



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ROGÉRIO COSTA MELO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Campina Grande - PB  
Março de 2012

ROGÉRIO COSTA MELO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Relatório de estágio integrado submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia  
Elétrica.*

Área de Concentração: Automação e Processos em uma Indústria de Cimentos

Orientador:

Professor George Acioli Junior

Campina Grande, PB  
Março de 2012

ROGÉRIO COSTA MELO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Relatório estágio integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Automação e Processos em uma Indústria de Cimentos

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**

Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor George Acioli Junior**

Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, em especial a minha esposa e meu filho, e a todos que fizeram e fazem parte da minha aprendizagem.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por me dar força nos momentos mais difíceis e estar presente nos dias mais felizes da minha vida.

Agradeço aos meus pais, (Ronildo e Rita), pelos ensinamentos e pelo incentivo que me deram durante toda essa caminhada.

A minhas irmãs (Isabella, Annie e Beatriz), pelo companheirismo.

A minha esposa (Cilene) e meu filho (Rodrigo), minhas fontes de inspiração e de alegria.

Aos meus amigos, por todos os momentos compartilhados durante o curso.

A todo corpo docente do curso de graduação em Engenharia Elétrica, por ter contribuído com a minha formação intelectual.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica, pela amizade e pela excelente qualidade do trabalho prestado durante o curso.

Agradeço ao senhor Edvaldo Carvalho Silva por ter me dado essa oportunidade de trabalho e a todos os colegas de trabalho.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Mina de calcário.....	11
Figura 2.2 – Britador de calcário.....	12
Figura 2.3 – Retomadora de calcário.....	12
Figura 2.4 – Sistema de dosagem.....	13
Figura 2.5 – Moinho de Cru.....	14
Figura 2.6 – Silo CF de farinha.....	14
Figura 2.7 – Pré-aquecedor.....	15
Figura 2.8 – Esquema de torre com pré-calcinador.....	16
Figura 2.9– Forno.....	16
Figura 2.10 – Revestimento interno e maçarico do forno.....	17
Figura 2.11 – Resfriador de clínquer.....	18
Figura 2.12 – Clínquer na saída do resfriador.....	18
Figura 2.13 – Moinho de Cimento.....	19
Figura 2.14 – Tipos de Cimentos.....	19
Figura 2.15 – Composição do Cimento.....	20
Figura 2.16 – Carregamento dos caminhões.....	20
Figura 2.17 – Fluxograma do processo de fabricação de cimento.....	21
Figura 3.1- Topologia da Rede DeviceNet.....	22
Figura 3.2 – Topologia usada na unidade de Cezarina-GO.....	23
Figura 3.3 – Topologia do cabo grosso.....	23
Figura 3.4 – Topologia do cabo chato.....	24
Figura 3.5 – Tipo de conector rede DeviceNet.....	24
Figura 3.6 – Conectores macho e fêmea e derivadores T.....	25
Figura 3.7 – Resistores de terminação conectados nas extremidades do cabo tronco.....	25
Figura 3.8 – Painel Flex I/O.....	26
Figura 3.9 – Cartão ADN.....	26
Figura 3.10 – Módulos de entrada digital a (Esquerda) e entrada analógica a (direita).....	27
Figura 3.11 – Software RSNetWorx for DeviceNet.....	27
Figura 3.12 – Número de Equipamento.....	28
Figura 3.13 – Número de Etiqueta.....	28
Figura 3.14 – Número de Sinal.....	29
Figura 3.15– Tensão termoeletrica.....	30
Figura 3.16 – Termopar(Figura a esquerda) e Transdutor(Figura a direita).....	31
Figura 3.17 – Ligação de um PT 100 a três fios.....	31
Figura 3.19 – Comportamento do sensor indutivo.....	33
Figura 3.19 – Sensores indutivos como vigias de velocidade.....	33
Figura 3.21 – Interface de programação do RSLogix 5000.....	34
Figura 3.22 – Controlador Lógico Programável (CLP).....	34
Figura 3.23 – Módulos de I/O do CLP.....	35
Figura 3.24 – Circuito de comando para controle de sentido de reversão.....	36
Figura 3.25 – Lógica Ladder com o RSLogix.....	36
Figura 3.26 – Tela de controle das temperaturas e pressão dos ciclones.....	37
Figura 3.27 – Telas de diagnóstico de um transmissor de pressão.....	38
Figura 3.28 – Gráfico da pressão versus tempo.....	38

## Sumário

1	Introdução .....	9
1.1	A empresa .....	9
2	Processo de Fabricação de Cimento.....	10
2.1	Extração das matérias – primas .....	10
2.2	Britagem.....	11
2.3	Pré-homogeneização .....	12
2.4	Moagem de cru .....	13
2.5	Forno – Clinquerização.....	15
2.6	Moagem de cimento.....	18
2.7	Ensacamento e Expedição .....	20
3	Atividades Desenvolvidas .....	21
3.1	Configuração de Rede <i>DeviceNet</i> .....	21
3.1.1	Topologia .....	22
3.1.2	Conectores.....	24
3.2	Identificação dos Equipamentos – Padrão F.L.Smith.....	27
3.3	Teste de Instrumentos .....	29
3.3.1	Instrumentos de medição (Termopar e PT 100).....	30
3.3.2	Sensores Indutivos .....	32
3.4	Programação do <i>ControlLogix</i> usando o <i>RSLogix 5000</i> .....	33
3.4.1	Linguagem de Programação – LADDER.....	36
3.5	Sistema Supervisório – <i>Factory Talk View Studio</i> .....	37
4	Conclusão.....	39
5	Bibliografia.....	39
	ANEXO A – Tabelas Padrão FL Smith. ....	40

# 1 INTRODUÇÃO

O estágio é um processo indispensável na formação de um profissional. É nele que temos a oportunidade de relacionar os conhecimentos adquiridos na nossa graduação com as atividades práticas exigidas pelo trabalho. Neste estágio foram desenvolvidas atividades nas áreas de manutenção e automação industrial.

Inicialmente foi apresentado o processo de fabricação do cimento, assim como as localizações das áreas referentes ao mesmo. Também houve o acompanhamento das tarefas executadas pelos técnicos eletricitas na realização de manutenções corretivas e preventivas, com o intuito de proporcionar um melhor conhecimento das etapas do processo e do funcionamento dos equipamentos da fábrica.

Na segunda parte do estágio foram realizados cursos internos de capacitação em:

- ✓ Configuração de rede *DeviceNet*;
- ✓ Padrão de codificação e identificação *FLSmidth*;
- ✓ Programação de Controlador Lógico Programável (CLP) Rockwell, família 5000, através do *software RSLogix 5000*;

A realização deste estágio foi possível através de um convênio firmado entre a Universidade Federal de Campina Grande e a CIMPOR, no período de 10 de agosto de 2011 a 25 de fevereiro de 2012, num total de 660 horas.

## 1.1 A EMPRESA

A CIMPOR é um grupo cimenteiro internacional, de origem portuguesa, que está entre as 10 maiores no *ranking* mundial. Sua capacidade de produção é próxima dos 30 milhões de toneladas ano, com clínquer próprio. Suas atividades se estendem por diversos países como: **Portugal, Espanha, Moçambique, Marrocos, Brasil, Tunísia, Egito, África do Sul, Cabo Verde, Turquia, China, Peru e Índia.**

A CIMPOR veio para o Brasil em 1997 e hoje está presente em seis estados, com um total de oito unidades de produção, sendo elas: **Bahia** – *Campo Formoso e Brumado*; **Goiás** – *Cezarina*; **São Paulo** – *Cajati*; **Rio Grande do Sul** – *Candiota e Nova Santa Rita*; **Paraíba** - *João Pessoa* e **Alagoas** – *São Miguel dos Campos*.

A CIMPOR também atua nas áreas de produção e comercialização de argamassa e concreto.

## 2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CIMENTO

A produção do clínquer é o núcleo do processo de fabricação de cimento, sendo a etapa mais complexa e crítica em termos de qualidade e custo. O clínquer é obtido da mistura de calcário e argila, sendo formado basicamente por quatro compostos:

- ✓ *Silicato Dicálcico* ( $2CaOSiO_2$ );
- ✓ *Silicato Tricálcico* ( $3CaOSiO_2$ );
- ✓ *Aluminato Tricálcico* ( $3CaOAl_2O_3$ );
- ✓ *Ferro Aluminato Tetracálcico* ( $4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$ ).

O processo de calcinação responsável pela produção do óxido de cálcio ( $CaO$ ), principal composto para produção do clínquer, é obtido pela queima do  $CaCO_3$  (Carbonato de Cálcio) presente no calcário, resultando no  $CaO$  (Óxido de Cálcio) e  $CO_2$  (Dióxido de Carbono) gasoso. Esse processo é dado pela seguinte reação química:



A argila é responsável pelo fornecimento dos demais compostos:  $SiO_2$  (*dióxido de Silício*),  $Al_2O_3$  (*Trióxido de Alumínio*) e o  $Fe_2O_3$  (*Trióxido de Ferro*). Em paralelo a esses dois minerais são adicionados minérios, chamados de aditivos, contendo os óxidos responsáveis pela produção do clínquer com o objetivo de fazer as correções necessárias na composição dessa mistura.

Essa mistura, após moída, resulta em uma farinha chamada pela indústria cimenteira de “farinha de cru”. Essa farinha é queimada em forno rotativo a uma temperatura de aproximadamente 1200 °C, sofrendo transformações físico-químicas e resultando em um produto que, depois de frio, apresenta-se em forma de massa granulada conhecida como clínquer.

No processo de moagem o clínquer é misturado com adições. Os tipos de cimento diferenciam-se de acordo com as adições que lhe são feitas. Para cada aplicação, há um tipo de cimento específico.

Em geral, uma unidade de fabricação de cimento apresenta as seguintes etapas:

- ✓ Extração das matérias – primas;
- ✓ Britagem;
- ✓ Pré-homogeneização;
- ✓ Moagem de cru;

- ✓ Forno – Clinquerização;
- ✓ Moagem de Cimento e Adições;
- ✓ Ensacamento e Expedição.

## 2.1 EXTRAÇÃO DAS MATÉRIAS – PRIMAS

O calcário e a argila são as matérias-primas básicas para a produção do cimento. O calcário é extraído da mina, conforme ilustrado na Figura 2.1, com auxílio de explosivos e transportado por caminhões caçamba para o britador. Na extração já existem áreas pré-selecionadas de calcário de acordo com o tipo de óxido presente, Calcário Calcítico – alto teor de (CaO) e Calcário Dolomítico – alto teor de (MgO).



FONTE: CCB CIMPOR, 2006.  
FIGURA 2.1 – MINA DE CALCÁRIO

## 2.2 BRITAGEM

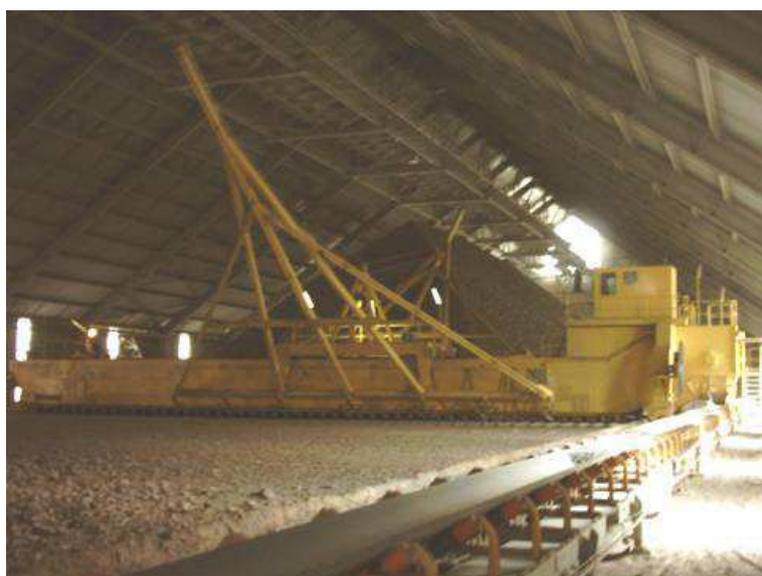
No britador, Figura 2.2, o calcário é quebrado por meio de martelos, solidários ao rotor do motor do britador, para reduzir o tamanho das pedras em grãos. Em seguida ele é transportado para o depósito de calcário por correias transportadoras.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006.  
FIGURA 2.2 – BRITADOR DE CALCÁRIO

### 2.3 PRÉ-HOMOGENEIZAÇÃO

O calcário é armazenado em um depósito e empilhado de acordo com o tipo de calcário. Essa pilha é montada num movimento horizontal de vai e vem pelo carro tripper, Figura 2.3, formando as pilhas. Esse é um método utilizado para misturar o calcário que chega do britador, garantindo assim a uniformidade da matéria-prima utilizada na produção de clínquer.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006.  
FIGURA 2.3 – RETOMADORA DE CALCÁRIO

Amostras do calcário britado e da argila seguem para análise dos teores de cálcio, silício, ferro e alumínio, para que seja feita a adição na proporção correta dos materiais adicionados ao moinho, necessários para fabricação da farinha.

