



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

RICARDO RANGEL DE FIGUEIRÊDO LEITE

**AUTOMAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE UM MOINHO DE
CIMENTO**

Campina Grande, Paraíba
Julho de 2011

RICARDO RANGEL DE FIGUEIRÊDO LEITE

AUTOMAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE UM MOINHO DE CIMENTO

*Trabalho de Conclusão de Curso 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 Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Automação Industrial

Orientador:

Prof. João Batista Moraes dos Santos

Campina Grande, Paraíba
Julho de 2011

RICARDO RANGEL DE FIGUEIRÊDO LEITE

AUTOMAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE UM MOINHO DE CIMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso 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 Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Automação Industrial

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor João Batista Morais dos Santos
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me apoiou e aos colegas de curso pelo companheirismo e pelos bons momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Agradeço também aos meus pais, Maria Diana e Ricardo, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por ter me alimentado com saúde, força e coragem, as quais que foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada.

Agradeço também a toda minha família, que com todo carinho e apoio, não mediu esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1- Tagueamento de equipamentos e sinais. (Cabeçalho da tabela).....	25
Tabela 4-2 - Estados e Transições	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Diagrama da automação.....	3
Figura 2.1 -Mina de Calcário.....	4
Figura 2.2 - Britador de martelo	5
Figura 2.3 - Retomador no Depósito de Calcário.	5
Figura 2.4 - Moinho de Cru	6
Figura 2.5 – Silo de Farinha	6
Figura 2.6- Forno de Clinquerização	7
Figura 2.7- Visão Interna.....	7
Figura 2.8- Moinho de cimento	8
Figura 2.9 - Ensacamento e Expedição de Cimento	8
Figura 3.1Esquema básico de uma rede de Petri.	11
Figura 3.2 Diagrama de Blocos	15
Figura 3.3- Relação lógica das entradas	17
Figura 3.4 - Linhas do programa	17
Figura 3.5 - BLoco Funcional	17
Figura 4.1- Fluxograma (Depósitos)	20
Figura 4.2- Fluxograma (esteiras)	20
Figura 4.3 - Fluxograma (moegas).	20
Figura 4.4- número de equipamento.....	23
Figura 4.5 - Número de etiqueta.....	23
Figura 4.6 - Número de Sinal	24
Figura 4.7 -Modelagem do conjunto 1.	27
Figura 4.8 - Modelagem do conjunto 2.	27
Figura 4.9- Modelagem do conjunto 3	29
Figura 4.10 - Representação final do diagrama de blocos	30
Figura 4.11 - Programa Principal	31
Figura 4.12 - Alarme digital	32
Figura 4.13 - Vigia de velocidade	33
Figura 4.14- Interbloqueio Operacional	33
Figura 4.15- Sensor de velocidade	34
Figura 4.16- Indicação de posições	34
Figura 4.17 - Movimentação do triper.....	35
Figura 4.18- Característica de partida automática	35
Figura 4.19- Sentido de Rotação	35
Figura 4.20 – Tela de supervisório.	36
Figura 4.21 - Moega com dois alarmes de nível.....	37
Figura 4.22- Esteira	37
Figura 4.23 - diagnóstico do motor	37
Figura 4.24 – Triper.....	38
Figura 4.25- Movimentação do Triper	38
Figura 4.26- Calha Vibratória.....	38
Figura 4.27 - Janela de Seleção	39
Figura 4.28 – Slot da CPU.....	39
Figura 4.29 – Endereço IP	39
Figura 4.30- Rede Devicenet	41
Figura 4.31 - Botão Online.....	42
Figura 4.32- Seleção da CPU	42
Figura 4.33- Botão Configure Drivers.....	43
Figura 4.34- Adicionar Driver Ethernet.....	43

SUMÁRIO

agradecimentos.....	v
Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Figuras	vii
Sumário	viii
1 Introdução.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Organização do Trabalho.....	2
2 Processo de fabricação do cimento.....	4
2.1 Mineração	4
2.2 Moagem de cru.	5
2.3 Clinquerização	6
2.4 Moagem de cimento.....	7
2.5 Ensacamento e expedição.	8
3 Fundamentação Teórica.....	9
3.1 Sistemas Dinâmicos a Eventos discretos	9
3.1.1 Características dos SEDs.	9
3.2 Redes de Petri	10
3.2.1 Definição	10
3.2.2 Classes de redes de Petri.....	12
3.2.3 Sequenciamento.....	12
3.2.4 Distribuição	13
3.2.5 Junção	13
3.3 Sensores	13
3.4 Controlador Lógico Programável.....	14
3.2.6 Linguagem Ladder.....	16
3.5 Supervisório	18
4 Automação do abastecimento das moegas de um moinho de cimento	19
4.1 Processo de abastecimento das moegas de um moinho de Cimento	19
4.1.1 Condições de funcionamento.....	21
4.2 Instrumentação e Tagueamento.	21
4.2.1 Lista de instrumentos.....	22
4.2.2 Tagueamento	22
4.3 Modelagem do Sistema de abastecimento das moegas.	26
4.4 Implementação de lógica.	31
4.5 Implementação do supervisório	36
4.6 Rede de Comunicação.....	40
5 Conclusão	44
Referência Bibliográfica.....	46
ANEXO A – Tabelas Padrão FL Smith.....	48

1 INTRODUÇÃO

O crescimento juntamente com a modernização da indústria estão ligadas ao desenvolvimento e implementação da automação nos setores industriais.

A utilização da automação na indústria vem progredindo gradativamente, isso ocorre devido o fato de sua implementação induzir o aumento da produção, a redução de custos e aumento na qualidade do produto, fatores de extrema importância na concorrência entre indústrias pela liderança no mercado.

Seria um equívoco uma empresa não adotar o uso da automação em seus processos, visto o crescimento mundial da tecnologia nos dias de hoje devido a competitividade no cenário atual.

As vantagens da automação são claramente visíveis quando se compara um trabalho realizado pelo ser humano com um trabalho realizado por uma máquina. Temos como exemplo um homem que realiza um trabalho de oito horas por dia e cinco dias por semana, ao longo de alguns anos aquele trabalho repetitivo se tornará automático de modo que o ser humano não o fará com a mesma atenção assim estando susceptível ao erro, assim também como pode acarretar em problemas físicos e mentais. Uma máquina jamais cansaria, pediria aumento, entraria em greve ou tiraria férias. Desta maneira a automação eliminaria diversas inconveniências em um trabalho manufaturado.

A automação também envolve aumento de segurança em alguns processos que podem oferecer riscos, segurança essa que envolve não só os operários como também o meio ambiente, sociedade e até equipamentos envolvidos no processo.

Nesse trabalho, foca-se a atenção para a automação na indústria cimenteira. Em busca do aumento de produtividade a automação é muito utilizada nesse ramo, fazendo com que a indústria cimenteira seja moderna e atualizada tecnologicamente.

Primeiramente focalizam-se na fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento da automação, redes de Petri e SEDs. Em seguida é realizado o projeto com abordagem em alguns assuntos mais técnicos como, controladores lógicos programáveis, supervisórios e criação de redes de comunicação. Por fim, é realizada a conclusão do trabalho.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho visa realizar a automação do abastecimento de um moinho de cimento. A moagem de cimento é uma das etapas finais de fabricação do cimento e requer acuidade extrema por ser um ponto crucial no processo produtivo.

A automação dessa etapa aperfeiçoará o processo produtivo aumentando a produção, minimizando desperdícios, reduzindo custos de manutenção, suavizando o excesso do trabalho por parte dos colaboradores, elevando o nível de qualidade, oferecendo maior segurança pública aos operários, e promovendo mais disponibilidade e qualidade da informação sobre o processo através de um melhor planejamento e controle da produção.

O abastecimento do moinho, a priori, pode parecer simples, porém diversos cuidados são necessários.

É possível resumir os objetivos desse trabalho em quatro etapas distintas: Modelagem, Controle, Programação, criação das redes de comunicação.

Um objetivo que também está implícito é demonstrar a capacidade da teoria das redes de Petri na resolução dos problemas de automação.

Agora que os objetivos estão delineados já é possível apresentar como eles serão alcançados através da estrutura e metodologia do trabalho, que é apresentado no tópico seguinte.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho está dividido em duas partes distintas: estudo teórico e desenvolvimento prático.

Os primeiros capítulos fornecem fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento do trabalho. No capítulo 2 é explicado o processo de fabricação do cimento para melhor entendimento do leitor. No capítulo 3 são explicados os sistemas dinâmicos a eventos discretos, teoria das redes de Petri, sensores, Controlador Lógico Programável e Supervisório. Esses capítulos concedem o alicerce para modelagem e controle do sistema.

No capítulo 4 é realizada a automação do abastecimento do moinho de cimento, começando pela explicação do processo de abastecimento, depois realizando a modelagem, a programação, a criação do supervisório e por fim a rede de comunicação.

Por último, é realizada a conclusão com as diretrizes básicas para a elaboração desse projeto.

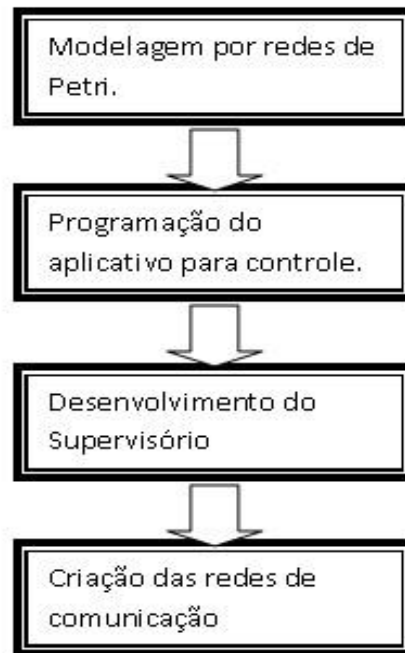


Figura 1.1- Diagrama da automação

2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CIMENTO

O processo de fabricação do cimento é praticamente o mesmo em todo o mundo, diferindo-se apenas na tecnologia e automação.

O processo divide-se em cinco etapas principais, são elas, mineração, moagem de cru, clínquerização, moagem de cimento e ensacamento e expedição

As etapas explicadas a seguir são baseadas nas etapas estudadas na Cimpor localizada em Campo Formoso – BA.

2.1 MINERAÇÃO

É o processo de extração da matéria-prima necessária para a produção do cimento. É realizado um estudo do solo através da coleta de materiais onde traça-se um perfil químico do calcário existente na mina. Esse calcário é classificado de acordo com o 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

O mesmo processo é utilizado para a extração da argila.

O material extraído é levado por meio de caminhões aos britadores onde seu tamanho é reduzido por meio dos martelos que batem sobre o material. Logo depois é transportado por meio de correias transportadoras para os depósitos onde são separados em pilhas diferentes de acordo com seu teor de calcário.



Fonte: CCB Cimpor, 2006

Figura 2.2 - Britador de martelo

2.2 MOAGEM DE CRU.

Através de uma máquina chamada de Retomador, o calcário é coletado a partir da base da pilha, realizando uma pré-homogeneização, na sequência é armazenado em moegas distintas em razão da composição química da pilha da qual foi o calcário foi retomado.



Fonte: CCB Cimpor, 2006

Figura 2.3 - Retomador no Depósito de Calcário.

As moegas possuem balanças dosadoras em suas saídas, no qual permite ajustar o percentual de cada material que irá compor a “farinha” ou cru. Os materiais são levados das moegas, em suas devidas proporções, até o moinho de cru onde é feita a moagem e a homogeneização, resultando como produto deste processo a “farinha” ou cru. A homogeneidade da farinha tem a finalidade de propiciar uma marcha regular do forno e do moinho de cimento, apenas com uma farinha homogênea é possível manter

um nível elevado de silicato tricálcico no clínquer, responsável por assegurar boa resistência ao cimento (Gomides, 1996). Essa farinha é então armazenada em silos de farinha.



Fonte: CCB CIMPOR, 2010
Figura 2.4 - Moinho de Cru



Fonte: CCB CIMPOR, 2010
Figura 2.5 – Silo de Farinha

2.3 CLINQUERIZAÇÃO

Essa etapa consiste na retirada da farinha dos silos através de um sistema de aeração, ela é levada para as torres de ciclone onde recebe calor através de um sistema

de exaustores. Durante essa passagem ocorrem algumas reações químicas devido o aquecimento, ao atingir 100°C ocorre a evaporação da água e acima de 500°C ocorre a desidroxilação dos argilo-minerais.

No ponto de encontro entre as torres de ciclones e o forno a temperatura chega a 900°C e a farinha sofre um processo de descarbonatação.

No forno a farinha é aquecida, cerca de 1450°C. Ao chegar ao final do forno a farinha é jogada em uma grelha onde é bruscamente resfriada, cerca de 150°C, formando assim a substância primordial para a fabricação do cimento, o clínquer. Logo depois o clínquer é transportado para o silo de clínquer.



Fonte: CCB CIMPOR, 2010
Figura 2.6- Forno de Clinquerização



Fonte: CCB CIMPOR, 2010
Figura 2.7- Visão Interna

2.4 MOAGEM DE CIMENTO.

São adicionados insumos (gesso, escória de alto forno, calcário, filler, etc) ao clínquer, de acordo com o cimento que se deseja produzir. Esses insumos passam por

balanças dosadoras que definem a quantidade a ser injetada junto ao clínquer. Essa mistura é levada ao moinho de bolas onde é moída a um temperatura controlada menor que 128°C, para que não ocorra a desidratação do gesso. O resultado dessa mistura é o cimento.



