



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Ciência e Tecnologia - CCT
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE

Projeto de Conclusão de Curso

Automação do Sistema de Abastecimento de Combustível de uma Usina Termelétrica Utilizando o Micro CLP LOGO!®

Aluno: Robson Azevedo Mendes Matrícula: 29821151

Professor Orientador: Eurico Filho

Setembro de 2004.



M538a Mendes, Robson Azevedo.

Automação do sistema de abastecimento de combustível de uma usina termelétrica utilizando o Micro CLP LOGO!. / Robson Azevedo Mendes. - Campina Grande - PB: [s.n], 2004.

38 f.

Orientador: Professor Dr. Eurico Bezerra de Souza Filho.

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia; (Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

1. Controlador Lógico Programável - CLP. 2. Automação industrial. 3. Sistema de combustível - operação. 4. Bombas B-01 e B-02 - operação. 5. Micro PLC LOGO. 6. Usina termelétrica - automação. 7. Abastecimento de combustível. I. Souza Filho, Eurico Bezerra de. II. Título.

CDU:681.5(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Ciência e Tecnologia - CCT
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE

Projeto de Conclusão de Curso

**Automação do Sistema de Abastecimento de Combustível de uma
Usina Termelétrica Utilizando o Micro CLP LOGO!®**



Aluno: Robson Azevedo Mendes

.....
Professor Orientador: Eurico Filho

Agradecimentos

Àqueles que apesar de conhecerem quem sou, ainda assim gostam de mim.

Índice

1.0	Introdução.....	4
2.0	Descrição da Planta.....	4
3.0	Descrição dos Equipamentos.....	6
4.0	Operação do Sistema de Combustível.....	7
4.1	Operação das Bombas B-01 e B-02.....	8
4.1.1	Seleção da Bomba Principal de Recalque.....	8
4.1.2	Partida /Parada da Bomba Principal.....	8
4.2	Operação das Bombas B-03 e B-04.....	9
4.2.1	Seleção da Bomba Principal de Pressurização.....	9
4.2.2	Partida /Parada da Bomba Principal de Pressurização.....	9
5.0	Requisitos de Segurança.....	10
6.0	O micro PLC LOGO.....	11
6.1	Módulos de Expansão.....	14
6.2	Montagem.....	14
6.3	Funções do LOGO.....	15
6.3.1	Lista de Constantes e Bornes Co.....	15
6.3.2	Entradas.....	15
6.3.3	Saídas.....	16
6.4	Lista de Funções Básicas.....	17
6.5	Funções Especiais.....	19
6.5.1	Designação das Entradas.....	19
6.5.1.1	Entradas de Função Lógica.....	19
6.5.1.2	Entradas de Parametrização.....	19
6.5.2	Remanência.....	20
6.5.3	Lista de Funções Especiais.....	20
6.5.3.1	Detalhamento das Funções Especiais Usadas no Projeto.....	23
7.0	O Logo Soft Comfort.....	27
8.0	O Programa de Comando.....	28
8.1	Controle de Nível dos Tanques Diários.....	28
8.2	Controle de Nível do Tanque Principal.....	29
8.3	Abertura e Fechamento das Eletroválvulas do TQ-01.....	29
8.4	Comando das Bombas de Recalque e do Sistema Anti-incêndio.....	30
8.5	Comando das Eletroválvulas dos Tanques Diários.....	30
8.6	Bombas de Recalque.....	30
8.7	Acionamento das Bombas de Pressurização.....	31
8.8	Acionamento do Botão Parada de Emergência.....	31
9.0	Conclusão.....	32
	Anexos.....	33

1.0 Introdução

O correto abastecimento de combustível é um dos pontos-chave na operação de uma usina termelétrica. Desde a programação de abastecimento, que obedece à critérios definidos no contrato de fornecimento de combustível, passando pelo recebimento e, finalmente até o abastecimento das unidades geradoras, existem diversas variáveis que precisam de um rígido acompanhamento que permitam o controle do estoque de combustível evitando que ele atinja um nível baixo.

A variável tempo nesse processo é crucial. Visando diminuir o tempo consumido na operação manual desta etapa, bem como estabelecer critérios de segurança operacional, é proposta sua automação.

Existe uma pressão constante para se economizar tempo e dinheiro em todas as etapas do processo, da engenharia até a operação, passando pela colocação em funcionamento. As aplicações devem sempre oferecer algo mais em termos de opções, comodidade e qualidade técnica. As funções de controle e manobra exercem um papel central neste processo, já que devem ser ao mesmo tempo simples e inteligentes; simples na operação e inteligentes na implementação das diversas opções que se espera de uma aplicação com visão.

Este projeto foi desenvolvido durante o período de estágio curricular do curso de Engenharia Elétrica na Usina Termelétrica de Carrapicho pertencente à Gebra - Brasileira Geradora de Energia LTDA.

O projeto consiste no desenvolvimento preliminar do sistema automatizado da etapa de abastecimento de combustível da usina, preocupando-se com a descrição do processo, avaliação dos requisitos de segurança e da implementação do programa de comando do sistema utilizando um Micro CLP da família LOGO da Siemens, negligenciando os custos do sistema e detalhes de sua implementação física.

2.0 Descrição da Planta

A Usina Termelétrica de Carrapicho (UCR) possui 12 unidades geradoras que, considerando a situação de produção contínua, isto é, 24 horas por dia e o valor de potência base (fator de potência igual 0,8), produzem 4,608 MWh/dia. Considerando o consumo específico estabelecido pelo fabricante dos geradores de 265,94 l/MWh, podemos concluir que cada gerador consome 425,5 litros por hora de operação na potência base. Sendo assim, o consumo diário da UCR em operação contínua de todos os 12 geradores é igual a 122.545,15 litros de óleo diesel.

A usina conta com um sistema de abastecimento de combustível composto de 1 Tanque Principal (TQ-01) de 345.583m³ e de 2 Tanques Diários (TK-01 e TK-02) de 15m³, totalizando 345.613m³ de estoque máximo. Portanto, a autonomia máxima da UTE operando em regime contínuo é de 67,60 horas ou 2 dias e 19 horas. Além dos tanques de óleo diesel o sistema é ainda composto por eletroválvulas, bombas elétricas e outros dispositivos enumerados na Tabela 1.

O sistema de abastecimento de combustível da UCR está representado, de forma simplificada, pelo diagrama de blocos da Figura 1. A seqüência adotada para os blocos funcionais é a da circulação natural do combustível, a partir do seu descarregamento do caminhão-tanque (CT) até cada grupo motor-gerador.

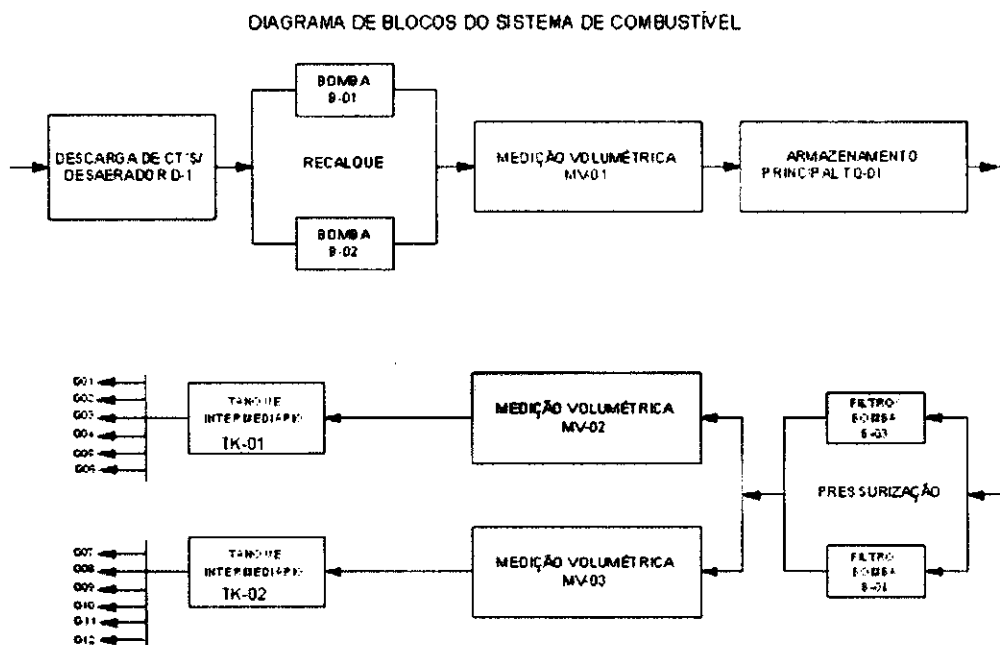


Figura 1 – Diagrama de Blocos do Sistema de Combustível

Após o acoplamento do CT com o sistema de combustível, o óleo diesel é transferido do caminhão para o tanque principal pelo acionamento de uma das bombas de recalque (B-01 e B-02) cuja vazão nominal é de 60m³/h. O medidor volumétrico MV-01 afere a quantidade de combustível que é colocada do TQ-01.