## 2.4 MOAGEM DE CRU

O calcário, a argila e a escória (demais matérias-primas adicionadas para correções) são transportados até os silos de pesagem, Figura 2.4, equipados com células de cargas e correias transportadoras com controle de velocidade sendo possível realizar a dosagem de cada material, controlada pela sala de comando.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006.  
FIGURA 2.4 – SISTEMA DE DOSAGEM

Após a dosagem dos materiais, estes são transportados para o moinho vertical de rolos, Figura 2.5, onde são misturados e moídos, de forma a reduzir o tamanho das partículas a grãos de aproximadamente 0,05 mm. Essa farinha obtida, chamada de cru, é amostrada de hora em hora para controle das características físico-químicas da mesma.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006.  
FIGURA 2.5 – MOINHO DE CRU

A farinha obtida é transportada para os silos de estocagem, aqui chamados de silos CF, ilustrados na Figura 2.6. Em seguida, essa farinha é transportada para o silo de pesagem, dotado de células de cargas, que determinam a quantidade de material que vai para a torre de ciclones.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006  
FIGURA 2.6 – SILO CF DE FARINHA

## 2.5 FORNO – CLINQUERIZAÇÃO

O pré-aquecedor, Figura 2.7, consiste em uma torre composta por ciclones que são responsáveis pela remoção da umidade da farinha e pelo início da descarbonatação do calcário. Os separadores ciclônicos, ou ciclones como são comumente chamados na indústria, são equipamentos que retiram partículas sólidas de uma corrente de gases. Na torre a farinha troca calor com os gases gerados pela queima dos combustíveis (coque de petróleo e pneu picado) no forno e pré-calcinador. O pré-calcinador é um reator que apresenta grande quantidade de energia térmica produzida pela combustão de combustível alternativo, geralmente utiliza-se: pneu picado, plástico, papel, etc.

Esta farinha é conduzida a torre de ciclones aonde num movimento descendente vai trocando calor com o gás quente que sai do forno e do pré-calcinador e se deslocam na torre num sentido ascendente, contrário ao da farinha. O pré-calcinador, devido a grande quantidade de energia térmica fornecida, é responsável por aumentar o grau de calcinação da farinha que entra no forno.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006  
FIGURA 2.7 – PRÉ-AQUECEDOR

Um esquema do fluxo da farinha e dos gases na torre de ciclones é ilustrado na Figura 2.8.

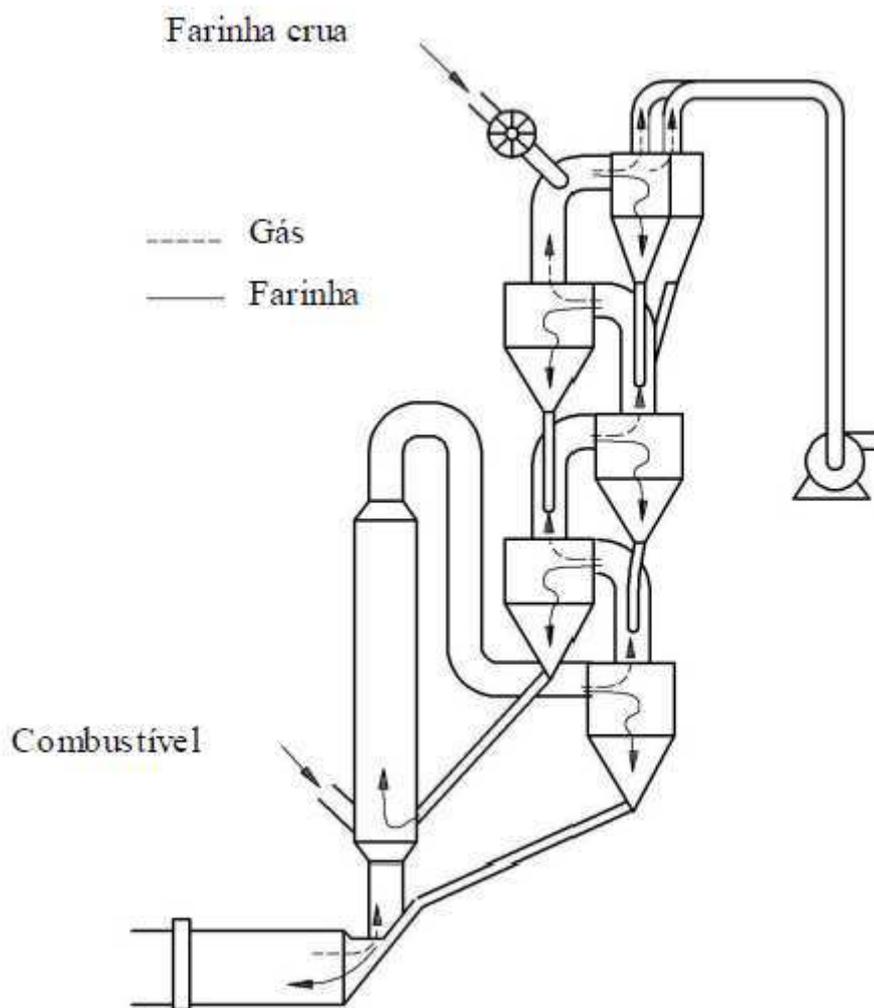


FIGURA 2.8 – ESQUEMA DE TORRE COM PRÉ-CALCINADOR



FONTE: CCB CIMPOR, 2006  
FIGURA 2.9– FORNO

O forno, Figura 2.9, consiste de um tubo cilíndrico de aço revestido com tijolos refratários que protegem a carcaça externa de aço das elevadas temperaturas internas, ou seja, eles dificultam a troca de temperatura produzida internamente com o meio. Ele é apoiado sobre rolamentos, sendo levemente inclinado com relação a horizontal e gira lentamente entre 0,5 e 4,5 rpm. Dessa forma, o material que entra na parte superior do forno é levado ao outro extremo do forno em direção ao maçarico, por ação gravitacional a uma velocidade praticamente constante. Durante esse trajeto é realizado o processo de clínquerização, ou seja, a transformação química da farinha em clínquer. A Figura 2.10 ilustra o refratário interno e a chama produzida pelo maçarico do forno

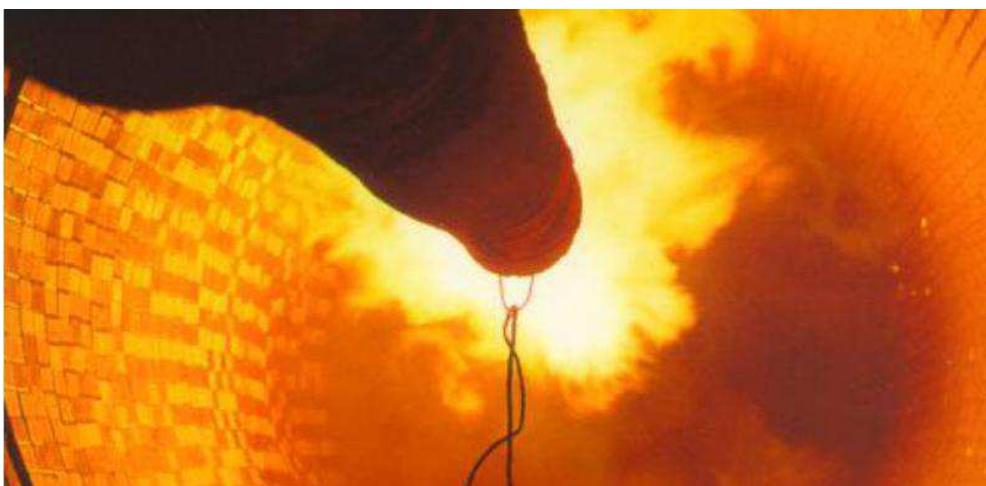


FIGURA 2.10 – REVESTIMENTO INTERNO E MAÇARICO DO FORNO

Ao sair do forno com uma temperatura elevada, em torno de  $1200^{\circ}\text{C}$ , o clínquer passa por um resfriador onde é resfriado bruscamente a uma temperatura de aproximadamente  $90^{\circ}\text{C}$ . Na Figura 2.11 é apresentado um resfriador do tipo grelha. Nesse tipo de resfriador, o ar ambiente é forçado por ventiladores a passar por baixo da grelha, resfriando o clínquer que encontra-se deslizando por cima da mesma. O ar quente resultante desta troca de calor é utilizado para ar secundário de combustão, ar terciário no pré-calcinador e na secagem das matérias-primas.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006  
FIGURA 2.11 – RESFRIADOR DE CLÍNQUER

O clínquer, após resfriado, apresenta-se na forma de seixos, como ilustrado na Figura 2.12.

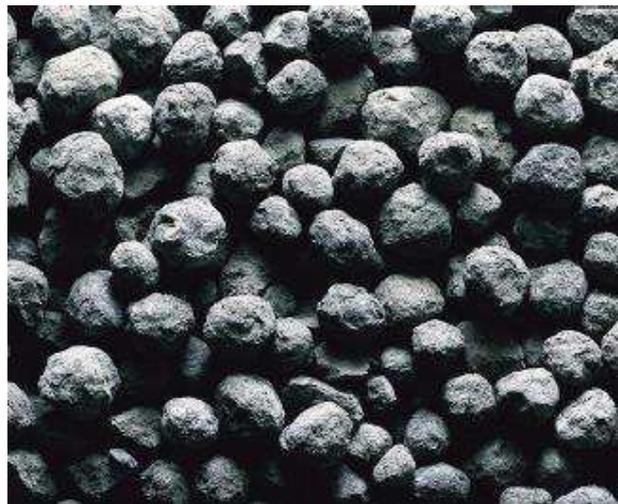


FIGURA 2.12 – CLÍNQUER NA SAÍDA DO RESFRIADOR

## 2.6 MOAGEM DE CIMENTO

O cimento é o produto da moagem de uma mistura de clínquer e aditivos. Para que seja obtido o tipo de cimento produzido pela unidade, as balanças dosadoras adicionam ao moinho de cimento, Figura 2.13, os seguintes insumos, Clínquer, Gesso e aditivos. O gesso está presente em todos os tipos de cimento sendo este o regulador do tempo de pega, ou seja, ele aumenta o tempo de endurecimento do cimento após hidratado.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006  
FIGURA 2.13 – MOINHO DE CIMENTO

Adições ativas são outras matérias-primas com características aglomerantes que misturadas ao clínquer na fase de moagem compõem os diversos tipos de Cimento Portland.

Os materiais aglomerantes mais utilizados na produção dos Cimentos Portland compostos são:

- ✓ **Escórias de alto-forno** - É um subproduto da indústria siderúrgica e se assemelha aos grãos de areia grossa.
- ✓ **Pozolânicos** – São rochas de origem vulcânicas ou matérias orgânicas fossilizadas.
- ✓ **Filer calcário** – Calcário finamente moído.

Nas Figuras 2.14 e 2.15, encontram-se ilustrados os tipos de cimento Portland e as porcentagens de materiais adicionais para produção de cada um deles.

