

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**COORDENAÇÃO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**AMAURI CORREIA JUNIOR**  
**ANTONIO LOURENÇO LOPES**  
**WILLIAN CÉSAR DOS SANTOS**

**AUTOMATIZAÇÃO DE CISTERNAS E CAIXA D'ÁGUA DE**  
**CONDOMÍNIOS VIA CLP**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2015**

**AMAURI CORREIA JUNIOR  
ANTONIO LOURENÇO LOPES  
WILLIAN CÉSAR DOS SANTOS**

**AUTOMATIZAÇÃO DE CISTERNAS E CAIXA D'ÁGUA DE  
CONDOMÍNIOS VIA CLP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial, da Coordenação de Automação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Valadares Siqueira

**PONTA GROSSA**

**2015**



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Ponta Grossa

Departamento Acadêmico de Engenharia Eletrônica  
Tecnologia em Automação Industrial



## TERMO DE APROVAÇÃO

### AUTOMATIZAÇÃO DE CISTERNAS E CAIXA D'ÁGUA DE CONDOMÍNIOS VIA CLP

por

AMAURI CORREIA JUNIOR

ANTONIO LOURENÇO LOPES

WILLIAN CÉSAR DOS SANTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 11 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Automação Industrial. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Hugo Valadares Siqueira, DR Prof. Orientador

  
Flávio Trojan

Membro titular, DR

  
Felipe Mezzadri

Membro titular, MSC

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que sempre esteve presente em nossas vidas, independente de momentos de alegria ou tristeza.

Ao Prof. Dr. Hugo Valadares Siqueira, nosso orientador, pela disponibilidade, colaboração e paciência prestados a nós desde o início deste trabalho, e, principalmente, por ser um excelente colaborador, que nos fez enxergar além daquilo que nós podíamos.

Aos nossos familiares, que nos apoiaram e ajudaram para continuarmos no decorrer do curso; que nos momentos difíceis, momentos que mais precisávamos, nos deram conforto, ânimo, alegria; e pelos sacrifícios aos quais tiveram que passar para que hoje estivéssemos no lugar que estamos.

Enfim, a todos aqueles que confiaram em nosso trabalho, nossos colegas de sala, aula e cursos, que estiveram nos ajudando, nos divertindo e dividindo seu tempo, que já era pouco, para a melhora do ambiente e do nosso tempo.

“Uma máquina pode fazer o trabalho de cinquenta pessoas comuns.  
Máquina alguma pode fazer o trabalho de um homem incomum.”

Elbert Hubbard  
Editor Americano  
1865-1915

## RESUMO

JUNIOR, Amauri Correia; LOPES, Antonio Lourenço; SANTOS, Willian César dos. **Automatização de Cisternas e Caixas d'água via CLP**. 2015. 75 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

Esse trabalho apresenta uma solução prática para problemas relacionados a controle de nível dos reservatórios de água para um condomínio predial. Tem por objetivo melhorar o sistema de distribuição de água de prédios, além de corrigir problemas relacionados à proteção elétrica das bombas centrífugas, o que leva a manutenções precoces dos equipamentos. O controle de nível foi efetuado por um controlador lógico programável (CLP). Todo o sistema foi supervisionado através de um sistema supervisório, oferecendo assim uma interface amigável para os moradores do condomínio. Para realização desta tarefa um protótipo em escala reduzida foi construído e automatizado mostrando de maneira experimental a viabilidade e sucesso da proposta.

**Palavras-chave:** Controle de Nível. Controlador Lógico Programável. Sistemas Supervisórios. Bombas Centrífugas.

## ABSTRACT

JUNIOR, Amauri Correia; LOPES, Antonio Lourenço; SANTOS, Willian César dos. Automation tanks and Water tanks via PLC. 2015. 75 pages. Work Completion of course (Industrial Automation Technology) - Federal Technological University of Paraná . Ponta Grossa, 2015.

This work presents a practical solution to problems related to the control of water tanks of a residential condominium. Aims to improve the building's water distribution system as well as correct problems related to electrical protection of centrifugal pumps, which leads to early maintenance of the equipment. The level is controlled by a programmable logic controller (PLC). The whole system is overseen by a supervisory system, providing a user friendly interface for the residents of the condominium. To carry out this task a prototype small-scale was built and automated showing experimentally the viability and success of the proposal.

**Keywords:** Level Control. Programmable Logic Controller. Supervisory Systems. Centrifugal pumps.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Possibilidades de Domótica .....	19
Figura 2 - CLP Siemens S7-300 .....	21
Figura 3 - Diagrama representativo de um CLP .....	23
Figura 4 - Características construtivas de um CLP .....	24
Figura 5 - Diagrama elétrico de uma partida direta.....	25
Figura 6 - Diagrama de uma partida direta em LADDER.....	25
Figura 7 - Esquema básico de um sistema supervisório. ....	28
Figura 8 - Demonstração de tela de supervisório. ....	29
Figura 9 - Variação de uma grandeza física .....	30
Figura 10 - Chave fim de curso. ....	31
Figura 11 - Sensor de nível para líquidos. ....	32
Figura 12 - Saída de um sensor digital de acordo com a variação da entrada.....	33
Figura 13 - Saída de um sensor analógico. ....	33
Figura 14 - Cisterna do Condomínio.....	35
Figura 15 - Bombas Centrifugas.....	36
Figura 16 - Caixa D'água com chave boia.....	36
Figura 17 - Segunda Caixa D'água Condomínio.....	37
Figura 18 - Acesso Painel.....	37
Figura 19 - Chaves Seletoras Frente Painel.....	38
Figura 20 - Interior Painel Acionamento.....	38
Figura 21 - Fusíveis Diazed.....	39
Figura 22 - Rolamentos Danificados.....	40
Figura 23 - (a)Vista Frontal Protótipo.....	41
Figura 23 - (b)Ligações Elétricas Protótipo.....	41
Figura 23 - (c)Ligações Elétricas Protótipo.....	42
Figura 24 - Esquema ilustrativo de um Grafcet .....	44
Figura 25 - Network 7 – Acionamento de Bomba 1.....	46
Figura 26 - Network 3 – Acionamento do Temporizador T37.....	47
Figura 27 - Network 4.....	48
Figura 28 - Network 2 - Acionamento de M0.1 .....	49
Figura 29 - Network 5 – Acionamento do Temporizador T63.....	49
Figura 30 - Network 8 – Acionamento de Bomba 2 em modo manual.....	49



Figura 31 - Networks 9 e 10 – Acionamento de Bombas em modo automático.....	50
Figura 32 - Networks 13, 14 e 15 - Emergência.....	51
Figura 33 - Networks ( adequações para supervisório).....	52
Figura 34 - Tela Principal – Sistema Supervisório.....	53
Figura 35 - Top Server.....	54
Figura 36 - SCU IFIX.....	54
Figura 37 - Tela em modo Inicial – Sistema Supervisório.....	56
Figura 38 - Tela abastecimento Bomba 1 – Sistema Supervisório.....	56
Figura 39 - Tela abastecimento nível baixo e alto – Sistema Supervisório.....	57
Figura 40 - Tela abastecimento Bomba 2 – Sistema Supervisório.....	57
Figura 41 - Tela abastecimento Bomba 2 Níveis Médio e Alto – Sistema Supervisório.....	58