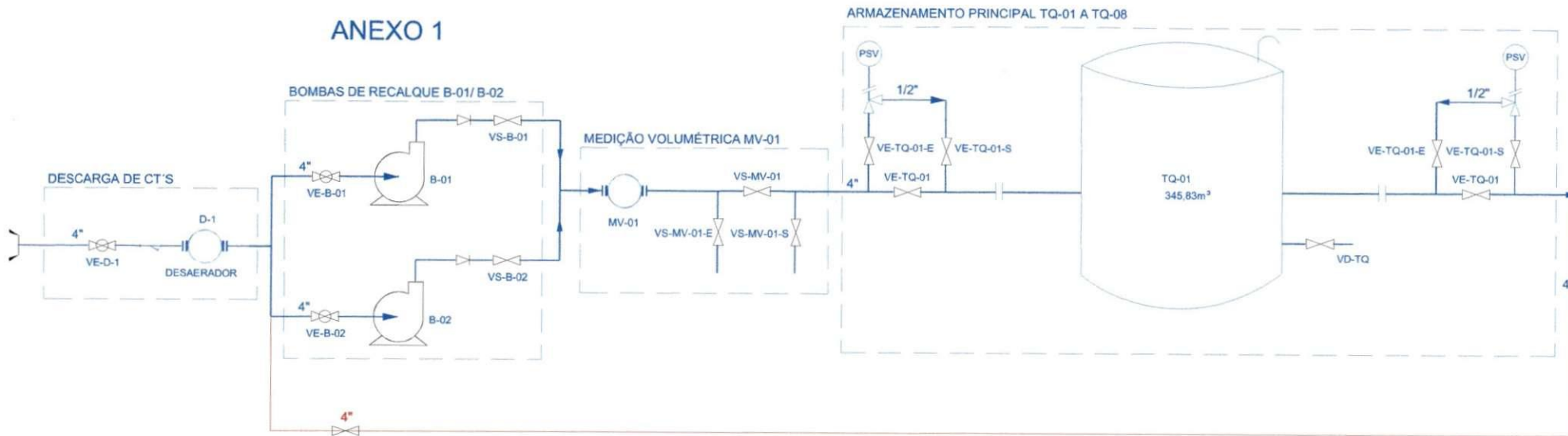
O despacho de combustível para os tanques diários que abastecem diretamente os Grupos Motores-Geradores (06G1 - 06G12) é feito por uma das bombas de pressurização (B-03 e B-04). Na entrada de cada tanque diário também há um medidor volumétrico.

3.0 Descrição dos Equipamentos

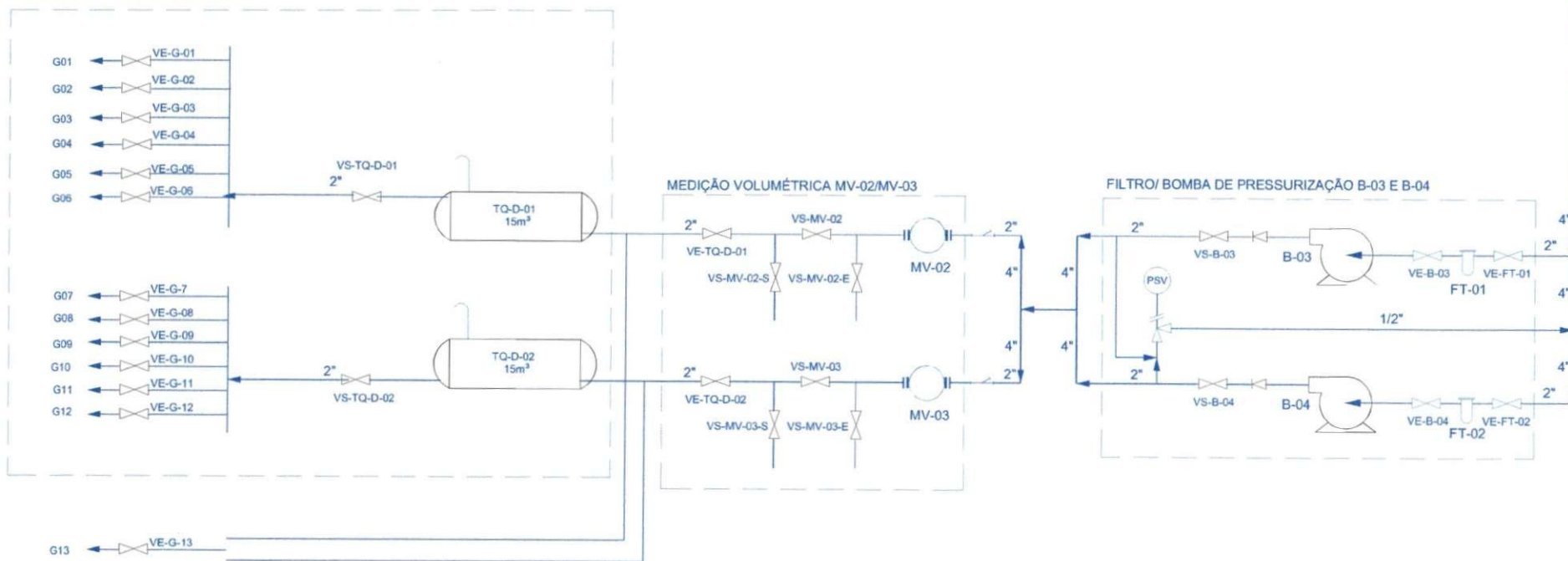
A descrição dos equipamentos que compõem o sistema é feita de acordo com a seqüência e a divisão adotadas no bloco funcional apresentado anteriormente. A planta dada no **Anexo 1** (página seguinte) colabora na identificação dos equipamentos e na compreensão do funcionamento do sistema.

Área	Equipamento	Descrição	TAG
Descarga	Válvula (tipo esfera)	Operação manual	VE-D-1
	Filtro Desaerador	Evita formação de bolsões de ar na tubulação	D-1
Recalque	Válvula (tipo esfera)	Entrada da Bomba B-01	VE-B-01
	Válvula (tipo esfera)	Entrada da Bomba B-02	VE-B-02
	Bomba Auto-aspirante	Bomba de Recalque Principal	B-01
	Bomba Auto-aspirante	Bomba de Recalque Secundária	B-02
	Válvula (tipo gaveta)	Saída da Bomba B-01	VS-B-01
	Válvula (tipo gaveta)	Saída da Bomba B-02	VS-B-02
Medição Volumétrica 01	Célula Medidora	Vazão Nominal 60m ³	MV-01
	Válvula (tipo gaveta)	Saída da Célula Medidora	VS-MV-01
Armazenamento Principal	Eletroválvula	Entrada do TQ-01	VE-TQ-01
	Eletroválvula	Saída do TQ-01	VS-TQ-01
Pressurização	Válvula (tipo gaveta)	Entrada da Bomba B-03	VE-B-03
	Válvula (tipo gaveta)	Entrada da Bomba B-04	VE-B-04
	Bomba Centrífuga	Bomba de Pressurização Principal	B-03
	Bomba Centrífuga	Bomba de Pressurização Secundária	B-04
	Válvula (tipo gaveta)	Saída da Bomba B-03	VS-B-03
	Válvula (tipo gaveta)	Saída da Bomba B-04	VS-B-04
Medição Volumétrica 02 e 03	Célula Medidora MV-02	Vazão nominal 30m ³	MV-02
	Válvula (tipo esfera)	Saída da Célula Medidora	VS-MV-02
	Célula Medidora MV-02	Vazão nominal 30m ³	MV-02
	Válvula (tipo esfera)	Saída da Célula Medidora	VS-MV-03
Armazenamento Diário	Eletroválvula	Entrada do TK-01	VE-TK-01
	Válvula (tipo esfera)	Saída do TK-01	VS-TK-01
	Eletroválvula	Entrada do TK-02	VE-TK-02
	Válvula (tipo esfera)	Saída do TK-02	VS-TK-02

