado diretamente no banho de metal fundido. A Figura 3 indica esquematicamente o sistema de câmara quente.

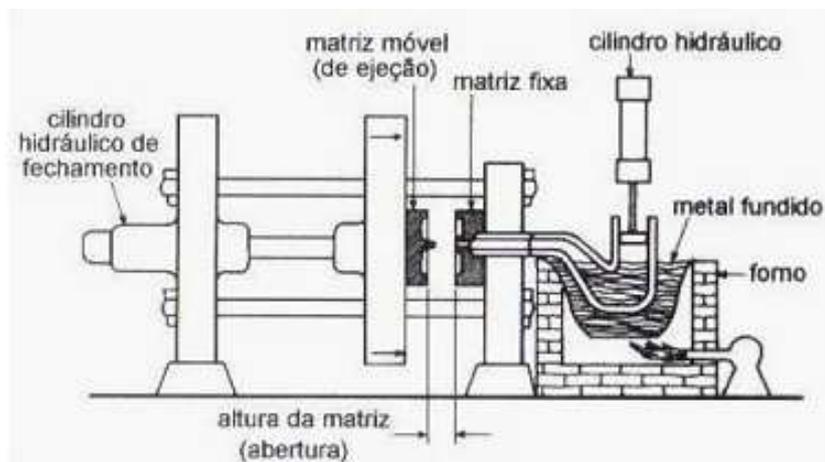


Figura 3: Processo de fundição sob pressão em câmara quente.

Fonte: CHIAVERINI

Na máquina injetora de câmara fria, o metal fundido ataca o material por sistema de bombeamento (cilindro e pistão) não podendo ser colocado em contato com o metal líquido. Esse método utiliza o sistema de carregamento, Conforme demonstra a Figura 4.

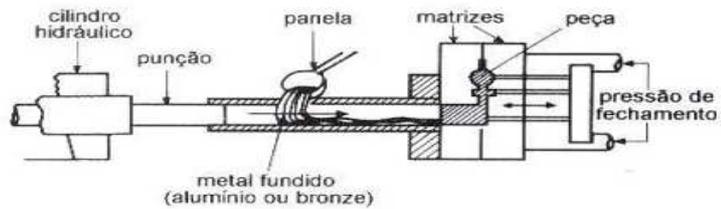


Figura 4: Processo de fundição sob pressão em câmara fria

Fonte: CHIAVERINI

Como ilustrado acima, a câmara de pressão é montada horizontalmente com um orifício de vazamento no topo da parede da câmara, o contato desta com o metal fundido ocorrem somente no momento do vazamento. Geralmente essas máquinas são empregadas para fundir sob pressão alumínio, magnésio e ligas de cobre.

### 2.1.2 Máquinas Injetoras De Câmara Fria

Neste tipo de máquina, a câmara de injeção (bucha) está disposta horizontalmente e acoplada à máquina através de uma placa fixa, como ilustra a figura 5. O acumulador aciona o pistão que comprime o metal contra o molde. É um dos sistemas de injeção mais utilizado no mundo e tem sofrido constantes melhorias para o controle do processo de injeção. As injetoras são classificadas pela força de fechamento, ou seja, pela capacidade que ela tem de suportar a força exercida pelo travamento da máquina, por exemplo, dizemos injetora de 2800 ton de força de fechamento.

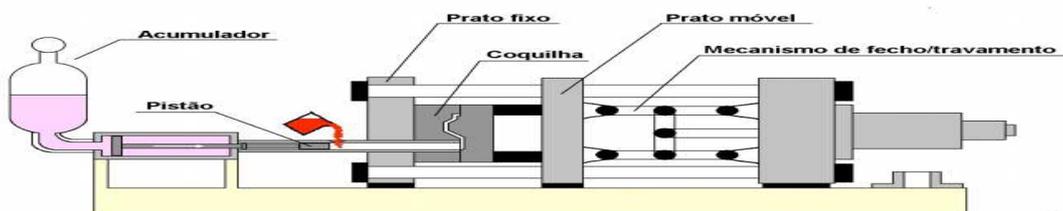


Figura 5: Injetora de câmara fria.

Fonte: TOLEDO

A alimentação ou dosagem é feita basicamente por um orifício na câmara ou bucha de injeção. O pistão de injeção acoplado ao topo da bucha conduz o metal ao longo desta até o preenchimento da cavidade (formato da peça) no molde ou coquilha.

### 2.1.3 Dosagem

A dosagem é uma parte do processo que regula a quantidade do alumínio que será injetado. Se a quantidade de alumínio for insuficiente para preencher toda a cavidade do molde, a peça injetada apresentará defeitos, como bolhas de ar e falhas de preenchimento. Da mesma forma, se a quantidade de alumínio for excessiva, a pressão no momento da injeção fará com que o alumínio espirre para fora do molde, danificando a injetora e podendo causar acidentes na operação. O tempo de dosagem corresponde ao peso da peça, quanto maior for o peso, maior o tempo que levará para o alumínio encher a concha no carregamento. Esta etapa é crucial na injeção sob pressão, pois para assegurar a qualidade e repetibilidade das peças injetadas, a quantidade de material tem que se manter rigorosamente à mesma, de forma contínua.

Existem diversos tipos de dosagem em alumínio, entre eles se destacam a dosagem manual, a dosagem por pressão (câmara quente) e a dosagem por carregamento.

### 2.1.4 Tipos De Dosagens

#### 2.1.4.1 Dosagem manual

A dosagem manual é o modo mais antigo, e já está em desuso pela maioria das indústrias, por não oferecer precisão na quantidade de material dosado, na repetibilidade das peças e no grande risco de acidentes.

Essa dosagem consiste em um operador mergulhar um cadinho de metal no alumínio e derramar na bucha de injeção, conforme mostra a figura 6:



Figura 6: Dosagem manual de alumínio

Fonte: Autoria própria.

#### 2.1.4.2 Dosagem por pressão (câmara quente)

A dosagem por pressão, como vimos anteriormente, é usada em máquinas de câmara quente, onde um forno especial é acoplado diretamente a injetora.

O princípio de funcionamento desse forno baseia-se na pressurização, com ar comprimido, de uma câmara devidamente vedada, onde está contido o metal. Ao pressurizar a câmara, o alumínio líquido é direcionado através de um tubo de dosagem, imerso no metal e conectado à bucha de injeção como ilustrada na figura 7. A pressurização da câmara é controlada por um transdutor de pressão

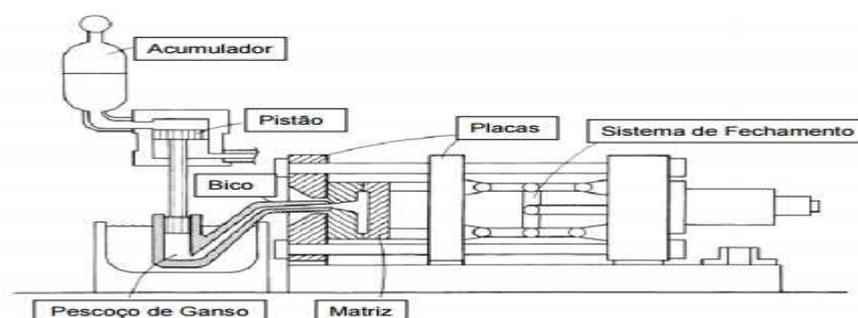


Figura 7: Dosagem por pressão.

Fonte: Verran

Para que a dosagem de alumínio seja correta, o CLP no painel de comando do forno calcula a pressão em relação ao tempo, a quantidade de metal dentro do forno, o peso da peça a ser dosada e o tempo de pressurização da câmara, assegurando assim o vazamento exato de alumínio necessário para o preenchimento do molde.

#### 2.1.4.3 Dosagem por carregamento.

A dosagem por carregamento é a forma mais usada nas indústrias de injeção de alumínio, devido ao seu baixo custo em relação à dosagem por pressão, e a facilidade de manutenção e adaptação a qualquer tipo de injetora utilizada. Podem ser articulados ou lineares.