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEA	Consumer Electronics Association
CLP	Controlador Lógico Programável
CEBus	Consumer Electronics Bus
CNC	Sistema de Controle Numerico
CPU	Central Processing Unit
EIA	Electronic Industries Association
GM	General Motors
M <sup>3</sup>	Metros Cúbicos
MCA	Metro de Coluna de água
Nema	National Electrical Manufacturers Association
NTC	Negative Temperature Coefficient
OLE	Object Linking and Embedding
OPC	OLE Process Control
PCS	Powerline Control Systems
PLC	Power Line Carrier
PTC	Positive Temperature Coefficient
RAM	Randon Access Memory
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SDCD	Sistemas Digitais de Controle Distribuído
UCP	Unidade Central de Processamento
UHF	Ultra-High Frequency
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UPB	Universal Powerline Bus

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 TEMA DA PESQUISA.....	15
1.1.1 Delimitação do Tema .....	15
1.2 PROBLEMA .....	15
1.3 HIPÓTESE / PREMISA .....	16
1.4 OBJETIVOS.....	16
1.4.1 Objetivo Geral .....	16
1.4.2 Objetivos Específicos .....	16
1.5 JUSTIFICATIVA.....	17
1.6 MÉTODO DA PESQUISA .....	17
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
2.1 DOMÓTICA .....	18
2.2 CONTRALADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL .....	20
2.2.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.....	24
2.2.2 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DO CLP ( <i>LADDER</i> ) .....	24
2.3 SISTEMAS SUPERVISÓRIOS.....	26
2.3.1 ESQUEMA BÁSICO DO SISTEMA.....	27
2.3.2 TELAS GRÁFICAS E ALGORÍTIMOS DE CONTROLE .....	28
2.4 SENSORES .....	29
2.4.1 SENSOR ANALÓGICO .....	30
2.4.2 SENSOR DIGITAL.....	30
2.4.3 TRANSDUTOR.....	31
2.4.4 CHAVE FIM DE CURSO .....	31
2.4.5 SENSORES DE NÍVEL.....	31
2.4.6 TIPOS DE SAÍDA .....	32
<b>3. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO.....</b>	<b>34</b>
3.1 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS.....	34
3.2 CRIANDO O PROTÓTIPO DIDÁTICO.....	40
3.3 IMPLEMENTANDO O CLP AO PROTÓTIPO DIDÁTICO .....	42
3.3.1 SYMBOL TABLE .....	43
3.4 O GRAFCET .....	44
3.5 IMPLEMENTAÇÃO EM LADDER .....	46
3.6 COMUNICANDO O CLP COM O SUPERVISÓRIO .....	51
3.7 INTERFACEAMENTO ATRAVÉS DO SUPERVISÓRIO .....	52
3.8 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA SUPERVISÓRIO .....	55
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>

<b>5 RECURSOS .....</b>	<b>60</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO A – GRAFCET.....</b>	<b>A1</b>
<b>ANEXO B – PROGRAMAÇÃO LADDER.....</b>	<b>B1</b>
<b>ANEXO C – DIAGRAMA ELÉTRICO FORÇA.....</b>	<b>C1</b>
<b>ANEXO C – DIAGRAMA ELÉTRICO COMANDO.....</b>	<b>C2</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a Automação Industrial é essencial em indústrias de grande porte. Entretanto, alguns fatores de adequação do processo industrial devem ser questionados antes de automatizar uma indústria. Algumas indagações a serem levantadas são: se o produto a ser beneficiado é novo ou já existente, as condições de ambiente que irão afetar o sistema (temperatura, ruídos, vibrações, etc.), quantos dispositivos analógicos e discretos a aplicação terá, etc. Tais conceitos foram construídos e evoluindo ao longo da história da Automação Industrial, sendo a ideia de redes bastante nova neste conceito.

O termo automação provém do latim *Automatus*, que significa mover-se por si (BALZANI,2006). A automação é a aplicação de técnicas computadorizadas ou mecânicas que tem como objetivo aumentar a eficiência, maximizar a produção com reduções de custos baseados em energia ou matéria prima, além de ser um modo de poluir menos o ambiente e promover melhores condições de segurança humana, material ou dos processos, utilizando a tecnologia de softwares, máquinas, robotização, dentre outros. Também são essenciais para diminuir o uso de mão-de-obra em qualquer processo, especialmente o uso de robôs nas linhas de produção. Em síntese, a automação diminui os custos e aumenta a velocidade da produção.

Não é tão fácil apontar o propulsor da Automação industrial, no entanto, tecnicamente falando, para que ela ocorra é preciso, antes de tudo que haja indústria, e ainda processo que possam ser automáticos e autocontroláveis. Portanto, pode-se marcar como início da Automação Industrial o século XVIII, com a criação inglesa da máquina a vapor, aumentando a produção de artigos manufaturados, épocas conhecida como Revolução Industrial (CAVALCANTI, SILVA 2001). No século seguinte a indústria cresceu e tomou forma, novas fontes de energia e a substituição do ferro pelo aço impulsionaram o desenvolvimento das indústrias na Europa e EUA. Neste contexto, nos anos que seguiram, foram criados dispositivos mecânicos chamados relés, que em pouco tempo tomaram-nas. As indústrias também começaram a empregar a energia elétrica nas fábricas: o uso de motores á explosão, criação dos corantes sintéticos, invenção do telégrafo, dentre outros proporcionou novos métodos para ganhar o mercado e a aceleração do ritmo

industrial (HOBBSAWN, 2010). A todos esses acontecimentos, e a outros que seguiram, foi dado o título de II Revolução Industrial.

Os dispositivos controlados por relés necessitavam de certa atenção visto que os estes eram mecânicos e portanto susceptíveis ao desgaste, grande tempo de operação, alto gasto de energia, eventuais produção de faíscas, etc. Com o surgimento de seus substitutos eletrônicos microprocessados décadas adiante, as indústrias necessitaram de um alto investimento em adequação de seus processos fabris, embora estas mudanças inevitáveis as tornassem altamente rentáveis.

Neste sentido os CLPs, ou PLCs (*Programmable Logic Controller*), são frequentemente definidos como miniaturas de computadores industriais que contém hardware e software dedicados para realizar as funções de controles. O sistema de entrada e saída é conectado fisicamente nos dispositivos de campo (interruptores, sensores, etc.), provendo uma interface entre a CPU e o meio externo. Os programas são normalmente realizados na linguagem *Ladder*, a que mais se aproxima de um esquema elétrico baseado em relês, e são colocados na memória da CPU em forma de operações. Finalmente, baseado no programa, o CLP escreve ou atualiza as saídas atuando nos dispositivos de campo. Este processo, também conhecido como um ciclo, continua na mesma sequência sem interrupções a menos quando mudanças são realizadas através de comandos de programa.

Segundo Natale (2008), com o surgimento da eletrônica, dos sistemas microprocessados e da informática, um novo caminho abriu-se para o desenvolvimento de tecnologias para melhorar o desempenho no setor produtivo. Dentre estas tecnologias, destacam-se os Sistemas Supervisórios, que são softwares utilizados para armazenar os dados e registros dos eventos de um processo. Estes oferecem recursos de interação em uma tela gráfica de forma dinâmica para monitorar a operação do processo. Tais sistemas diminuem o tempo de manutenção, facilitando o diagnóstico de problemas assim como a operação do processo.

Por outro lado, este trabalho será focado em métodos na automação residencial, mais conhecida como domótica. Nos dias de hoje essa tecnologia vem sendo empregada para facilitar a vida das pessoas em realizar tarefas cotidianas, com o emprego de equipamentos e tecnologia avançada com vistas facilita a realização de tarefas simples até a atividades mais complexas. Essa tecnologia veio para revolucionar o conceito de automação, que além de indústrias passa a atuar

em residências. É nesse contexto que a automação residencial mostra-se como ferramenta viável para controle e visualização do no sistema.