ANEXO 1



ARMAZENAMENTO TQ-D-01/ TQ-D-02



4.0 Operação do Sistema de Combustível

Inicia-se a descrição detalhada do funcionamento do sistema fazendo as seguintes definições e limites associados aos tanques de combustível:

- ✓ **Volume Morto** - Volume mínimo do tanque, onde a leitura dos medidores de nível se situa numa faixa imprecisa, abaixo da qual o produto não pode ser escoado pela tubulação de saída. Neste volume pode conter água e resíduos misturados ao combustível;
- ✓ **Tanque Vazio** - Tanque apresentando um volume igual ou inferior ao volume morto;
- ✓ **Tanque Cheio** - Tanque apresentando um valor de leitura do sensor de nível igual ou superior à 90% da sua capacidade.

Os tanques de 15m³ podem se encontrar em um dos seguintes estados possíveis, de acordo com as definições anteriores:

- ✓ **Em operação**, com a válvula de entrada e de saída abertas - condição de suprimento aos geradores associados. O nível operativo deve oscilar entre 70% e 90%;
- ✓ **Interditado**, com as válvulas de entrada e saída fechadas, aguardando recuperação. Nessa condição, os 6 geradores dependentes permanecerão interditados.

Já com relação ao tanque principal, cabe a definição dos seguintes estados:

- ✓ **Cheio** e com as válvulas de entrada e de saída fechadas - aguardando ocasião de iniciar abastecimento dos tanques diários;
- ✓ **Vazio**, com a válvula de entrada aberta e a de saída fechada - aguardando abastecimento pelo CT;
- ✓ **Em operação**, com a válvula de entrada fechada e a de saída aberta - condição de suprimento dos tanques diários de 15m³. O nível operativo deverá se situar entre vazio e cheio;
- ✓ **Interditado** - vazio e com as válvulas de entrada e saída fechada - fora da prioridade de abastecimento pelo CT e aguardando recuperação.

4.1 Operação das Bombas B-01 e B-02

4.1.1 Seleção da Bomba Principal de Recalque

A etapa de recalque exige uma operação manual devido às manobras de acoplamento do CT à tubulação, aterramento do mesmo, verificação de vazamentos e outros detalhes.

O operador ao selecionar a bomba principal de recalque deverá levar em conta os seguintes fatores:

- ✓ Disponibilidade
- ✓ Periodicidade

Havendo indisponibilidade de uma das bombas, a bomba disponível deverá ser selecionada para a condição de bomba principal.

Caso contrário, isto é, havendo disponibilidade de ambas bombas, deverá haver uma permuta periódica entre a bomba principal e a bomba reserva.

4.1.2 Partida / Parada da Bomba Principal

Para partida da bomba principal devem ser precedidas as seguintes verificações:

- ✓ Condições normais do suprimento elétrico;
- ✓ Condições normais do desaerador D-01;
- ✓ Posição das válvulas de entrada e saída da bomba selecionada, abertas;
- ✓ Posição da válvula de entrada do tanque principal, aberta;
- ✓ Posição da válvula de saída do tanque principal, fechada;
- ✓ Condições normais de conexão da mangueira no CT;
- ✓ Válvula de saída do CT aberta.

A parada da bomba ocorrerá manualmente, quando:

- ✓ Ao final normal do descarregamento do CT;
- ✓ Eventualmente, devido a uma emergência.

Haverá bloqueio de partida da bomba de recalque no caso do tanque principal se encontrar cheio, isto é, o seu nível se encontrar no valor máximo operacional.

Sendo a vazão nominal de cada bomba de 60 m³/h e a capacidade normal de um CT de 30 m³, desconsiderando os tempos envolvidos com os procedimentos de segurança, análise e anotações, o tempo médio de descarregamento é, portanto, de 30 min.

4.2 Operação das Bombas B-03 e B-04

Está é etapa de interesse principal neste projeto. O abastecimento dos tanques diários deve prescindir a operação humana. Para tanto, deve-se manter as válvulas tipo esfera e gaveta, de operação manual, do sistema, abertas.

4.2.1 Seleção da Bomba Principal de Pressurização

A seleção da bomba principal de pressurização dependerá dos fatores de disponibilidade e periodicidade definidos na seleção da bomba de recalque.

A seleção da bomba principal é efetuada através da seguinte manobra:

- ✓ Manualmente através de uma botoeira situada junto às bombas ou
- ✓ Automaticamente através do micro PLC.

A partida da bomba principal ocorrerá de forma automática quando o nível de qualquer um dos tanques diários atingir o valor mínimo pré-especificado de operação (nesse ponto as eletroválvulas também são abertas). De forma similar, a parada da bomba principal ocorrerá de forma automática quando o nível de quaisquer dos tanques diários atingir o valor máximo operacional.

O bloqueio e funcionamento das bombas de pressurização serão controlados pelo funcionamento das eletroválvulas dos tanques diários.

Será programada no CLP a permuta periódica da bomba principal.

4.2.2 Partida / Parada da Bomba Principal de Pressurização

Para partida manual ou automática da bomba principal de pressurização devem ser precedidas as seguintes verificações:

- a) Nível de armazenamento do tanque diário entre os valores de 70 e 90 %, isto é, 10,5 e 13,5 m³;
- b) Condições normais de suprimento elétrico;
- c) Posição da válvula de entrada do tanque diário associado, aberta;

A parada automática da bomba ocorrerá quando:

- a) Ao ser atingido o limite superior operativo do tanque;
- b) Quando do acionamento da bomba elétrica do sistema anti-incêndio.

Existem ainda outras condições de parada automática que serão definidos nos requisitos de segurança.

5.0 Requisitos de Segurança

Por razões de segurança operacional, a presença de um operador faz-se necessária na praça de bombas para fazer inspeções visuais e realizar parada de emergência do sistema. A ação parada de emergência ocorrerá quando de qualquer anormalidade que a justifique. Por exemplo, vazamento, princípio de fumaça ou centelhamento no motor, travamento do eixo, limite superior atingido no tanque principal etc. Entre estas já citadas, são atribuições do operador no momento do abastecimento:

- ✓ Fazer o acoplamento do CT com o sistema;
- ✓ Acionar as válvulas manuais;
- ✓ Operar localmente o sistema de abastecimento dos TK's.

O acionamento da bomba B-05 do sistema anti-incêndio impedirá, por razões óbvias, o funcionamento de todo o sistema de abastecimento de combustível da usina.

Quando for atingido o limite operacional superior do TQ-01 será interrompido o seu abastecimento. O volume morto será o limite de abastecimento de combustível dos tanques diários, quando ele for atingido, as bombas de pressurização pararão de suprir combustível para eles.