O dosador articulado é análogo a um braço humano, possuindo três eixos de rotações paralelas. Sua construção é robusta, porém é utilizada somente em pequenas injetoras, pois seu braço não suporta muito peso. Por esse motivo seu alcance também é limitado. Na figura 8, um exemplo de dosador articulado.



Figura 8: Dosagem por carregamento articulado

Fonte: site do fabricante ([www.frechusa.com](http://www.frechusa.com))

O dosador linear consiste em uma máquina com três eixos, interligando a injetora ao forno de alimentação. O eixo horizontal é o responsável por essa ligação, onde será transportado o alumínio. Essa construção permite a configuração entre qualquer modelo de forno ou de injetora, já que a distância entre eles poderá ser dimensionada na construção desse eixo mostrada na figura 9.

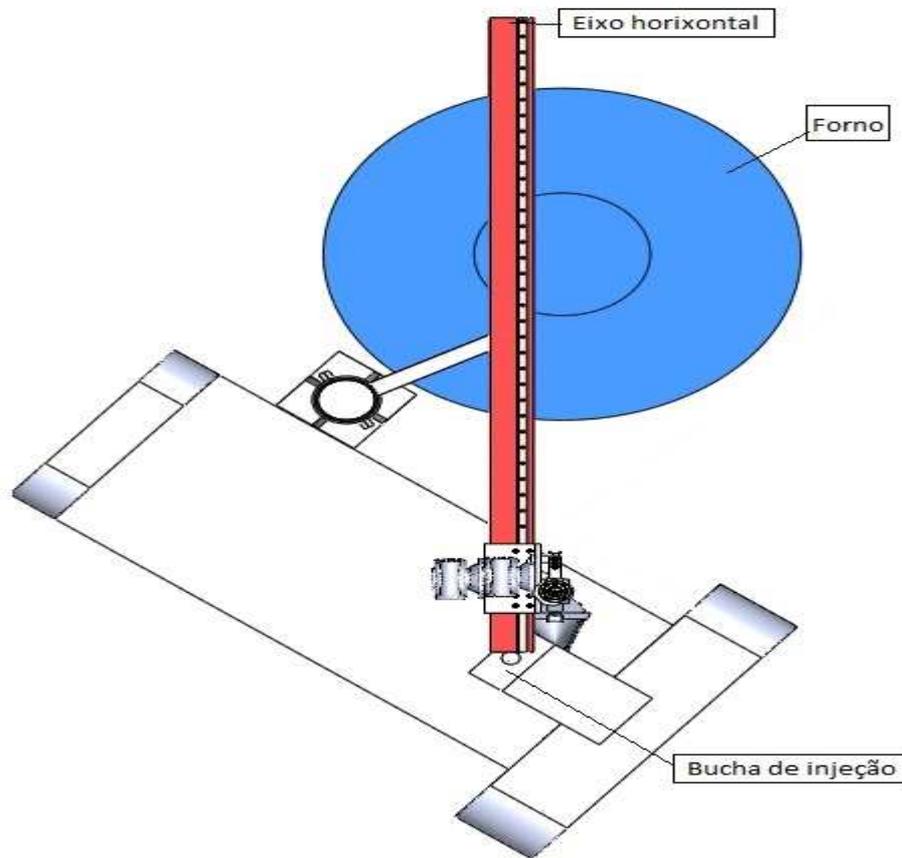


Figura 9: Dosagem por carregamento linear.

Fonte: Autoria própria

O eixo vertical é o responsável por levar a concha até o alumínio dentro do forno, independente do nível de material dentro do mesmo. Do mesmo modo, a concha sobe até a posição de transporte, livre de obstáculos pelo trajeto. Após a mesma desce a concha até o nível da bucha de injeção, para a dosagem, conforme ilustra a figura 10.

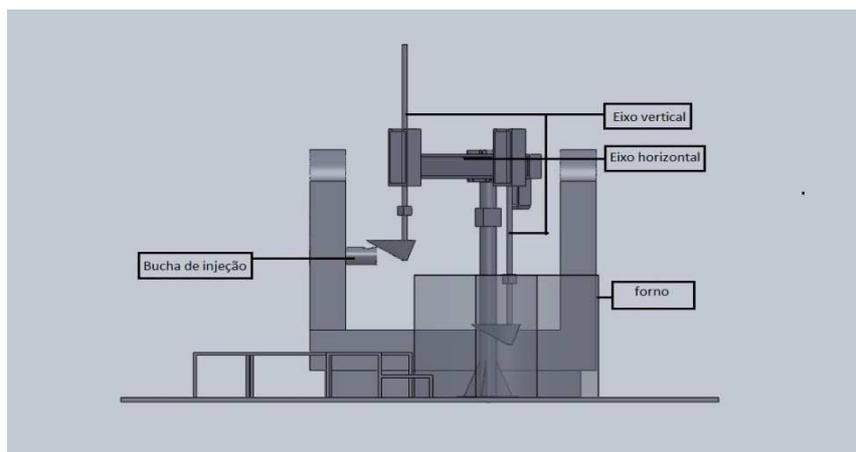


Figura 10: Eixo Vertical do dosador linear

Fonte: Autoria própria

O último eixo faz o giro da concha, de forma que o mesmo possa dosar e descarregar o alumínio contido no seu interior. O curso dessa rotação é mensurado por um transdutor potenciométrico linear.

## 2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

Os primeiros sistemas de controle datam do século XIX, durante a revolução industrial. As funções de controle eram feitas por dispositivos mecânicos, que automatizavam alguns movimentos repetitivos nas linhas de montagem da época.

Na década de 1920, os dispositivos mecânicos foram substituídos pelos relés e contadores. A lógica de relés viabilizou o desenvolvimento de funções de controle mais complexas e sofisticadas (FRANCHI e CAMARGO, 2009).

Com o desenvolvimento da tecnologia dos circuitos integrados, possibilitou-se uma nova geração de sistemas de controle. Os controles desenvolvidos com circuitos integrados são menores, mais rápidos e muito mais duráveis.

Entre as décadas de 1960 a 1970, os primeiros computadores comerciais começaram a ser utilizados como controladores em sistemas de controle. Devido ao fato do computador ser programável, proporcionou-se uma grande vantagem em comparação à lógica por interligações elétricas. Em contrapartida eram caros, difíceis de programar e frágeis para utilização em chão de fábrica.

Em 1968, sob o comando do Engenheiro Richard Morley, foi desenvolvido a pedido da divisão de hidráulicos da General Motors Corporation, um equipamento eletrônico com lógica programável através de software, simulando as enormes lógicas de relés eletromecânicos, utilizados na época, para a automatização de uma linha de montagem.

O CLP foi idealizado pela necessidade de poder se alterar uma linha de montagem sem que tenha de fazer grandes modificações mecânicas e elétricas.

Podemos então, considerar o CLP como “um computador projetado para trabalhar no ambiente industrial”. (FRANCHI e CAMARGO, 2009).

### 2.2.1 Princípios De Funcionamento De Um CLP

De um modo mais detalhado um CLP é um aparelho digital que usa memória programável para armazenar instruções que programam funções como: lógica, sequenciamento, temporização, contagem e operações aritméticas, para controlar através de módulos de entrada e saída (digital e analógica) diversos tipos de máquinas e processos.

Nesses módulos são ligados diversos dispositivos de entradas e saídas, como botoeiras, sensores, relés, IHMs, motores, conversores de frequência, sirenes e outros componentes industriais, como ilustra a figura 11

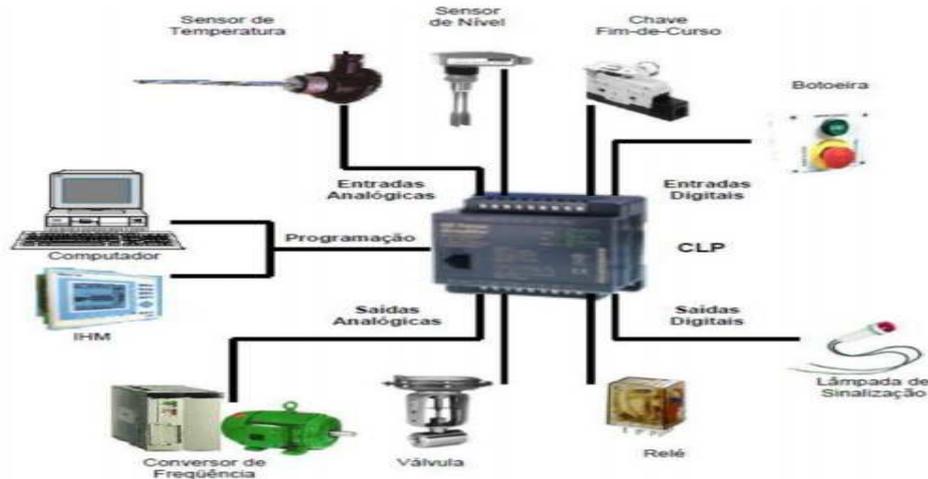


Figura 11: Controlador lógico programável.