CP I	Cimento Portland Comum
CP I – S	Cimento Portland Comum com adições
CP II – E	Cimento Portland Composto com escória de alto-forno
CP II – Z	Cimento Portland Composto com Pozolana
CP II – F	Cimento Portland Composto com Filer
CP III	Cimento Portland de Alto- forno
CP IV	Cimento Portland Pozolanico
CP V-ARI	Cimento Portland de alta resistência inicial
CP V-ARI RS	Cimento Portland de alta resistência inicial resistente a sulfatos

FONTE: [HTTP://WWW.CIMENTOITAMBE.COM.BR/MASSA-CINZENTA/TIPOS-DE-CIMENTO-PORTLAND/](http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/tipos-de-cimento-portland/)  
FIGURA 2.14 – TIPOS DE CIMENTOS

Tipo	Classes Resistência (MPa)	Composição				Norma Brasileira
		Clínquer + Gesso	Escória alto-forno	Pozolanas	Fíler	
CPI	25 32 40	100		0		NBR 5732
CPI – S		95-99		1-5		
CP II – E	25 32 40	56-94	6-34	0	0-10	NBR 11578
CP II – Z	25 32 40	76-94	0	5-14	0-10	
CP II – F	25 32 40	90-94	0	0	6-10	
CP III	25 32 40	25-65	35-70	0	0-5	NBR 5735
CP IV	25 32	45-85	0	15-50	0-5	NBR 5736
CP V-ARI	-----	95-100	0	0	0-5	NBR 5733
CP V-ARI RS	*	*	*	*	0-5	NBR 5737

FONTE: [HTTP://WWW.CIMENTOITAMBE.COM.BR/MASSA-CINZENTA/TIPOS-DE-CIMENTO-PORTLAND/](http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/tipos-de-cimento-portland/)  
 FIGURA 2.15 – COMPOSIÇÃO DO CIMENTO

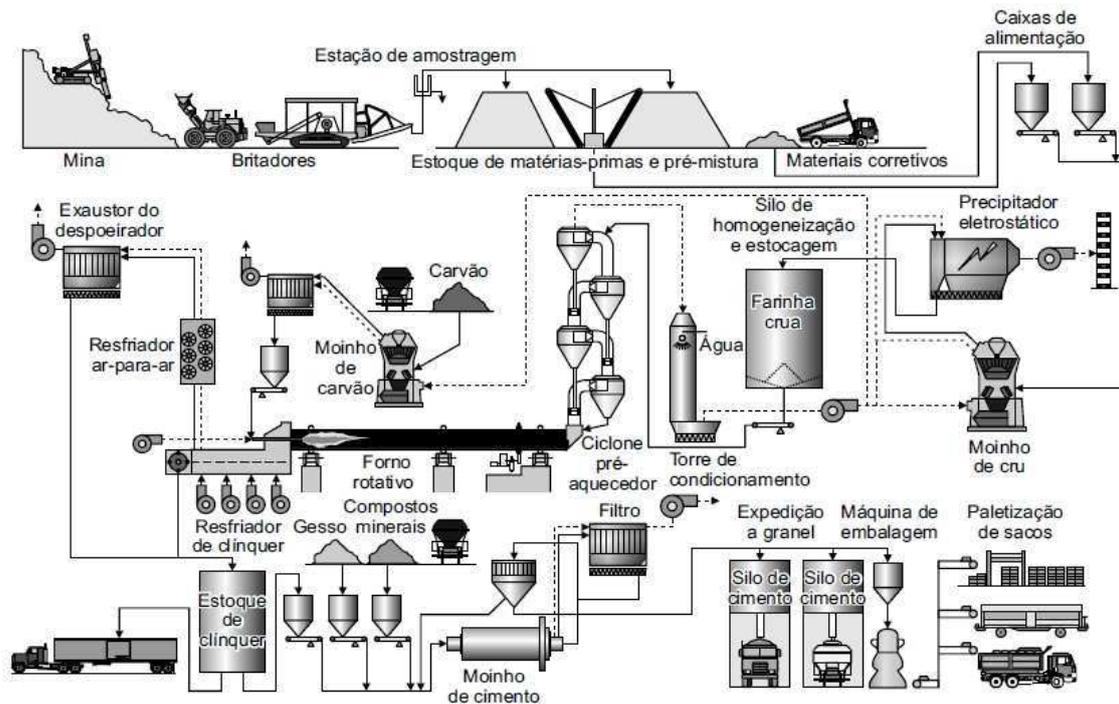
## 2.7 ENSACAMENTO E EXPEDIÇÃO

O cimento estocado é direcionado para uma ensacadeira rotativa a qual condiciona o material em sacos de 50 kg que são carregados manualmente nos caminhões, Figura 2.16. Dois silos possuem um sistema de carregamento a granel.



FONTE: CCB CIMPOR, 2006  
 FIGURA 2.16 – CARREGAMENTO DOS CAMINHÕES

Um fluxograma com o processo de fabricação de cimento descrito em toda seção 2 é ilustrado na Figura 2.17.



FONTE: [WWW.WBCSDCEMENT.ORG/PDF/FORMACAO\\_E\\_EMISSAO\\_DE\\_POPs\\_PELA\\_INDUSTRIA\\_DE\\_CIMENTO.PDF](http://www.wbcSDCEMENT.ORG/PDF/FORMACAO_E_EMISSAO_DE_POPs_PELA_INDUSTRIA_DE_CIMENTO.PDF)  
 FIGURA 2.17 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CIMENTO

### 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

#### 3.1 CONFIGURAÇÃO DE REDE DEVICENET

A rede *DeviceNet* é classificada no nível de rede chamada *devicebus*, cujas características principais são: alta velocidade, comunicação a nível de *byte* englobando comunicação com equipamentos discretos e analógicos e alto poder de diagnóstico dos dispositivos da rede. A rede *DeviceNet* apresenta diversas características, algumas encontram-se listadas abaixo:

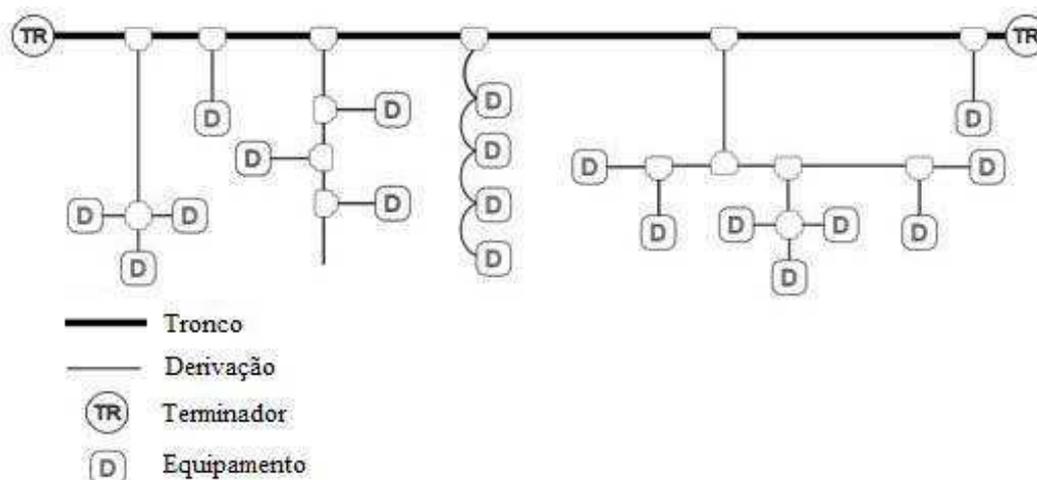
- ✓ Topologia baseada em tronco principal com ramificações.
- ✓ Suporta até 64 nós, incluindo o mestre, endereçados de 0 a 63 (MAC ID);
- ✓ Cabo com dois pares: um para alimentação de 24V e outro para comunicação;
- ✓ Inserção e remoção a quente, sem perturbar a rede;
- ✓ Suporte para equipamentos alimentados pela rede em 24V ou com fonte própria;

- ✓ Uso de conectores abertos ou selados;
- ✓ Proteção contra inversão de ligações e curto-circuito;
- ✓ Alta capacidade de corrente na rede (até 16 A);
- ✓ Taxa de comunicação selecionável: 125, 250 e 500 kbps;
- ✓ Comunicação baseada em conexões de E/S e modelo de pergunta e resposta;
- ✓ Transporte eficiente de dados de controle discretos e analógicos;
- ✓ Detecção de endereço duplicado na rede;
- ✓ Mecanismo de comunicação extremamente robusto às interferências eletromagnéticas.

A comunicação entre os equipamentos da fábrica instalados no campo (sensores indutivos, PT 100, relés digitais, dentre outros) e o CLP (Controlador Lógico Programável) ocorre via rede *DeviceNet*.

### 3.1.1 TOPOLOGIA

A rede *DeviceNet* permite a conexão de até 64 nós, endereçados de 0 a 63 e utiliza configuração do tipo tronco e derivação, como ilustrado na Figura 3.1:



FONTE: [HTTP://WWW.SMAR.COM/BRASIL2/DEVICENET.ASP](http://www.smar.com/BRASIL2/DEVICENET.ASP)

FIGURA 3.1- TOPOLOGIA DA REDE *DEVICENET*

Podem ser utilizados quatro tipos de cabo: o grosso, o médio, o fino e o chato. Na montagem da topologia da rede utilizada pela CIMPOR, Figura 3.2, utiliza-se o cabo grosso como cabo tronco e também para derivações. Na conexão interna, que ocorre na

parte superior das colunas dos CCM's (Centro de Comando de Motores), utiliza-se o cabo chato. Os CCM's são armários metálico auto-sustentados, formados por gavetas, nesse caso extraíveis e são compostos geralmente por relés, chaves soft-starter e inversores de frequência, com interfaces de rede industrial.

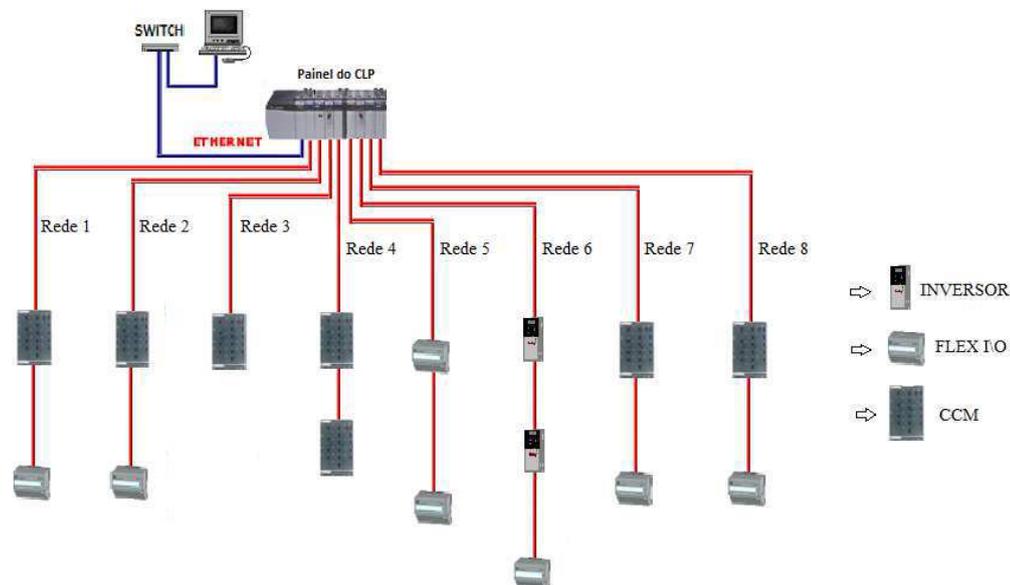
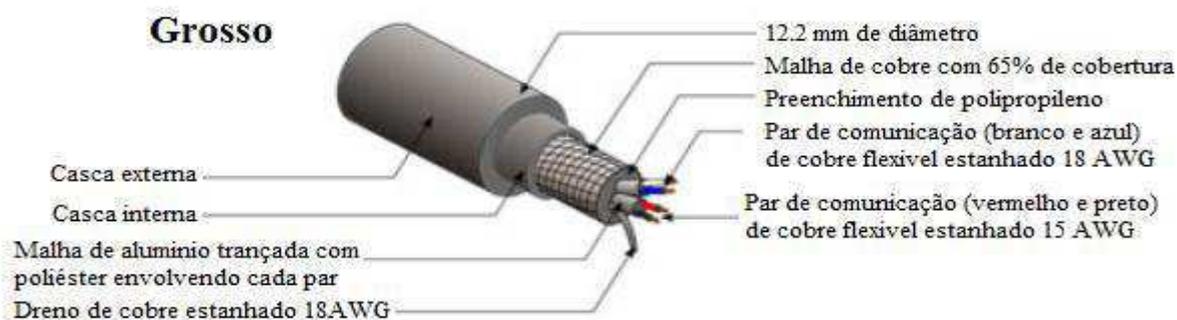


FIGURA 3.2 – TOPOLOGIA USADA NA UNIDADE DE CEZARINA-GO

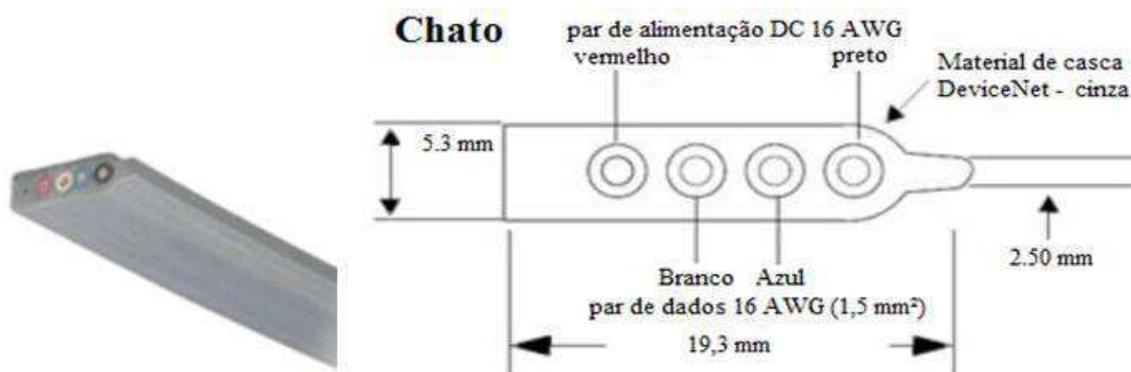
O cabo espesso, ou grosso, apresenta cinco fios, sendo um par trançado (vermelho e preto) para a alimentação de 24 volts, um par trançado (branco e azul) para o sinal e um fio de dreno, como ilustrado a Figura 3.2. Utiliza-se este cabo também para derivações.



FONTE: [HTTP://WWW.SMAR.COM/BRASIL2/DEVICENET.ASP](http://www.smar.com/BRASIL2/DEVICENET.ASP)

FIGURA 3.3 – TOPOLOGIA DO CABO GROSSO

O cabo chato, Figura 3.4, é utilizado apenas como cabo tronco, é do tipo quatro fios sem dreno, apresentando um par (vermelho e preto) para alimentação e um par (branco e azul) para sinal.