## 1.1 TEMA DA PESQUISA

O tema da pesquisa é solucionar problemas relacionados ao sistema hidráulico residencial como níveis de cisterna e caixa de água, além de pavimentar um rodizio para troca de bombas sucessoras.

### 1.1.1 Delimitação do Tema

O tema específico abordado neste trabalho é a automatização do sistema de abastecimento de água de um condomínio predial, via sensoriamento de cisterna e caixa d' água de condomínios, com utilização de um CLP e implementação por supervisório.

## 1.2 PROBLEMA

Um condomínio predial real apresenta um sistema hidráulico para abastecimento de água para os moradores. Esse sistema é composto por uma cisterna de 10 mil litros de água, sendo este abastecido pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). O controle de nível da caixa d' água é feito somente por uma chave boia. Na base da cisterna encontram-se duas bombas centrifugas, as quais sugam a água e a envia através dos encanamentos, para duas caixas de água que se encontram na parte superior do prédio. As caixas possuem capacidade de 5 mil litros cada.

Pelo fato do processo não ser automatizado, alguns problemas se verificam. O principal deles é sistema de nível que não é suficientemente preciso, ocasionando grandes transtornos para os moradores como falta de água ou desperdícios causados pelo não desligamento das bombas. Outro problema encontrado é a não existência de informações de níveis das caixas d'água e cisternas. Para obtenção desta informação é necessário deslocar-se até o local onde se encontra as caixas, local esse de difícil acesso. Outra dificuldade é relacionada as bombas que precisam

ir para a manutenção corretiva constantemente devido à falta de rodízio das mesmas. Atualmente as bombas são comutadas através de chave manual, o que acarreta em um grande transtorno já que nem sempre os moradores verificam se as mesmas foram comutadas, causando assim um desgaste e superaquecimento. Além dos problemas citados o sistema de proteção das bombas é todo feito com fusíveis, o que eleva a necessidade de manutenção corretiva, além de sua localização estar em local de difícil acesso.

Desse modo torna-se imperativo a elaboração de ferramentas que possibilitem o fácil controle e visualização dos que esta acontecendo no sistema como um todo.

### 1.3 HIPÓTESE / PREMISSA

Ao fim desse trabalho, desejava-se alcançar a definição de parâmetros essenciais para o controle dos níveis de água tanto da cisterna quanto as das caixas d'água, além de efetuar o de rodízio das bombas centrífugas. Além disso é um objetivo promover o melhoramento do sistema de proteção e realizar a apresentação de um sistema supervisorio para obter as informações visuais dos procedimentos.

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de soluções em automação para o sistema hidráulico residencial, realizando a elaboração de uma interface para o usuário final. Além disso pretende-se proceder com a implementação de um sistema de rodízio de bombas evitando assim desgastes das mesmas e de todos os componentes do processo.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Desenvolver um sistema automático de controle do nível dos reservatórios;
- Controlar o rodízio das bombas para evitar superaquecimento;



- Melhorar o sistema de proteção elétrico;
- Controle do sistema através de CLP;
- Criação de um sistema supervisorio;
- Implementação prática de um protótipo didático, de dimensões reduzidas, do processo completo.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

O objetivo do trabalho é gerar economia com a redução de manutenções corretivas das bombas centrífugas por meio de um sistema de rodízio automático, evitando seu acionamento a seco, ou seja, quando não houver água na cisterna, além de procurar evitar possíveis falhas no sistema elétrico, uma vez que isto interfere no ciclo útil das bombas. Haverá assim um melhor controle dos níveis d'água evitando assim a sua falta. Isto será possível através de um sistema automático de controle, que também permitirá efetuar as limpezas das caixas e cisternas quando estiverem com um nível baixo. Todos esses processos tendem a resultar em um benefício para todos os moradores do prédio, que virão a reduzir os custos condominiais com manutenção precoce dos equipamentos, bem como uma melhor qualidade no sistema de fornecimento de água.

## 1.6 MÉTODO DA PESQUISA

A seguinte pesquisa possui como base, um ponto de vista aplicado devido a sua natureza ter o potencial de gerar conhecimentos para aplicação prática e direcionados para a solução de problemas de forma específica. As propostas aqui pensadas e desenvolvidas farão parte de um sistema que será construído de forma real.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 DOMÓTICA

O termo “Domótica” resulta da junção da palavra em latim *Domus* (casa) com Robótica (controlo automatizado de algo). É este último elemento que rentabiliza o sistema, simplificando a vida diária das pessoas, satisfazendo as suas necessidades de comunicação, de conforto e segurança

O termo Domótica é usado para designar residências que empregam serviços automatizados. Tecnicamente falando, uma rede domótica pode ser representada por um conjunto de serviços interligados que realizam diversas funções de gerenciamento e atuação, podendo estar conectados entre si por meio de uma rede de comunicação interna ou externa (MARIOTONI, 2002).

Atualmente a Automação residencial é bastante difundida em todos os países industrializados. Este tipo de automação é efetivamente a aplicação das técnicas e ferramentas de automação predial em um cenário doméstico. Neste domínio de aplicação, o custo, ainda muito elevado, é o principal fator que limita a difusão destes sistemas. Além disso, a falta de padronização e uniformização de protocolos de comunicação para os sistemas de automação residencial é, um problema frequente para os técnicos necessários à concepção e instalação dessas ferramentas, especialmente quando o sistema tem de ser instalado num edifício pré-existente cujo cabeamento elétrico não é pré-arranjado para suportar esse nível de automação (MAINARDI, 2005).

Os sistemas de controle domésticos (*Home Control System* – HCS) estão se tornando cada vez mais comuns e parte integrante de habitações modernas. O controle computadorizado de alarmes, sistemas de climatização e outras aplicações para habitações é uma característica bem vinda para residências. Muitas tecnologias vêm se desenvolvendo dentro das vastas opções que compreende a automação residencial (KELLY, 1997).

Neves (2002) observa mudanças na arquitetura, tanto na organização e utilização do espaço, quanto no projeto das instalações e nos ambientes das edificações. Tais mudanças estão sendo pensadas e/ou projetadas na forma dos edifícios de alta tecnologia ou Edifícios “Inteligentes”. Nos dias atuais existe uma pequena porcentagem da população mundial que faz uso de sistemas domóticos,

principalmente devido à falta de conhecimento ao custo da tecnologia, que ainda é elevado, além a falta de um padrão de projetos elétricos de residências que comportem as exigências do mundo moderno. No entanto, da mesma forma como ocorreu no passado, vislumbra-se que o avanço da tecnologia e a diminuição gradativa dos preço de mercado dos novos equipamentos, devido a uma elevação na demanda, vinculado a uma atualização dos conceitos de projetos elétricos na construção proporcionarão a entrada desses sistemas nos domicílios, a ponto de tornarem-se itens essenciais a uma habitação.

As pessoas procuram, hoje em dia, por formas de não apenas se sentirem seguras, mas de poderem aperfeiçoar suas tarefas, de modo há demandar menos tempo e proporcionar uma sensação maior de conforto, segurança e bem-estar. Na Figura 1, apresenta-se um exemplo de casa automatizada com base nesse conceito.