6.0 O Micro PLC LOGO!®

O LOGO! vem sendo utilizado com sucesso em diversas aplicações, oferecendo uma interface amigável e facilidade de uso, combinadas com suas características típicas de qualidade. Ele resolve com êxito tarefas simples de automação nas indústrias, comércios e residências. Sua elevada capacidade de armazenamento e eficiente aproveitamento de memória proporcionam diversos benefícios e boa funcionalidade. Sua programação é fácil, graças ao software LOGO! Soft Comfort e também pode ser feita diretamente através de um display. Sua arquitetura é modular e flexível. Com os módulos de expansão, é possível ampliá-lo em até 24 entradas digitais, 16 saídas digitais e 8 entradas analógicas. Além dos módulos digitais e analógicos também existem módulos de comunicação para a rede AS-interface.

O LOGO! oferece uma diversificada gama de aplicações e a implementação de aplicações extensas devido à possibilidade de escolha entre 34 funções integradas, combináveis em até 130 blocos.

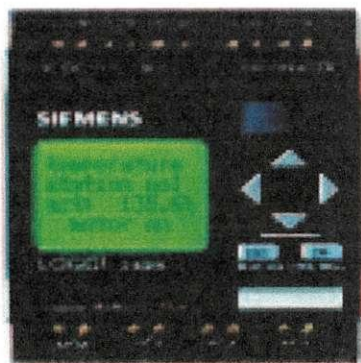


Figura 2 - LOGO! Básico

Para finalizar a enumeração de vantagens e facilidades do uso do desse micro-CLP, ainda temos:

- ✓ Substitui muitos equipamentos convencionais de manobras;
- ✓ Requer menos espaço no painel;
- ✓ Menos acessórios;
- ✓ Cabeamento mínimo.

LOGO! Basic existe para duas classes de tensão:

- ✓ Classe 1 \leq 24 V

- ✓ Classe 2 > 24 V

A Classe 2 possui modelos com e sem displays de 8 entradas e 4 saídas.

Os vários modelos básicos e módulos de expansão permitem uma adaptação muito flexível do micro CLP ao sistema de automação proposto neste trabalho.

No entanto, deve-se observar que qualquer sistema LOGO! Basic só pode ser expandido através de módulos de expansão da mesma classe de tensão. Existe uma codificação mecânica (pinos na caixa) que evita a ligação de aparelhos com classes de tensão diferentes, exceto os módulos analógicos ou de comunicação que dispõe de separação de potencial. Desta forma estes módulos de expansão podem ser ligados a aparelhos com diferentes classes de tensão.

Qualquer sistema LOGO! Basic põe à disposição, independentemente do número de módulos ligados, as seguintes ligações para a criação do programa de comando:

- ✓ Entradas digitais I1 até I24
- ✓ Entradas analógicas AI1 até AI8
- ✓ Saídas digitais Q1 até Q16
- ✓ Saídas analógicas AQ1 e AQ2
- ✓ Marcador digital M1 a M24
- ✓ Marcador analógico AM1 até AM6
- ✓ Bits do registrador de deslocamento S1 até S8
- ✓ 4 entradas de tecla
- ✓ 16 saídas não ligadas X1 até X16.

Na tabela a seguir, estão enumerados os modelos existentes do LOGO. A designação de cada um fornece informações importantes, reconhecidas através de:

- ✓ 12: versão de 12 V
- ✓ 24: versão de 24 V
- ✓ 230: versão de 115...240 V
- ✓ R: saídas de relé (sem R: saídas transistorizadas)
- ✓ C: temporizador semanal integrado
- ✓ o: variante sem display ("LOGO! Pure")
- ✓ DM: módulo digital
- ✓ AM: módulo analógico
- ✓ CM: módulo de comunicação

Os modelos do LOGO estão listados a seguir:

Símbolos



Variante com display dispõe de 8 entradas e 4 saídas
 Variante sem display dispõe de 8 entradas e 4 saídas
 Módulo digital dispõe de 4 entradas e 4 saídas digitais
 Módulo analógico dispõe de duas entradas digitais



módulo de comunicação (CM) 4 entradas e saídas virtuais
 (p. ex. interface AS)

Símbolo	Designação	Alimen- tação	Entra- das	Sai- das	Característi- cas
	LOGO! 12/24RC	12/24VDC	8 digitais (1)	4 relés cada 10A	
	LOGO! 24	24 V DC	8 digitais (1)	4 transisto- rizadas 24V / 0,3A	sem relógios
	LOGO! 24RC (3)	24 V AC / 24 V DC	8 digitais	4 relés cada 10A	
	LOGO! 230RC (2)	115...240 V AC/DC	8 digitais	4 relés cada 10A	
	LOGO! 12/24RCo	12/24VDC	8 digitais (1)	4 relés cada 10A	sem indicação sem teclado
	LOGO! 24o	24 V DC	8 digitais (1)	4 transisto- rizadas 24V / 0,3A	sem indicação sem teclado sem relógios
	LOGO! 24RCo (3)	24 V AC / 24 V DC	8 digitais	4 relés cada 10A	sem indicação sem teclado
	LOGO! 230RCo (2)	115...240 V AC/DC	8 digitais	4 relés cada 10A	sem indicação sem teclado

Tabela 2 – Modelos do LOGO existentes

6.1 Módulos de Expansão



Simbolo	Designação	Alimentação	Entradas	Saídas
	LOGO! DM 8 12/24R	12/24VDC	4 digitais	4 relés 5A cada
	LOGO! DM 8 24	24 V DC	4 digitais	4 transistori- zadas 24V / 0.3A
	LOGO! DM 8 24R ⁽³⁾	24 V AC/DC	4 digitais	4 relés 5A cada
	LOGO! DM 8 230R	115...240 V AC/DC	4 digitais ⁽¹⁾	4 relés 5A cada
	LOGO! AM 2	12/24VDC	2 analógicas 0 ... 10V ou 0 ... 20mA ⁽²⁾	nenhum
	LOGO! AM 2 PT100	12/24 V DC	2 Pt100 -50 °C até +200 °C	nenhum

Tabela 3 – Módulos de Expansão do LOGO

6.2 Montagem

Apesar de fugir ao escopo do projeto, a seguir serão dadas algumas diretrizes com relação ao cabeamento do LOGO já que, se elas não forem obedecidas, podem causar erros de funcionamento:

- ✓ Deve-se utilizar cabos cuja seção seja adequada para a respectiva intensidade de corrente (cabos com uma seção entre 1,5 mm² e 2,5 mm²)
- ✓ Não se deve apertar os bornes de conexão excessivamente;
- ✓ Deve-se instalar os cabos da forma mais curta possível. Se for necessário cabos longos, utiliza-se um cabo blindado. Os condutores têm de ser instalados aos pares: o neutro junto com um condutor de fase ou um condutor de sinal.
- ✓ Deve-se separar:
 1. Cabos de corrente alternada
 2. Cabos de corrente contínua e alta tensão com seqüências de comutação rápidas de sinal de baixa tensão.
- ✓ Deve-se assegurar de que os cabos possibilitam uma queda de tensão adequada.

6.3 Funções LOGO!

O micro PLC LOGO disponibiliza diferentes elementos divididos nas seguintes relações:

- ✓ Co: Lista dos bornes (Entradas, saídas, níveis de tensão);
- ✓ GF: Lista das funções básicas (AND, OR, ...)
- ✓ SF: Lista das funções especiais (funções temporizadas, contadores...)

6.3.1 Lista de Constantes e Bornes Co

Designam as entradas, saídas, marcadores e nível de tensão (constantes).

6.3.2 Entradas

➤ Entradas digitais

As entradas digitais são caracterizadas por um I. Os números das entradas digitais (I1, I2, ...) correspondem aos números dos bornes de entrada no LOGO! Basic e nos módulos digitais ligados na seqüência de montagem (ver a Figura 3).