Fonte: site do fabricante ([www.siemens.com.br](http://www.siemens.com.br) 2015)

De acordo com o IEC (*International Electrotechnical Industrial*) um Controlador Lógico Programável é definido como um sistema eletrônico operado digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial (Franchi, 1977). O equipamento utiliza uma memória programável para armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário, para implementar funções específicas, tais como lógica, sequencial, temporização, contagem e aritmética (Franchi, 1977). Ainda segundo Franchi, essa programação é usada para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas. (Franchi, 1977).

Podemos apresentar a estrutura de um CLP dividida em três partes: entradas, processamento e saídas, conforme figura 12



Figura 12: Estrutura de um CLP

Fonte: Maitelli

### 2.2.2 Variáveis De Entrada De Um CLP

São sinais externos recebidos pelo CLP, podem ser geradas por dispositivos sensores, transdutores, chaves, botoeiras entre outros.

Esses sinais podem ser de dois tipos, digitais e analógicos. Dispositivos digitais geram saídas distintas, 0 e 1, ou ainda chamados de “aberto” e “fechado”. Quando em 0, nenhuma tensão é aplicada a entrada. Quando o sinal está em 1, uma tensão de 24Vcc é aplicada a entrada. Esses sinais recebem o nome de controle discreto.

Os dispositivos analógicos geram um sinal variável, aplicado nas portas de entrada em forma de corrente ou tensão elétrica. Geralmente usadas em escalas de 4 a 20 mA, ou ainda em 0 e 10 Volts.

Um sinal analógico é a representação de uma grandeza contínua que pode assumir em um determinado instante, qualquer valor entre dois limites definidos (FRANCHI e CAMARGO, 2009)

### 2.2.3 Processamento

A CPU é a responsável pelo processamento, é ela que recebe os sinais de entrada, realiza a leitura das memórias internas, operações lógicas, aritméticas e de controle, para escrever nas memórias internas e atualizar as saídas. Também recebe e envia comandos aos módulos de comunicação, que podem estar ligados em servidores, IHMs, estações de trabalho ou até mesmo outro

CLP. As memórias estão divididas em duas, sendo a memória do programa executável que controla as atividades da CPU a memória com as instruções do programa de aplicação. A memória de programa armazena as instruções contidas na programação realizada pelo usuário para controlar a máquina e a memória de dados é utilizada para armazenamento temporário de dados para a execução do programa.

As memórias podem ser classificadas como voláteis, pois perdem seu conteúdo quando é desligada a alimentação elétrica, e as não voláteis, que mesmo sem energia elétrica, não perdem o seu conteúdo. Existem diversos tipos de memórias utilizadas nos CLPs, entre as principais estão:

ROM (Read Only Memory): Armazena os dados permanentemente, sendo possível apenas sua leitura, seu conteúdo normalmente vem gravado de fábrica. É utilizada para o sistema operacional e para os dados fixos usados pela CPU;

RAM (Random Access Memory): Permite uma leitura e escrita com alta-velocidade, porém é uma memória volátil, que apaga quando é removida a energia de alimentação. Atualmente os CLPs têm usado a memória RAM para armazenar o programa aplicativo e contam com uma bateria de *backup* para que não perca o programa caso perca a energia de alimentação;

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory): É uma memória não volátil que oferece a mesma flexibilidade de programação que a RAM. Alguns CLPs utilizam essa memória como única memória do sistema tanto para o programa aplicativo quanto para armazenamento temporário de dados para execução do programa;

Memória Flash: Um dos tipos mais recentes de memórias desenvolvidas é do tipo não volátil, e tem grande velocidade de leitura e gravação, diversos fabricantes de CLPs já estão usando esse tipo de memória.

O programa executado pelo CLP realiza ciclicamente a leitura das entradas, execução do programa e atualização das saídas. O tempo total para

execução dessas tarefas é chamado de ciclo de varredura e depende, dentre outros fatores, da velocidade e características do processador, do tamanho do programa de controle e da quantidade de pontos de entrada e saída, conforme ilustrada na figura 13.

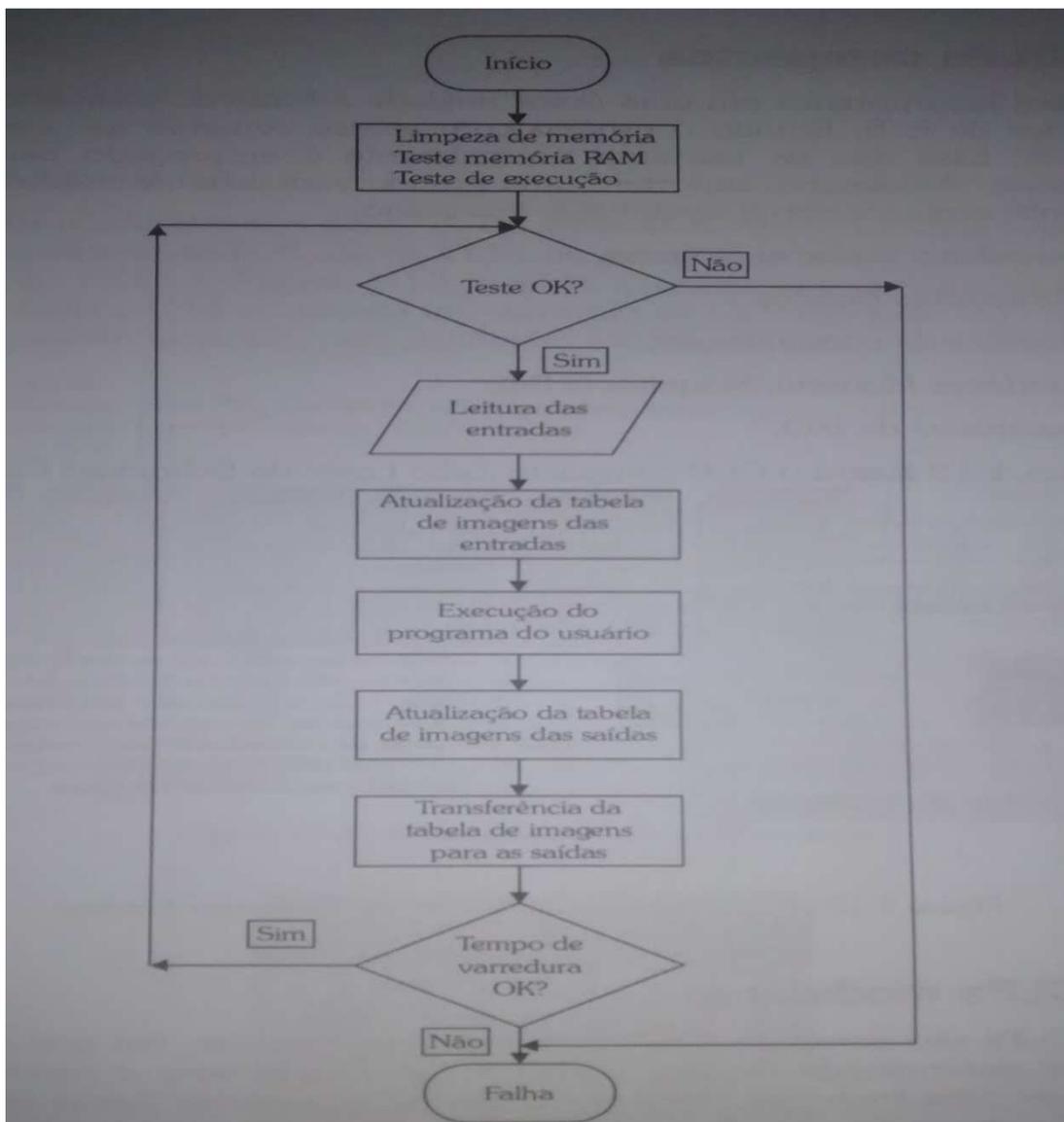


Figura 13: Execução de um programa no CLP

Fonte: FRANCHI e CAMARGO

#### 2.2.4 Variáveis De Saída De Um CLP

As saídas de um CLP são responsáveis por fazer a interface entre o CLP e os elementos atuadores.