**Figura 1: Possibilidades da domótica**

**Fonte: Domingues 2013**

Projetar um ambiente adequado para todos os grupos sociais implica em observar vários aspectos de diferentes padrões e expectativas, onde o desenho do espaço e sua infraestrutura não tragam problemas futuros, seja de acessibilidade ou conforto, na promoção da vida independente e autônoma. A habitação deve ser,

portanto, adaptável, segura, funcional e que promova seu uso em todas as fases da vida. Com a extensão do ciclo de vida familiar, há que se considerar um ciclo de vida estendido para a habitação, demandando maior qualidade e flexibilidade no uso. (DOMINGUES, 2013)

Para poder usufruir de um ambiente inteligente e seus sistemas, através de aplicações e serviços, as interfaces de uso são fundamentais, de forma que se possa interagir de forma correta. Uma interface deve ser fácil e intuitiva de usar, visualizar, compreender e memorizar. Deve ser adequada às necessidades do usuário, dependendo inclusive da sua limitação. São possíveis inúmeros tipos de interface, como toque, voz, gesto, sopro, movimento de pestanas entre outros. Algumas podem ser adaptadas a camas, cadeiras de roda, sanitários e lugares onde se façam necessárias para a finalidade desejada, diminuindo possíveis riscos e dificuldade.

Nos dias de hoje há uma grande tendência da domótica se voltar para controladores CLP, que efetuam todo o controle dos equipamentos e redes de comunicação dos equipamentos conectados na rede, podendo, dessa forma efetuar um controle eficaz e sem comprometimento dos equipamentos instalados nas residências.

## 2.2 CONTRALADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O Controlador Lógico Programável é um sistema eletrônico operado digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas, para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica, sequencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O Controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas (SIEMENS,2003).

A norma Nema (*National Electrical Manufacturers Association*), ICS3-1978, parte ICS3-304, define um controlador programável como: "Aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para o armazenamento interno de instruções para implementação de funções específicas, tais como lógica,

sequenciamento, temporização, contagem e aritmética para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos. Um computador digital que é utilizado para desempenhar as funções de um controlador programável é considerado dentro deste escopo. Estão excluídas as chaves, tambores e outros tipos de sequenciadores mecânicos".

Os CLPs (modelo apresentado na Figura 2), podem ser definidos, segundo a norma ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), como um equipamento eletrônico-digital compatível com aplicações industriais. O termo em inglês é PLC, que significa *Programmable Logic Controller*.



**Figura 2: CLP SIEMENS S7-300**

**Fonte: SIEMENS 2003**

O CLP nasceu da indústria automobilística norte americana, especificamente na divisão hidramática da GM (General Motors) em 1968. Sob a liderança do engenheiro Richard Morley, foi preparada uma especificação que refletia os sentimentos de muitos usuários de comandos de relês, não só da indústria automobilística como da indústria em geral. Este sentimento resultou da grande dificuldade de alterar o processo usando comandos a relê. Cada alteração significativa no modelo de um carro exigia alterações que acrescentavam, retiravam ou modificavam alguns passos do processo e para isso era necessário alterar todos os painéis e fiação de campo. Além disso, a complexidade e grande tamanho de painéis de relês dificultava a manutenção.

Esse projeto tinha por especificação permitir a facilidade e flexibilidade de montagem em máquinas, ser totalmente programável, adaptação ao meio industrial e fácil manutenção.

Esta especificação despertou o interesse de algumas empresas como a Reliance Electric, Shuthers-Dunn, Modicon, Digital e outras que começaram a

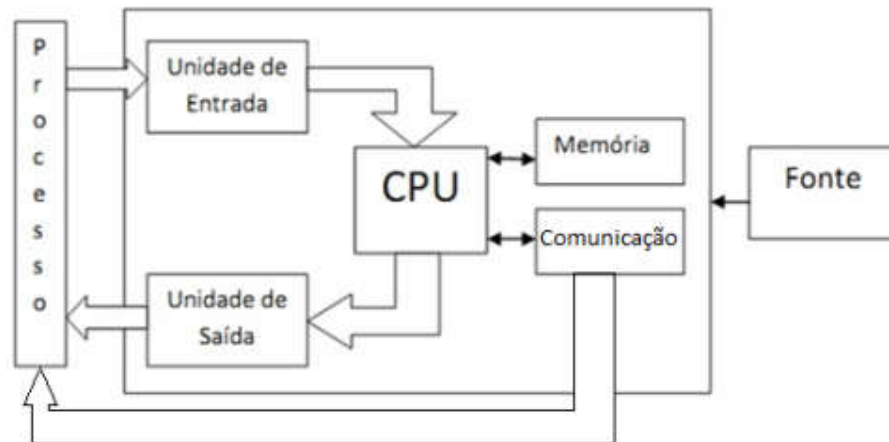
desenvolver protótipos de controladores programáveis. Os primeiros resultados apareceram no final de 1969 e início de 1970.

Durante a década de 70 os CLPs foram evoluindo à medida em que era necessária uma maior velocidade de integração e desenvolvimento de novos componentes no mercado, fechando a década com recursos e confiabilidade bastante atrativos. Foi na década de 80 que os CLPs tiveram sua utilização altamente difundida, principalmente pelo alto grau de funcionalidade de aplicações anteriores, que agora já podiam ser analisadas, discutidas e relatadas. Isso fez com as empresas preocupadas com qualidade, produtividade, flexibilidade, e competitividade, adotassem de vez esta tecnologia e consagrassem definitivamente o equipamento, juntamente com CNCs (Sistema de Controle Numérico) e SDCDs (Sistemas Digitais de Controle Distribuído) como as melhores soluções para automação de "chão de fábrica".

Na década de 90 novas tecnologias vieram juntar-se aos CLPs, ao mesmo tempo em que os SDCDs passaram a ser cada vez menos utilizados. Com a popularização e redução de custo dos microcomputadores pessoais, vários softwares de controle em PC passaram a ser comercializados e sistemas baseados nesta tecnologia começaram a ser utilizados no lugar dos CLPs. Junto com isso foram criadas redes padronizadas não proprietárias que possibilitam a distribuição do controle pela planta, colocando o elemento de controle próximo ao elemento inicial e final.

As partes componentes mais importantes dos CLPs, vistos no Diagrama da Figura 3 são:

- Fonte de alimentação;
- UCP ou CPU (Unidade Central de Processamento);
- Unidade de entrada (analógica e digital);
- Unidade de saída (analógica e digital);
- Comunicação;



**Figura 3: Diagrama representativo de um CLP**

**Fonte: SIEMENS, 2003**

A parte mais importante do CLP é a CPU – Unidade Central de Processamento -, que é composta basicamente de um processador e componentes auxiliares, fonte de alimentação, barramento de comunicação e memória de trabalho.

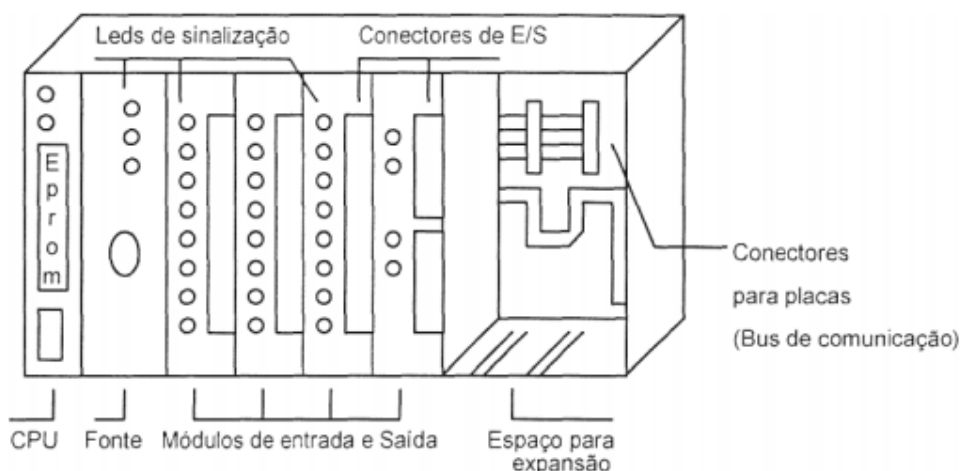
A fonte de alimentação alimenta a CPU e as entradas e saídas. Normalmente as fontes são projetadas para fornecer várias tensões de alimentação para os módulos. O processador normalmente necessita de uma alimentação de 5 Vcc (volts em corrente contínua). Cartões de entradas e saídas digitais precisam de alimentação auxiliar para os elementos de chaveamento e conversão, normalmente de 12 Vcc ou 24 Vcc. Cartões de entradas e saídas analógicas necessitam de alimentação 24 Vcc.