FONTE: [HTTP://WWW.SMAR.COM/BRASIL2/DEVICENET.ASP](http://www.smar.com/BRASIL2/DEVICENET.ASP)  
FIGURA 3.4 – TOPOLOGIA DO CABO CHATO

### 3.1.2 CONECTORES

As interligações dos instrumentos (réles, inversores, *soft-starter*) aos cabos de derivação da rede, foram feitas através de conectores tipo aberto, Figura 3.5.

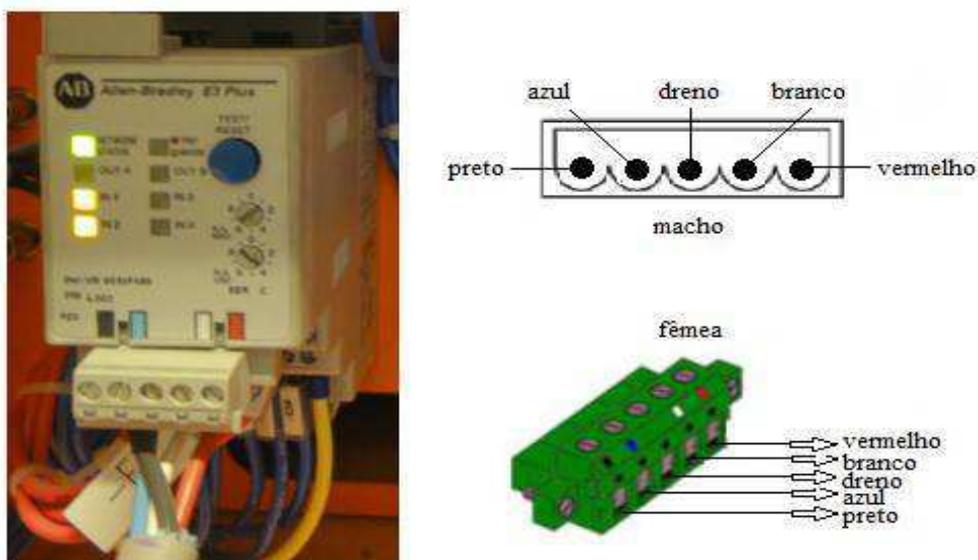


FIGURA 3.5 – TIPO DE CONECTOR REDE DEVICENET

As derivações no cabo tronco da rede são feitas por derivadores tipo T e as extremidades do cabo tronco são interligado a estes por conectores macho e fêmea como ilustrado na Figura 3.6.

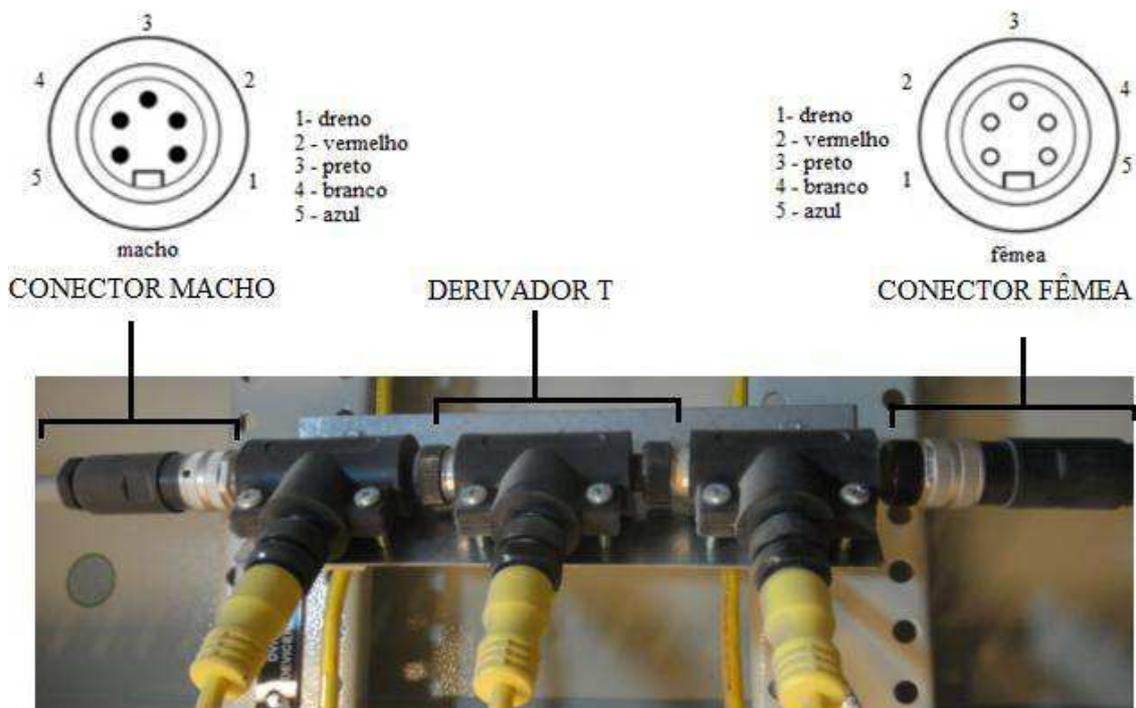


FIGURA 3.6 – CONECTORES MACHO E FÊMEA E DERIVADORES T

A rede *DeviceNet* requer resistores de terminação nos extremos do cabo tronco da rede, com a finalidade de dissipar a potência demandada pelo sinal que se propaga pelo meio físico após a transmissão do mesmo, de forma a evitar que as reflexões no fim da rede interfiram em outros que venham a se propagar. Esses resistores são de ( $121 \Omega$  e  $\frac{1}{4} W$ ) ilustrados na Figura 3.7, e são conectados entre os fios azul (CAN\_L) e branco (CAN\_H).

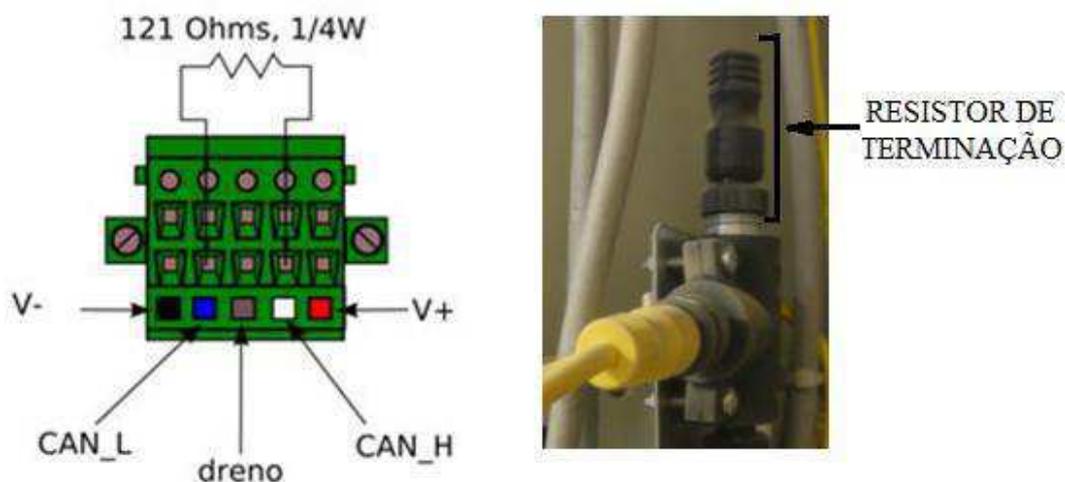


FIGURA 3.7 – RESISTORES DE TERMINAÇÃO CONECTADOS NAS EXTREMIDADES DO CABO TRONCO

No caso do resistor de terminação rosqueável que também pode ser macho ou fêmea e apresenta pinagem semelhante aos conectores da Figura 3.6, a resistência pode

ser verificada entre os pinos dois e três. Com a rede desenergizada e com o auxílio de um multímetro, a resistência medida entre os fios azul e branco, após a inserção dos dois resistores de terminação, deve ser de aproximadamente 60  $\Omega$ .

Os painéis dos Flex I/O, Figura 3.8, contém os cartões ADN ilustrado na Figura 3.9. Esses cartões são os responsáveis por realizarem a comunicação entre os equipamentos ligados no chão da fábrica com a rede. Todos os ADN correspondem a um nó da rede e pode estar conectado a até oito módulos de entrada e saída de dados, seja analógico ou digital. Existem módulos específicos para envia e receber sinais discretos e analógicos, Figura 3.10.

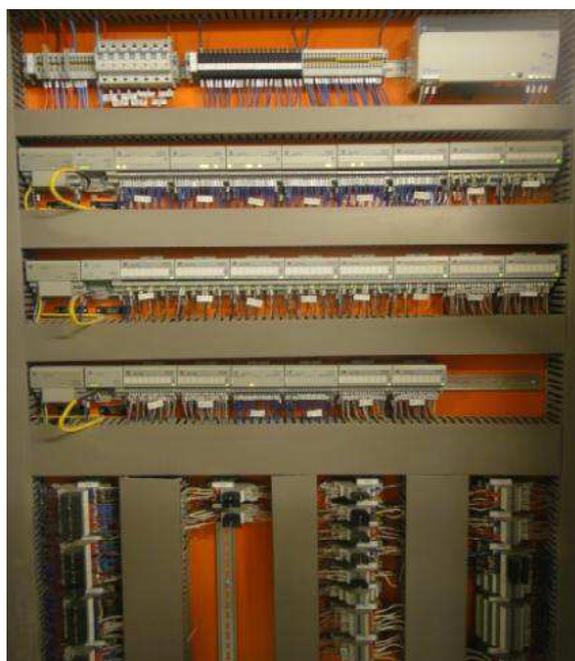


FIGURA 3.8 – PAINEL FLEX I/O

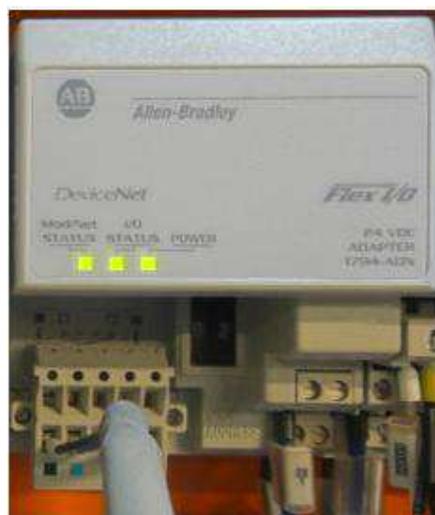


FIGURA 3.9 – CARTÃO ADN

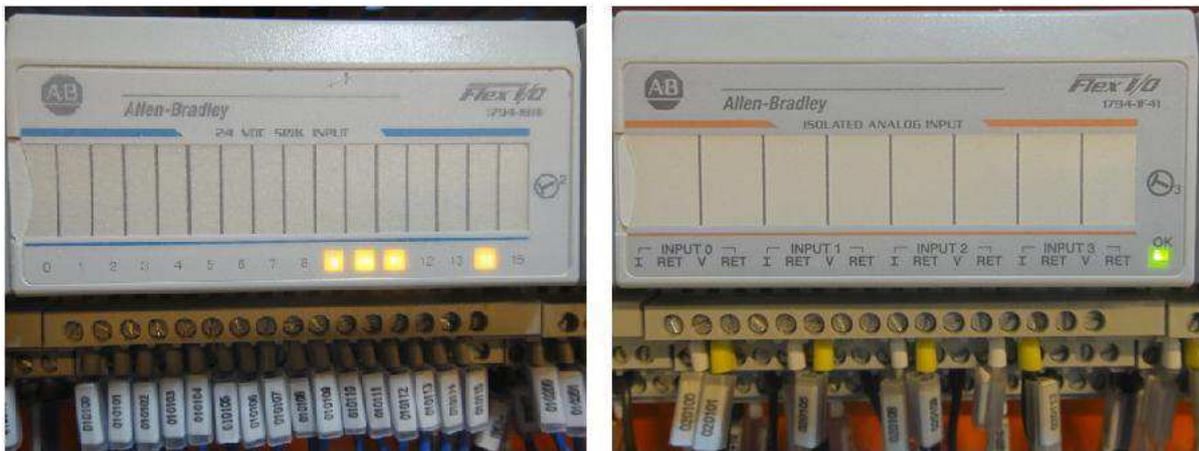


FIGURA 3.10 – MÓDULOS DE ENTRADA DIGITAL A (ESQUERDA) E ENTRADA ANALÓGICA A (DIREITA)

A partir do *software (RSNetWorx for DeviceNet)*, Figura 3.11, é realizado a inserção e configuração dos equipamentos ligados na rede.