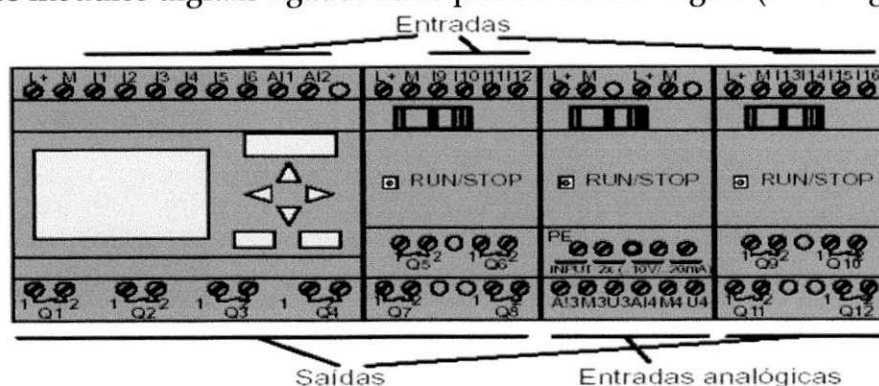


Figura 3 – Entradas e saídas do LOGO

➤ Entradas analógicas

Nos modelos LOGO! 24, LOGO! 24o, LOGO! 12/24RC e LOGO! 12/24RCo existem as entradas I7 e I8 que, em função da programação, também podem ser utilizadas como entradas analógicas e, neste caso, receberão a denominação AI1 e AI2. Se, no programa de comando, forem usadas a denominação I7 e I8, o sinal aplicado será interpretado como valor digital. Utilizando-se AI1 e AI2 os sinais serão interpretados como valor analógico.

6.3.3 Saídas

➤ Saídas digitais

As saídas digitais são assinaladas com um **Q**. Os números das saídas (Q1, Q2,... Q16) correspondem aos números dos bornes de saída no LOGO! Basic e aos módulos de expansão ligados na sequência de montagem.

➤ Saídas analógicas

Estão disponíveis duas saídas analógicas, AQ1 e AQ2. Numa saída analógica só pode ligar um valor analógico, portanto uma função com uma saída analógica ou um marcador analógico AM.

➤ Marcador

Os marcadores são assinalados com **M** ou **AM**, digitais e analógicos, respectivamente. Marcadores são saídas virtuais. Eles possuem na sua saída o mesmo valor que possuem na sua entrada.

➤ Nível

Nível de tensão é caracterizado por **hi** e **lo**. Se num bloco o estado "1" = hi ou o estado "0" = lo tiver que ser constante, a entrada será ligada com um nível fixo ou valor constante.

6.4 Lista de Funções Básicas

São elementos simples da álgebra booleana e, por isso, dispensam maiores detalhes sobre seu funcionamento. São as seguintes as funções básicas existentes:


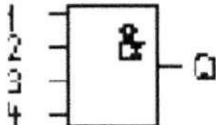
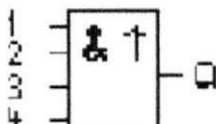
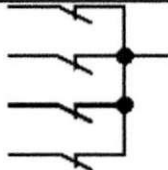
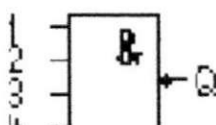
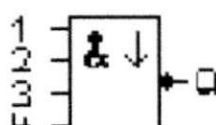
Representação no esquema de circuitos	Representação no LOGO!	Denominação da função básica
 <p>ligação em série Contacto NA</p>		AND (E)
		AND com avaliação de borda
 <p>Ligação em paralelo Contacto NF</p>		NAND (E não)
		NAND com avaliação de borda

Tabela 4 – Lista de Funções Básicas

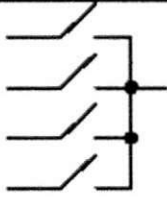
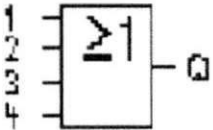
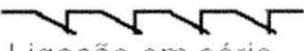
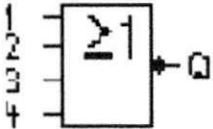
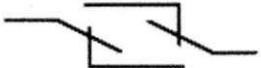
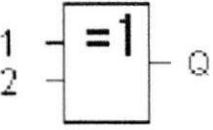
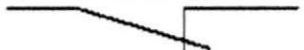
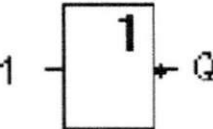
Representação no esquema de circuitos	Representação no LOGO!	Denominação da função básica
 <p>Circuito em paralelo Contacto NA</p>		OR (OU)
 <p>Ligação em série Contacto NF</p>		NOR (Ou não)
 <p>2 Contactos do tipo inversor</p>		XOR (exclusivo ou)
 <p>Contacto NF</p>		NOT (negação, inversor)

Tabela 4 - continuação

6.5 Funções Especiais

As funções especiais diferenciam-se à primeira vista das funções básicas devido às designações diferentes das suas entradas. Elas contêm funções de tempo, retenção e diferentes possibilidades de parametrização para a adaptação do programa de comando às necessidades individuais. A seguir estão descritas as designações das entradas e algumas informações suplementares sobre estas funções.

6.5.1 Designação das entradas

6.5.1.1 Entradas de função lógica

Estas entradas podem ser ligadas a outros blocos ou entradas do LOGO!.

- ✓ **S (Set):** Por meio da entrada S é possível definir a saída para "1".
- ✓ **R (Reset):** A entrada de reposição a zero R tem prioridade sobre todas as outras entradas e comuta as saídas para "0".
- ✓ **Trg (Trigger):** Esta entrada dá início à execução de uma dada função.
- ✓ **Cnt (Count):** Por meio desta entrada podem ser captados impulsos de contagem.
- ✓ **Fre (Frequency):** Os sinais de frequência a serem avaliados são aplicados na entrada identificada com esta designação.
- ✓ **Dir (Direction):** Por meio desta entrada pode-se estabelecer o sentido no qual, por exemplo, um contador, deverá realizar a contagem.
- ✓ **En (Enable):** Esta entrada ativa a função de um bloco. Se a entrada estiver em "0", são ignorados os outros sinais do bloco.
- ✓ **Inv (Invert):** O sinal de saída do bloco é invertido, quando esta entrada é excitada.
- ✓ **Ral (Reset all):** Todos os valores internos são resetados.

6.5.1.2 Entradas de parametrização

São usadas apenas para parametrização dos blocos, não devem ser inseridos sinais de outros blocos.

- ✓ **Par (Parameter):** Aqui se define os parâmetros (tempos, limiares de ligação e desligamento, etc.) para o bloco.
- ✓ **No (Nocken):** Nesta entrada ajusta-se um padrão de tempo.
- ✓ **P (Priority):** Aqui se determina as prioridades dos textos de aviso e decide se uma mensagem deve ser confirmada no modo RUN.

6.5.2 Retenção

Nas funções especiais existe a possibilidade de manter os estados de ligação e os valores de contagem retidos. Isto significa que, por exemplo, numa falha de rede, os valores atuais são guardados, de forma a que numa nova ligação de rede, a função prossiga com o estado com que foi interrompida. Um tempo, por exemplo, não é iniciado de novo, mas decorre sim o tempo restante. Para que isto aconteça tem de estar ativada a retenção na respectiva função. Existem dois ajustes possíveis:

- ✓ R: Os dados atuais são mantidos.
- ✓ /: Os dados atuais não são mantidos (predefinição). Uma exceção é o contador de horas de serviço, que é sempre retido.

6.5.3 Lista de Funções Especiais

A seguir estão listadas as funções especiais contidas no LOGO

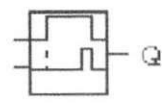
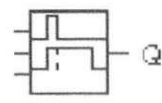
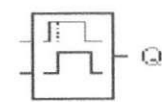
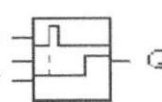
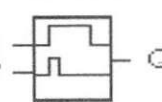
Representação no LOGO!	Denominação da função especial	Rem
Tempos		
	Retardamento de ligação	Rem
	Retardamento do desligamento	Rem
	Retardamento de ligação/ desligamento	Rem
	Retardamento de ligação a ser memorizado	Rem
	Relé de passagem (emissão de impulsos)	Rem

Tabela 5 – Lista de Funções Especiais

Representação noLOGO!	Denominação da função especial	Rem
	Relé de passagem comandado por flanco	Rem
	Gerador de impulso assíncrono	Rem
	Gerador de sinal aleatório	
	Interruptor de luz da escada	Rem
	Interruptor conforto	Rem
	temporizador semanal (ver página 139)	
	temporizador anual	
Contador		
	Contador crescente/decrecente	REM

Tabela 5 - Lista de Funções Especiais (cont.)