As unidades de Entrada e de Saída também são conhecidas como Interfaces de Entradas e de Saída. São nestas unidades que os atuadores e sensores irão se comunicar com o CLP.

Sobre a comunicação alguns CLPs de pequeno porte ainda possuem uma IHM (Interface Homem-Máquina) que permite o usuário desenvolver o programa. Porém a maioria dos programas utilizados nos sistemas de Automação Industrial atualmente são complexos o suficiente para inviabilizar esta prática. Então hoje é comum que os CLPs se comuniquem com algum computador pessoal para desenvolvimento do programa de controle nestes computadores.

### 2.2.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Do ponto de vista construtivo, um CLP pode ser compacto ou modular. CLPs compactos possuem todos os componentes vistos anteriormente num único módulo. Normalmente tem um número fixo de entradas e saídas, todas funcionando na mesma tensão. Algumas possuem entradas e saídas analógicas e certos modelos possuem módulos de expansão, com entradas e saídas extras, mas normalmente o número de pontos de E/S da maior configuração possível não é muito grande. Na Figura 4 vemos uma configuração típica:



**Figura 4: Características construtivas do CLP**

Fonte: SIEMENS, 2003

A capacidade de configuração de um CLP é muito alta e o número de pontos total normalmente é grande. Este tipo de CLP é usado onde haja um grande número e variedade de pontos a serem controlados.

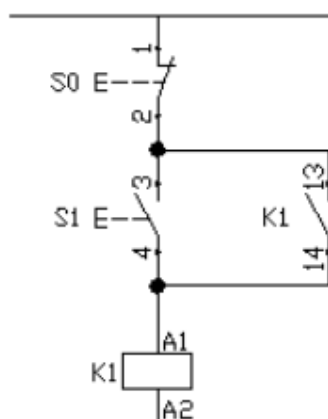
### 2.2.2 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DO CLP (*LADDER*)

*Ladder* é uma linguagem de programação gráfica, em forma de diagrama, que por ser de fácil criação e interpretação e representar ligações físicas entre componentes eletrônicos (sensores e atuadores), acaba sendo bastante utilizada em ambiente industrial (SILVEIRA, WINDERSON, 1988).

A linguagem *Ladder* nasceu na necessidade de facilitar a programação em ambientes industriais, remetendo para uma linguagem de alto nível e fácil de ser utilizada (SILVEIRA, WINDERSON, 1988).



Tal linguagem foi a primeira que surgiu na programação dos CLPs, pois sua funcionalidade procurava imitar os antigos diagramas elétricos, utilizados pelos técnicos e engenheiros da época. O objetivo era o de evitar uma quebra de paradigmas muito grande, permitindo assim a melhor aceitação do produto no mercado. O diagrama de contatos (*Ladder*) consiste em um desenho formado por duas linhas verticais, que representam os pólos positivo e negativo de uma bateria, ou fonte de alimentação genérica. Entre as duas linhas verticais são desenhados ramais horizontais que possuem chaves. Estas podem ser normalmente abertas, ou fechadas e representam os estados das entradas do CLP. Dessa forma, como pode ser visto nas Figuras 5 e 6, fica muito fácil passar um diagrama elétrico para linguagem Ladder, bastando transformar as colunas em linhas.



**Figura 5: Diagrama elétrico de uma partida direta**

Fonte: LOGO, 2009



**Figura 6: Diagrama de uma partida direta em LADDER**

Fonte: LOGO, 2009

O programa ainda pode conter uma sequência que pode ainda conter uma etiqueta e comentários. Uma etiqueta (%L) é utilizada para identificar uma sequência no programa ou rotina, mas não é obrigatória. As etiquetas são também utilizadas

para permitir saltos entre sequências. Os comentários são integrados nas sequências e permitem uma melhor compreensão mas não são obrigatórios.

## 2.3 SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

De maneira simplificada, podemos definir que o sistema supervisório é composto por telas, base de dados e drivers de comunicação. Suas telas de operação são animadas pelas informações provenientes da base de dados que, por sua vez, é povoada pelos dados transacionados com as diversas fontes de campo (CLPs e outros dispositivos) por *drivers* específicos, que permitem comunicação através dos mais diversos protocolos existentes no meio industrial (PAIOLA, 2009). De um modo geral, um CLP pode ser interfaceado a um sistema computacional que obtém os dados do processo e os transforma em dados gráficos (SILVA, 2004; RIBEIRO, 2001).

Atualmente além de poder visualizar na tela tudo o que está acontecendo no processo industrial, também é possível controlar o processo através do sistema supervisório, modelo este denominado SCADA (*Supervisory Control And Data Aquisition*).

O primeiro registro da utilização de um sistema supervisório foi no início da década de 1980. Estes supervisórios eram dotados de pouca tecnologia visto que os computadores da época não tinham muitos recursos e ocupavam enormes espaços. Havia alguns supervisórios que utilizavam microcomputadores, mas por ser uma nova tecnologia na época, seu custo era extremamente elevado. Dessa forma, somente plantas de energia e petróleo utilizavam-se destas, pois a necessidade de mais recursos viabilizava o alto custo (VAX, 2008).

Os sistemas de automação industrial modernos atingiram tal nível de complexidade que a intuição e experiência humana não são mais suficientes ou eficientes para construir rapidamente modelos bem definidos dos mesmos. Um ambiente de modelagem torna-se necessário para que se alcance esse objetivo. Nestas circunstâncias, o planejamento da arquitetura do sistema é, talvez, o aspecto mais importante.

O supervisório permite a operação e visualização através de telas gráficas elaboradas para qualquer processo industrial ou comercial, independente do tamanho de sua planta. O trabalho do projetista consiste basicamente na elaboração

das telas de acordo com o processo a ser controlado, da configuração dos comandos e da indicação para a boa operação da planta.