Figura 2.8- Moinho de cimento
Fonte: CCB CIMPOR, 2010

2.5 ENSACAMENTO E EXPEDIÇÃO.

O cimento é transportado por aerotransportadoras para os silos de cimento. Dos silos de cimento é ensacada ou vendida a granel em caminhões.



Figura 2.9 - Ensacamento e Expedição de Cimento
Fonte: CCB CIMPOR, 2010

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico aborda-se toda a fundamentação teórica utilizada na automação do abastecimento do moinho de cimento.

3.1 SISTEMAS DINÂMICOS A EVENTOS DISCRETOS

Pode-se definir um Sistema como "conjunto de elementos em constante interação" (von Bertalanffy, 1968). Podemos dividir um sistema em subsistemas onde cada um possuem suas próprias características.

Existem diversos tipos de sistemas, os de chaveamento manual impõem regras lógicas de causa e efeito em seu funcionamento. Seus sinais são números, normalmente um e zero, que representam estados lógicos (verdadeiro ou falso). Esses sistemas são dinâmicos pois respondem a eventos e não são descritos por equações diferenciais e sua evolução temporal decorre de eventos instantâneos, repetitivos ou esporádicos.

“Um evento pode ser identificado como uma ação proposital (ligar um interruptor), uma ocorrência espontânea (perda de conexão com um servidor) ou o resultado de uma verificação de temperatura” (COSTA, 2004, p. 3).

Um sistema a eventos discreto (SED) é um sistema dinâmico discreto e dirigido a eventos, isto é, com espaço de estados discreto e cuja evolução de estado depende inteiramente da ocorrência assíncrona de eventos discretos.

3.1.1 CARACTERÍSTICAS DOS SEDS.

Os sistemas determinísticos são os considerados neste trabalho, pois são aqueles conduzidos por causa e efeito.

As principais características de um sistema dinâmico a eventos discretos são:

1. Ciclo de funcionamento descrito através do encadeamento de eventos;
2. Ocorrência de eventos simultâneos;
3. Necessidade de sincronização.

Um exemplo ilustrativo das características de um SED pode ser observado em eventos cotidianos, como por exemplo uma fila qualquer, de banco, supermercado, entre outros. As filas têm origem no seguinte fato comum a maioria dos sistemas discretos, o uso de certos recursos exige espera. Os três elementos básicos de um sistema de filas são:

1. As entidades que devem esperar pelo uso de recursos. Costuma-se denominar estas entidades de clientes.
2. Os recursos pelos quais se espera. Como em geral estes recursos fornecem alguma forma de serviço aos clientes, são denominados servidores.
3. O espaço onde a espera se faz, denominado fila, ou em alguns casos, “buffers”.

O controle de um SED é feito por três etapas: Modelagem, especificação de comportamento e síntese do supervisor.

3.2 REDES DE PETRI

As qualidades que fazem com que as redes de Petri se destaquem na engenharia são:

- Capturam as relações de precedência e os vínculos estruturais dos sistemas reais;
- São graficamente expressivas;
- Modelam conflitos e filas;
- Tem fundamento matemático e prático;
- Admitem várias especializações (RPs temporizadas, coloridas, estocásticas, de confiabilidade e etc.).

3.2.1 DEFINIÇÃO

A representação de uma rede de Petri básica é composta por três elementos: uma barra, chamada de transição, um círculo, denominado de lugar, e uma seta, chamada de arco.

Os lugares correspondem às variáveis de estado, as transições correspondem às ações realizadas pelo sistema e os arcos indicam a direção, partindo de um lugar para uma transição ou vice-versa. A figura 3.1 mostra um esquema básico de uma rede de Petri.

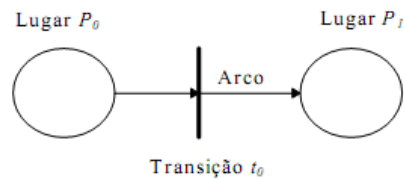


Figura 3.1 Esquema básico de uma rede de Petri.

As redes de Petri podem ser “marcadas”. “As marcas (*tokens*) são informações atribuídas aos lugares para representar a situação da rede num dado momento. Define-se uma rede de Petri marcada pela dupla $RM = (R, Mo)$, onde R é a estrutura da rede e Mo a marcação inicial” (LISBOA, 2003 apud MACIEL et al., 1996).

As redes de Petri podem ser divididas a partir de três enfoques diferentes. Álgebra matricial, teoria bag e estruturas de relação. São elas:

- **Definição 1:** De acordo com a teoria bag, uma rede de Petri R é uma quintupla $R = (P, T, I, O, K)$, onde $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ é um conjunto finito não-vazio de lugares, $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ é um conjunto finito não-vazio de transições. $I : T \rightarrow P$ é um conjunto de bags I que representa o mapeamento de transições para lugares de entrada. $O : T \rightarrow P$ é um conjunto de bags que representa o mapeamento de transições para lugares de saída. $K : P \rightarrow N$ é o conjunto das capacidades associadas a cada lugar, podendo assumir um valor infinito (LISBOA, 2003 apud PETERSON, 1981).
- **Definição 2:** A estrutura de uma rede de Petri, através o ponto de vista matricial, é definida como uma quintupla $R = (P, T, I, O, K)$, onde P é um conjunto finito de lugares. T é um conjunto finito de transições, $I : P \times T \rightarrow N$ é a matriz de pré-condições. $O : P \times T \rightarrow N$ é a matriz de pós-condições. K é o vetor das capacidades associados aos lugares ($K : P \rightarrow N$) (LISBOA, 2003 apud PETERSON, 1981).
- **Definição 3:** A estrutura de redes de Petri, usando-se relações, também é composta por uma quintupla $R = (P, T, A, V, K)$, onde P é o conjunto de lugares, T de transições, A o conjunto dos arcos, e V é conjunto de valorações desses arcos. Os elementos de A são arcos que conectam transições a lugares ou lugares a transições ($A \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$). Desta forma, os elementos de A podem ser agrupados em dois subconjuntos - o conjunto das entradas às transições e o de saída às transições, $I = \{(p_i, t_j)\}$ e $O = \{(t_j, p_i)\}$, respectivamente (LISBOA, 2003 apud MURATA, 1989).

3.2.2 CLASSES DE REDES DE PETRI

As redes de Petri são agrupadas em duas classes distintas: Ordinárias e Não-Ordinárias. As ordinárias são apresentadas por suas marcas, são do tipo inteiro e não negativo. Elas subdividem-se em:

- Rede Binária: Esse tipo rede só permite no máximo uma marca em cada lugar, e os arcos possuem valor unitário.
- Rede Place-Transition: Esse tipo de rede permite mais de uma marca em um mesmo lugar, e os arcos possuem valores não unitários.

As Redes não-ordinárias não aumentam o poder de representação de um modelo. No entanto, elas permitem uma maior clareza e um maior (ou menor) nível de abstração ao modelo.

As redes de Petri também podem ser classificadas como redes elementares ou lugar/transição. As redes elementares permitem somente a existência de uma marca em cada elemento da rede. As redes lugar/transição amenizam as restrições impostas nas redes elementares, permitem a utilização de mais de uma marca em cada elemento da rede.

3.2.3 SEQUENCIAMENTO

Sequenciamento representa a execução de uma ação, dado que uma condição foi satisfeita. Depois da execução dessa ação, pode-se realizar outra ação, desde que seja satisfeita outra condição (ver fig. 3.2).

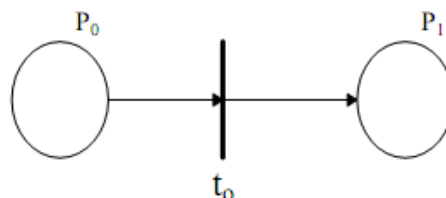


Figura 3.-1 – Sequenciamento.

3.2.4 DISTRIBUIÇÃO

“Distribuição é a rede elementar utilizada na criação de processos paralelos a partir de um processo pai. Os processos filhos são criados através da distribuição dos tokens encontrados no processo (lugar) pai” (LISBOA, 2003, p.7).

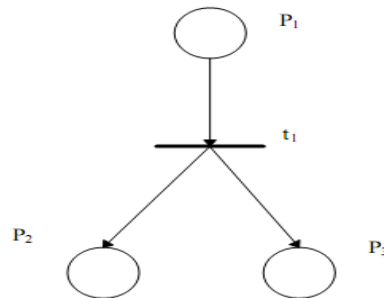


Figura 3. 2 – Distribuição.

3.2.5 JUNÇÃO

“A **Junção** é a rede que modela a sincronização entre atividades concorrentes” (LISBOA, 2003, p.8). No exemplo da figura 3.4, a transição t1 ocorre quando existirem marcas tanto em P1, quanto em P2, ou seja, a transição depende de um sincronismo entre P1 e P2.

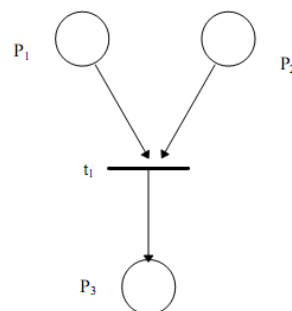


Figura 3. 3 – Junção.

3.3 SENSORES

Sensores são amplamente utilizados na automação industrial pois são capazes de transformar as variáveis do processo em variáveis convenientes ao estudo do processo e a automação.

Neste tópico descrevem-se alguns dos tipos de sensores utilizados no projeto.

Os sensores indutivos usam correntes induzidas por campos magnéticos com o objetivo de detectar objetos metálicos por perto. Os sensores indutivos utilizam uma

bobina (indutância) para gerar um campo magnético de alta frequência. Se existe um objeto metálico perto do campo magnético do sensor uma corrente flui nesse objeto devido a indução de correntes parasitas. Essa corrente gera um novo campo magnético que se opõe ao campo magnético original. Esses sensores detectam vários tipos de metais e podem detectar objetos a alguns centímetros de distância (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

Convém lembrar que os sensores indutivos funcionam com dois tipos de alvo, a saber, ferrosos (magnéticos) e não-ferrosos (não-magnéticos).

Os sensores capacitivos funcionam através da variação da capacitância quando um objeto é colocado a uma distancia específica da superfície do sensor. “ *Sua principal diferença em relação ao indutivo é que o sensor capacitivo produz um campo eletrostático, em lugar de um campo magnético.*”(MORAES; CASTRUCCI, 2007).

Os sensores ultra-sônicos utilizam um método para medidas de deslocamento que utiliza um circuito eletrônico para gerar um trem de pulsos para excitar um transdutor piezoelétrico; este gera um pulso de pressão acústica que se propaga no ar até atingir o alvo ou objeto. Parte da energia acústica retorna ao transdutor em forma de eco após certo intervalo de tempo (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

3.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Para o desenvolvimento da automação desse projeto é utilizado controladores lógico programáveis, CLP, devido às vantagens que ele apresenta como a rapidez de programação, um custo relativamente baixo e sua instalação é relativamente simples.

O CLP é um dispositivo capaz de armazenar instruções como sequenciamento, temporização, contagem, manipulação de dados e comunicação. Ele é usado tanto para controle de processo como controle de máquinas (L. A. BRYAN; E. A. BRIYAN, 1997).

É possível imaginar o CLP como o encontro de dois blocos funcionais. Na Figura 3.2 é possível ver que esses blocos formam uma arquitetura simples, composta por uma unidade central de processamento (CPU), um sistema de interface de entrada e saída e dispositivos de campo.

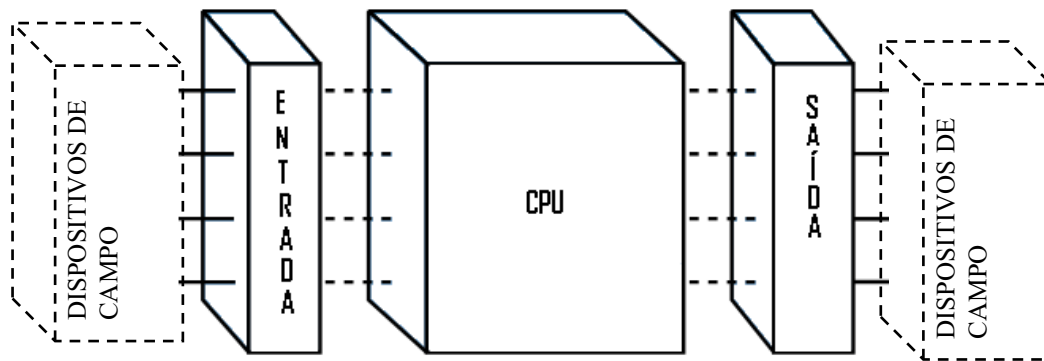


Figura 3.2 Diagrama de Blocos

A CPU é quem comanda todas as atividades do CLP. Ela é composta por um processador, um sistema de memória e um sistema de alimentação. As entradas e saídas estão fisicamente conectadas aos dispositivos de campo, que podem ter entrada/saída discreta ou analógica, por exemplo, chaves fim de curso, transdutores de pressão, botoeiras e solenóides. As interfaces de entrada/saída fornecem uma conexão entre a CPU e as informações oriundas dos dispositivos de campo (L. A. BRIYAN; E. A. BRIYAN, 1997).