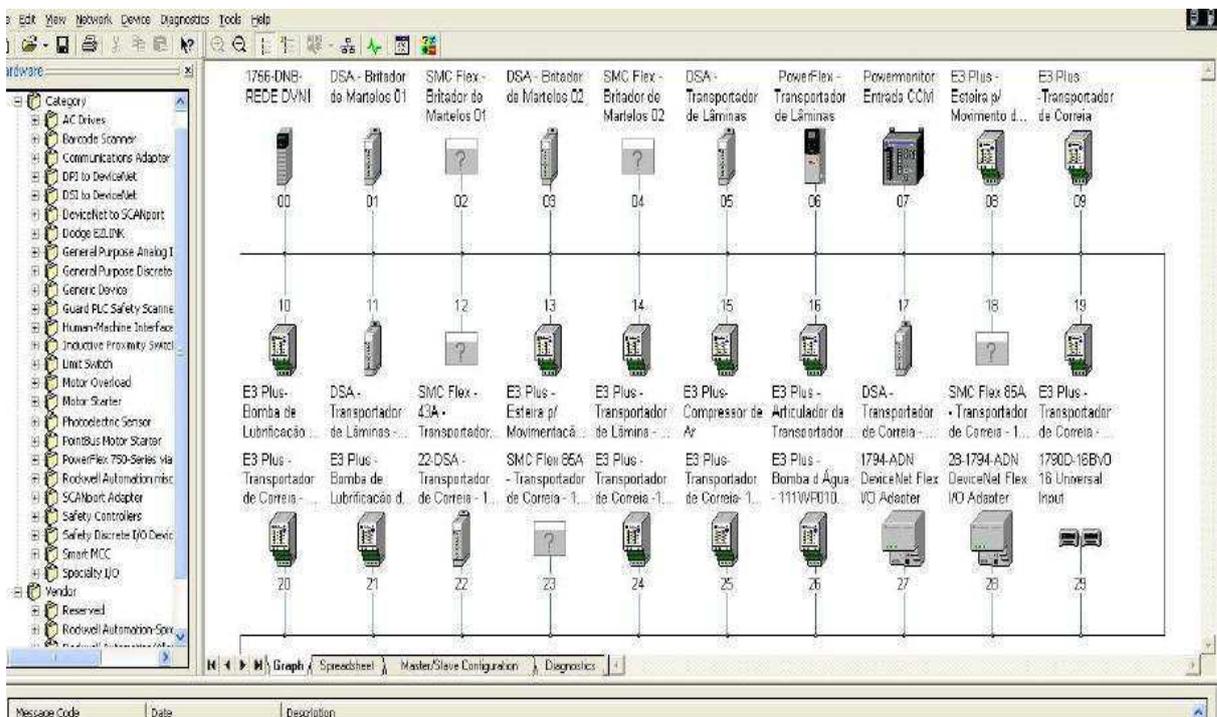


FIGURA 3.11 – TELA DO PROGRAMA *RSNETWORX* PARA CONFIGURAÇÃO DA REDE

### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS – PADRÃO F.L.SMIDTH

A identificação dos equipamentos e cabos, por onde circulam os sinais elétricos, no campo da fábrica são realizados a partir de uma combinação de números e letras, usualmente chamadas de TAG's, que identificam os tipos de equipamentos, os sinais e a área onde encontram-se os mesmos.

## 1 – Número de Equipamento

O número do equipamento consiste do departamento da fábrica, código e número de série do equipamento. A Figura 3.12 ilustra essa identificação.

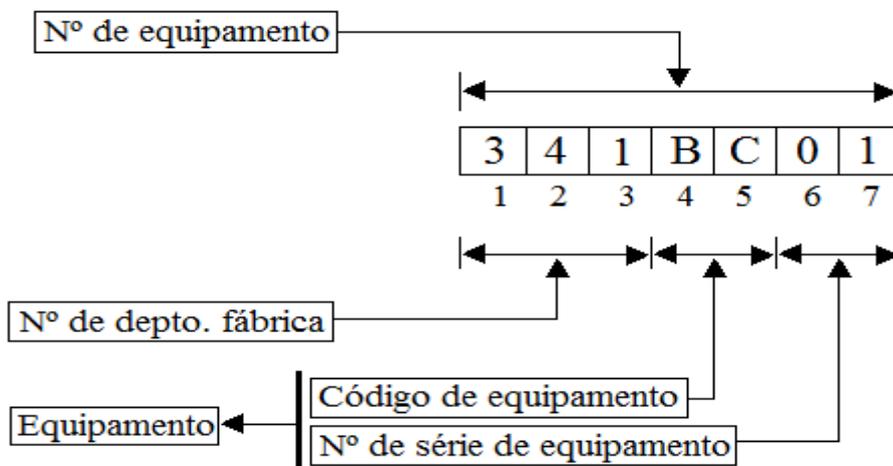


FIGURA 3.12 – NÚMERO DE EQUIPAMENTO

Os três primeiros dígitos representam o departamento da fábrica e os dígitos (quatro ao sétimo) indicam o código do equipamento e o número de série do mesmo. Os dígitos (4 a 5) relativos ao código do equipamento encontram-se no Anexo A.

## 2 - Números de Etiqueta

O número de etiqueta é utilizado para a identificação do equipamento e suas unidades individuais. É composto do número do equipamento e um código de unidade com um número de série, conforme ilustrado na Figura 3.13.

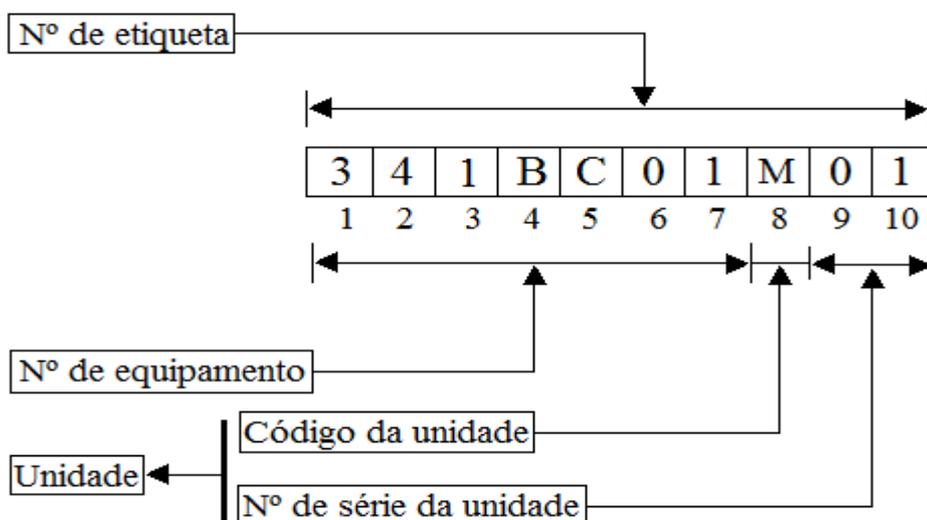


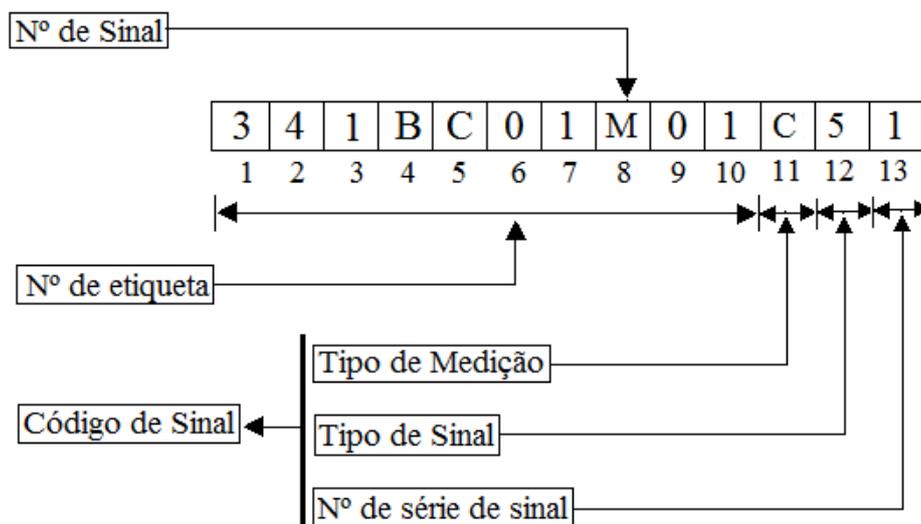
FIGURA 3.13 – NÚMERO DE ETIQUETA

Os três últimos dígitos (oitavo a décimo) representam o código da unidade e o número de série da unidade. Geralmente utilizado na documentação elétrica e na

identificação das gavetas nos CCM's. Uma tabela com os códigos utilizados no oitavo dígito estão no Anexo A.

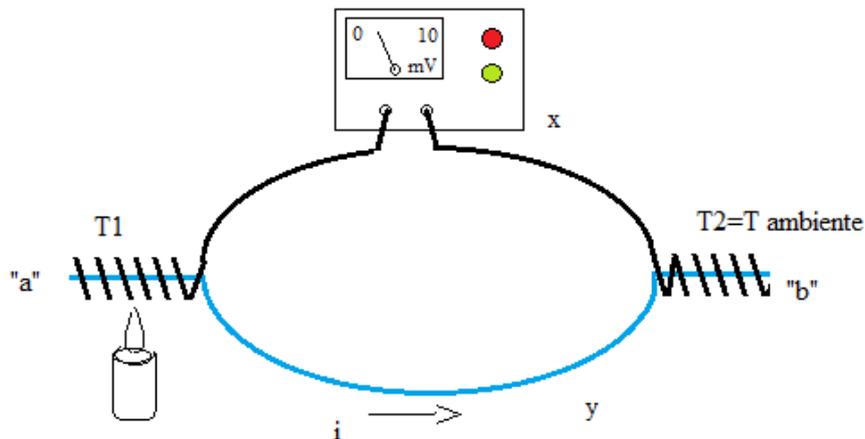
### 3 – Números de Sinal

O número do sinal é composto pelo número de etiqueta e um código do sinal. Esse código de sinal representa o tipo da medição e o tipo do sinal com o número de série, Figura 3.14.



### 3.3.1 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO (TERMOPAR E PT 100)

O princípio de funcionamento dos termopares é bem simples. Ele foi primeiramente observado por Thomas Johann Seebeck, que ao unir as pontas de dois materiais diferentes e submeter às extremidades a temperaturas diferentes, verificou que entre os pontos a e b surgia uma tensão, da ordem de milivolts (mV), denominada tensão termoelétrica, Figura 3.15.



FONTE: WWW.LABMETRO.UFSC.BR/DISCIPLINAS/EMC5236/TEMPERATURA.PDF  
FIGURA 3.15– TENSÃO TERMOELÉTRICA

Os termopares são ligados diretamente aos transdutores, que convertem o sinal de tensão analógico de entrada em mV para uma saída analógica de corrente de 4 a 20 mA. O range de operação do equipamento, valor máximo e mínimo configurado, é relacionado com esse sinal de saída. Essa saída de corrente é ligada em cartão de entrada analógica. Os transdutores de temperatura utilizados são programáveis, sendo possível fazer ajuste do range de operação e da unidade de medição. Esses transmissores apresentam o valor lido no LCD. A Figura 3.16 ilustra um termopar e um transdutor. O termopar utilizado é do tipo K (*Cromel/Alumel*). Além do baixo custo esse termopares cobrem uma faixa de temperatura entre os -200 e os 1200 °C, tendo uma sensibilidade de aproximadamente  $41\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ .



FIGURA 3.16 – TERMOPAR (FIGURA A ESQUERDA) E TRANSDUTOR (FIGURA A DIREITA)

Os PT100 baseiam-se no princípio de variação da resistência ôhmica em função da temperatura. Elas aumentam a resistência com o aumento da temperatura. Na Figura 3.17 é ilustrado um PT 100 a três fios, onde  $RL_1$ ,  $RL_2$  e  $RL_3$  são as resistências dos cabos que ligam o PT 100 ao conversor. A ponte de Wheatstone é um circuito básico conveniente para medir resistências ou para converter uma variação de resistência em uma proporcional variação de tensão. Nessa situação, tem-se a tensão  $AB$ , variando linearmente em função da temperatura do PT 100 e independente da variação da temperatura ambiente ao longo dos fios de ligação. Esse tipo de ligação garante relativa exatidão, mesmo com grandes distâncias entre o transdutor e o circuito de medição.

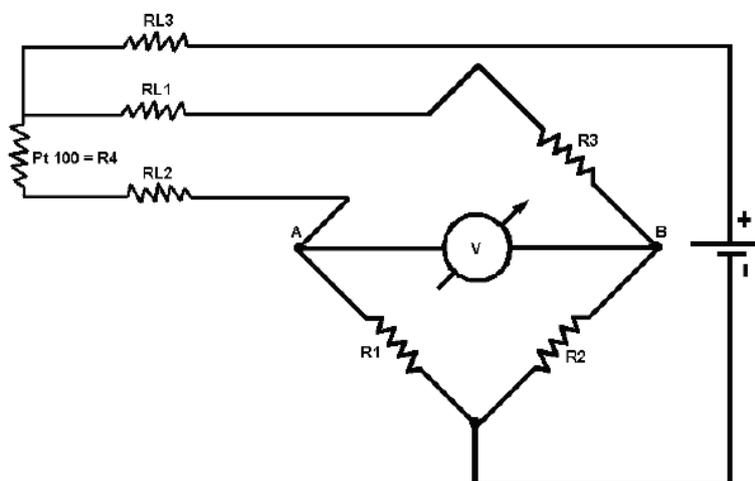


FIGURA 3.17 – LIGAÇÃO DE UM PT 100 A TRÊS FIOS

Os PT100, Figura 3.18, são ligados diretamente ao módulo de entrada analógica onde nele é feita a conversão do valor da resistência medida em um sinal de corrente de 4 a 20 mA.