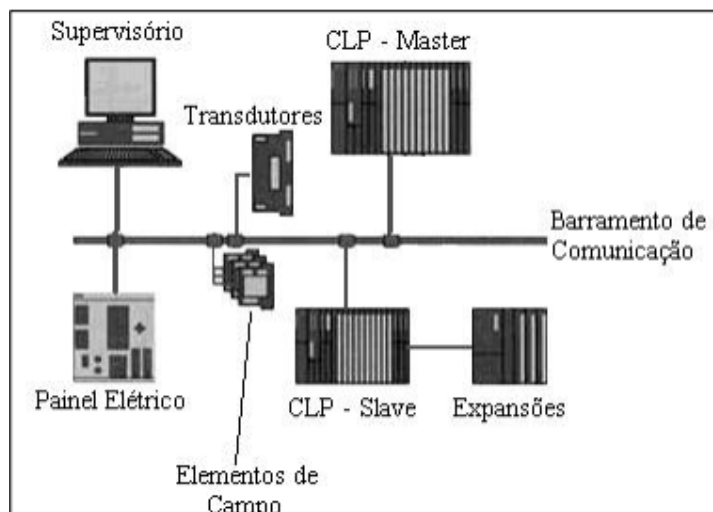
Existe hoje no mercado uma enorme gama de programas supervisórios desenvolvidos por inúmeras empresas de tecnologia, muitos totalmente nacionais, com protocolos de comunicação e drivers de aquisição de dados desenvolvidos, especialmente para CLPs de fabricação nacional. Além disso, juntamente com os supervisórios nacionais, foram também desenvolvidos interfaces de comunicação para equipamentos internacionais, já que a aplicação de tais equipamentos é ampla em todo o mundo, como no caso de CLPs da Siemens e Bosch (empresas alemãs) e Allen Bradley (empresa americana), que integram a maior parte das automações industriais de nosso país. Pode-se dizer que os sistemas supervisórios atuam como ferramentas multifuncionais, que atuam de diversas maneiras no mercado.

### 2.3.1 ESQUEMA BÁSICO DO SISTEMA

Os sistemas supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipulados, analisados, armazenados e, posteriormente, apresentados ao usuário. Estes sistemas também são chamados de SCADA (SILVA e SALVADOR, 2005).

O esquema básico de sistema supervisório é constituído em princípio pela inclusão de um microcomputador do tipo PC (computador pessoal) a um sistema de controle já implementado ou não, que na maioria dos casos é formado por um CLP e seus periféricos. A comunicação entre o PC e o sistema de controle normalmente segue o mesmo protocolo, entretanto, com a ajuda de interfaces é possível estabelecer a intercomunicação em diversos protocolos. Isso garante a implantação do supervisório em todos os sistemas de controle.

O barramento de comunicação é composto de vários protocolos, normalmente são RS232C ou RS485 na comunicação entre CLP. O supervisório irá supervisionar todos os equipamentos conectados ao barramento de comunicação de dados. A Figura 7 mostra um exemplo de comunicação via barramento de um sistema controlado por supervisório.



**Figura 7: Esquema básico de um sistema supervisório**

**Fonte: Centralmat, 2005**

Para possibilitar a troca de informações entre sistemas supervisórios e CLPs, foram desenvolvidos drivers de comunicação, já que os fabricantes de CLPs e softwares supervisórios podem não ser os mesmos. Uma das tarefas mais comuns do supervisório é o controle estatístico do processo, que, ao processar as variáveis, pode confeccionar gráficos e apontar tendências. O operador de sistema terá a sua disposição uma tela gráfica representando parte ou o todo do processo, seus parâmetros (*set points*) e os valores reais de campo.

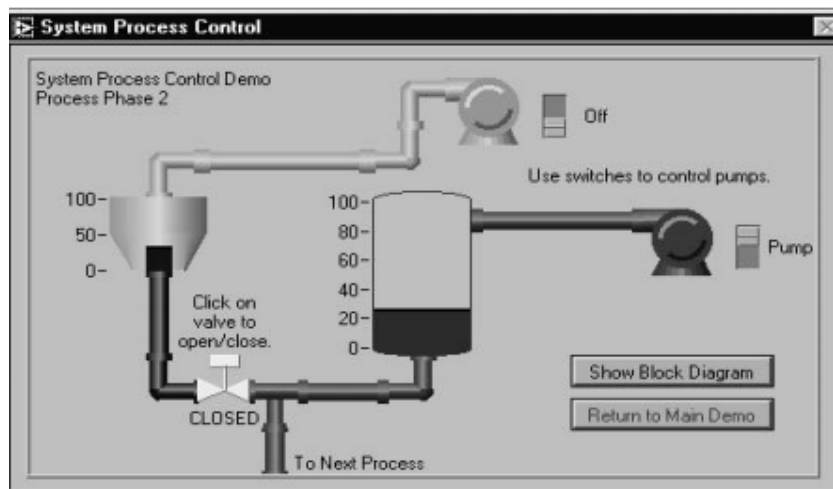
### 2.3.2 TELAS GRÁFICAS E ALGORÍTIMOS DE CONTROLE

As possibilidades de construção das telas que servem como interface homem-máquina são inúmeras mas sua montagem depende, basicamente, da visão do processo do programador. Como não existe uma disposição determinada para cada objeto, existe, na maioria dos supervisórios do mercado, um algoritmo de controle. O algoritmo de controle, assim chamado, é a reunião dos cálculos, dos parâmetros, dos alarmes, das propriedades dos objetos e tudo que não for gráfico e fizer parte das telas do supervisório, sejam visíveis ou não.

As telas gráficas ilustram o processo com seus parâmetros e variáveis e contêm, também, alguns elementos lógicos como botões de liga/desliga,

potenciômetros deslizantes, caixas de valores de set points entre outros objetos. No algoritmo é associado um evento a cada objeto, ou seja, quando acionamos um botão de liga/desliga na tela, dizemos através do supervisor ao CLP, que queremos que determinada função ou um elemento de campo seja ativado.

Na Figura 8 é apresentado um exemplo de tela de um sistema supervisorio:



**Figura 8: Demonstração de tela de supervisorio**

Fonte: Centralmat, 2005

## 2.4 SENSORES

Os sensores são componentes elétricos que funcionam como dispositivos de entrada. Nem todas as entradas são explicitamente sensores, porém quase todas elas utilizam sensores (KARVINEN,2014).

Sensores são dispositivos capazes de detectar e registrar a radiação eletromagnética, em determinada faixa do espectro eletromagnético, e gerar informações que possam ser transformadas num produto passível de interpretação, quer seja na forma de imagem, na forma gráfica ou de tabelas (NOVO, 1989). Podem, ainda, informar um circuito eletrônico a respeito de um evento que ocorra externamente, sobre o qual ele deve atuar, ou a partir do qual ele deve comandar uma determinada ação (UNESP, 2010).

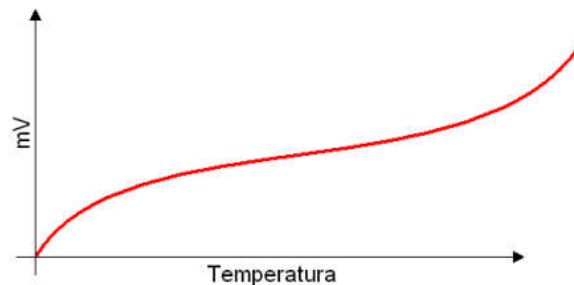
O tipo de sensor a ser usado na aplicação depende de uma série de fatores, como estado físico do material. Alguns são mais adequados para medição de líquidos, enquanto outros tem melhor aplicação na medição de sólidos granulares ou pós (QUINTILHA e FILHO 2013). Da mesma forma alguns sensores são mais

sensíveis à temperatura, sendo aplicáveis em ambientes controlados ou com poucas variações, além disso, para medição de substâncias com temperatura extremamente altas é recomendado o uso de medidores sem contato

A escolha do sensor pode envolver outras restrições, como o preço, a facilidade de instalação, manutenção e calibração. De forma geral, os medidores contínuos apresentam saída em corrente de 4-20mA, sendo 4mA o menor nível e 20mA o maior nível a ser medido. Desta forma, o medidor deve ser calibrado para o vaso a ser utilizado e a escala é interpretada pelo dispositivo, como um CLP. Os medidores de nível, no geral, possuem uma saída para o acionamento de um relé, que provê a tensão necessária para o acionamento do equipamento ligado.