Representação no LOGO!	Denominação da função especial	Rem
	Contador de horas de serviço	Rem
	Interruptor de valor limiar	
Analógico		
	Interruptor de valor limiar analógico	
	Interruptor de valor limiar de diferença analógico	
	Comparador analógico	
	Monitorização do valor analógico	
	Amplificador analógico	

Tabela 5 - Lista de Funções Especiais (cont.)

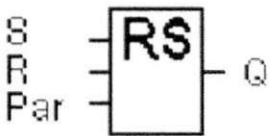
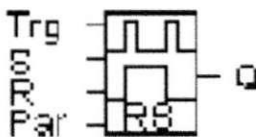
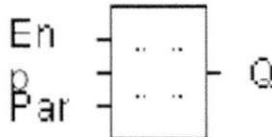
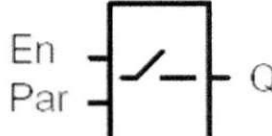
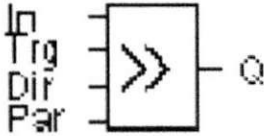
Representação noLOGO!	Denominação da função especial	Rem
Outros		
	Relé de auto-retenção	REM
	Relé de impulso de corrente	REM
	Texto de aviso	
	Softkey	REM
	Registador de deslocamento	REM

Tabela 5 - Lista de Funções Especiais (cont.)

6.4.3.1 Detalhamento das Funções Especiais Usadas no Programa de Comando

Estão a seguir descritas detalhadamente as funções especiais usadas na criação do programa.

✓ Gerador de Impulsos

Sua saída é um sinal periódico quadrado de período ajustável.

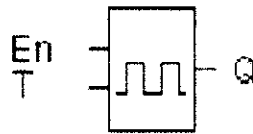


Figura 4 - Símbolo do Gerador de Impulso

Conexões:

1. Entrada **En**: Esta entrada habilita o gerador de impulsos;
2. Parâmetro **T**: T é o tempo no qual a saída será acionada e desacionada;
3. Saída **Q**

Diagrama de Tempo

O diagrama temporal abaixo mostra o funcionamento do Gerador de Impulsos, numa situação específica.

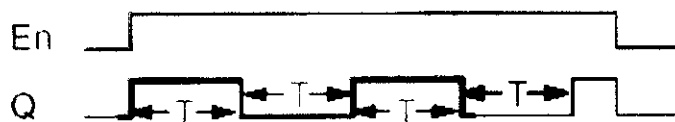


Figura 5 - Diagrama de tempo do Gerador de Impulso

✓ Relé de Impulso de Corrente

Cada vez que o estado na entrada **Trg** mudar de 0 para 1, a saída **Q** mudará o seu estado.

Um nível alto na entrada **R** reseta o relé de impulso de corrente ($Q = 0$). Após uma falha de tensão o relé de impulso de corrente e a saída **Q** estará em 0, caso não tenha sido acionada a retenção - ativada ou não através do parâmetro **Par**.

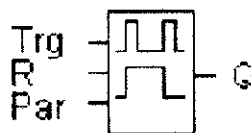


Figura 6 - Símbolo do Relé de Impulso de Corrente

Diagrama Temporal

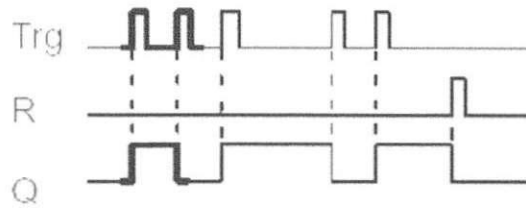


Figura 7 - Diagrama de tempo da função Relé de Impulso de Corrente

✓ Interruptor de Valor Limiar Analógico

Cálculo do Gain e do Offset em valores analógicos

Numa entrada analógica está ligado um sensor, que converte a unidade a medir num sinal elétrico. Este sinal fica numa margem de valores típica para o sensor. O LOGO! transforma sempre os sinais elétricos existente na entrada analógica em valores digitais de 0 a 1000. Uma tensão de borne (na entrada AI) de 0 até 10 V é representada internamente por valores de 0 a 1000. Uma tensão de borne superior a 10 V é representada como valor interno 1000. Uma vez que nem sempre é possível processar a margem de valores de 0 a 1000 predefinida pelo LOGO!, existe a possibilidade, de multiplicar os valores digitais por um fator de amplificação (Gain) e a seguir deslocar o ponto zero da margem de valores (Offset).

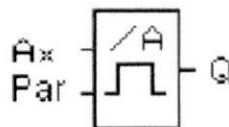


Figura 8 - Símbolo do Interruptor de Valor Limiar Analógico

A regra de cálculo para determinar o valor atual de Ax é a seguinte:

$$\text{Valor atual Ax} = (\text{valor interno na entrada Ax} \cdot \text{Gain}) + \text{Offset}$$

Depois disso determina-se o limiar de ligação *on*, para o qual a saída será acionada, e o limiar de desligamento *off*, para o qual a saída será zerada. O diagrama temporal da Figura 9 resume muito bem o funcionamento do bloco em questão.

Diagrama Temporal

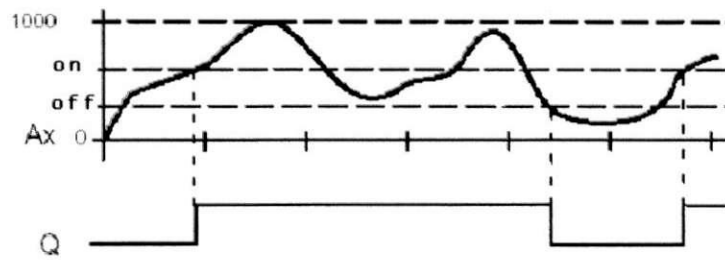


Figura 9 - Diagrama temporal do Interruptor de Valor Limiar Analógico

7.0 O LOGO! Soft Comfort

Com o LOGO! Soft Comfort pode-se criar o programa de comutação de forma confortável e legível no PC. Depois de criar o programa de comutação pode-se mandar avaliar, qual modelo LOGO! necessário para rodar o programa de comutação pronto ou, então, define-se antes qual será modelo que pretende-se usar. Outras facilidades para o programador, são:

- ✓ Simulação *offline* e *online* do programa;
- ✓ Indicação simultânea de estado de várias funções especiais;
- ✓ Possibilidade de documentar de forma abrangente os programas de comutação,
- ✓ Indicação de estados e valores atuais do LOGO! no modo RUN;
- ✓ Ajuda *online* detalhada;
- ✓ Intercâmbio automático entre o diagrama de blocos e o Ladder.

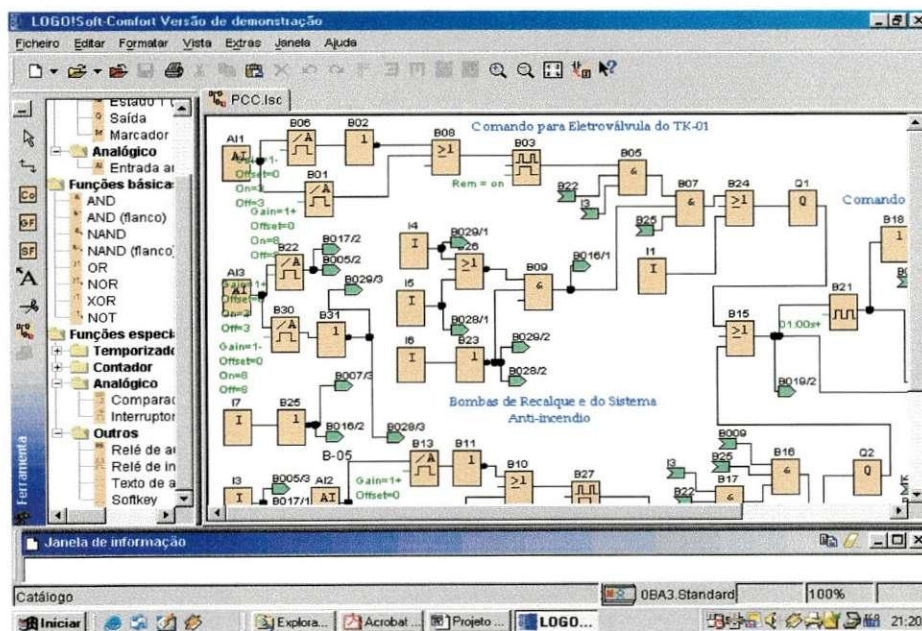


Figura 10 - Desenvolvimento do programa de comutação no LOGO Soft Comfort.