São chamados atuadores os dispositivos que convertem qualquer sinal elétrico vindo do CLP em uma condição física.

As saídas digitais também só admitem 2 estados, em 0 e 24Vcc, e funcionam ligando ou desligando algum elemento. Já as saídas analógicas, podem acionar um elemento dentro de uma faixa de valores que corresponde de 0 a 100%, independentes da grandeza que utilizam, sendo corrente ou tensão.

#### 2.3 SENSORES

Basicamente, um sensor serve para informar um circuito eletrônico a respeito de um evento físico que ocorra no processo, sobre o qual ele deva atuar, ou a partir do qual ele deva comandar uma determinada ação, mostrada na figura 14.

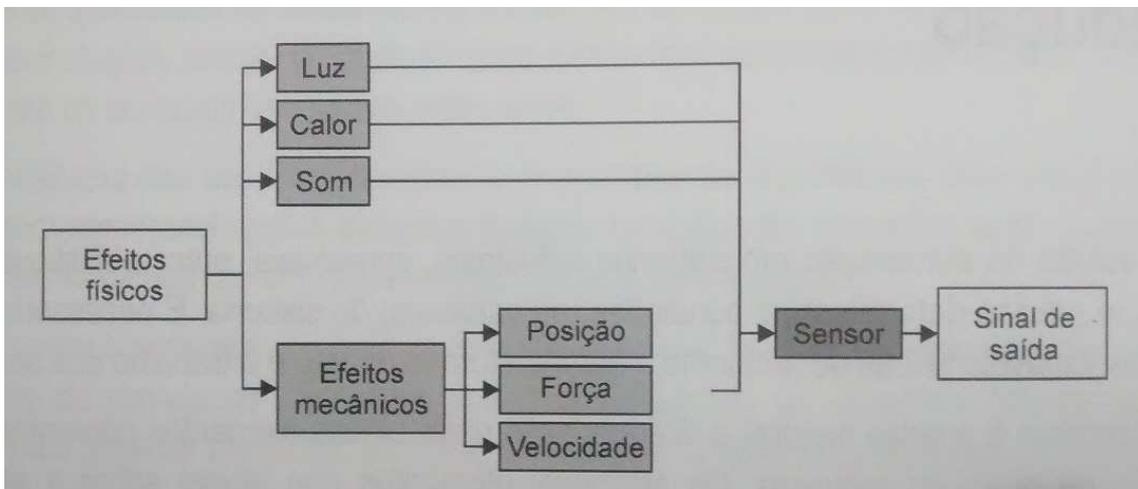


Figura 14: Funcionamento de um sensor

Fonte: Thomazini

Normalmente, os sensores são aqueles que respondem com um sinal elétrico um estímulo ou um sinal. Um transdutor por sua vez é um dispositivo

que converte um tipo de energia em outra não necessariamente em um sinal elétrico. Muitas vezes um sensor é composto de um transdutor e uma parte que converte a energia resultante em um sinal elétrico. Um instrumento de medida pode ser um sensor/transdutor com indicação direta (como um termômetro de mercúrio ou um medidor elétrico) ou um sensor/transdutor em conjunto com um indicador de modo que o valor detectado se torne legível pelo homem (como um conversor de analógico para digital, um computador, um display).

Existem diversos tipos de sensores, e os mais usados para posicionamento são os sensores indutivos, os sensores capacitivos, os sensores óticos e as chaves fim de curso.

### 2.3.1 Sensores Indutivos

Sensor indutivo é um dispositivo eletrônico que é capaz de reagir à proximidade de objetos metálicos. Esses dispositivos exploram o princípio da impedância de uma bobina de indução. Quando um objeto metálico, passa pelo campo magnético da bobina do sensor indutivo, libera a passagem da corrente elétrica.

Isso ocorre porque o objeto absorve parte do campo magnético gerado pela bobina do sensor e essa variação é detectada pelo circuito, produzindo em seguida um sinal de saída, exemplificado na figura 15.



Figura 15: Sensor indutivo.

Fonte: Vianna

### 2.3.2 Sensores Capacitivos

Sensores capacitivos são sensores que detectam qualquer tipo de massa. Seu funcionamento se dá por meio de incidência de um campo elétrico que é gerado por cargas elétricas em sua face, formando assim um capacitor.

É característica de todo capacitor o aumento de sua capacitância quando colocamos algum tipo de massa dielétrica (isolante) entre seus eletrodos (os eletrodos são onde são armazenadas as cargas), sendo assim, quando aproximamos qualquer material líquido ou sólido à face do sensor, ele atuará como massa dielétrica aumentando a capacitância. Por fim, o circuito eletrônico do sensor detecta essa variação de capacitância e atua sua saída, como mostra a figura 16.

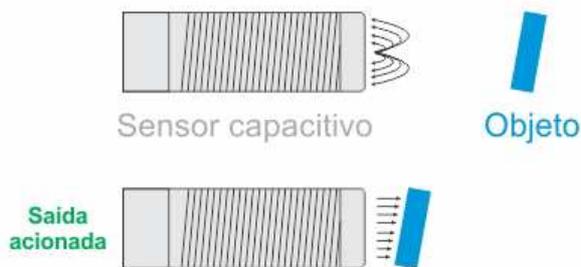


Figura 16: Sensor capacitivo.

Fonte: Lino

### 2.3.3 Sensores Ópticos

O funcionamento do sensor óptico baseia-se na emissão de um feixe de luz, o qual é recebido por um elemento fotossensível. Basicamente são divididos em três sistemas: Barreira, Difusão e Reflexão. São utilizados em diversas áreas, entre elas a Industrial, em sistemas automáticos e de segurança pessoal, residencial e predial como alarmes.

Na indústria são muito utilizados, por exemplo, em sistemas de contagem de peças, determinação de fim de curso, e sistemas de segurança.

A grande vantagem desse tipo de sensoriamento é o não contato com o sistema que será monitorado, evitando desta forma problemas mecânicos, e permitindo, por exemplo, que a leitura seja feita em movimento, o que garante que o sensoriamento ocorra sem interrupção do processo de fabricação.

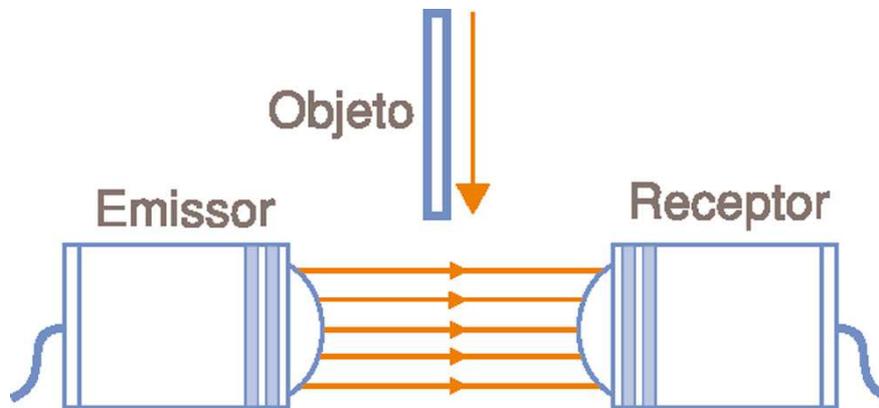


Figura 17: Sensor óptico.