#### 2.4.1 SENSOR ANALÓGICO

Sensores analógicos são aqueles que respondem através de sinais analógicos, ou seja, sinais que, mesmo limitados em uma certa faixa e podem variar entre inúmeros valores de tensão intermediários (PATSKO, 2006). Esse tipo de sensor pode assumir qualquer valor no seu sinal ao longo do tempo, desde que esteja dentro de sua faixa de operação. Essas variáveis são mensuradas por elementos sensíveis com circuitos eletrônicos não digitais. Na Figura 9, encontramos um exemplo de uma variável.



**Figura 9: Variação de uma grandeza física**

**Fonte: UNESP, 2010**

#### 2.4.2 SENSOR DIGITAL

Esse tipo de sensor pode assumir apenas dois valores no seu sinal de saída ao longo do tempo, que podem ser interpretados como "0" ou "1" lógicos. Não existem grandezas físicas que assumam esses tipos de valores, mas eles são assim mostrados ao sistema de controle após serem convertidos por um circuito eletrônico.

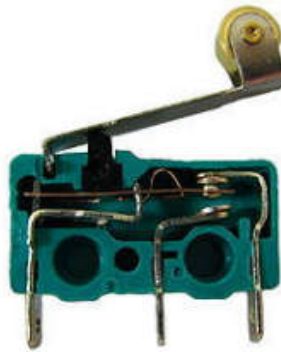
É muito utilizado na detecção de passagem de objetos, *encoders* na determinação de velocidade e distancia.

### 2.4.3 TRANSDUTOR

Um transdutor é um componente que transforma um tipo de energia em outro (PATSKO, 2006). É a denominação que recebe um dispositivo completo, que contem o sensor usado para transformar uma grandeza em outra que possa ser utilizada nos dispositivos de controle. Um transdutor pode ser considerado uma interface as formas de energia do ambiente e o circuito de controle.

### 2.4.4 CHAVE FIM DE CURSO

Sensores do tipo chave de fim de curso, visto na Figura 10, são chaves ou até mesmo interruptores ou chaves comutadoras que atuam em um circuito sobre o modo liga/desliga quando uma ação mecânica acontece no seu elemento atuador. É possível utilizar esses sensores de diversas formas, porém sua finalidade principal é detectar quando um dispositivo atinge seu deslocamento máximo.



**Figura 10 : Chave fim de curso**

**Fonte: Sirius Detecção**

### 2.4.5 SENSORES DE NÍVEL

Os sensores de nível medem a altura de um liquido dentro de um recipiente podendo ser do tipo discreto ou contínuos, ou seja, um sensor de nível é um dispositivo utilizado para controlar líquidos ou sólidos granulados acondicionados em

reservatórios, silos e tanques, abertos ou pressurizados. Sua aplicação é voltada para o controle de fluxo e na medição contínua.

### SENSORES DE NÍVEL DISCRETOS

Os sensores de nível discretos detectam quando o líquido atinge um determinado nível. As tecnologias mais empregadas são as boias com chave de nível, foto células, sondas com eletrodos que detectam a resistência.

### SENSORES DE NÍVEL CONTÍNUOS

Os detectores de nível contínuos fornecem um sinal proporcional ao nível do líquido. De forma geral, os medidores contínuos apresentam saída em corrente de 4-20mA, sendo 4mA o menor nível e 20mA o maior nível a ser medido. Desta forma, o medidor deve ser calibrado para o vaso a ser utilizado e a escala é interpretada pelo dispositivo, como um CLP. Os medidores de nível, no geral, possuem uma saída para o acionamento de um relé, que provê a tensão necessária para o acionamento do equipamento ligado. Na Figura 11 podemos verificar o sensor aplicado em nosso projeto.



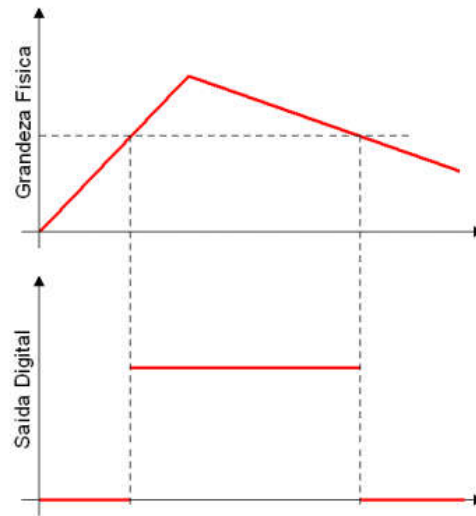
**Figura 11: Sensor de nível para líquidos**

**Fonte : ICOS**

#### 2.4.6 TIPOS DE SAÍDA

Quando a saída do dispositivo for digital ou binária recebe o nome de saída discreta. Esse tipo de saída é capaz de determinar se uma grandeza atingiu um valor determinado. A Figura 12 exemplifica a saída de um sensor discreto:

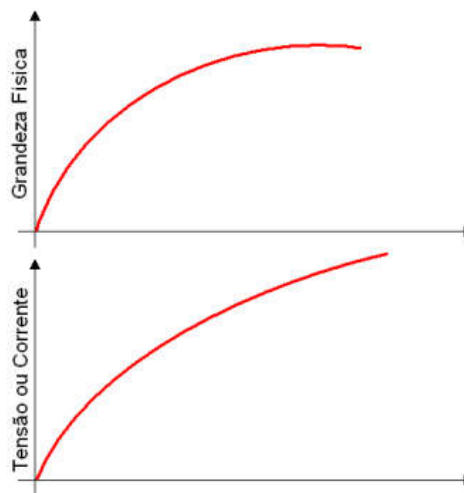




**Figura 12: Saída de um sensor digital de acordo com a variação da entrada**

**Fonte : UNESP, 2010**

O outro caso em destaque são os sensores que possuem uma saída contínua. Esses sensores possuem sua saída próxima ao comportamento real da grandeza física a ser medida. A Figura 13 apresenta um exemplo de comportamento deste tipo de sensor:



**Figura 13: Saída de um sensor analógico**

**Fonte UNESP, 2010**

### 3. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

Segundo MEDEIROS (2002), o sistema de abastecimento de água é o serviço público constituído de um conjunto de sistemas hidráulicos e instalações, responsável pelo suprimento de água para atendimento das necessidades da população de uma comunidade, trazendo assim benefícios como o controle e prevenção de doenças, melhores condições sanitárias, conforto e segurança coletiva e o desenvolvimento de práticas recreativas e de esportes.

Chama-se de sistema de distribuição o conjunto formado pelos reservatórios e rede de distribuição, subadutoras e elevatórias que recebem água de reservatórios de distribuição. Por outro lado, rede de distribuição é um conjunto de tubulações e de suas partes acessórias destinado a colocar a água a ser distribuída a disposição dos consumidores de forma contínua e em pontos tão próximos quanto possível de suas necessidades. É importante mencionar o conceito de vazões de distribuição que é o consumo distribuído mais as perdas que normalmente acontecem nas tubulações distribuidoras. Tubulação distribuidora é o conduto da rede de distribuição em que são efetuadas as ligações prediais dos consumidores. Esta tubulação pode ser classificada em condutos principais, aqueles tais que por hipóteses de cálculos permite a água alcançar toda a rede de distribuição, e secundários, demais tubulações ligadas aos condutos principais.