8.0 Programa de Comutação

O Programa de comutação do sistema de abastecimento da usina está no **Anexo 2**. Para melhor explicação, ele foi dividido em partes funcionais. Cada parte controla uma função do sistema.

8.1 Controle do Nível dos Tanques Diários

Como foi dito anteriormente, o nível operativo dos tanques deve estar entre 70 e 90% de sua capacidade total. Para que isso fosse detectado, foi usado o esquema abaixo, por exemplo, para o TK-01.

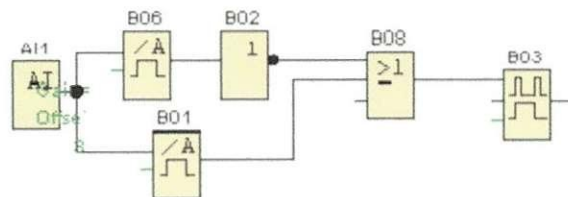


Figura 11 - Controle de Nível dos TK's

A entrada AI1 é a do sinal do sensor de nível do TK-01. O interruptor de valor limiar analógico B06 seta a saída quando a entrada for maior que 70% da capacidade, enquanto o bloco B01 seta a saída quando a entrada for menor que 90%. Com a inversão da saída do bloco B06 e a implementação de uma lógica OR pelo B08, o sinal entregue ao Relé de impulso de corrente será:

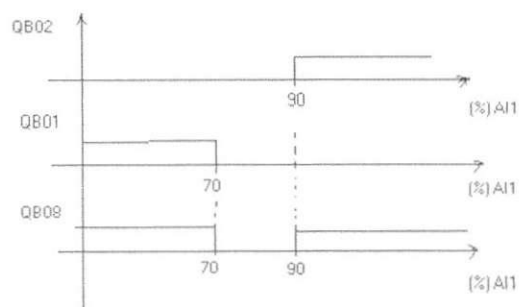


Figura 12 - Sinal entregue ao B03.

A saída do B03 possui nível baixo inicialmente, e sua retenção está ativada para preservar este estado numa possível perda da rede. Desse modo, quando o nível do TK-01 ficar abaixo do operativo, a entrada do B03 mudará de 0 para 1, levando o relé setar a saída. A saída só será resetada quando o nível do tanque subir e atingir o nível operativo máximo (ou seja, a entrada do B03 mudar de novo de 0 para 1).

Veja, na Figura 13, o sinal de controle do nível dos TK's para uma situação específica:

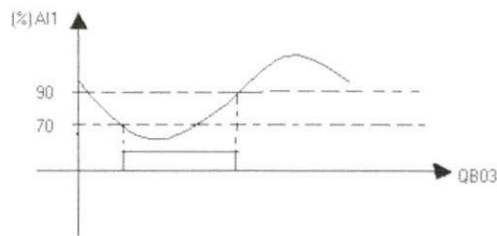


Figura 13 - Sinal de Controle do nível dos TK's

8.2 Controle do Nível do Tanque Principal

A entrada analógica AI3 recebe o sinal de nível do TQ-01. O bloco B22 monitora o valor máximo, enquanto o B03 o mínimo. Esses sinais controlam (habilitando ou não) o funcionamento das eletroválvulas dos TK's e das bombas de recalque.

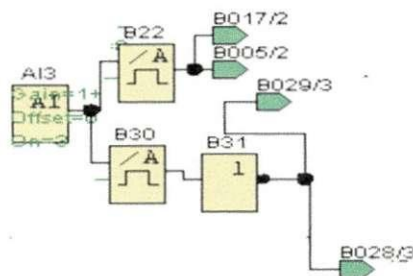


Figura 14 - Controle do Nível do TQ-01

8.3 Abertura e Fechamento das Eletroválvulas do TQ-01

A abertura e o fechamento são feitos manualmente, segundo os critérios de segurança pré-definidos. A entrada I3 controla a válvula de saída, enquanto a I7 de entrada (observe que I7 funcionará como um contato normalmente fechado).

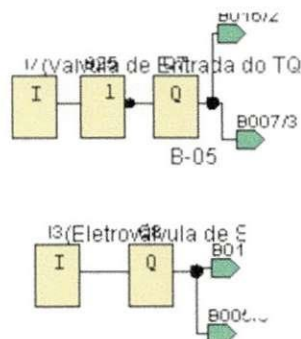


Figura 15 - Comando das eletroválvulas do TQ-01

8.4 Comando das Bombas de Recalque e do Sistema Anti-incêndio

As entradas I4 e I5 comandam o acionamento manual, respectivamente das bombas B-01 e B-02. Já a entrada I6 recebe o sinal de acionamento da bomba elétrica do sistema anti-incêndio.

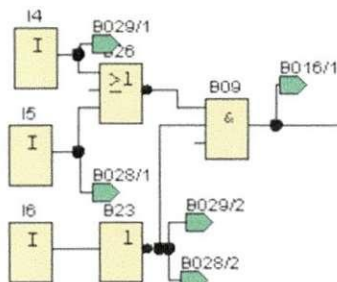


Figura 16 - Comando da bombas de recalque e da B-05.

8.5 Comando das Eletroválvulas dos Tanques Diários

Esse agrupamento de blocos condicionam, a partir das níveis lógicos dos blocos anteriores, a abertura da eletroválvula do TK-01 (para o TK-02 o agrupamento é idêntico).

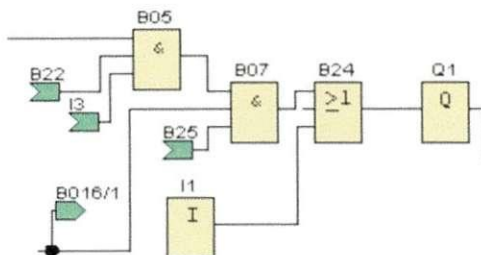


Figura 17 - Comando da eletroválvulas dos Tk's

8.6 Bombas de Recalque

Este agrupamento reúne as condições de segurança, para o acionamento das bombas de recalque, quais sejam;

- ✓ TQ-01 não tenha atingido o nível máximo;
- ✓ A bomba do sistema anti-incêndio não esteja acionada.

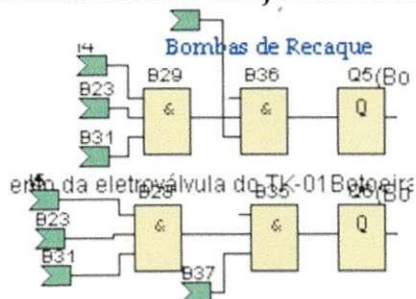


Figura 18 - Acionamento das bombas de Recalque

8.7 Comando das Bombas de Pressurização

Quando uma das eletroválvulas dos TK's atuar (ou mesmo as duas), a saída do bloco B15 (OU) ativará a contagem do tempo do Relé de Impulso de Corrente, deixando a saída do bloco B21 no nível alto, ativando a bomba B-03 (saída Q4). A lógica para a B-04 é inversa (observe o bloco B18). As duas portanto, alternam -se durante um período T especificado. Os blocos I9 e I2 são os comandos manuais das bombas de pressurização, respectivamente da B-04 e B-03.