Durante sua operação a CPU executa três tarefas sequencialmente:

1. **Leitura:** A CPU recebe os dados de entrada dos dispositivos de campo via interfaces de entrada;
2. **Processamento:** A CPU executa o programa armazenado no sistema de memória;
3. **Escrita:** A CPU atualiza os dispositivos de campo através do envio de dados via interfaces de saída.

Esse processo sequencial de leitura, processamento e escrita é chamado de scan do CLP. O scan é cíclico, ocorrendo em intervalo de tempo tão exíguo que as saídas são atualizadas quase que instantaneamente.

As interfaces de entrada/saída pelas quais os dispositivos de campo são conectados aos controladores programáveis são os módulos de entrada/saída. O propósito desses módulos é condicionar os sinais externos, vindos ou emitidos aos dispositivos de campo.

Um exemplo mais palpável para compreensão das interfaces de entrada/saída é dado da seguinte forma: Um colaborador pressiona uma botoeira denominada liga para acionar um motor. O sinal da vindo da botoeira chega à CPU do CLP através de um

módulo de entrada, após a execução do programa armazenado na CPU, o motor é acionado pelo sinal do módulo de saída que está conectado ao CLP.

A CPU também está conectada a uma fonte de alimentação que fornece a tensão necessária para o funcionamento apropriado da mesma. A fonte de alimentação depende do sistema utilizado.

A estrutura do programa de um CLP requer a execução sequencial de tarefas com uma varredura, começando da tarefa um e indo até a tarefa quatro e retornando novamente á tarefa um. A estrutura do programa do computador pessoal (PC), a execução da tarefa é feita em qualquer ordem.

O programa é inserido no CLP através de um microcomputador ou uma unidade de programação. Atualmente a linguagem de programação dos CLPs

3.2.6 LINGUAGEM LADDER

A linguagem do CLP é projetada para emular o formato do diagrama ladder a relé.

A **linguagem ladder** ou **diagrama de escada** é uma linguagem gráfica, baseada em símbolos elétricos, e serve como um auxílio para programação dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). As funções lógicas são representadas através de contatos e bobinas, de modo análogo a um esquema elétrico com os contatos dos transdutores e atuadores. Esse tipo de notação facilita o entendimento do usuário que provavelmente terá conhecimentos elétricos.

Existem três funções fundamentais na linguagem ladder:

- As entradas (ou contatos), que podem ler o valor de uma variável booleana;
- As saídas (ou bobinas) que podem escrever o valor de uma variável booleana;
- Os blocos funcionais que permitem realizar funções avançadas.

Toda a linguagem ladder deve possuir uma instrução end que indica o fim da linha de programação, essa instrução é a bobina de saída, qualquer instrução colocada após ela não será executada pelo programa.

Existe uma relação entre o dispositivo no campo e o sinal na lógica, onde é feita uma associação entre eles. No qual ao se fechar o contato do dispositivo a lógica é

atuada, ou seja, a lógica normalmente aberta é fechada e a lógica normalmente fechada é aberta. Essa relação é melhor explicitada na figura abaixo.




Dispositivo de Entrada	Tabela de Imagem das Entradas	Elemento da Lógica de controle	Atuação do Contato Lógico	Fluxo de Corrente Lógica
	0		Não	Não
	1		Sim	Sim
	0		Não	Sim
	1		Sim	Não

Figura 3.3- Relação lógica das entradas

Na figura 3.4 é apresentado um exemplo de uma linha do programa com uma entrada e saída. A saída só será energizada quando a entrada for fechada pelo usuário.



Figura 3.4 - Linhas do programa

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, etc. Na figura 3.5 é apresentada uma linha do programa com uma entrada e um contador, bloco funcional, onde o contador só inicializa quando a entrada for atuada.

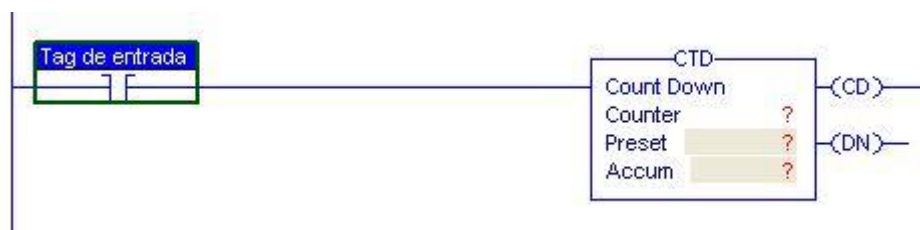


Figura 3.5 - BLoco Funcional

3.5 SUPERVISÓRIO

Segundo Moraes e Castrucci (2007), “os sistemas supervisórios são sistemas digitais de monitoração e operação da planta que gerenciam variáveis de processo”. Para os profissionais da automação industrial os sistemas supervisórios servem para vigiar e operar o processo industrial . O supervisório coleta e envia informações dos CLPs ou microcomputadores em rede local ou até mesmo através da internet, armazenando-as e disponibilizando-as para os gerentes, operadores e responsáveis pela manutenção. Quando ocorre uma situação que infringe ou tem possibilidades de infringir algum risco para as pessoas ou até mesmo às máquinas, o supervisório soa alarmes.

Para esse projeto utilizaremos o supervisório intouch da wonderware. O InTouch é um pacote de programas que permite a configuração de um sistema de supervisão de processo, incorporando recursos de operação configuráveis pelo usuário, como: telas, sinóticos, gráficos e registros de alarmes, entre outras.

Os principais recursos do InTouch são:

- Alarmes de falhas de segurança;
- Autorização de acesso;
- Aquisição de dados;
- Operação solicitada pelo operador;
- Suporte;

Alguns programas que estão agregados ao InTouch são: o WindowMaker, o WindowViewer, o NetDDE Extensions, SPC Pro, Recipe Manager , System Manager Console e o Intouch for Windows.

O Intouch for Windows é um gerenciador de aplicativos, onde se determina o diretório das aplicações ou cria-se um novo diretório.

Os principais programas do InTouch são o WindowMaker e o WindowView. Neles são editadas e executadas as aplicações, respectivamente.

4 AUTOMAÇÃO DO ABASTECIMENTO DAS MOEGAS DE UM MOINHO DE CIMENTO

Este projeto consiste na automação do abastecimento das moegas do moinho de cimento. Uma etapa considerada muito importante na fabricação do cimento, pois são nas moegas que estão todos os componentes essenciais para a fabricação do cimento.

4.1 PROCESSO DE ABASTECIMENTO DAS MOEGAS DE UM MOINHO DE CIMENTO

O processo de abastecimento das moegas do moinho de cimento se dar pelo transporte da matéria prima do depósito, através de correias transportadoras, até as moegas que irão abastecer o moinho de cimento.

Existem quatro matérias primas, clínquer, gesso, aditivo e escória, e dois moinhos de cimento. Para cada um dos materiais há uma moega e um depósito. Porém o transporte do material do depósito para moega é feito por apenas uma caminho, formado por transportadoras e válvulas de desvios.

O processo consiste na identificação da moega vazia e qual o tipo de material existente nessa moega. Depois se transfere o material do depósito correspondente ao material em falta para a moega vazia.

O processo de abastecimento dessas moegas é feito manualmente. O operador da área verifica a cada intervalo de tempo o nível das moegas, liga as transportadoras no local e logo depois abre o depósito do material escolhido. Quando as moegas atingem um nível satisfatório o operador fecha o depósito e após a verificação das esteiras vazias desligam-se as mesmas.

Com a automação desse setor todo o comando será realizado por um computador sem a necessidade de um operador na área.

As figuras 4.1, 4.2 e 4.3 mostram o fluxograma do processo de abastecimento das moegas do moinho de cimento.

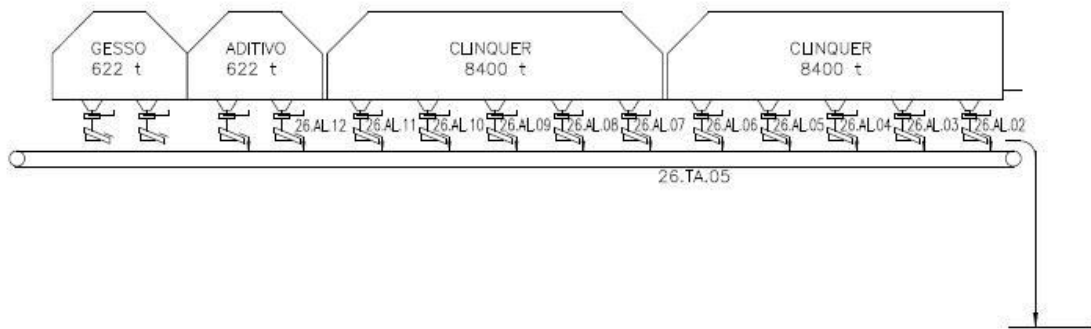


Figura 4.1- Fluxograma (Depósitos)

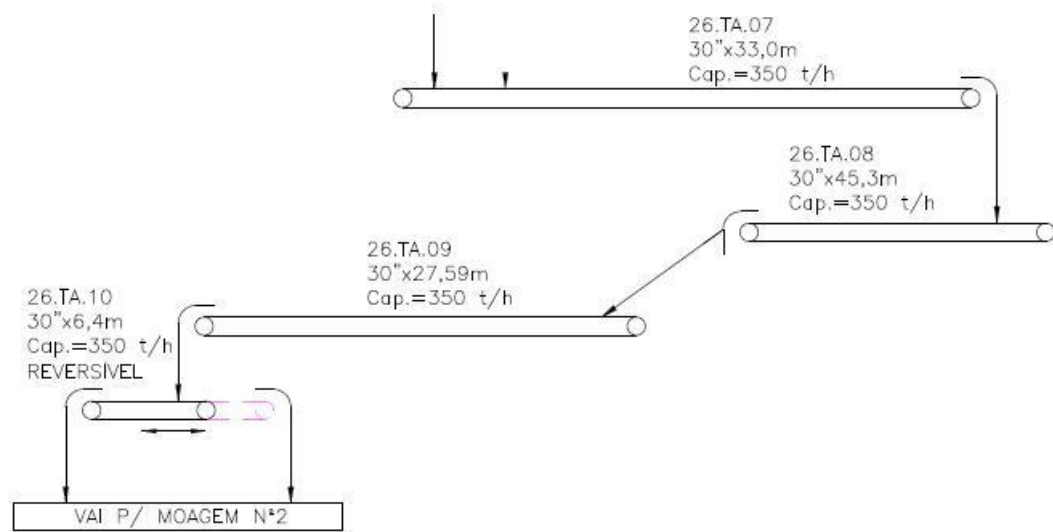


Figura 4.2- Fluxograma (esteiras)

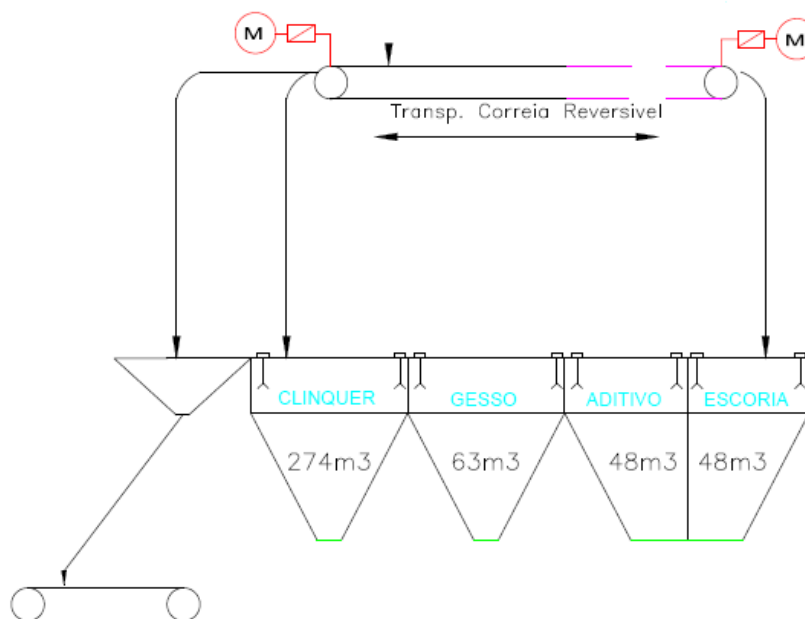


Figura 4.3 - Fluxograma (moegas).

4.1.1 CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO.

Para se realizar esse transporte são levadas em conta várias condições de estado dos equipamentos (funcionando, desligado, selecionado). Neste tópico serão explícitas todas as condições para funcionamento do abastecimento.

4.1.1.1 DEPÓSITOS E CALHAS.

Para realizar a abertura das calhas é necessário que o depósito esteja selecionado, apenas um depósito pode ser selecionado por vez, de modo que ao selecionar outro depósito o anterior seja desabilitado. Também é necessário que as transportadoras abaixo dos depósitos estejam em funcionamento.

4.1.1.2 TRANSPORTADORAS

As transportadoras de correia possuem sensores de velocidade e desalinhamento, no caso de uma parada ou desalinhamento esse sensor é ativado e as esteiras são desligadas. Sua partida se dar da esteira mais abaixo para a mais acima, assim para uma esteira dar a partida a esteira abaixo já deve estar em funcionamento. Da mesma maneira se uma esteira abaixo é desligada a esteira acima é desligada automaticamente.

4.1.1.3 VÁLVULA DE DESVIO

A válvula de desvio possui apenas sensores de indicação de posição, caminho 1 ou 2.

4.1.1.4 MOEGAS

As moegas do abastecimento possuem um sensor de nível que avisa quando o nível do material está baixo e outro sensor que detecta que o material atingiu o nível máximo e automaticamente fecha as calhas do depósito e desliga as esteiras.