Fonte: Martins

#### 2.3.4 Sensores Chave Fim De Curso

Sensores de fim de curso são sensores que servem para indicar que um motor ou a estrutura ligada ao seu eixo (um robô, por exemplo) chegaram ao fim do seu campo de movimento. São sensores simples de trabalhar, principalmente na programação, já que funcionam de modo similar a uma chave liga/desliga.

O sensor de fim curso geralmente tem uma estrutura similar a da Figura 18. Quando a haste do sensor é empurrada, os terminais do sensor ficam em curto. Com isso pode-se ler se o sensor foi acionado com um micro controlador e depois enviar um sinal para o motor para que este pare ou inverta seu giro.

Uma variação possível dos sensores de fim de curso são aqueles que têm no final da haste uma roldana. Esse tipo de sensor pode ser utilizado deslizando sobre uma superfície. Quando o sensor perder contato com a superfície, significa que terminou o campo de movimento do motor ou da estrutura ligada a ele.



Figura 18: Chave fim de curso.

Fonte: Braga

### 3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

#### 3.1 ASPECTO GERAL

O equipamento é constituído de três eixos, ilustrado na figura 19, sendo um para a movimentação horizontal, para deslocamento entre o forno e a bucha de injeção, um para a movimentação vertical, para deslocamento da altura da bucha até o nível do banho do forno, e o último para o giro da concha, que permite o carregamento e descarregamento da mesma.

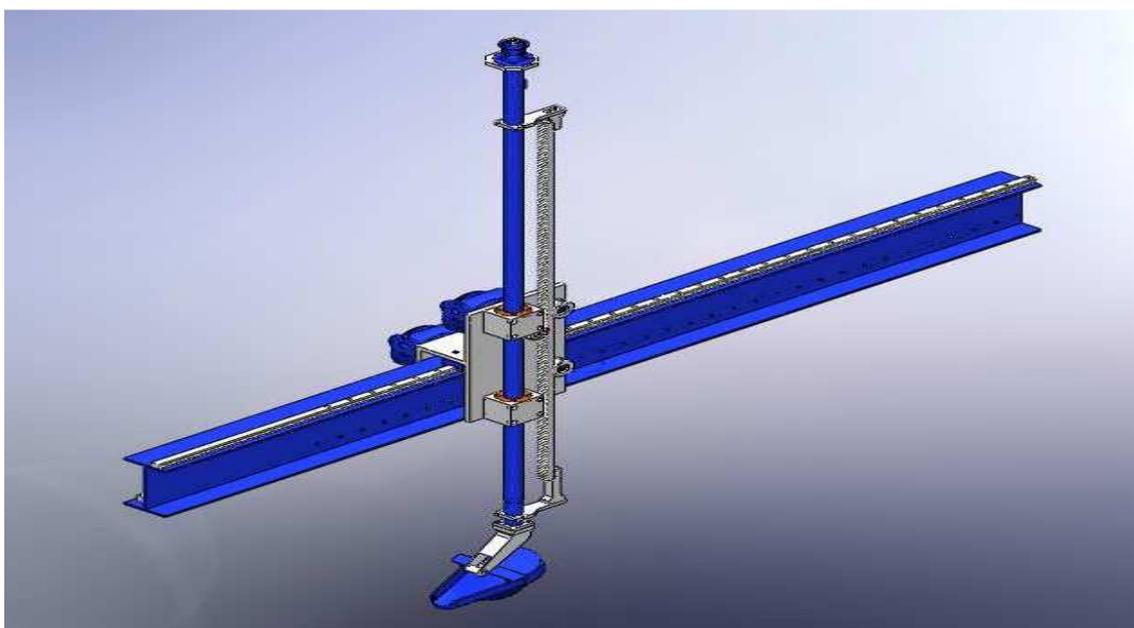


Figura 19: Conjunto mecânico do dosador linear em 3D.

Fonte: (Manual Técnico Techmach)

O dosador linear de alumínio possui controle eletrônico próprio e comunica-se com o CLP da máquina para efetuar o carregamento do alumínio fundido. No painel deste periférico é possível ajustar as opções de dosagem, não sendo necessárias alterações na máquina injetora. O dosador é dotado de uma concha de ferro fundido fixada ao terceiro eixo, cuja inclinação (ângulo do eixo três) durante a imersão no metal fundido, determina a proporção da concha que será cheia com alumínio. Esta pode ser de tamanhos diferentes

permitindo carregar diferentes quantidades de alumínio para cada tipo de produto a ser fabricado.

Todo o posicionamento de parada é feito através de sensores acionados por cames, exceto o eixo vertical no sentido de descida, que é feito pelos eletrodos de contato.

Utiliza-se ainda um sensor linear potenciométrico analógico para posicionamento do ângulo de carregamento e descarregamento do giro da concha. O controle dos motores é feito por inversores e interface com o CLP

São três os eletrodos de contato:

01- Eletrodo Comum – é o eletrodo energizado.

02- Eletrodo de Dosagem – é o eletrodo que para a descida para efetuar a dosagem.

03- Eletrodo de Emergência – é o eletrodo de segurança caso haja falha do eletrodo de dosagem, caso o mesmo seja acionado haverá alarme na IHM e parada do equipamento.

### 3.2 FUNCIONAMENTO MANUAL DO DOSADOR

Início: Chave seletora na posição manual

Movimento horizontal: É controlada por uma chave seletora três posições sem trava, movimentando o dosador no sentido horizontal, limitado por cames e fim de curso. Esse eixo faz o transporte do alumínio do forno de carregamento à máquina injetora. A sua velocidade é configurada na IHM

Movimento vertical: É controlada por uma chave seletora três posições sem trava, movimentando o dosador no sentido vertical, limitado por cames e fim de curso na parte superior e eletrodos na parte inferior. Esse eixo leva a concha ao alumínio, dentro do forno, não importando o nível de material. Ele retorna a posição de carregamento, e quando chega à bucha de injeção, ele baixa novamente a concha à bucha, para a dosagem.

Movimento da concha: É controlada por uma chave seletora três posições sem trava, movimentando a concha no sentido circular, limitado por cames e fim de curso. Esse movimento gira a concha, de modo ao conteúdo ser derramado, para a dosagem.

### 3.3 FASES DE FUNCIONAMENTO EM CICLO AUTOMÁTICO;

O funcionamento do dosador linear é apresentado na figura 20.