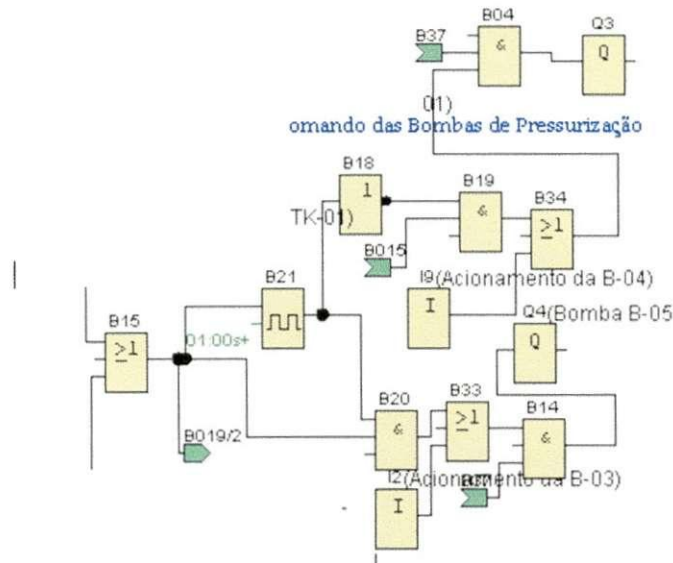


Figura 19 - Comando das Bombas de Pressurização

8.8 Acionamento do Botão Parada de emergência

O acionamento será feito pela entrada I10 que se comportará como um contato normalmente fechado. Se ele for acionado, impedirá o funcionamento de qualquer uma das bombas do sistema de abastecimento.

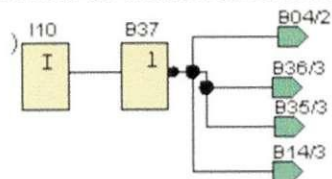


Figura 20 - Botão parada de emergência

9.0 Conclusão

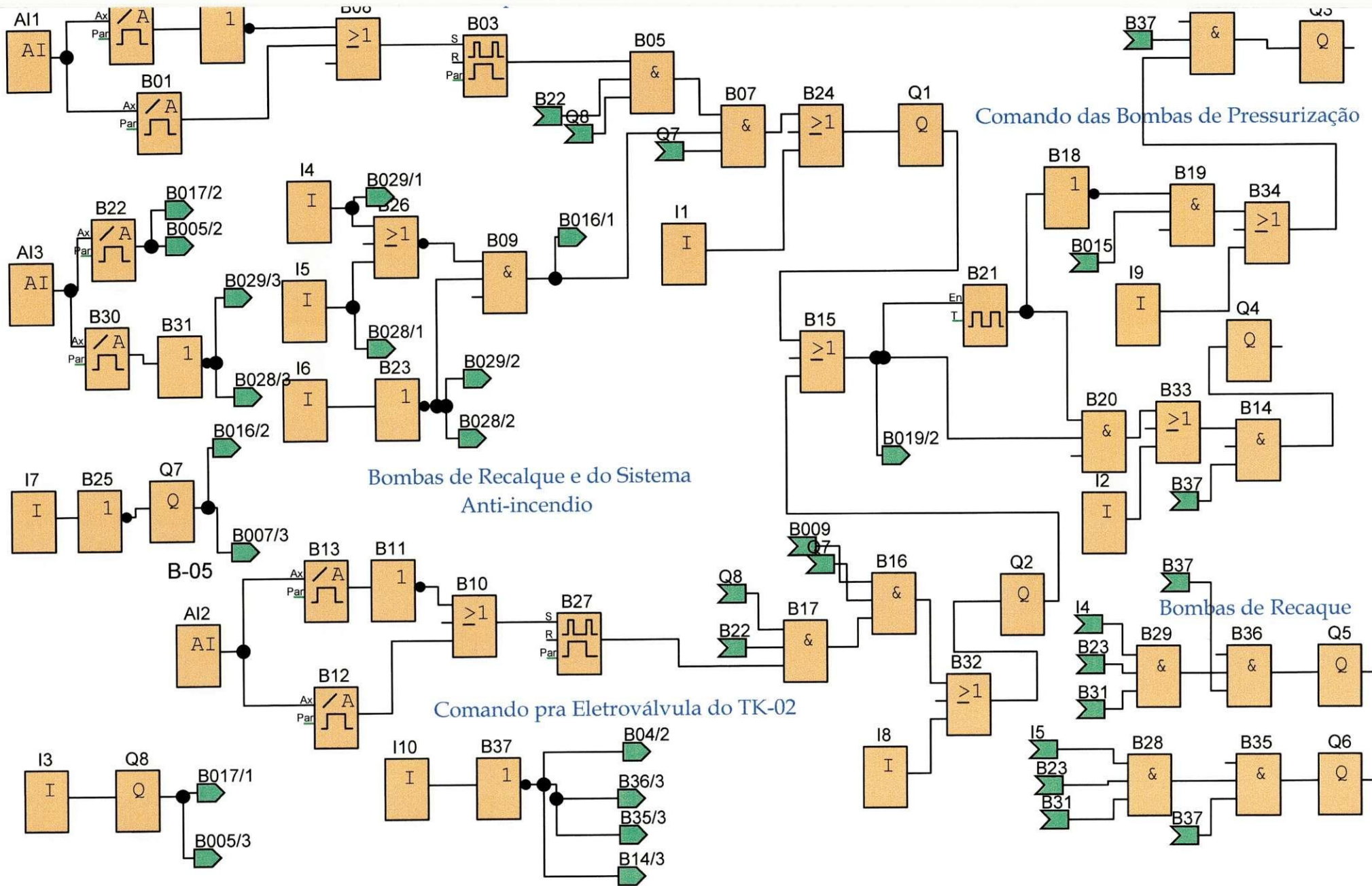
Através da simulação do programa de comando no LOGO Soft Comfort, observou-se que ele atendia as exigências de operacionalidade e segurança do sistema real.


Este trabalho contribui significativamente para minha formação profissional, pois nele pude empregar conceitos adquiridos na graduação e buscar soluções para o controle de um processo real, utilizando uma ferramenta comercial amplamente divulgada.

10.0 Bibliografia

1. Automação Aplicada - Marcelo Georgini - Editora Érica, 5ª Edição
2. Manual do LOGO - ~~Fabricante~~ Siemens ,

ANEXO 2 - Programa de Comando



Criado por:	Robson Azevedo Mendes		Projeto:	Sistema de Abastecimento de uma Usina Térmica	Cliente:	Universidade Federal de Campina Grande
Examinado:	Eurico Bezerra de S. Filho		Instalação:	PCC	Número do desenho:	003
Criado/Alterado:	06-09-2004 15:29/29-09-2004 9:29		Ficheiro:	PCC.lsc	Página:	1 / 1

Ligação	Marcação
I1	Acionamento eletroválvula do TK-01
I2	Acionamento da B-03
I3	Eletroválvula de Saída do TQ-01
I4	Acionamento da B-01
I5	Acionamento da B-02
I6	Sinal de Acionamento da B-05
I7	Válvula de Entrada do TQ-01
I8	Acionamento da eletroválvula do TK-01
I9	Acionamento da B-04
I10	Acionamento do Botão Parada de emergência
I11	
I12	
I13	
I14	
I15	
I16	
I17	
I18	
I19	
I20	
I21	
I22	
I23	
I24	
AI1	Sensor de Nível do TK-01
AI2	Sensor de Nível do TK-02
AI3	Sensor de Nível do TQ-01
AI4	
AI5	
AI6	
AI7	
AI8	
Q1	Eletroválvula do TK-01
Q2	Eletroválvula do TK-02
Q3	Bomba B-04

Ligação	Marcação
Q4	Bomba B-03
Q5	Bomba B-01
Q6	Bomba B-02
Q7	Eletroválvula de Entrada do TQ-01
Q8	Eletroválvula de Saída do TQ-01
Q9	
Q10	
Q11	
Q12	
Q13	
Q14	
Q15	
Q16	