Figura 3.18 – PT100

### 3.3.2 SENSORES INDUTIVOS

O sensor indutivo é utilizado para detectar a proximidade de objetos metálicos. O sensor tem uma bobina e um oscilador que em condições normais (não acionada), gera um sinal com amplitude e frequência constante. Quando um metal aproxima-se do campo pequenas correntes são produzidas na superfície do metal, que absorvem a energia do campo e diminuem a amplitude do sinal gerado pelo oscilador. O circuito de detecção do sensor percebe essa queda de tensão e comuta o estado da saída, Figura 3.19.

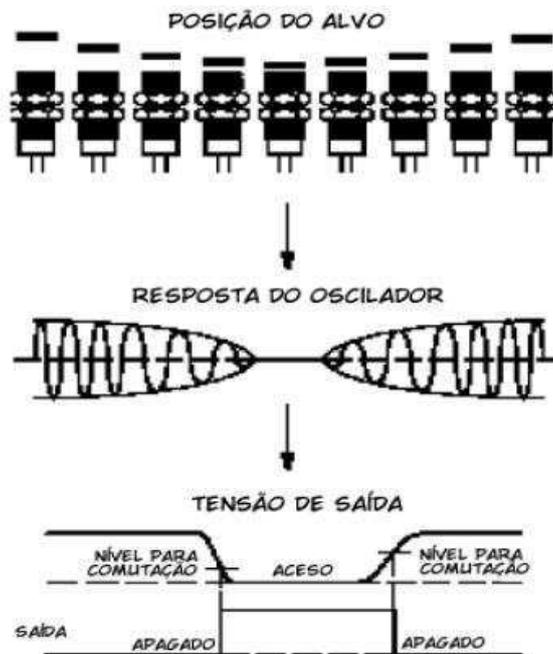


FIGURA 3.19 – COMPORTAMENTO DO SENSOR INDUTIVO

Esses sensores são utilizados como indicadores de posição de válvulas pneumáticas, vigia de velocidade de roscas e correias transportadoras, Figura 3.20.



FIGURA 3.19 – SENSORES INDUTIVOS COMO VIGIAS DE VELOCIDADE

### 3.4 PROGRAMAÇÃO DO CONTROLLOGIX USANDO O RSLOGIX 5000

Foi realizado durante no período inicial do estágio um treinamento em programação LADDER com o *software* RSLogix 5000, Figura 3.21, onde através deste eram feitas as configurações dos módulos de comunicação.

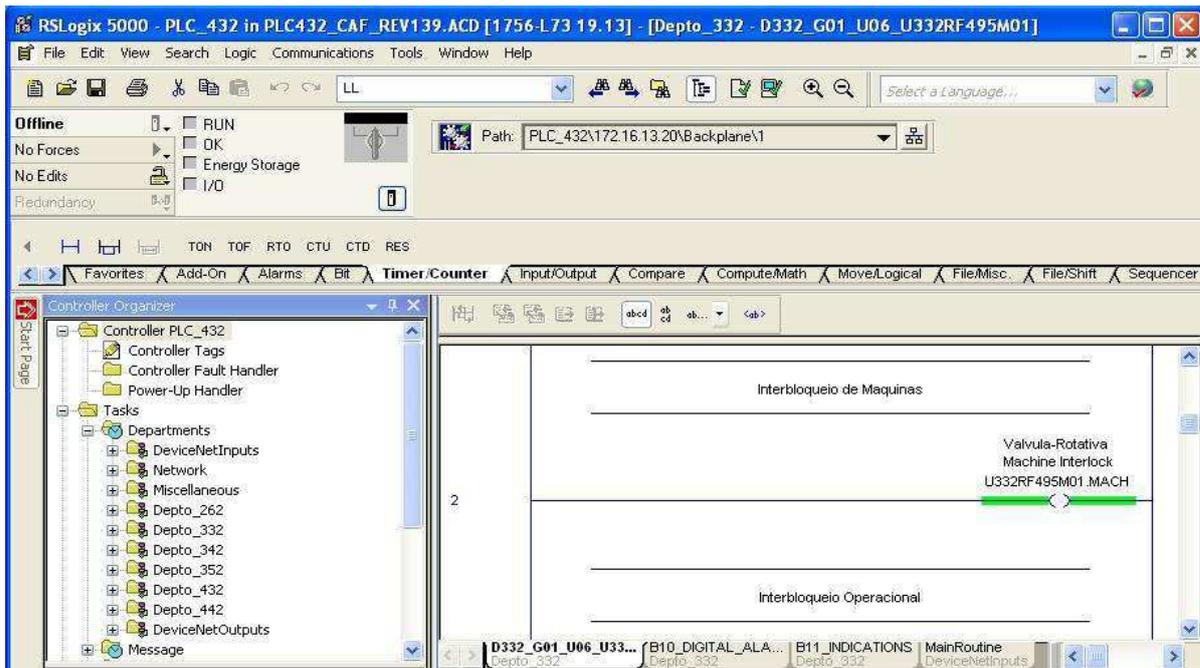


FIGURA 3.21 – INTERFACE DE PROGRAMAÇÃO DO RSLOGIX 5000

O CLP é um equipamento eletrônico digital utilizado para automatizar máquinas ou processos. Substituem a ação do homem como sistema de controle e a partir dele é possível realizar o controle de grandezas tais como: temperatura, pressão, rotação, tensão, nível, etc.

O ControlLogix é estruturado da seguinte forma: fonte de alimentação, chassi, controlador e cartões de entrada/saída, Figura 3.22.

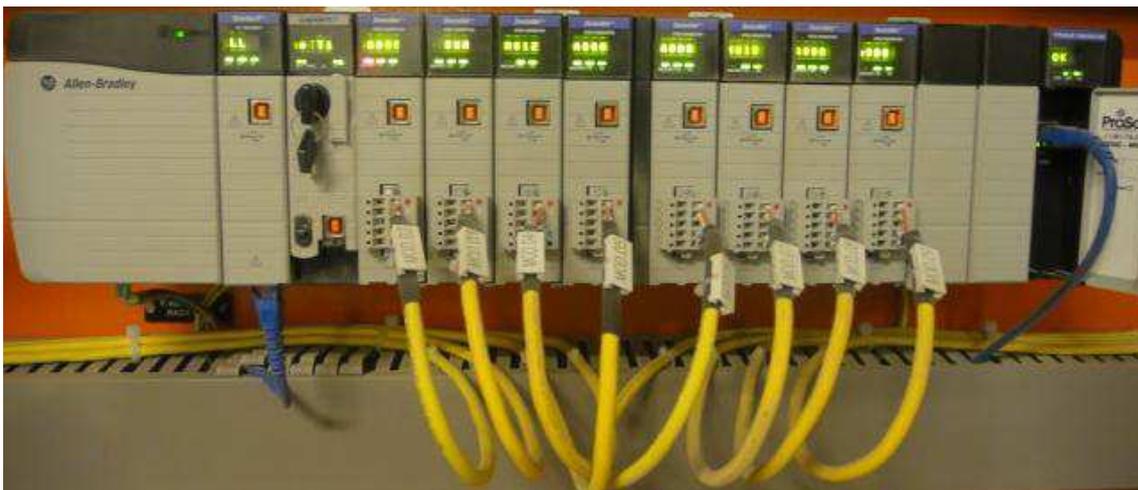


FIGURA 3.22 – CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

O CLP da fábrica tem fonte de alimentação com tensão de entrada de 110 volts alternado, alimentada por um No-Break e uma tensão de saída de cinco volts contínua.

A placa de fundo do chassi ou *backplane* é do tipo 1756-A13, ou seja, possui espaço para 13 *slots*. É a partir dele que ocorre a comunicação do controlador com os módulos de entrada/saída, baseada na rede ControlNet.

O Controlador Lógico Programável (CLP) realiza o seguinte ciclo de varredura:

- ✓ Leitura dos sinais de entrada analógicos e digitais recebidos pelo CLP para verificar se houve acionamento destas e as transfere para memória de dado;
- ✓ Realiza as instruções programadas pelo usuário, contidas na memória de programa, para os sinais de entradas;
- ✓ Atualiza as saídas e inicia um novo ciclo.

A comunicação entre o CLP e a sala de comando central ocorre via rede ethernet, cartão alocado no *slot* zero da Figura 3.22.

Os cartões de entrada/saída são do tipo DeviceNet utilizados para a comunicação com os equipamentos do chão de fábrica, onde cada um é responsável por uma rede específica. Os cartões de entrada e saída são exibidos no *Controller Organizer* do RSLogix 5000, Figura 3.23.

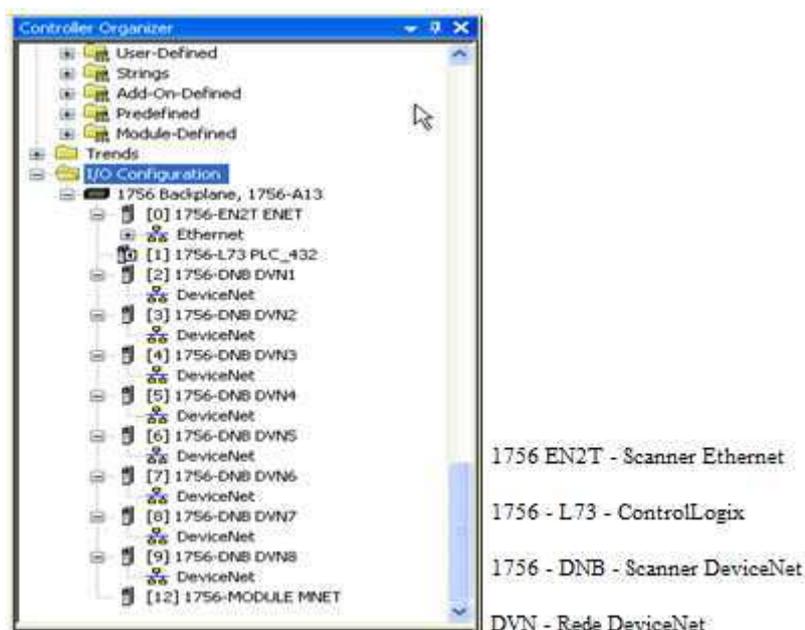


FIGURA 3.23 – MÓDULOS DE I/O DO CLP

O *software* RSLinx é utilizado para configurar os drives de comunicação entre o CLP e os PC's, para que possa ser feito *download* e *upload* dos programas, assim como monitoração *on-line* do CLP.

### 3.4.1 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO – LADDER

O diagrama LADDER conhecido como diagrama de contatos é ordenado em forma de escada. É uma programação baseada em símbolos, semelhantes ao encontrados nos sistemas elétricos, a sua forma de execução ocorre de cima para baixo e da esquerda para direita, onde as entradas localizam-se na direita e as saídas na esquerda. O principal componente de entrada é o contato e de saída é a bobina. Um exemplo usando a lógica Ladder é mostrado para o circuito de comando ilustrado na Figura 3.24, utilizado para partida direta de motor trifásico com duplo sentido de rotação.

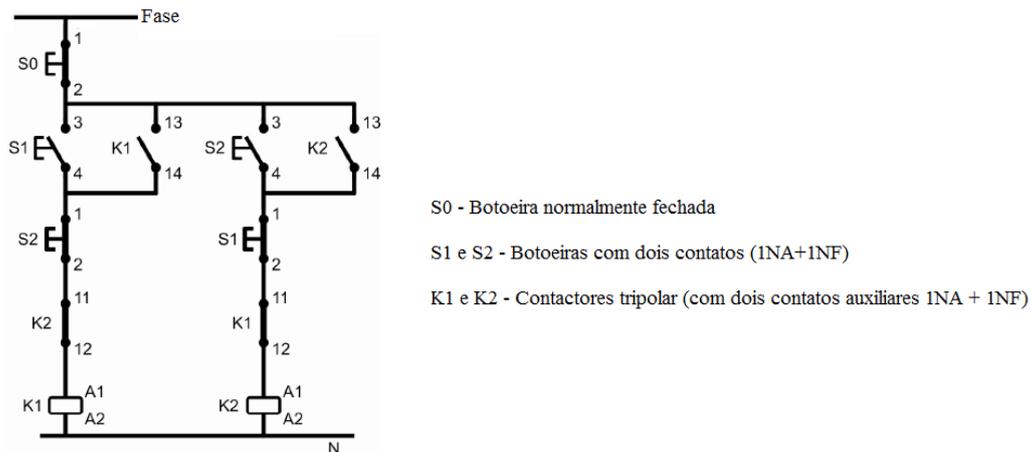


FIGURA 3.24 – CIRCUITO DE COMANDO PARA CONTROLE DE SENTIDO DE REVERSÃO

Simulação do circuito da Figura 2, utilizando o RSLogix com programação em Ladder, Figura 3.25.