4.2 INSTRUMENTAÇÃO E TAGUEAMENTO.

Primeiramente foi realizado o apuramento da instrumentação e dos sinais de indicação no supervisório a serem utilizados neste processo, esse levantamento é baseado nas condições de funcionamento do abastecimento. Em seguida é realizado o tagueamento dos equipamentos e dos sinais com base no padrão FL Smith.

4.2.1 LISTA DE INSTRUMENTOS

A lista de equipamentos utilizados no projeto é mostrada abaixo:

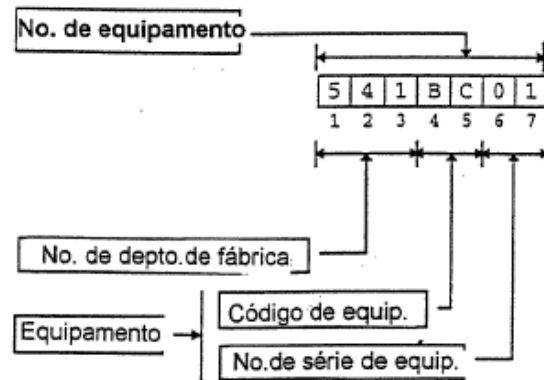
- 4 moegas (gesso, clínquer, aditivo e escória)
- 5 correias transportadoras;
- 5 motores de acionamento das correias;
- 5 sensores de velocidade;
- 10 sensores de desalinhamento;
- 4 sensores de nível baixo;
- 4 sensores de nível alto;
- 4 motores para as calhas.

4.2.2 TAGUEAMENTO

O tagueamento utilizado para identificação de etiquetas, equipamentos, unidades e sinais é baseado no padrão FL Smith.

Número de equipamento

O número do equipamento usado para identificação do mesmo é formado por uma série de 7 dígitos que consiste no número do departamento e um código do departamento com um número de série, conforme ilustrado abaixo.

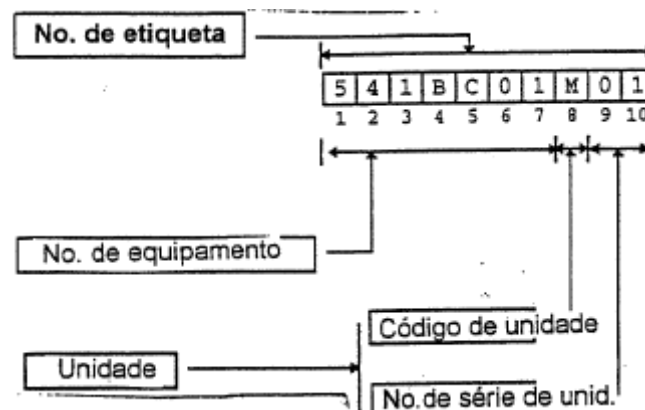


Fonte: Apostila Padrão FL Smith.
Figura 4.4- número de equipamento

Onde os primeiros 3 dígitos indicam o número do departamento da fábrica e os 4 dígitos seguintes indicam o código do equipamento, conforme será mostrado na tabela no anexo A.

Número de etiqueta.

O número de etiqueta é utilizado para indicar a unidade individual de um equipamento, no qual ele é formado pelo número do equipamento, um código de unidade e um número de série, conforme ilustrado abaixo.



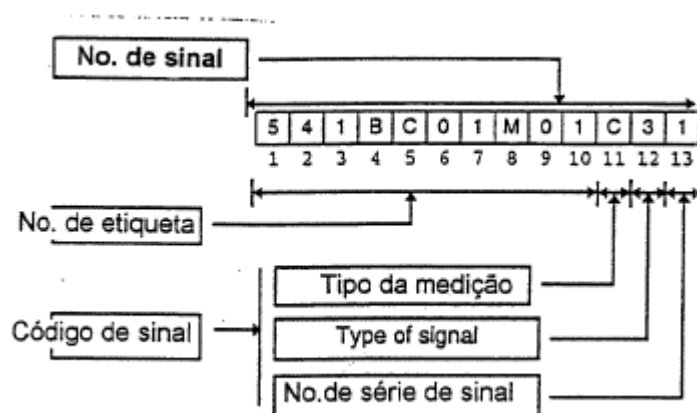
Fonte: Apostila Padrão FL Smith
Figura 4.5 - Número de etiqueta

No qual os 3 dígitos seguintes identificam o código e o número de série, segundo será mostrado na tabela no anexo A.

Esse número de etiqueta é normalmente usado na documentação elétrica.

Número de sinal.

O número de sinal é utilizado para identificar o ponto de medição, o tipo de medição e qual o tipo de sinal. Ele é formado por um número de etiqueta juntamente com um código de sinal, conforme ilustrado abaixo.



Fonte: Apostila Padrão FL Smith
Figura 4.6 - Número de Sinal

Onde os 10 primeiros dígitos indicam o número de etiqueta e os 3 dígitos seguintes indicam o código do sinal, o tipo de medição e um número de série.

Este número de sinal também é normalmente usado na documentação elétrica e em identificação de cabos.

O tagging dos equipamentos e sinais desse projeto, realizado com base no padrão FL Smith, é mostrado na tabela 4-1.

Tabela 4-1- Tagueamento de equipamentos e sinais.

TAG	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO	TAG	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO
481BC010	CORREIA TRANSP. 01	481TR050	TRIPER
481BC010M01	Motor	481TR050M01	Motor Reversível
481BC010M01C51	Partida Local - Liga	481TR050M01C51	Partida Local - Liga
481BC010M01C53	Parada Local - Desliga	481TR050M01C52	Partida Local - Reverso
481BC010M01S41	Supervisão de rotação	481TR050M01C53	Parada Local - Desliga
481BC010M01S42	Supervisão de rotação	481TR050M01S41	Supervisão de rotação
481BC010D01Z41	Desalinhamento LOA	481TR050M01S42	Supervisão de rotação
481BC010D01Z42	Desalinhamento LA	481TR050D01Z41	Desalinhamento LOA
481BC020	CORREIA TRANSP. 02	481VF010M01	CALHA VIBRATÓRIA 1
481BC020M01	Motor	481VF010M01C51	Partida Local - Liga
481BC020M01C51	Partida Local - Liga	481VF010M01C53	Parada Local - Desliga
481BC020M01C53	Parada Local - Desliga	481VF010M02	CALHA VIBRATÓRIA 2
481BC020M01S41	Supervisão de rotação	481VF010M02C51	Partida Local - Liga
481BC020M01S42	Supervisão de rotação	481VF010M02C53	Parada Local - Desliga
481BC020D01Z41	Desalinhamento LOA	481VF010M03	CALHA VIBRATÓRIA 3
481BC020D01Z42	Desalinhamento LA	481VF010M03C51	Partida Local - Liga
481BC030	CORREIA TRANSP. 03	481VF010M03C53	Parada Local - Desliga
481BC030M01	Motor	481VF010M04	CALHA VIBRATÓRIA 4
481BC030M01C51	Partida Local - Liga	481VF010M04C51	Partida Local - Liga
481BC030M01C53	Parada Local - Desliga	481VF010M04C53	Parada Local - Desliga
481BC030M01S41	Supervisão de rotação	481FY010	MOEGA 1
481BC030M01S42	Supervisão de rotação	481FY010D01L41	Nível Alto
481BC030D01Z41	Desalinhamento LOA	481FY010D01L42	Nível Baixo
481BC030D01Z42	Desalinhamento LA	S481FY010	Seleção
481BC040	CORREIA TRANSP. 04	481FY020	MOEGA 2
481BC040M01	Motor	481FY020D01L41	Nível Alto
481BC040M01C51	Partida Local - Liga	481FY020D01L42	Nível Baixo
481BC040M01C53	Parada Local - Desliga	S481FY020	Seleção
481BC040M01S41	Supervisão de rotação	481FY030	MOEGA 3
481BC040M01S42	Supervisão de rotação	481FY030D01L41	Nível Alto
481BC040D01Z41	Desalinhamento LOA	481FY030D01L42	Nível Baixo
481BC040D01Z42	Desalinhamento LA	S481FY030	Seleção
		481FY040	MOEGA 4
		481FY040D01L41	Nível Alto
		481FY040D01L42	Nível Baixo
		S481FY040	Seleção

4.3 MODELAGEM DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS MOEGAS.

A modelagem do sistema de abastecimento das moegas de um moinho de cimento é feita através de redes de Petri , utiliza-se a Definição 1 , explicitada no tópico 3.2, onde usa-se a quintupla $R = (P,T,I,O,K)$. Foi empregada a Rede de Petri ordinárias do tipo binária, onde os estados só podem possuir no máximo uma token e seus arcos são unitários.

O primeiro passo para a modelagem é analisar o processo citado no tópico 4.1 e definir os estados e transições do sistema. Após a análise, é definido na tabela 4.2 os seus estados e transições.

Tabela 4-2 - Estados e Transições

Lugar		Transições	
P0	Moega Vazia	T0	
P1	Aguardando seleção da moega	T1	Indicar moega vazia
P2	Moega 1 Selecionada	T2	Selecionar moega 1
P3	Moega 2 Selecionada	T3	Selecionar moega 2
P4	Moega 3 Selecionada	T4	Selecionar moega 3
P5	Moega 4 Selecionada	T5	Selecionar moega 4
P6	Esteiras prontas para ligar	T6	Válvula indo para posição
P7	Esteiras Ligadas	T7	Ligar Esteiras
P8	Alarme Selecionado	T8	Desligar Esteiras
P9	Esteiras Desligadas	T9	Nenhum Alarme acionado
P10	Pronta para Abrir Calhas	T10	Alarme Desalinhamento
P11	Calhas abertas/transportando	T11	Alarme vigia de velocidade
P12	Calhas Fechadas	T12	Retirar Alarme
P13	Moega 1 cheia	T13	Abrir calha
P14	Moega 2 cheia	T14	Fechar Calha
P15	Moega 3 Cheia	T15	Indicar moega 1 Cheia
P16	Moega 4 Cheia	T16	Indicar moega 2 cheia
P17		T17	Indicar moega 3 cheia
P18		T18	Indicar moega 4 cheia

O segundo passo é a determinação das transições de entrada e saída e suas representações gráficas.

O primeiro conjunto de transições determinado é $I = \{I(T1)=[P1], I(T2)=[P2], I(T3)=[P3], I(T4)=[P4], I(T5)=[P5], I(T6)=[P6]\}$ e $O = \{O(T1)=[P0], O(T2)=[P1], O(T3)=[P1], O(T4)=[P1], O(T5)=[P1], O(T6)=[P2], O(T6)=[P3], O(T6)=[P4], O(T6)=[P5]\}$. E sua representação gráfica é mostrada na figura 4.6.

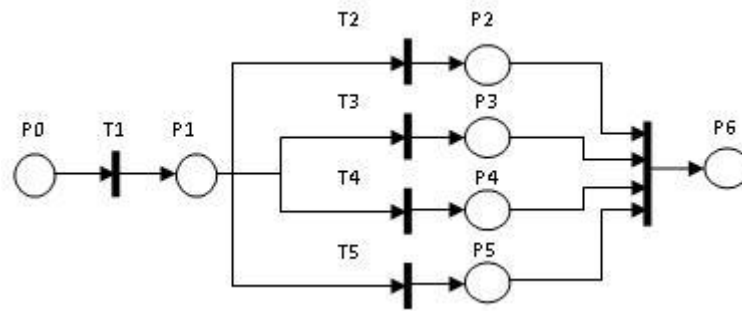


Figura 4.7 -Modelagem do conjunto 1.

Para a representação gráfica desse conjunto de transições são utilizadas as seguintes configurações da rede de petri:

- **Sequenciamento $[P0 \rightarrow T0 \rightarrow P1]$:**

- No qual após a identificação de uma moega vazia o sistema fica no estado de espera da seleção da posição da válvula.

- **Concorrência com conflito $[(P1 \rightarrow T2 \rightarrow P2), (P1 \rightarrow T3 \rightarrow P3), (P1 \rightarrow T4 \rightarrow P4), (P1 \rightarrow T5 \rightarrow P5)]$:**

- Onde apenas uma moega pode ser selecionada bloqueando a seleção das outras.

- **Sincronização $[(P2, P3, P4, P5) \rightarrow T6 \rightarrow P6]$:**

- Onde após a seleção da moega a válvula se posicionara na moega e assim as esteiras estarão prontas para serem ligadas.

O segundo conjunto de transições é formado por $I = \{ I(T7)=[P7], I(T10)=[P8], I(T11)=[P8], I(T8)=[P9], I(T9)=[P10], I(T12)=[P6], I(T9)=[P10] \}$ e $O = \{ O(T7)=[P6], O(T9)=[P7], O(T10)=[P7], O(T11)=[P7], O(T8)=[P8], O(T10)=[P6], O(T11)=[P6], O(T12)=[P8] \}$. Sua representação gráfica é mostrada na figura 4.7.

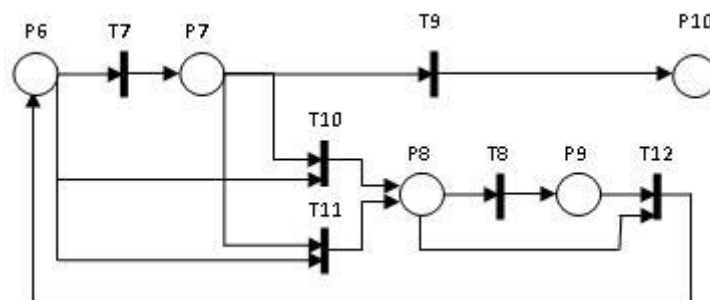


Figura 4.8 - Modelagem do conjunto 2.