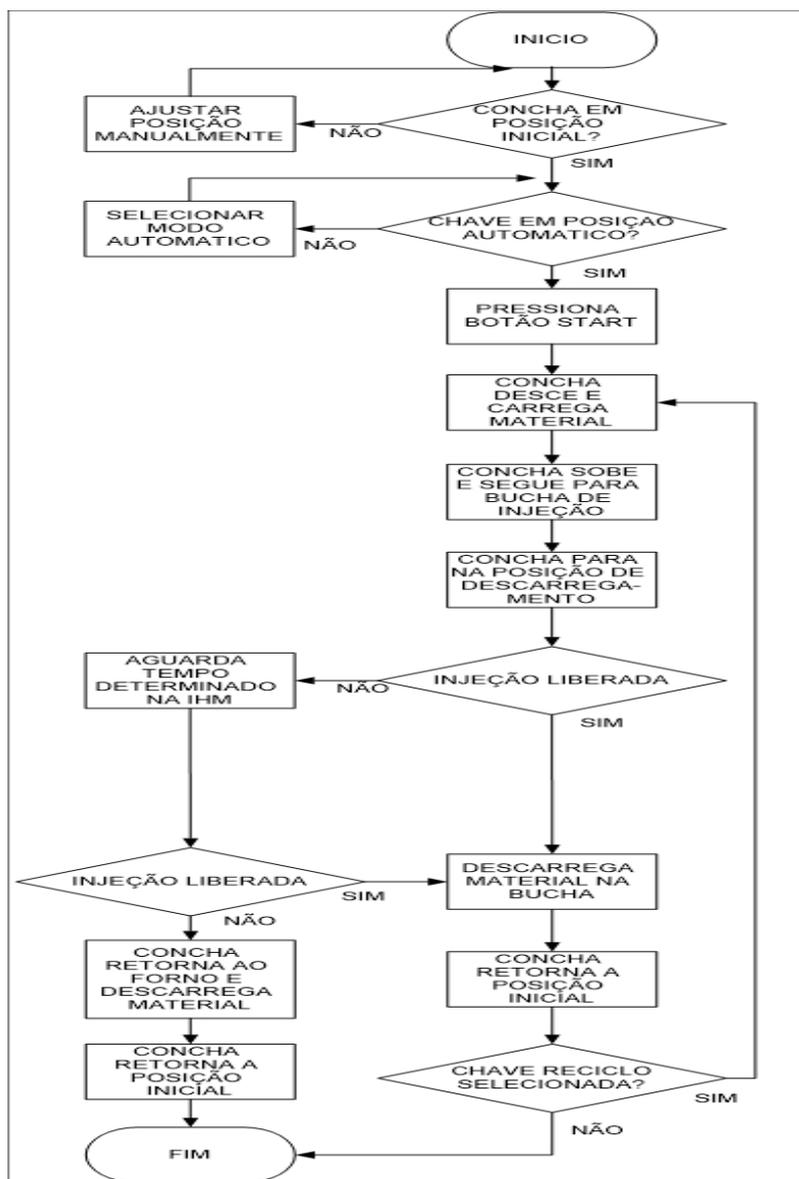


Figura 20: Funcionamento do dosador linear.

Fonte: Autoria própria

Posição inicial de Ciclo: A concha deverá estar posicionada com o ângulo de 90° em relação ao eixo vertical, limitada por um came e fim de curso, e totalmente recuada acima do forno de espera no sentido horizontal, também limitada por um came e fim de curso (uma luz indicará no painel o posicionamento correto);

Dosagem: A concha se inclinará com o bico dosador virado para cima, em um ângulo pré-determinado, e descerá ao banho de alumínio, até que os eletrodos de dosagem toquem a superfície do metal. A concha ficará submersa em banho, por um tempo pré-determinado.

Escorrimento: A concha sobe até a altura de transporte, mas continua na posição de dosagem, para que o excedente de alumínio escorra novamente ao forno de espera. Esse tempo também é pré-determinado via IHM.

Transporte: A concha retorna a posição de 90°, e segue no sentido horizontal até a bucha de injeção.

Descarregamento: O CLP do dosador só libera o descarregamento de material com os sinais <MÁQUINA FECHADA> e <CARREGAMENTO LIBERADO> ativos. Esses sinais são enviados pelo CLP da injetora. O sinal <MÁQUINA FECHADA> indica que o molde está fechado e não haverá vazamento de material acidentalmente, e o sinal <CARREGAMENTO LIBERADO> indica que a injetora está em modo de operação automática. Caso os sinais não sejam identificados dentro do tempo máximo de espera, programado na IHM, a concha retorna ao forno e descarrega o material. Com o dosador liberado para descarregamento, a concha desce até a bucha, e se inclinará com o bico dosador para baixo, descarregando o alumínio na bucha de injeção. O tempo de descarregamento também é configurável via IHM. Após esse tempo, o CLP envia o sinal <INJEÇÃO LIBERADA>, liberando a injeção do alumínio no molde.

Retorno a posição inicial: A concha retorna ao ângulo de 90°, e centralizada acima do forno de espera. Quando o RECICLO está ligado, assim que a concha retorna a posição inicial, imediatamente um novo ciclo de inicia.

### 3.4 CONSTRUÇÃO DO PAINEL DE COMANDO

Após muita pesquisa e alguns orçamentos de empresas especializadas em automação, conseguiu-se um projeto elétrico de um painel similar ao original, de uma empresa nacional, o qual foi utilizado como modelo para realizar esse projeto. A maioria dos componentes usados no projeto, estavam disponíveis na empresa, como peças de reposição para outras máquinas.

A construção do painel foi elaborada de forma simples, com um CLP micrologix 1200 da Allen Bradley, um IHM PanelView C400 da Allen Bradley, um fonte 24v, três inversores de frequência Siemens ( um para cada motor), três contatores eletromagnéticos, disjuntores térmicos, relés eletromecânicos e bornes de ligação.

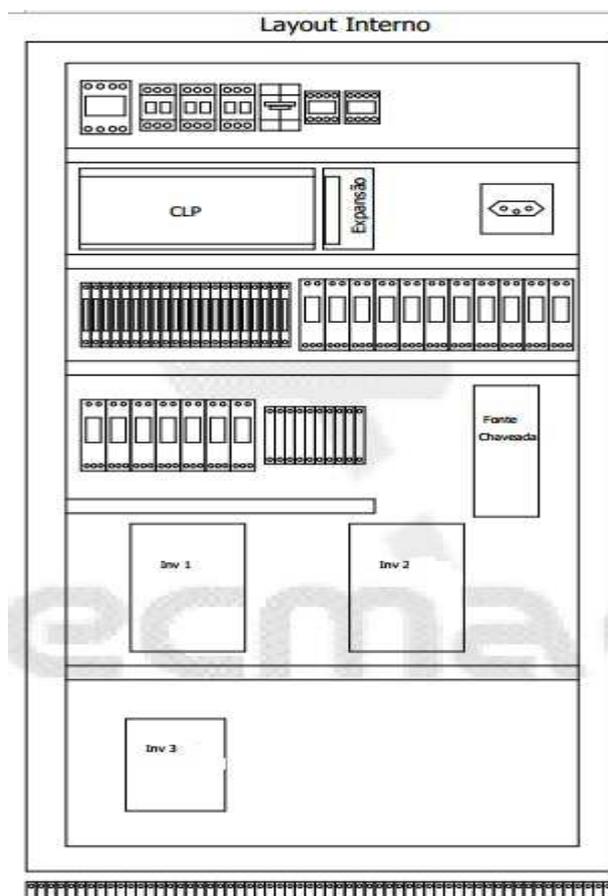


Figura 21: Esquema de montagem do painel elétrico

Fonte: Manual Técnico Techmach

Seguindo o desenho da figura 21, o painel foi montado e instalado junto à injetora de 1200 ton., num local de fácil acesso ao operador.

A figura 22 mostra o painel depois de instalado.



Figura 22: Painel elétrico do dosador

Fonte: Autoria própria

Na ligação do painel ao conjunto mecânico, foram usados dois cabos com 24 vias de 1,5mm, para comando e alimentação. Foi adicionado também um painel de operação, anexado ao painel de operação da injetora, com três chaves comutadores de três posições sem trava para operação dos eixos (horizontal, vertical e giro da concha), duas chaves comutadoras com trava, para operação ( manual / automático e reciclo ligado) e uma lâmpada para indicação da posição inicial.

A ligação ao CLP a injetora foi usado um cabo com oito vias de 1,5 mm, para comandos e botão de emergência.

### 3.5 SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO

O software usado para a programação do CLP é o RSLogix 500, da Rockwell Software. Esse programa é disponibilizado no site do fabricante, sem custo, e utiliza a linguagem de programação ladder, como mostra a figura 23.