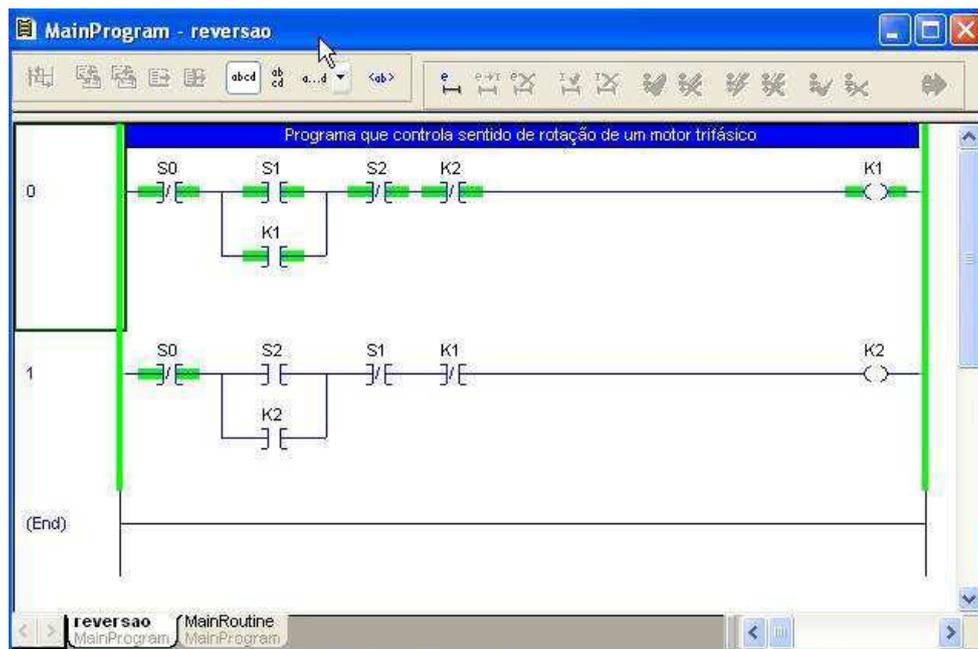


FIGURA 3.25 – LÓGICA LADDER COM O RSLOGIX

### 3.5 SISTEMA SUPERVISÓRIO – FACTORY TALK VIEW STUDIO

A criação e edição de telas em sistemas supervisórios foram realizadas usando o F.T.View Studio. Estas telas eram utilizadas pela sala de comando central para controlar e monitorar todo o processo de produção do cimento.

São feitos apontamentos das TAG's criadas no RSLogix 5000 para cada equipamento responsável pelo processo produtivo e a partir daí é possível fazer a inspeção e controle de temperatura, pressão, dosagem de materiais, acionamento motores entre outras variáveis de controle. A Figura 3.16 ilustra parte de uma tela que indica os valores da temperatura e pressão dos ciclones da torre.

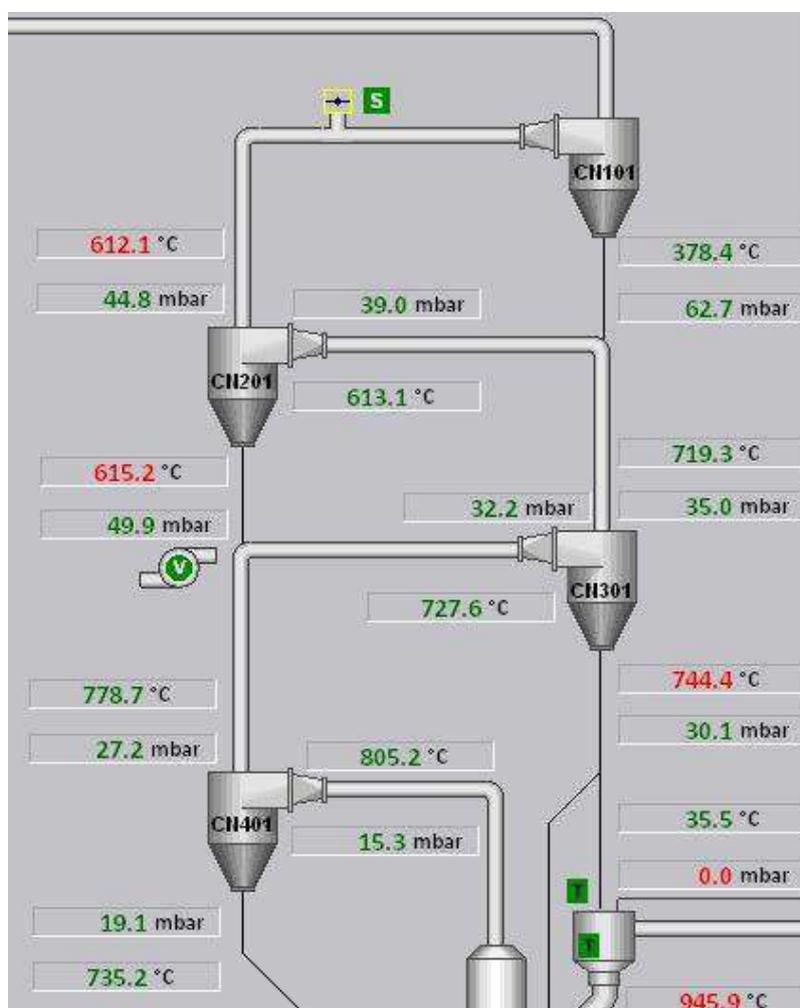


FIGURA 3.26 – TELA DE CONTROLE DAS TEMPERATURAS E PRESSÃO DOS CICLONES

As indicações de temperatura, pressão, e outras analógicas, possuem telas de diagnóstico que mostram, por exemplo: um gráfico de barras com a indicação do valor atual da pressão, uma tela com os valores do range do equipamento e do valor sem e com escala. O valor sem escala corresponde ao valor recebido em binário e convertido

para decimal. A tela apresenta valores representados de -10 a +32.767, sendo essa faixa de valores representada em binário por 16 bits. Nesse caso os valores acima de 30.800, indicado em *Raw Máx*, podem ser utilizados para alarme de sobrefaixa e abaixo de zero, indicado em *Raw Mín*, para alarme de subfaixa, Figura 3.27.

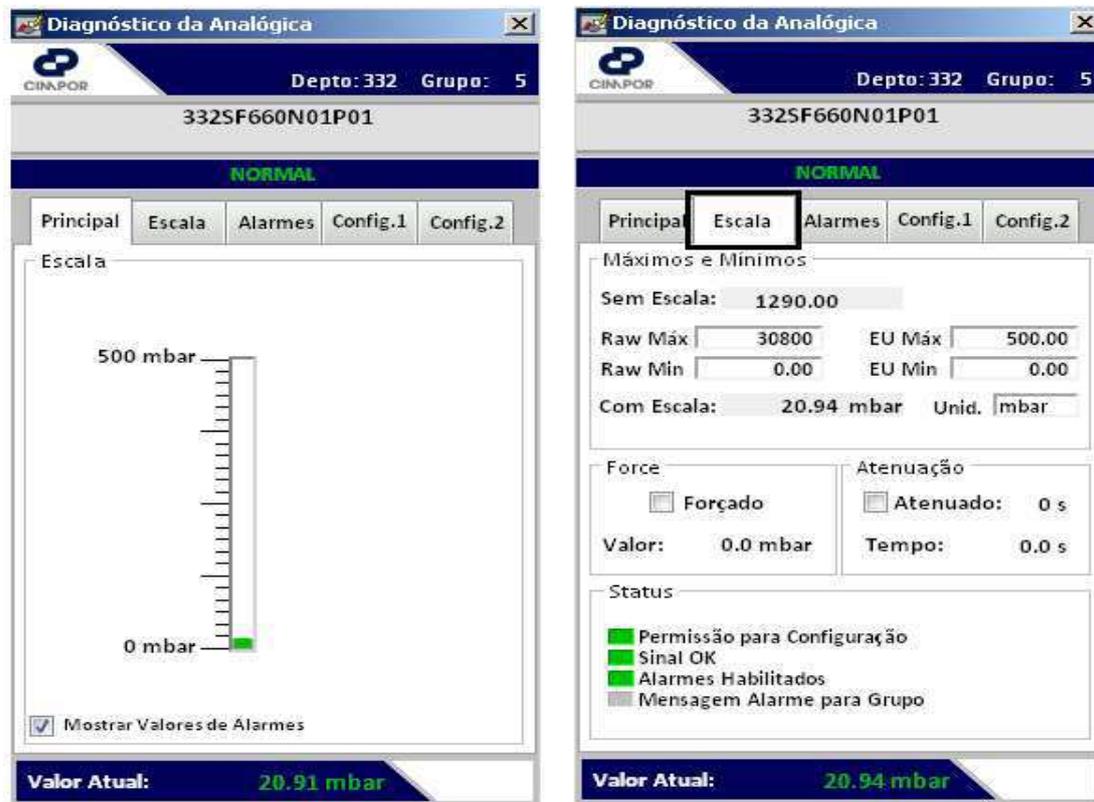


FIGURA 3.27 – TELAS DE DIAGNÓSTICO DE UM TRANSMISSOR DE PRESSÃO

São também exibidos gráficos do valor medido no tempo, Figura 3.28.

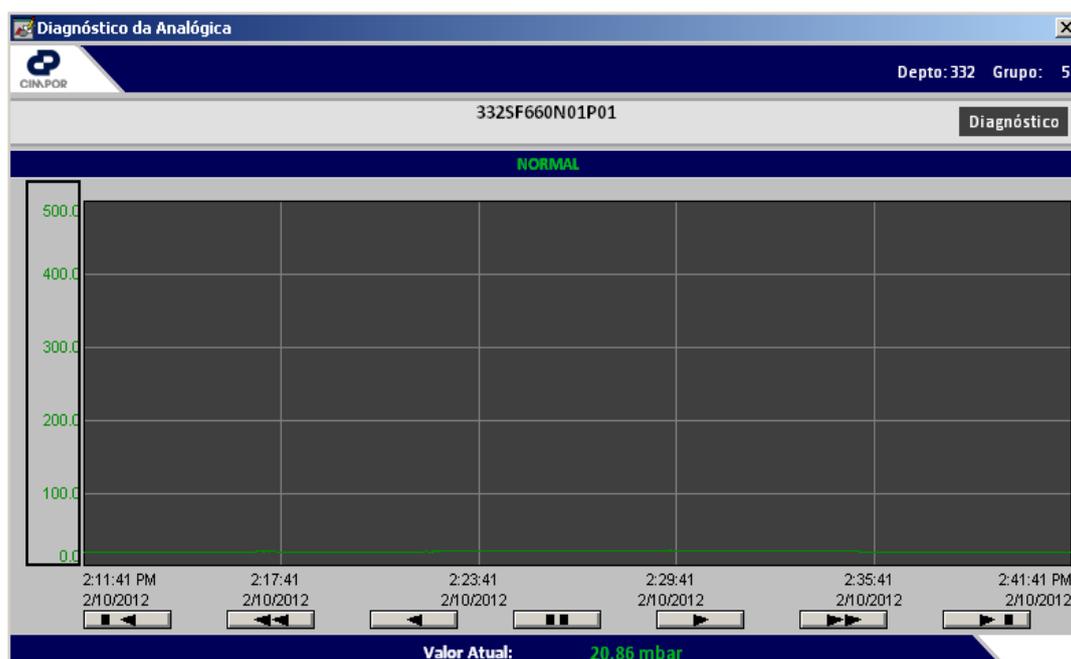


FIGURA 3.28 – GRÁFICO DA PRESSÃO VERSUS TEMPO

## 4 CONCLUSÃO

Durante a realização do estágio é possível por em prática nossos conhecimentos, assim também como adquirir novos, com as experiências vividas no estágio.

É muito gratificante quando podemos realizar uma tarefa tendo o conhecimento da teoria envolvida acerca do trabalho proposto e muito importante também é saber o princípio de funcionamento, por exemplo, do equipamento que se quer testar. Quanto à teoria o que aprendemos em sala de aula foi suficiente para o trabalho desenvolvido. Já quanto aos conhecimentos de equipamentos vejo que isso é adquirido com a experiência vivenciada no dia a dia, porém vejo que os laboratórios fornecidos a algumas disciplinas deveriam focar mais a parte prática do ponto de vista técnico.