Para a representação gráfica desse segundo conjunto de transições são utilizados as seguintes configurações de redes de petri:

- **Concorrência com conflito [(P6 → T7→P7), (P6→(T10,T11)→P8)] :**
 - Quando o sistema está no estado em que as esteiras estão prontas para serem ligadas, pode ocorrer uma das duas transições, ou elas estão sem alarme acionado ou com alarme acionado.
- **Concorrência com conflito [(P7→T9→P10), (P7→ (T10,T11)→P8)]:**
 - Quando as esteiras estiverem em funcionamento, seu estado pode seguir apenas uma das duas transições, ou o alarme aciona ou nenhum alarme aciona e o sistema fica pronto para a abertura da calha.
- **Concorrência com conflito [(P8→T8→P9),(P8→T12→P6)]:**
 - Quando o sistema está com algum alarme acionado também haverá dois caminhos onde apenas um poderá ser seguido, se as esteiras estiverem em funcionamento o sistema desligará as esteiras e se o sistema estiver parado ele passará para reparação dos alarmes.
- **Sequenciamento[P9→T12→P6]:**
 - Quando o sistema desligar as esteiras será feita a reparação dos erros e esteiras estarão novamente prontas para serem ligadas.

A terceira parte da modelagem constitui as seguintes transições de entrada e saída $I = \{I(T13) = [P11], I(T14) = [P12], I(T10) = [P8], I(T11) = [P8], I(T15)=[P13], I(T16)=[P14], I(T17)=[15], I(T18)=[16], I(T8)=[P9]\}$ e $O = \{O(T13)=[P10], O(T11) = [P11], O(T10) = [P11], O(T12) = [P13], O(T8) = [P12]\}$. Sua representação gráfica é mostrada na figura 4.8.

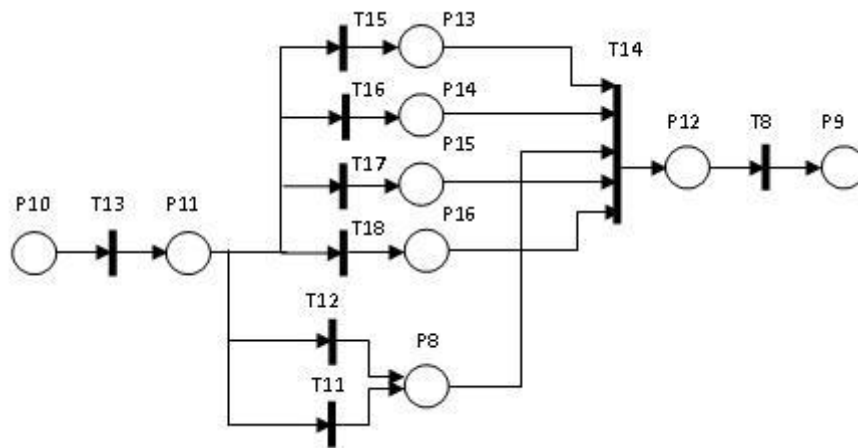


Figura 4.9- Modelagem do conjunto 3

Para a representação gráfica desse terceiro conjunto de transições são utilizadas as seguintes configurações de redes de petri:

- **Sequenciamento [P10 → T13 → P11]:**
 - Ocorre a abertura da calha e o sistema começa o abastecimento das moegas.
- **Concorrência com conflito [(P11 → T18 → P16), (P11 → T17 → P15), (P11 → T16 → P14), (P11 → T15 → P13), (P11 → T10, T11 → P8)]:**
 - Com o abastecimento em andamento o alarme indicará que as moegas estão cheias e o sistema desligará automaticamente.
- **Sequenciamento [P8 → T14 → P12 → T8 → P9]:**
 - Com o sistema de abastecimento em funcionamento se um dos alarmes for selecionado o sistema fechará as calhas e desligará as esteiras.
- **Sincronização [(P13, P14, P15, P16) → T14 → P12]:**
 - Quando a moega estiver cheia o sistema fechará as calhas e desligará as esteiras.

Verifica-se ainda que dentro da concorrência com conflito, possui uma concorrência sem conflito em (P11 → T10, T11 → P8) pois é onde os dois caminhos podem ser marcados ao mesmo tempo.

O terceiro e último passo para a modelagem do sistema de abastecimento das moegas do moinho de cimento é a representação gráfica completa do sistema, onde será feita a união das três representações gráficas dos conjuntos de transições de entrada e saída. A representação gráfica final é apresentada na figura 4.9. A transição entre

parênteses (T0) indica uma transição externa ao sistema que é o esvaziamento das moegas.

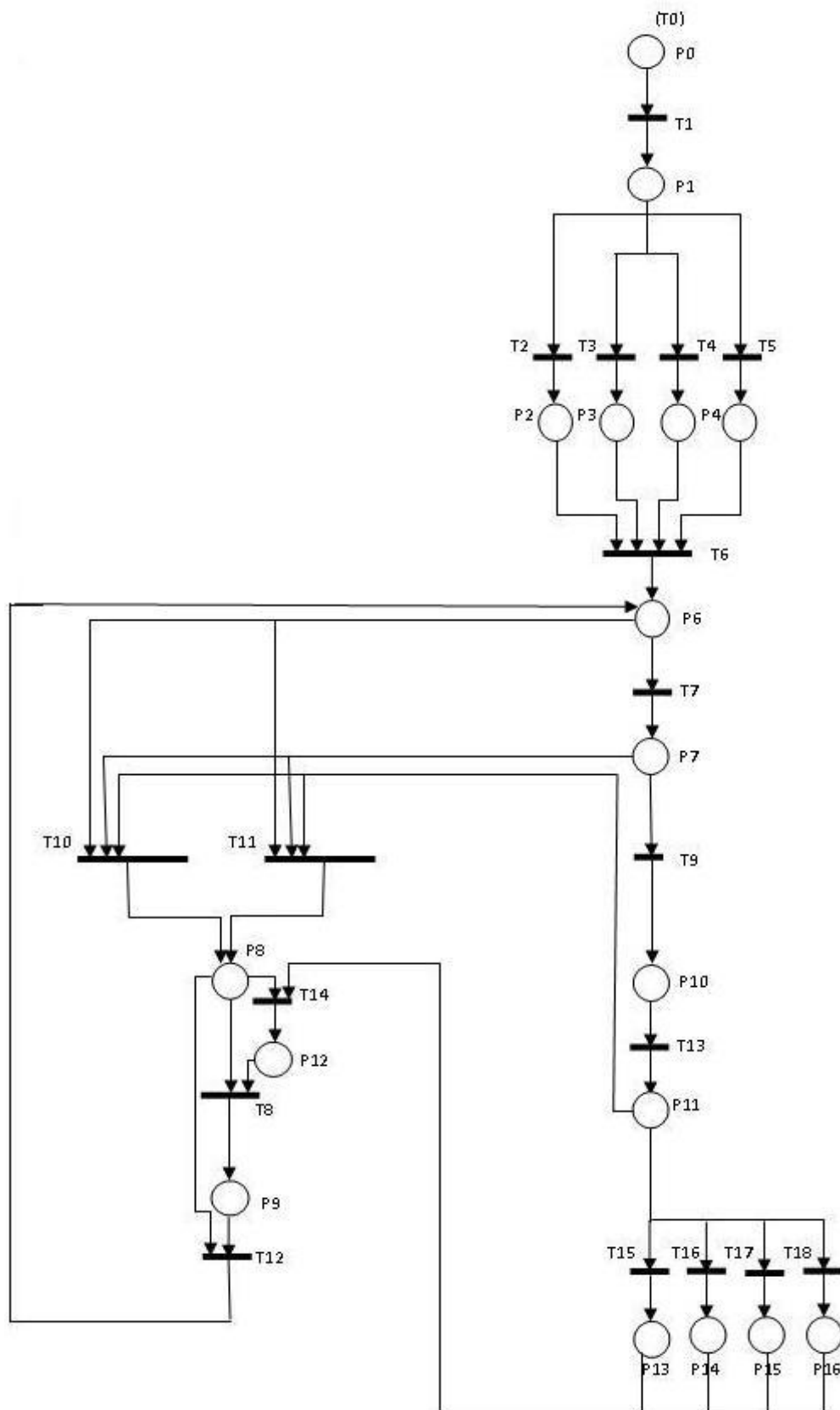


Figura 4.10 - Representação final do diagrama de blocos

Ao final é definido K que é conjunto de valores que cada lugar pode assumir, onde $K = \{1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1\}$.

Essa modelagem visa facilitar a implementação da lógica da automação para o CLP, visto que as redes de petri possuem uma similaridade com as lógicas utilizadas no CLP.

4.4 IMPLEMENTAÇÃO DE LÓGICA.

Após a modelagem do sistema com redes de pétri obteve-se um melhor entendimento do seu funcionamento.

Para a realização da automação desse sistema é utilizado o RSlogix 5000 com uma programação em Ladder. São utilizadas algumas subrotinas típicas do padrão FLSmith que não serão comentadas neste trabalho pois seu conhecimento é desnecessário.

Para a lógica da automação do abastecimento do moinho de cimento, primeiramente foram criadas subrotinas para os unimotors utilizados nas esteiras e nas calhas, para o bimotor utilizado no triper, para os vigias de velocidades e para os alarmes digitais. O programa principal tem apenas a função de chamar as subrotinas. A figura 4.10 mostra a tela principal do programa, o local marcado com as linhas azuis indica as linhas do programa principal e a parte vermelha indica a localização das subrotinas.

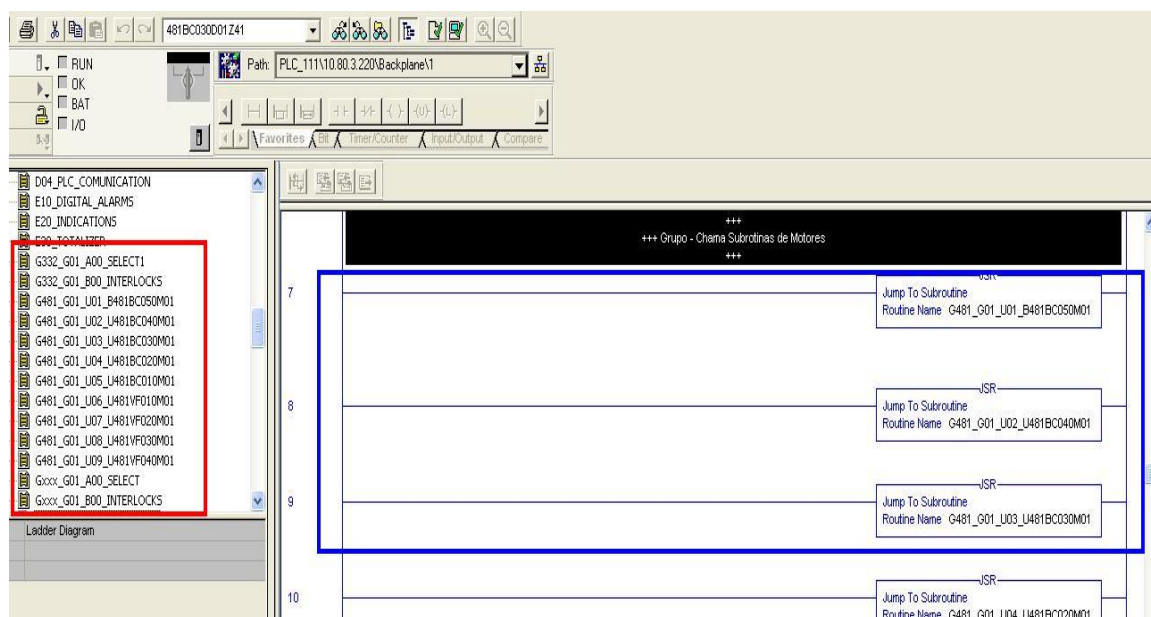


Figura 4.11 - Programa Principal

A indicação do nível alto da moega e o desalinhamento da esteiras foram considerados como alarmes digitais e suas subrotinas possuem as seguintes características:

Sinal de entrada Digital: entrada do sinal do alarme digital vindo do sensor instalado no campo.

Habilitação do alarme: Tag de entrada para habilitar o alarme. Utilizado para gerar alarme quando o motor está em operação.

Chamada de Subrotina Digital Alarme: Inserir o número do alarme digital e chama a subrotina (Z10_DigitalAlarms) para execução da lógica típica.

Um status importante na rotina dos alarmes digitais é a TAG NAME.AOK que indicar quando o alarme está em condições normais, ou seja, não acionado. A figura 4.11 mostra a subrotina do alarme digital.