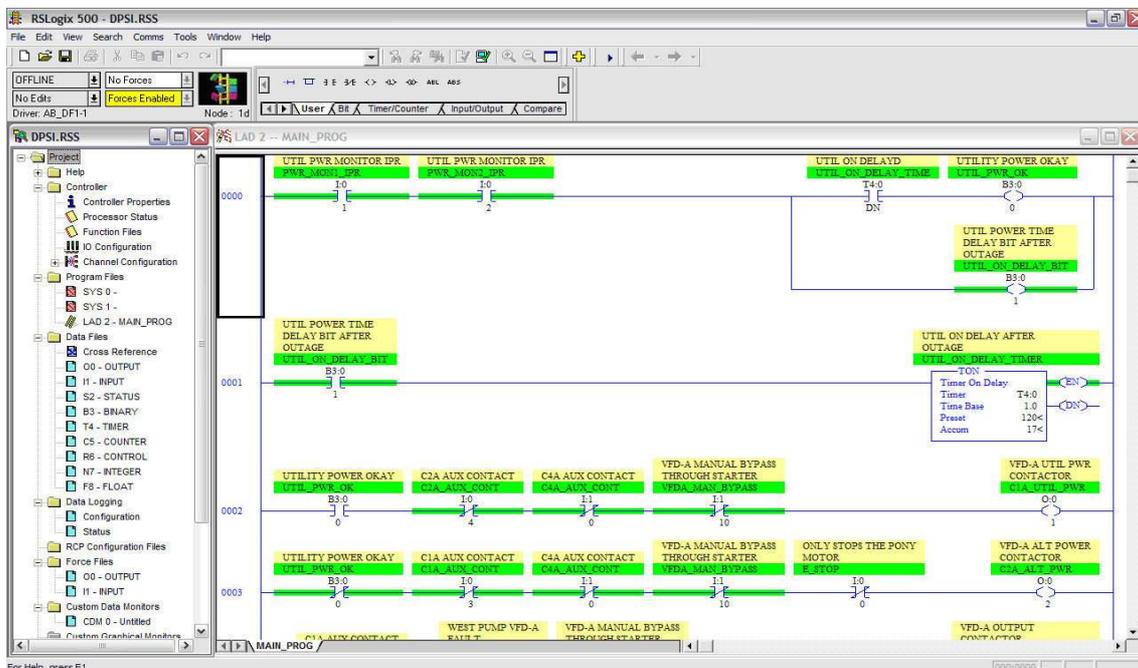


Figura 23: Tela de programação do programa RSLogix 500

Fonte: Rockwell Software ([www.rockwellautomation.com](http://www.rockwellautomation.com), 2015)

Uma grande vantagem desse software é a opção de comentar todas as componentes de linguagem na linha do programa, deixando assim a programação mais amigável, evitando confusões e erros ao montar uma instrução.

Os componentes de linguagem básicos são divididos em 3 tipos:

- Entradas: são os contatos básicos de um diagrama elétrico. Eles representam um sensor, ou seja, a entrada de sinal no bloco de controle lógico. Pode ser uma chave, um sensor reflexivo, um final de curso ou até mesmo o contato de algum relé auxiliar. Apresentam-se em contatos NA (normal aberto) ou NF (normal fechado).

- Saídas: são os elemento atuadores, ou seja, o elemento acionado ou desligado pelo bloco de controle lógico. Pode ser um contator, um motor, uma lâmpada, um atuador sonoro.
- Blocos funcionais: Os blocos funcionais permitem realizar operações mais complexas que a leitura ou escrita de variáveis. São exemplos de blocos funcionais os contadores, temporizadores, bobinas de set ou reset.

### 3.6 DESENVOLVIMENTO DA PROGRAMAÇÃO

A programação foi desenvolvida em três etapas sendo a primeira com a programação no dosador linear em modo manual, a segunda, a programação do dosador no modo automático, ambos no controlador lógico programável (CLP) e a terceira com a configuração da interface homem máquina (IHM).

#### 3.6.1 Mapeamento De Entradas E Saídas

Como citado anteriormente, a linguagem de programação ladder utiliza componentes de entrada e saída, em uma linha de programação. Como veremos na figura 24, a linha de comando se inicia com as entradas no início, à esquerda, e finalizam com uma ou mais saídas, à direita.

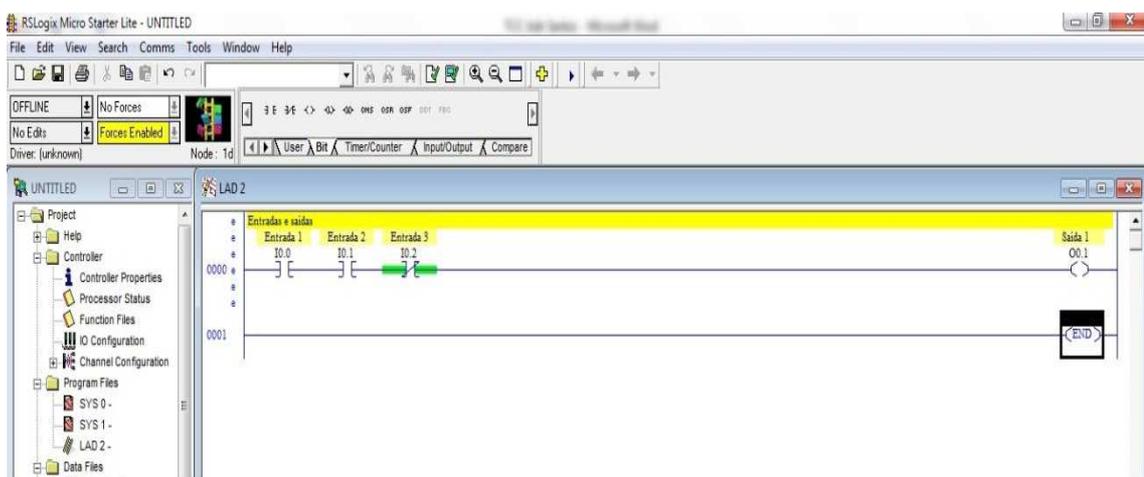


Figura 24: Linhas de comando RSLogix 500

Fonte: Autoria própria

Após a montagem do conjunto mecânico, foram identificadas e relacionadas todas as entradas e saídas usadas para a programação.

<b>ENTRADAS:</b>	
1	Chaves seletoras de movimentação
2	Chaves fim de curso
3	Eletrodos de contato
4	Botões
5	Sinais do CLP da injetora
6	Sensor linear potenciométrico

Quadro 1: Sinais de entrada do CLP

<b>SAÍDAS</b>	
1	Inversores de freqüência
2	Lâmpadas
3	Alarme sonoro
4	Sinais para o CLP da injetora

Quadro2: Sinais de saída do CLP

Todos os componentes foram endereçados com uma tag única, usada para identificar o componente na programação. O endereçamento usado nos CLPs da Allen Bradley seguem o padrão Xz.z, onde o primeiro caractere pode ser ( I ) para entrada ou ( O ) para saída. O segundo caractere se refere ao módulo do CLP, e o terceiro é o terminal do módulo. Exemplificando, o endereço I2.3 corresponde a uma entrada no módulo 2, terminal 3. A figura 25, ilustra visualmente o endereçamento no CLP.

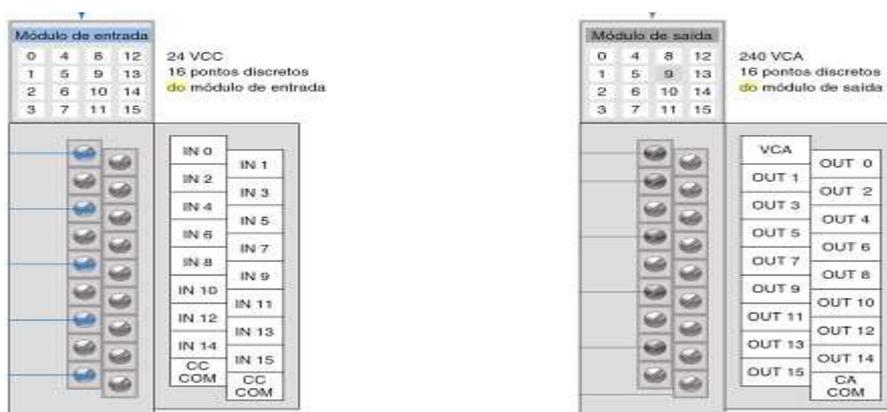


Figura 25: Esquema de ligações do CLP

Fonte: Petruzella

### 3.6.2 Programação Do CLP

A programação do CLP foi implementada em linguagem ladder, utilizando o software RSLogix 500.

Para segurança do operador, todas as linhas de programação no modo manual, começam com o intertravamento do botão de emergência em contato NF. No caso do cabo que liga o botão de segurança se romper acidentalmente, a máquina fica inoperável.

Sem utilizar endereços de memória, nessa etapa um botão comutador de 3 posições sem trava, similar ao modelo ilustrado da figura 26, opera cada eixo, limitado pelo fim de curso em cada extremidade do percurso.



Figura 26: Chave comutadora 3 posições sem trava.