## 5 BIBLIOGRAFIA

- [1] Apostila Padrão FLSmith, Flowsheet 39715-01.
- [2] Bezerra, F.T.S. **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC** Eficiência Energética e Riscos Ambientais em uma Fábrica de Cimento. UFCG, 2011.
- [3] BRADLEY. **Controllogix: Programação usando RSLogix5000**. Rockwell Automation
- [4] BRADLEY. **Rede Devicenet: Configuração e Manutenção**. Rockwell Automation
- [5] Instrumentos <http://www.smar.com/brasil/>

## ANEXO A – TABELAS PADRÃO FL SMITH.

Lista de códigos de Equipamentos.

A lista de códigos de equipamentos é o conjunto de 2 dígitos, 4 e 5.

A letra ‘O’ não é utilizada com o intuito de não gerar confusão com o número ‘0’.

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO
AC	Transportador de carga articulada
AD	Conjunto de acionamento auxiliar
AE	Sistema de aeração para recipientes/Silos
AF	Alimentador de calha articulada
AG	Agitador
AL	Elevador de ar/elevador pneumático
AM	Analizador de gás
AN	Analizador de nêutrons
AR	Tanque de ar
AS	Regueira de ar/regueira flux
AT	Coletor de material aéreo
AU	Unidade de condicionamento de ar
AV	Aliviador
BC	Correia transportadora
BD	Defletor de manga
BE	Elevador de caçambas
BF	Filtro de manga/ filtro de pano/Filtrax
BI	Tanque/Tremonha
BK	Dispositivo de carregamento em pedaços
BL	Soprador/Soprador rotativo
BM	Moinho de bolas/ Moinho de tubo
BN	Limpador de mangas
BQ	Equipamento de explosão/Detonador de bombas
BR	Caldeira
BU	Queimador
BV	Válvula borboleta
BW	Pesador de correia
CA	Guindaste
CC	Resfriador de clínquer
CE	Motor de combustão
CG	Centrífugo
CH	Calha/tremonha – Geral
FB	Tanque de alimentação
FY	Tremonha de alimentação

CI	Calcinador
CL	CC Resfriador
	CQ Resfriador de cimento
	EC Resfriador de evaporação
	GQ Resfriador de grelhas
	RK Resfriador rotativo
CN	Ciclone
CP	Compressor
CQ	Resfriador
CR	Britador geral
	DC Secador britador
	GC Britador giratório
	HC Britador de martelos
	IM Britador de impacto
	JC Britador de mandíbula
	MQ Britador móvel
	RB Quebrador de rolos
	RC Britador de rolos
CT	Torre de condicionamento
CT	Transportador de corrente
DA	Registro geral
	DV Válvula de disco
	Válvula chapeleta/Válvula
	FV basculante
	LD Registro de gelosia
	FG Registro de controle de fluxo
	SD Registro de retenção
	TV Válvula borboleta
DB	Transportador de caçambas
DC	Secador britador
	Equipamento desempoeiramento –
DE	Geral
	BF Filtro de manga
	EP Precipitador eletrostático
	GF Filtro de lewito de calchalho
DG	Registro divisório
DM	Cúpula
DQ	Equipamento de dosagem – geral
	FG Registro de controle de fluxo
	Fluxímetro para materiais em
	FM pedaços
	Alimentador de correia de
	WF pesagem
DR	Secador
DU	Tubulação
DV	Válvula de disco
EC	Resfriador de evaporação
EE	Ouvido eletrônico / folafone
EG	Gerador-diesel de emergência
EH	Guincho elétrico

EL	Elevador
EM	Motor elétrico
EP	Precipitador eletrostático
ER	Sala elétrica
EV	Porta de explosão
EW	Roda de extração
EX	Registro de explosão
FA	Fluxímetro para gás
FB	Tanque de alimentação
FD	Alimentador - geral
	AF Alimentador de calha articulada
	FW Alimentador basculante
	RF Alimentador rotativo
	TF Alimentador de mesa
	SF Rosca alimentadora
	VF Alimentador vibratório
	WF Correia alimentadora de pesagem
FE	Extintor de incêndio
FF	Filtro de combustível
FH	Aquecedor de combustível
	Equipamento de proteção contra
FI	incêndios - geral
	FE Extintor de incêndio
	Fluxímetro para material em
FM	pedaços
FN	Ventilador
FP	Bomba de combustível
FS	Prensa de bolo de filtro
FT	Tanque de combustível
FU	Filtro (ar, óleo, água)
	Válvula chapeleta / Válvula
FV	basculante
FW	Alimentador basculante
FY	Tremonha de alimentação
GA	Registro - Geral
	DG Registro divisório
	FG Registro de controle de fluxo
	NG Registro de agulha
	RG Registro de barras
	SE Registro de setores
	SG Registro de interrupção
GC	Britador giratório
	Gerador com motor de combustão
GE	interna
GF	Filtro de leito de cascalho
GM	Corpos moedores
	Gerador de gás quente/Gerador de
HG	calor
HE	TROCADOR DE CALOR
HI	Guincho

HP	Tremonha - geral
FY	Tremonha de alimentação
	Unidade de empuxo hidráulico/
HT	macaco hidráulico
HY	Sistema hidráulico
IG	Canhão industrial
IJ	Sistema de injeção
IM	Britador de impacto
JC	Britador de mandíbula
JB	Caixa de junção/tanque de mistura
KL	Forno
KS	Scanner do forno/câmara
KT	Mecanismo de empuxo do forno
LD	Registro de gelosias
LC	Célula de carga
LI	Indicador de nível
LM	Máquina de carregamento
LQ	Equipamento de lubrificação
LS	Calha de carregamento
MA	Imã
MC	Multi-ciclone
	Conjunto de acionamento
MD	principal
ML	Moinho - geral
BM	Moinho de bolas
RM	Moinho de rolos
	Máquina de umedecimento e
MM	mistura
MQ	Britador móvel
MS	Separador magnético
MT	Detector de metais
MW	Defletor de metais
MX	Misturador - geral
PW	Roda de pás
	Equipamento de silo de
SB	homogeneização
NG	Registro de agulha
NR	Redutor de ruído/ silenciador
NS	Balança nuclear
PA	Paletizador
PC	Transportador pneumático
	Distribuição de força/ Placas de
PD	distribuição
PE	Paletizador
PH	Preaquecedor
PI	Encanamento
PL	Tubulação
PM	Máquina de empacotamento
PN	Martelo pneumático
PP	Bomba pneumática/ Bomba de

	rosca/ Balança rotativa
	Equipamento de pressuração
PQ	(salas elétricas)
PR	Pré-calcinador
PS	Raspador de portal
	Transporte pneumático através de
PT	recipiente de pressão/ Bomba flux
PU	Bomba - geral
	FP Bomba de combustível
	GP Bomba de gás
	SJ Bomba de cárter
	SP Bomba de lama
	WP Bomba de água
PW	Roda com pás
RB	Quebrador de rolos
RB	Britador de rolos
RE	Retomadora geral
RF	Alimentador rotativo/ Eclusa de ar
RG	Registro de barras
RI	Indicador rotativo
RK	Resfriador rotativo
RM	Moinho de rolos/ Moinho vertical
RS	Peneira rotativa
RP	Prensa rotativa
SA	Agitador de lama
	Equipamento de silo de
SB	homogeneização
SC	Rosca transportadora
SD	Registro de interrupção
SE	Registro de setor
SF	Alimentador de rosca
SG	Registro de retenção
SI	Silo
SJ	Bomba de cárter
SK	Chaminé
SL	Balança geral
	BW Correia de pesagem
	NS Balança nuclear
	WB Ponte de pesagem
	Alimentador de correia de
	WF pesagem
SM	Tira amostras
SN	Peneira geral
	RS Peneira rotativa
	VS Peneira vibratória
SP	Bomba de lama
SQ	Equipamento de descarga de silo
SR	Separador
SS	Estruturas de aço (manutenção)
ST	Chaminé geral

SU	Eclusa - geral
FV	Válvula de chapeleta
RF	Alimentador rotativa/ Eclusa de ar
SV	Caldeira de vapor
SW	Interruptores
	Transportador de
SX	transbordamentos
SY	Lavador
SZ	Classificador de bolas de moinho
TC	Calha telescópica
TE	PIROMETRO
TF	Alimentador de mesa
TH	Impulsor
TI	Basculador
TK	Tanque
TI	Indicador de inclinação
TR	Disparador
TV	Válvula borboleta
VA	Válvula geral
BV	Válvula borboleta
DV	Válvula de disco
	Válvula de chapeleta /Válvula
FV	basculadora
TV	Válvula borboleta
VB	Válvula de retenção
VM	Válvula - motorizada
VV	Válvula de 2 ou 3 vias
	Válvula - operada
VX	magneticamente
VB	Válvula de retenção
VC	Transportador vibratório
VE	Venturi
VF	Alimentador vibratório
VI	Vibrador
VL	Filtro de vácuo para lama
VM	Válvula, motorizada
VN	Aspirador de pó
	Armação de válvula vs - peneira
VR	vibratória
VS	Peneira vibratória
VV	Válvula de 2 ou 3 vias
VU	Unidade de ventilação
VX	Válvula, operada magneticamente
UM	Medição ultra-sônica
WB	Ponte de pesagem
	Resfriador secundário, resfriado
WC	por água
	Alimentador de correia de
WF	pesagem
WI	Injeção de água

WP	Bomba de água
WS	Lubrificador de micromist
WT	Instalação de tratamento de água

### Tabela de códigos de sinais.

O código de sinal é o dígito número 8.

	<b>Significado</b>	<b>Exemplo</b>
A	Unidades montadas	Painéis de controles locais.
B	Sensor/ Transdutor	Elementos primários. Ex: pt100, células de cargas, tachos.
C	Capacitores	
D	Elementos binários	Detectores de movimentos, partes de relés.
E	Diversos	Elemento térmico
F	Unidades de proteção	Fusíveis e partes similares.
G	Geradores	Gerador de emergência.
H	Equipamentos de sinais	Sirene para iniciar aviso, lâmpada.
I	Interno	Pontos internos nos sistemas de controle.
K	Relé/contator	
L	Reator	
M	Motor	
N	Transmissor	Transmissor de temperatura e pressão.
O	Livre	
P	Equipamento de medição/teste	Instrumento.
Q	Interruptor de força	
R	Resistor	
S	Interruptor/operador manualmente	Parada de fio, parada de emergência.
T	Transformador	
U	Modulador	Conversor de frequência.
V	Semicondutor	
W	Unidade de transmissão	Barra coletiva.
X	Faixa/plugue/caixa terminal	
Y	Atuadores operados Eletricamente.	Válvulas solenóides.
Z	Equipamento de adaptação	Conexão coaxial.

### Letras de identificação dos sinais.

A letra de identificação dos sinais é o dígito número 11.

Significado das letras de sinais em relação a tipo e função das medições				
Primeira letra		Letras subsequentes		
Tipo de medição	Adição	Função de leitura	Função de saída	Adição
A	Análise		Alarme	
B	Controle de chama			
C	Controle de motor			Controlador
D	Livre	Diferencial		
E	Tensão (v)		Elem. primário	
F	Fluxo (t/h, etc.)	Razão		
G				
H	Operação manual			Alto
I	Corrente (A)		Indicação	
J	Força (kW)			
K	Tempo (s)			
L	Nível (%%, m)		Indicação	Baixo
M	Detecção de metais			Valor médio
N	Folafone, ruído			
O	Livre			
P	Pressão (bar, mm, etc.)			
Q	Quantidade (m <sup>3</sup> , sete, número)	Soma		
R	Radiação		Registro	
S	Velocidade (m/s, mm/s)	Segurança		Interruptor
T	Temperatura (°C)			Transmissor
U	Multi-variavel		Multi-função	
V	Vibração			Válvula, registro
W	Peso (t), força			
X	Diversos			
Y	Evento			Cálculo
Z	Posição (%)			Controlador

### Tipo de sinal.

O tipo de sinal para a medição relevante é o dígito número 12.

12º dígito	Tipo de sinal
0	Entrada análoga – qualquer entrada análoga;
1	Sinal de ponto de ajuste;

2	Saída análoga
3	Saída digital- qualquer saída digital;
4	Entrada digital – motor pronto;
5	Entrada digital derivando-se da intervenção do operador local (partida local);
6	Entrada digital confirmando uma ação comandada pelo sistema de controle (motor funcionando);
7	Entrada digital – qualquer entrada digital refe sec 1
8	Entrada digita l – qualquer entrada digital
9	Livre

### **Código de sinal para controle do motor.**

Esse código localiza-se nos dígitos 11 a 13.

<b>Significado</b>	<b>Código do sinal</b>	
Comando 1 (abri ou frente)	C31	
Comando 2 (para trás ou fechar)	C32	
Ignitor do motor pronto	C41	
Partida local 1 ( frente ou abrir)	C51	
Partida local 2 ( trás ou fechar)	C52	
Sinal de retorno 1(frente ou abrir)	C61	
Sinal de retorno 2 (trás ou fechar)	C62	
Sobrecarga	C71	
Pré aviso / falha	C72	
Aumento de Rotação	C81	
Diminuição de rotação.	C82	
Comando local – Emergência	C54	
Chave Emergência – Corda	C74	
Parada Local - Desliga	C53	