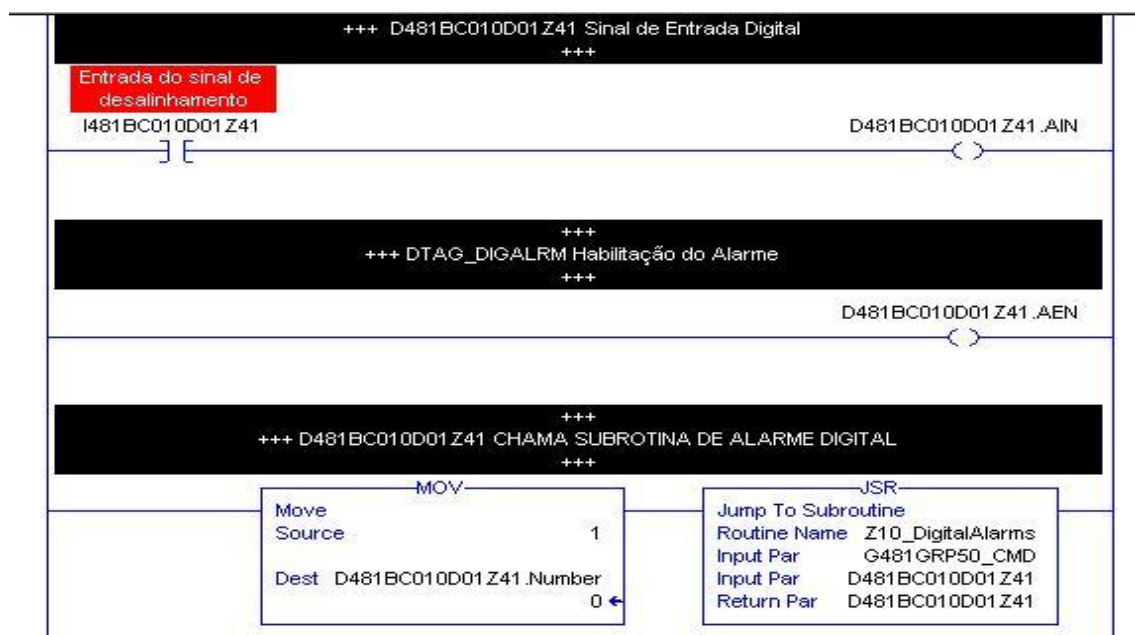


Figura 4.12 - Alarme digital

Para o vigia de velocidade é criada a subrotina mostrada na figura 4.12. É captado o sinal do sensor no campo através da tag de entrada ITAG_UNIMOTORS41 acionando um temporizador TMTAG_unimotors41_1, onde é definido o tempo em ms no espaço preset. Ao acionar o temporizador a saída TMTAG_unimotors41_1.EN permanece 'energizada' durante todo o tempo de contagem, a cada sinal recebido do campo o temporizador é reinicializado e saída continua energizada. Caso não receba o

signal do campo no intervalo de tempo definido no temporizador, ele não será reinicializado chegando ao final de sua contagem e assim ‘desenergizando’ sua saída.

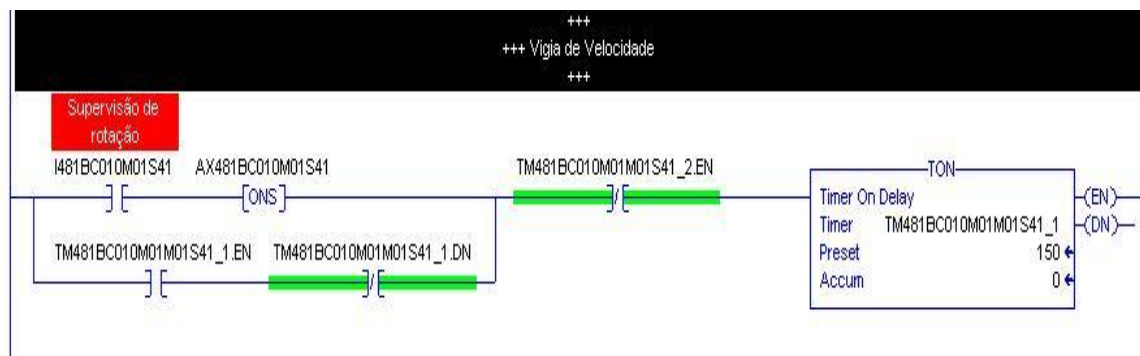


Figura 4.13 - Vigia de velocidade

Para as esteiras e para as calhas foram criadas subrotinas de unimotors com as seguintes características:

Interbloqueio Operacional: Possui a função de bloquear a operação do unimotor. É utilizado para o intertravamento do equipamento acionado ou para proteção, desligando-o caso seja acionado.

Nas esteiras são utilizados com as chaves de desalinhamento e com a condição de que a esteira mais abaixo esteja funcionando. A figura 4.13 mostra um exemplo de uma linha de código.

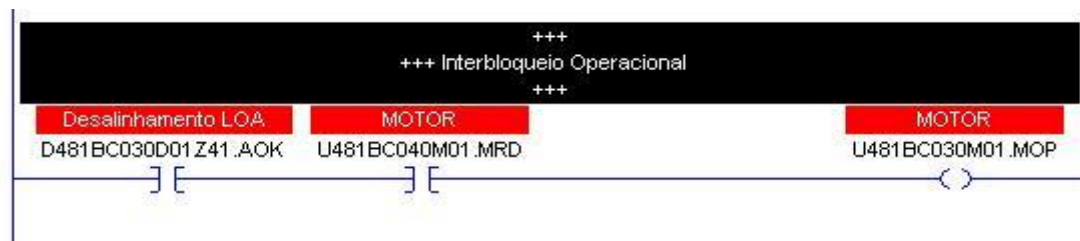


Figura 4.14- Interbloqueio Operacional

A esteira 481BC030M01 só está liberada para operação quando seu alarme de desalinhamento não estiver ativo e quando a esteira abaixo dela (481BC040M01) estiver funcionando, conforme explicado no tópico sobre o processo. Caso alguns dessas condições não estejam “energizadas” a esteira irá sair de operação parando o sistema.

Sensor de movimento: É a linha do programa utilizada para a indicação de rotação do motor. Recebe a saída TMTAG_UNIMOTORS41.EN da rotina do vigia de

velocidade, caso a TAG.MMD1 não seja ‘energizada’ A figura 4.14 mostra a linha de código do sensor de movimento.



Figura 4.15- Sensor de velocidade

Retorno: Recebe o sinal de retorno do unimotor para indicar que está em funcionamento.

Algumas tags que indicam status do equipamento são de suma importância. São elas:

TAG NAME.MRD - Retorno temporizado de funcionando do unimotor.

TAG NAME.MRUN - Retorno de funcionando do unimotor.

TAG NAME.MOK - Status do unimotor sem falha.

Para o triper é criado a subrotina do Bimotor, possibilitando a movimentação do motor em dois sentidos e sua parada nas posições desejadas. Suas características são as mesmas do unimotor, porém possui algumas adicionais que são explicadas abaixo.

Indicação de posições: Onde foram criadas quatro tags de entrada em que o usuário escolhe qual a posição para a qual o triper deve se mover e quatro tags de identificação que recebem o sinal do sensor do campo e indicam a posição atual em que o triper se encontra. A figura 4.15 mostra um trecho da indicação das posições.

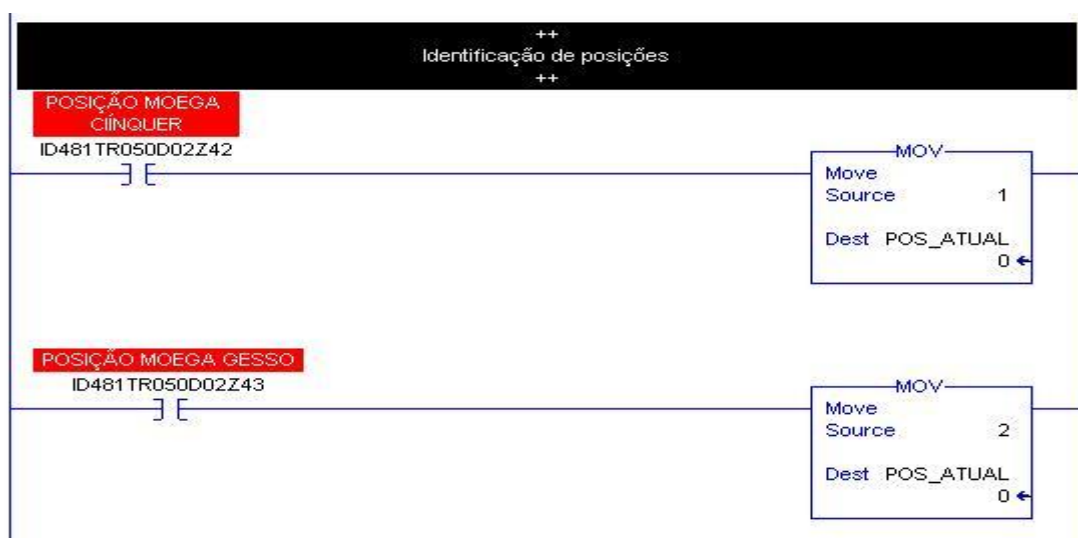


Figura 4.16- Indicação de posições

Movimentação do Triper : Ao qual é feita a diferença entre a próxima posição e a posição atual e a partir dessa diferença se tem a direção da movimentação do triper.

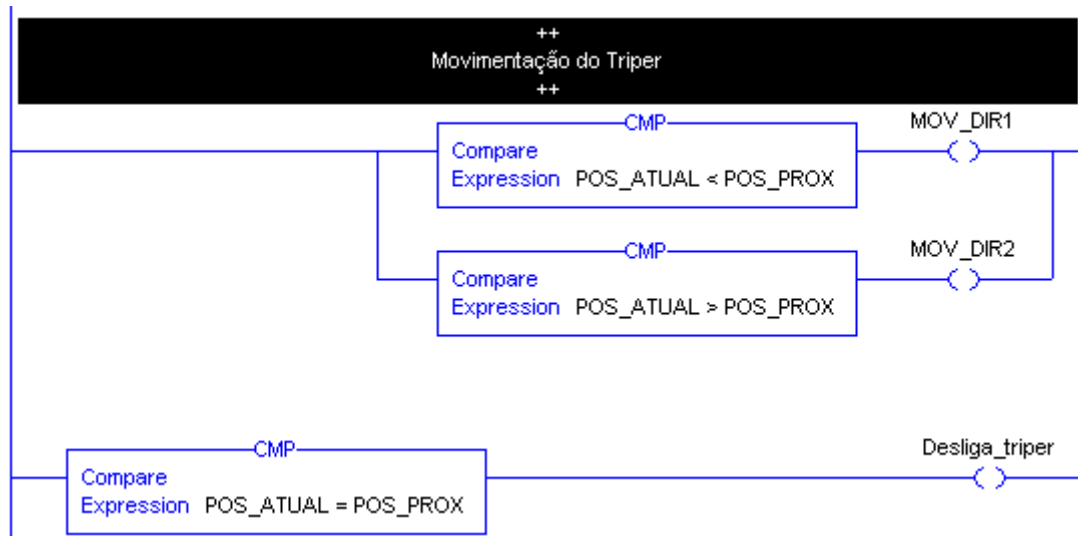


Figura 4.17 - Movimentação do triper

Característica Partida Automática: Tem a função de dar a partida automática do bimotor. Quando o bimotor estiver em operação e a TAG.MASTR for desativada o bimotor irá parar, e voltará a funcionar quando ativa-lá. É utilizado para o triper parar ao chegar a posição desejada.



Figura 4.18- Característica de partida automática

Sentido de Rotação: Tag de entrada que recebe o sinal de seleção de sentido de rotação do bimotor. Na condição de TAG.DIR1 ativada, quando for acionado o comando de partida do bimotor a TAG.MCON1 será ativada. Caso contrário será ativada a TAG.MCON2 definindo o sentido de rotação.



Figura 4.19- Sentido de Rotação

Tags de Status do Bimotor Utilizada para Outras Partes do Projeto são:

-TAG NAME.MRD1 e MRD2: Retorno temporizado de funcionando do bimotor.

Após o término da programação o programa é passado para o CLP através do próprio RSlogix.

4.5 IMPLEMENTAÇÃO DO SUPERVISÓRIO

Para controle e gerência do funcionamento do abastecimento se faz necessário a criação de um supervisório a fim de facilitar seu acompanhamento. Para nosso projeto foi utilizado o Intouch 10.0.

O primeiro passo na criação do supervisório é a importação das tags criadas para o programa. Com as tags já importadas é criada a seguinte tela.

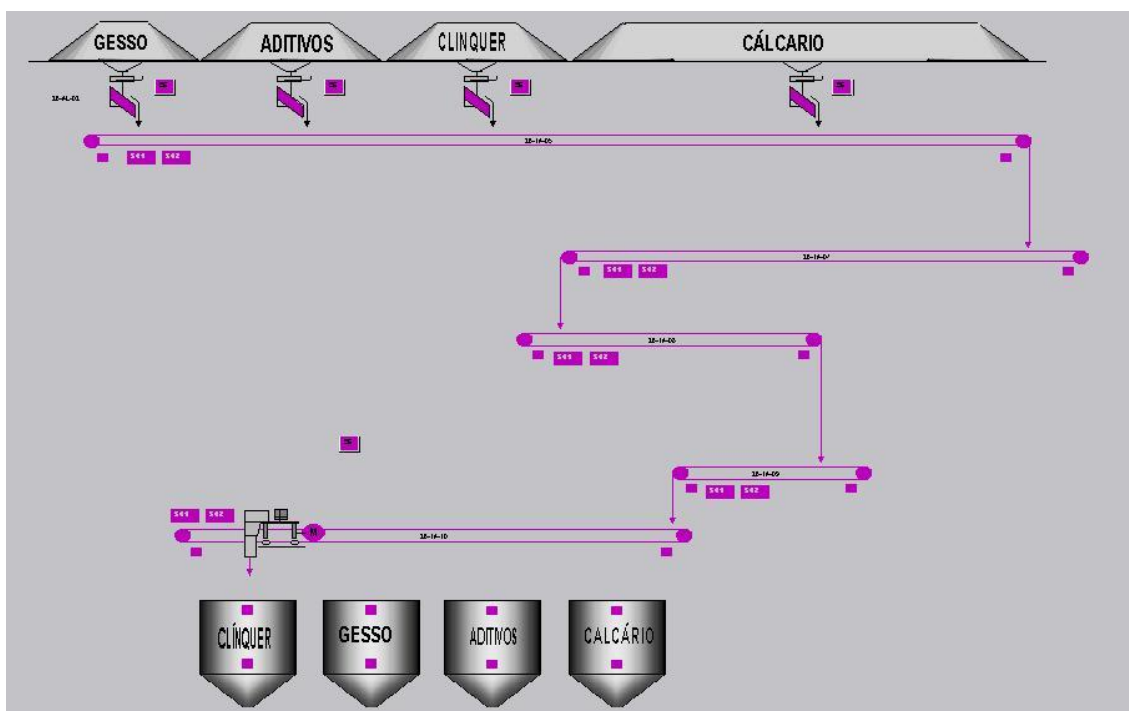


Figura 4.20 – Tela de supervisório.