Fonte: site do fabricante ([www.metaltex.com.br](http://www.metaltex.com.br), 2015)

Na segunda etapa de programação, foram usados bits de memória e blocos de função, como temporizadores e contadores. Nessa etapa também foi priorizado a segurança, com intertravamento com o botão de emergência, e uma saída habilitada como <AUTOMÁTICO>, que em caso de emergência é desabilitada.

No final de cada percurso, além do sensor de fim de curso de operação, foi colocado mais um fim de curso de emergência, que desabilita a memória da saída <AUTOMÁTICO>. Todos os recursos de segurança quando ativados, habilitam uma memória de <ALARME> emitindo um sinal sonoro, e paralisando a máquina, que voltará a seu estado normal quando o botão reset no painel de operação for pressionado, desabilitando a memória <ALARME> e desligando o sinal sonoro.

### 3.6.3 Programação Da IHM

Na IHM estão as tags que fazem o controle de todas as variáveis do processo de dosagem.

Por esse equipamento são configurados os tempos, de carregamento e dosagem, as velocidades de transporte vertical e horizontal com a concha carregada (por conter alumínio líquido, essas velocidades tendem a ser menores, para evitar derramamento de material durante o percurso), velocidades de retorno vertical e horizontal (com a concha vazia), e o tempo de espera da concha para a dosagem, para o sinal de injeção liberada. Os ângulos de carregamento e descarregamento também são configurados na IHM.

### 3.7 DOSADOR DE ALUMÍNIO AUTOMATIZADO

Em uma grande empresa nos dias de hoje, que tem certificações internacionais de qualidade como a ISO 9001 e a automotiva ISO TS 16949 é impensável uma linha de produção com máquinas injetoras dosadas manualmente. Frequentemente auditadas por clientes, esses processos passam por diversos testes de capacidade e repetibilidade, onde se garante a estabilidade e a qualidade final das peças. A dosagem automática se torna pré-requisito para um processo estável, sem sofrer variações de peso, tamanho ou características físicas quaisquer.

Antes mesmo de iniciar um novo projeto, o cliente já tem a especificação da máquina injetora indicada para a confecção da peça, com informações sobre capacidade de injeção, tempo de ciclo médio, repetibilidade na dosagem, extração e prensagem.

Na ocasião da compra da máquina injetora usada, constatou-se que o painel elétrico de controle do dosador estava danificado, vindo somente seu conjunto mecânico.

Após 6 meses de montagem e testes mecânicos a injetora 1200 ficou disponível para a montagem e os testes com o dosador de alumínio.

A injetora de 1200 ton. equipada com o dosador linear de alumínio projetada e construída a partir desse trabalho acadêmico apresentou resultados satisfatórios, compatíveis com os resultados de um dosador fabricado pela empresa fabricante. Com a vantagem de otimização, melhoria e personalização do programa inserido no CLP, sem a necessidade de custos adicionais, já que o software e o programa são livres de propriedades.

## 4 CONOGRAMA

### CRONOGRAMA

		2014					2015								
		08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	09	10	11
	Levantamento bibliográfico	■													
	Redação do pré-projeto	■													
	Orçamentos e pedidos de compra	■	■												
	Desenvolvimento e montagem do painel elétrico		■	■	■	■									
	Montagem do conjunto mecânico e testes de movimentação		■	■	■	■									
	Programação do CLP e IHM simulado e real						■	■	■	■					
	Redação da monografia										■	■			
	Revisão geral da documentação da monografia												■	■	■

Quadro 3: Cronograma

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento da automação possibilita a aplicação de soluções, a fim de que os processos tornem-se cada vez mais seguros, rápidos e baratos.

Comprar ativos usados no exterior pode oferecer riscos, como dificuldade em obter peças de reposição, inexistência de um histórico de manutenções, possíveis defeitos ocultos e partes ou peças faltantes.

Cabe ao responsável pela manutenção um diagnóstico preciso sobre o equipamento, o levantamento de peças de reposição e possíveis fornecedores nacionais de peças compatíveis as originais.

No caso de algum periférico, verificar a possibilidade de um equipamento similar ao original, comercial ou não, para futuras implantações.

Esse trabalho possibilitou a confecção de um painel similar ao original, com baixo custo de implantação, utilizando peças de reposição disponíveis na empresa, mão de obra própria e possibilidade de melhorias na programação, sem a necessidade de terceirizar esse serviço. Destaca-se também, a possibilidade de personalização do funcionamento da máquina, adequando a programação a realidade do processo, soluções que não poderiam ser implementadas no painel original, já que o programa é de propriedade do fabricante, no qual o CLP é bloqueado com senha contra gravação.

## REFERÊNCIAS

LANDER, CYRIL W., **Eletrônica industrial**, Teoria e Aplicações, Makron Books., 1996.

AHMED, ASHFAQ, **eletrônica de potencia**, Pearson prentice Hall., 2000.

CAPELI, ALEXANDRE, **Automação industrial**, Controle do movimento e processos contínuos, Erica, 2008.

NATALE, FERDINANDO., **Automação industrial**, Erica, 2008

SILVEIRA, PAULO R. , SANTOS, WINDERSON E., **Automação e controle discreto**, Erica, 1998.

FRANCHI, CLAITON M. , CAMARGO, VALTER L., **Controladores Lógicos programáveis**, Erica., 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**,: Cortez Editora, 2005.

MAMEDE FILHO, JOAO. **Instalações elétricas industriais**, LTC., 2001

SILVEIRA, P. R. **Automação e controle discreto**. S.Paulo, Érica, 4ª Ed. 1998.

PETRUZELLA, FRANK D **Controladores Lógicos Programáveis** AMGH, 2013

MAITELLI, A. L.; **Apostila de Controladores Lógicos Programáveis**, Apostila do curso de CLP do Departamento de Engenharia de Computação e Automação da UFRN. (2011)

BRUNE, OSMAR. **CLP's de Pequeno Porte**. Mecatrônica Atual – Ano 4, Nº 21, abril/maio 2005.

CHIAVERINI, VICENTE. **Processos de Fabricação e Tratamentos**. Volume II. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda, 1986.

ARAUJO, CARLOS <http://www.comexblog.com.br/importacao/brasil-reduz-a-burocracia-de-importacao-de-maquinas-usadas>, (2009) acessado em novembro 2012.

PINTO, PAULO H. [http://www.pharmaster.com.br/artigos/docs/20080703\\_7439\\_Funcionamento%20de%20um%20CLP.pdf](http://www.pharmaster.com.br/artigos/docs/20080703_7439_Funcionamento%20de%20um%20CLP.pdf) acessado em novembro 2012.

GASPAR, ALESSANDRA <http://exposicoes13.blogspot.com.br/> acessado em setembro 2015

TOLEDO, ERIK FÁBIO **A Influência Do Teor De Alumínio Em Injetados Sob Pressão Nas Ligas De Zinco**. Senai, 2011

[http://www.volcanowheels.com/manual\\_tecnico](http://www.volcanowheels.com/manual_tecnico), Acessado em outubro 2015

<http://www.sociesc.org.br/download/?tipo=anx&count=1&id=7272> Acessado em setembro 2015

[http://www.attrak.com.br/manuais/Guia\\_RapidoDF51\\_Port.pdf](http://www.attrak.com.br/manuais/Guia_RapidoDF51_Port.pdf) acessado em setembro 2015.

<ftp://ftp.mecanica.ufu.br/LIVRE/marcelo/Dinamica/Din%20Maq-Cames-Final.ppt>, acessado em setembro 2015.

<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM111-A/Aulas/CAMES.doc>, acessado em setembro 2015.

<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/110-mecatronica/robotica/5383-mec113> acessado em setembro 2015.

<http://filipivianna.com/aulas/instrumentacao/IndutivoCapacitivo.pdf> acessado em setembro 2015.

[http://www.digel.com.br/novosite/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=42&id=68&Itemid=69](http://www.digel.com.br/novosite/index.php?option=com_content&view=article&catid=42&id=68&Itemid=69) acessado em setembro 2015.

<http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1179-sensores-ticos> acessado em setembro 2015.