Na tela são representadas as moegas, as esteiras, os alarmes, as calhas e as seleções. Em todos os objetos foram implementados estados e estes associados a cores:

Roxo: Todos - Falha na comunicação.

Verde: Esteira – funcionando, Alarmes- Alarme ativado, Seleção – Seleccionando, Calhas- Calhas abertas.

Marrom: Esteira – Paradas, Alarmes- Alarme desativado, Seleção – não selecionado, Calhas- Calhas Fechadas.

Amarelo Piscando: Esteira – Partindo.

Nas moegas foram criados dois alarmes de nível, um para nível alto e outro para nível baixo. Como mostrado na figura. Ao atingir o nível o alarme ficará verde.



Figura 4.21 - Moega com dois alarmes de nível

Para as esteiras foram colocados os vigias de velocidades e os alarmes de desalinhamento. Como mostrado na figura. Os quadrados em cada ponta representam os alarmes de desalinhamento enquanto que os quadrados com os textos S41 e S42 representam os vigias de velocidades.



Figura 4.22- Esteira

Quando se clica na esteira abre uma janela com o diagnóstico do motor, essa janela possui os botões de liga e desliga da esteira, possui os tempos do motor, que serão indicados pelo usuário. Assim como as flags de estados. A figura 4.22 mostra essa janela.

Tempos para Motor		
Sinal de Retorno	#####	s
Retardo na Partida	#####	s
Retardo na Operação	#####	s
Tempo de Parada	#####	s
Advert. Arranque Indiv.	#####	s
<input type="button" value="Reset"/> Horas Operação	#####	# h
Vigia de Velocidade		
<input type="button" value="Config."/>	Sensor 1 Presente	###
	Sensor 2 Presente	###
Sensor de Movimento 1 Fora Serviço Sensor de Movimento 2 Fora Serviço		
Flags Saida Motor		
Reconhecia. Partida	###	MSACK
Retardo Func.	###	HRD
Funcionando	###	HRUM
<input type="radio"/> OK	###	HOX
Seleções do Motor		
<input type="button" value="Liga"/> <input type="button" value="Desl"/>		

Figura 4.23 - diagnóstico do motor

O triper é representado pela figura 4.23. Também possui a mesma janela de diagnóstico utilizada nas esteiras. Seu desenho se desloca pelas quatro moegas se posicionando acima da moega selecionada, conforme mostrado na figura 4.24.

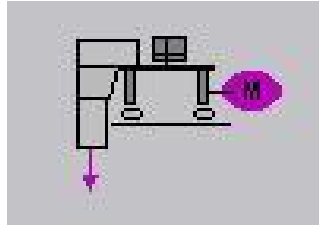


Figura 4.24 – Triper

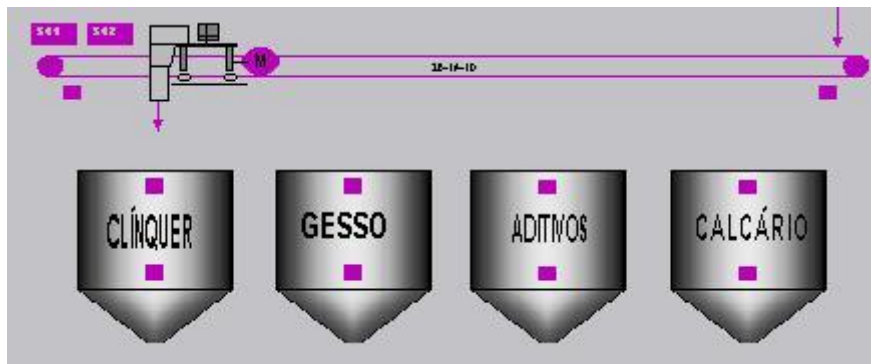


Figura 4.25- Movimentação do Triper

As calhas, mostradas na figura 4.25, também são constituídas por um motor desse modo utilizam-se as mesmas janelas de diagnóstico das esteiras. O botão com um S representa a seleção, ao se clicar nele abre uma janela onde é feita a escolha de selecionar ou não a calha, conforme mostrado na figura 4.26. Com a seleção da calha é possível ligar o motor e o Triper se move para a moega com o material correspondente.



Figura 4.26- Calha Vibratória

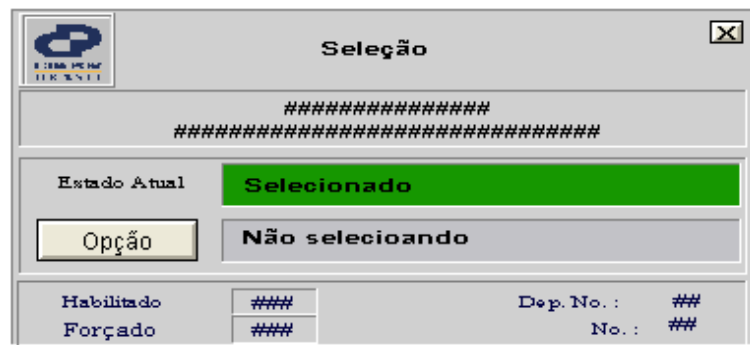


Figura 4.27 - Janela de Seleção

A conexão do supervisor com o CLP é feita através do System Management Console, SMC, uma ferramenta que acompanha o Intouch. Primeiramente é adicionado o PORT_CIP logo depois o cartão de Ethernet, ENB, onde se define o endereço de IP do CLP. Em seguida se adiciona o BACKPLANE e dentro dele o LOGIX. É no Logix que se define slot onde se encontra a CPU do CLP. Conforme mostrado nas figuras abaixo.

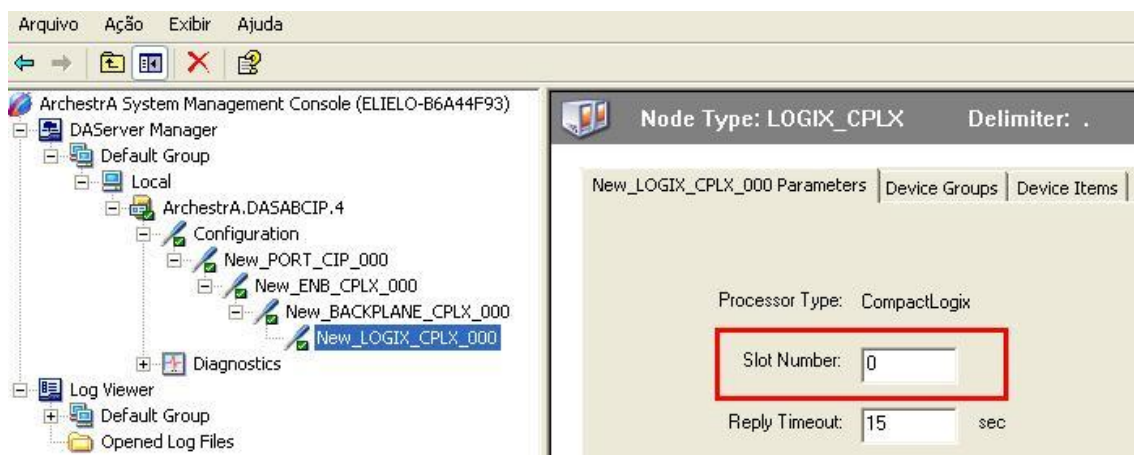


Figura 4.28 – Slot da CPU.

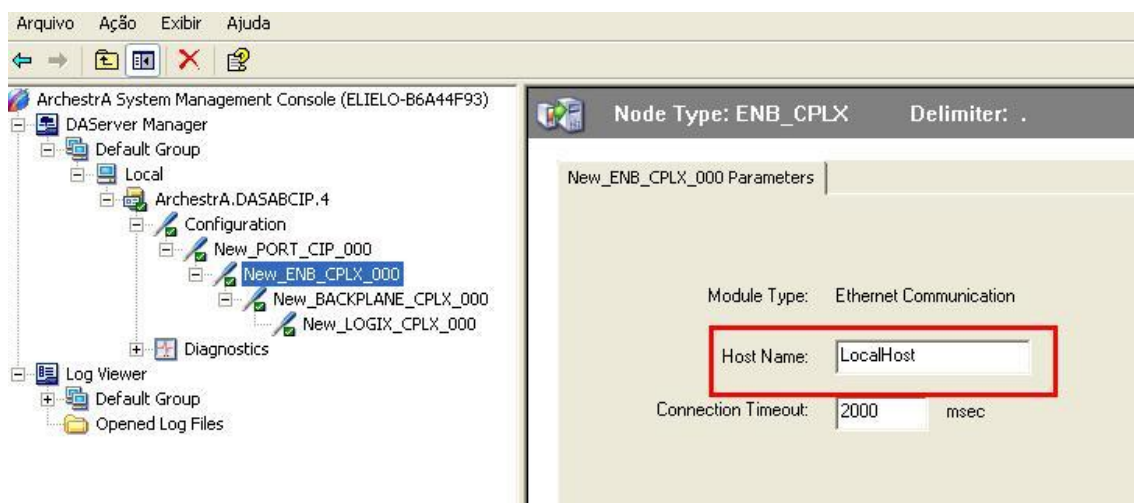


Figura 4.29 – Endereço IP.

4.6 REDE DE COMUNICAÇÃO

Para a comunicação entre os dispositivos e o CLP é utilizada uma rede Devicenet. A rede DeviceNet classifica-se como uma rede de dispositivo, sendo utilizada para interligação de equipamentos de campo ela possui um total de 64 nós.

As principais características do nível físico:

- Topologia física básica do tipo linha principal com derivações.
- Barramentos separados de par trançado para a distribuição de sinal e de alimentação (24VCC), ambos no mesmo cabo.
- Inserção e remoção de nós a quente, sem necessidade de desconectar a alimentação da rede.
- Uso de opto acopladores para permitir que dispositivos alimentados externamente possam compartilhar o cabo do barramento com os dispositivos alimentados pelo barramento.
- Usa terminadores de 121 ohms em cada fim de linha.
- Permite conexão de múltiplas fontes de alimentação.
- As conexões podem ser abertas ou seladas.

Na configuração da rede devicenet deste projeto é utilizado o programa RSnetworx 10.1. O primeiro passo é adicionar o scanner que é o cartão com a entrada devicenet situado em um slot do CLP, ele é responsável pela leitura dos demais equipamentos ligados a rede. Com o scanner adicionado como nó zero são adicionados os equipamentos um a um. No caso dos motores é utilizado um relé de sobrecarga, e3plus, ao qual cada um é associado a um nó. Já no caso dos sinais de sensores e atuadores é adicionado um cartão ADN onde é possível adicionar até oito Flex I/O em uma única ADN situado em um nó. Os flex utilizados neste projeto possuem apenas sinais de entrada e saída digitais. Após a montagem da rede no programa configura os e3plus para mostrarem na sua saída os valores de corrente e temperatura. A rede devicenet é mostrada na figura 4.30

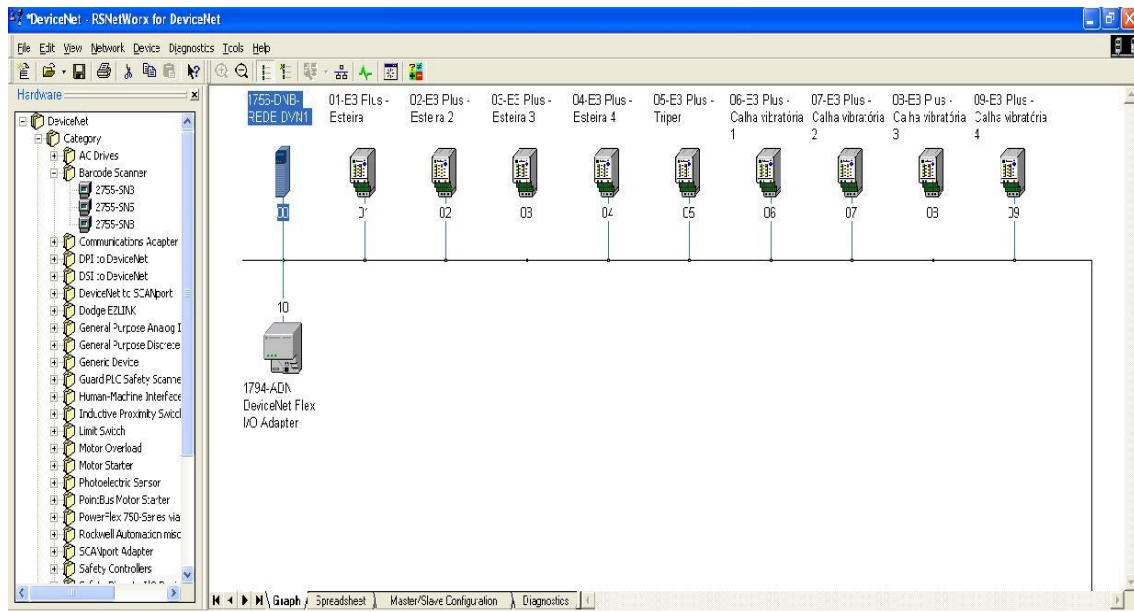


Figura 4.30- Rede Devicenet

Na rede foram utilizadas apenas onze nós, cinco para as esteiras com 3eplus, quatro para as calhas vibratórias e um com um 1794-ADN DeviceNet Flex I/O Adapter com cartões de entradas e saídas digitais.

Para esse projeto foram utilizados os seguintes cabos:

- ✓ Cabo 3082A - Cabo BELDEN grosso 300V/classe2 que é utilizado para o tronco da rede. Isolação dos condutores: PVC (alimentação) e Polietileno Florado (FPE - dados), blindagens com folha aluminizada (cobertura 100%) e malha de cobre estanhada (65% cobertura), fio dreno de cobre estanhado multifilar. Capa externa de PVC resistente ao óleo e à luz solar na cor cinza. Impedância 120 Ohm para o par de dados. Suporta temperaturas de 75°C.
- ✓ Cabo 3084A - Cabo BELDE fino 300V/classe2 que foi utilizado para as derivações da rede. Isolação dos condutores : PVC (alimentação) e Polietileno Florado (FPE - dados), blindagens com folha aluminizada (cobertura 100%) e malha de cobre estanhada (65% cobertura), fio dreno de cobre estanhado multifilar. Capa externa de PVC resistente ao óleo e à luz solar na cor cinza. Impedância 120 Ohm para o par de dados.

Ambos os cabos foram escolhidos devido a sua especificação técnica e devido a taxa de comunicação necessária de 125kpbs, onde a rede pode possuir até 100m de comprimento. A rede deste projeto não passa de 30 m de comprimento.

Com a rede montada e configurada se faz a passagem da rede para o CLP, o primeiro passo é colocar a rede online clicando no botão mostrado na figura 4.31 e selecionando a CPU do CLP.



4.31 - Botão Online

Com o programa online é possível fazer o download da rede para o scanner do Logix através da aba network clicando em download to network. Essa aba pode ser vista na figura 4.32

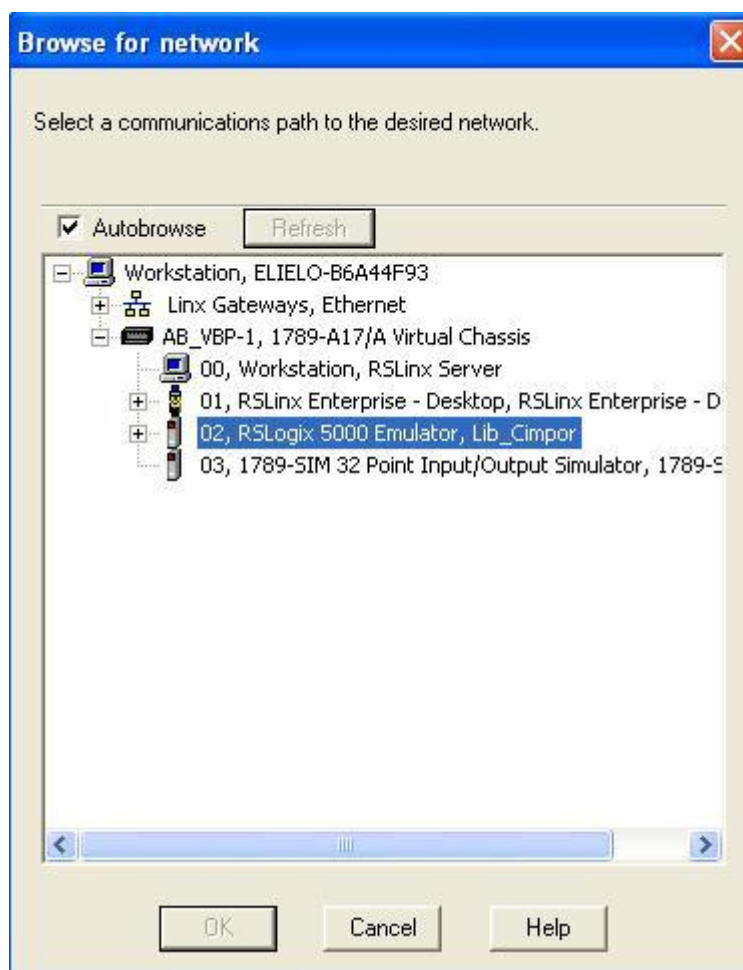


Figura 4.32- Seleção da CPU

Para a comunicação entre o computador, lógica e o supervisor é utilizado o RSLinx com uma comunicação via cabo Ethernet, no qual é adicionado o drive do ethernet, clicando em configure drivers, e logo depois os endereços de IP são colocados todos na mesma faixa. Conforme mostrado na figura 4.33 e 4.34.



Figura 4.33- Botão Configure Drivers

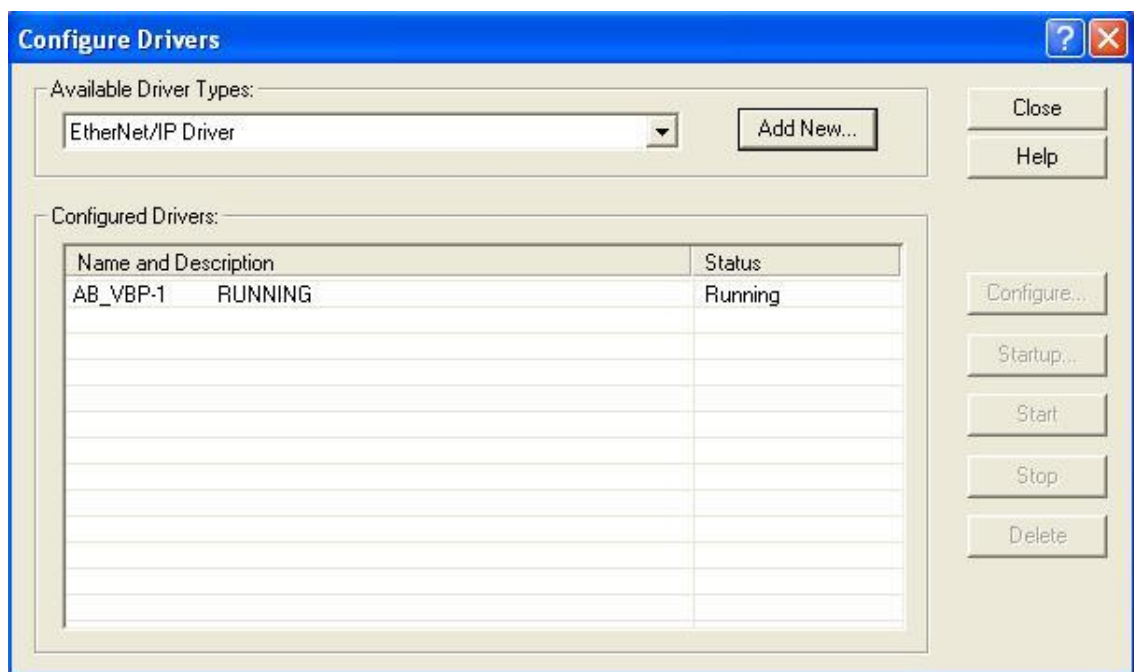


Figura 4.34- Adicionar Driver Ethernet.

5 CONCLUSÃO

O trabalho de conclusão de curso possibilitou adquirir conhecimento sobre o processo de fabricação de cimento com foco na parte do abastecimento do moinho de cimento, além da fundamentação teórica sobre redes de petri, sensores, controladores lógicos programáveis e supervisórios. Além disso, tendo estudado a linguagem Ladder, foi possível compreender o funcionamento do programa.

Durante o trabalho foi realizada a modelagem do sistema por redes de Petri, dividindo-a em três partes para facilitar assim o seu entendimento. Com o modelo pronto ficou bastante fácil o entendimento de todos os eventos que poderiam ocorrer durante o processo e isso provocou uma facilidade na programação.

Todos os equipamentos e sinais foram tagueados baseando-se no padrão FLsmith, esse tagueamento é feito visando melhorar a identificação e localização de equipamentos e sinais tanto no campo como no programa.

Para a programação foi criada uma subrotina padrão para cada tipo de equipamento, motores, alarmes e indicadores. A utilização dessas subrotinas facilitaria a programação e o entendimento do funcionamento do programa. Essas subrotinas possuem todos os interbloqueios, estados e dados para que o controle do processo siga a modelagem criada.

O supervisório foi criado com a finalidade de se obter um monitoramento e controle mais eficaz do processo. Onde foram criados alarmes que indicam falhas, indicadores de posição e de estado de funcionamento dos equipamentos e comandos de controle para ligar e desligar.

Foi criada uma rede de comunicação ethernet entre CLP, supervisório e CPU. E uma Devicenet entre os equipamentos e o CLP.

Foram encontradas algumas dificuldades na modelagem do sistema devido ao alto número de lugares e transições.

A automação desse processo foi realizada com o intuito de aperfeiçoar o processo produtivo aumentando a produção, minimizando desperdícios, reduzindo custos de manutenção, suavizando o excesso do trabalho por parte dos colaboradores, elevando o nível de qualidade, promovendo mais disponibilidade e qualidade da informação sobre o processo através de um melhor planejamento e controle da produção. Esses são os resultados esperados após a automação.

Como trabalho futuro sugere-se melhorar a estrutura da automação dos abastecimentos, inserindo balanças nas moegas e nas saídas dos depósitos de forma a poder medir o peso do material. Criando-se uma rotina capaz de medir o fluxo do material e indicar no supervísório, possibilitando que o operador escolha a quantidade, em toneladas, de material e o fluxo de transporte, toneladas por hora, que ele deseja através do supervísório.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] BRADLEY, Allen. Rede Controlnet: Configuração e Manutenção. Rockwell Automation.
- [2] BRADLEY, Allen. Rede Ethernet: Configuração e Manutenção. Rockwell Automation.
- [3] BRADLEY, Allen. Controllogix: Programação usando RSLogix5000. Rockwell Automation.
- [4] BRADLEY, Allen. Controllogix: Programação Avançada. Rockwell Automation.
- [5] InTOUCH 10.0 Basic Application. Wonderware Training. Revisão A. 2007.
- [6] MARRANGHELLO, N. **Redes de Petri: Conceitos e Aplicações**. Departamento de Informática. UNESP Disponível em <http://www.dcce.ibilce.unesp.br/~norian/cursos/mds/ApostilaRdP-CA.pdf>. Acesso: 20 de junho de 2011.
- [7] LISBOA, C.R. **Introdução a redes de Petri**. Universidade Federal do Pára, Laboratório de Computação Aplicada, 2003.
- [8] MORAES, C.C.; CASTRUCCI, P. L. *Engenharia de Automação Industrial*. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- [9] Constantino Seixas Filho, <http://www.cpdee.ufmg.br> acessado em 20 de julho de 2011.
- [10] <http://www.das.ufsc.br/~cury/cursos/apostila.pdf> acessado em 17 de maio de 2011.
- [11] Apostila Padrão FLSmith, Flowsheet 39715-01.
- [12] COSTA, Eduard Montgomery Meira. Introdução aos Sistemas a Eventos Discretos e à Teoria de Controle Supervisório. Rio de Janeiro: Alta Books, 2004.
- [13] http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/PaginaSDA/Download/DownloadFiles/R2_DeviceNet.pdf acessado em 26 de julho de 2011.
- [14] <http://www.dainf.cefetpr.br/~luders/controldiscreto.pdf> acesso em 10 de maio de 2011

[15] Apostila Redes de Petri e Sistemas a Eventos Discretos, Eduard Montgomery Meira Costa, DSc UFBA, 2002

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 clinquer
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 calcalho
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	Ouvindo 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 calor
HG	
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/câmera
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
PQ	Equipamento de pressuração (salas elétricas)
PR	Pré-calcinador
PS	Raspador de portal
PT	Transporte pneumático através de 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
SB	Equipamento de silo de 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
WF	Alimentador de correia de 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 chapuleta
	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
WC	Resfriador secundário, resfriado

WF	por água
WI	Alimentador de correia de pesagem
WP	Injeção de água
WS	Bomba de água
WT	Lubrificador de micromist
	Instalação de tratamento de água

Tabela de códigos de sinais.

O código de sinal é o dígito número 8.

	Significado	Exemplo
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	Deteção de metais			Valor médio
N	Folafone, ruído			
O	Livre			
P	Pressão (bar, mm, etc.)			
Q	Quantidade (m ³ , 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 digital – qualquer entrada digital
9	Livre

Código de sinal para controle do motor.

Esse código localiza-se nos dígitos 11 a 13.

Significado	Código do sinal	
Comando 1 (abrir 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	