#### 3.1 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS

Um dos tipos de construção que recebe abastecimento da rede pública de água são os condomínios residenciais. Neste trabalho será utilizado como exemplo um condomínio com 16 unidades de apartamentos que possui aproximadamente 50 moradores residindo em seu interior e por isso necessita armazenar grande volume de água para suprir a demanda de consumo existente. Estes locais baseiam-se na NBR 5626 – Instalação Predial de Água Fria para dimensionamento dos reservatórios garantindo o suprimento de água. Esta norma utiliza a estimativa de 200 litros/dia para cada pessoa que mora em apartamento e diz ainda que os reservatórios têm de suprir os moradores por dois dias. Ainda segundo essa norma deve ser destinado  $\frac{3}{5}$  desta quantidade de água no reservatório inferior e o

restante no reservatório superior, com média de consumo real de 420 m<sup>3</sup>/mês e 130 litros/dia por morador.

No prédio utilizado como referência há duas caixas d'água com 5000 litros cada e uma cisterna com 24m<sup>3</sup> para armazenamento que visa garantir autonomia de dois dias sem receber água da concessionária atendendo a NBR 5626.

No condomínio é utilizado como referência uma cisterna, mostrada na Figura 14, para armazenamento de água da concessionária com aproximadamente 24 m<sup>3</sup> com pressão de entrada de 10 m.c.a. e sua vazão de 12 m<sup>3</sup>/h que leva aproximadamente duas horas para seu enchimento, sendo responsável pelo abastecimento de duas caixas d'água com para enviar aos apartamentos.



**Figura 14: Cisterna do Condomínio**

**Fonte: Sistema estudado**

Para isso acontecer opera com duas bombas centrífugas Scheneider, modelo 91 C acopladas a um motor Weg 0,75 CV trifásico 220V, com vazão máxima de 9,6 m<sup>3</sup>/h, mostradas na Figura 15, para retirar água da cisterna e enviá-la para as duas caixas d'água que ficam na parte superior do condomínio, levando aproximadamente quinze minutos para completar seus níveis.



**Figura 15: Bombas Centrífugas**

**Fonte: Sistema estudado**

As caixas d'água possuem 5.000 litros como apresentamos nas Figuras 16 e 17, são abastecidas simultaneamente, com uma chave boia posicionada em uma das caixas para mandar sinal de nível para o painel de acionamento das bombas conforme a Figura 16. Elas mantêm o condomínio abastecido de cinco a seis horas sendo assim completadas de três a quatro vezes ao dia.



**Figura 16: Caixa D'água com chave boia**

**Fonte: Sistema estudado**



**Figura 17: Segunda Caixa D'água Condomínio**

**Fonte: Sistema estudado**

O painel de acionamento está posicionado no hall de entrada, abaixo das escadas, sendo local não tão acessível para todos os moradores, como mostrada na Figura 18. Possui duas chaves manuais que tem por função a seleção manual das bombas e o ciclo automático ou manual das bombas mostradas nas Figuras 19 e 20. Contém ainda um contator e relê térmico para cada bomba para acionamento e proteção em caso de superaquecimento.



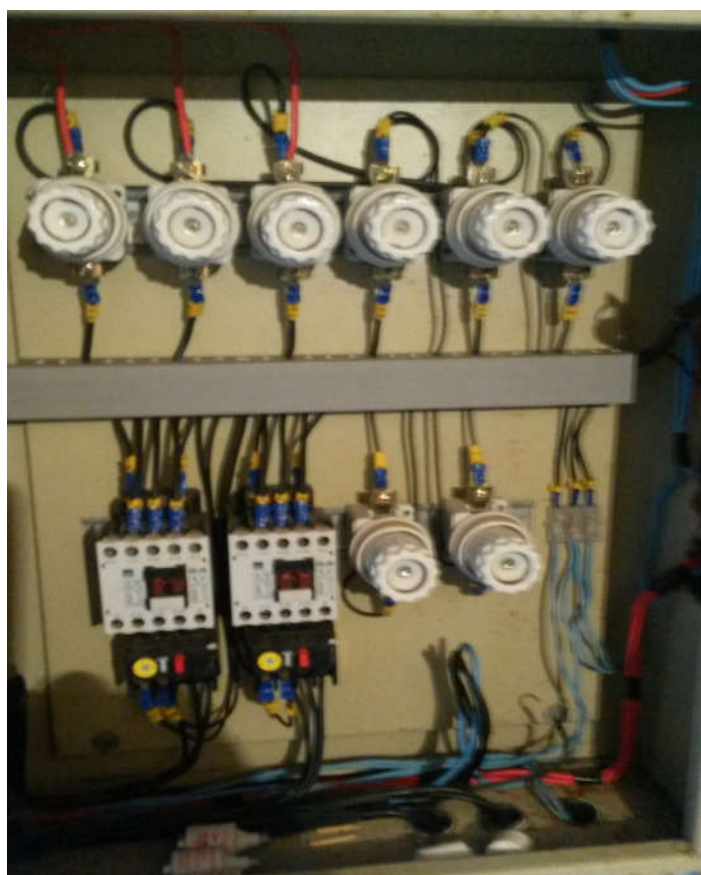
**Figura 18: Acesso Painel**

**Fonte: Sistema estudado**



**Figura 19: Chaves Seletoras Frente Painel**

**Fonte: Sistema estudado**



**Figura 20: Interior Painel Acionamento**

**Fonte: Sistema estudado**

Para proteção do circuito são utilizados os fusíveis diazed mostrados na Figura 21 a qual mostra os fusíveis de proteção para reposição em caso de queima de algum no painel de acionamento.

Em seu ciclo automático uma das bombas estará selecionada manualmente e, a partir do sinal de nível baixo das caixas, através da chave boia, acionará a bomba para puxar água da cisterna somente se esta estiver com água. Isto porque esta também possui uma chave boia em seu interior para não haver acionamento a seco. Quando do envio de água para as caixas, ao encherem, a chave boia mandará sinal para desligamento das bombas. Caso ocorra algum problema no ciclo automático pode ser utilizado o ciclo manual que ligará a bomba. Neste ciclo não ocorre o desligamento com nível alto. Somente haverá desligamento por meio da chave seletora.



**Figura 21: Fusíveis Diazed**

**Fonte: Sistema estudado**

Utilizando este sistema é possível o abastecimento automático de água aos condôminos, mas a rotatividade das bombas necessita ser feito manualmente, o que necessita de pessoal que possua conhecimento completo do sistema. Neste processo cada bomba fica em operação por uma hora em cada dia que esteja selecionado. Os níveis de água da cisterna e caixa d'água são desconhecidos sem a verificação visual no local, item que seria de grande ajuda para a limpeza, a qual se faz necessária pelo menos duas vezes ao ano, e para a manutenção preventiva ou corretiva das bombas e fusíveis. Caso ocorra entrada de ar no sistema a bomba trabalhará a seco e sofrerá aquecimento ocasionando danos internos aos rolamentos, podendo também ocasionar travamento do eixo, danificando os anéis de

vedação, acarretando vazamentos de água para o exterior ou para a parte interna do motor podendo ocorrer a queima do equipamento.

**Tabela 1: Tempo de Trabalho Bombas Centrífugas**

	Modo Atual	Modo Proposto
Bomba 1	1h/dia	30m/dia
Bomba 2	Parada	30 m/dia

A Tabela 1 mostra o tempo de trabalho de cada bomba operando no modo atual e no modelo proposto, sendo que no atual se não houver a troca manual da bomba apenas uma irá operar. No modelo proposto as duas bombas irão operar em tempos iguais todos os dias.

A Figura 22 mostra os rolamentos danificados devido a vazamentos internos na bomba que acaba sofrendo oxidação e começando a girar presos podendo ocorrendo o travamento do eixo.



**Figura 22: Rolamentos Danificados**

**Fonte: Sistema estudado**

### 3.2 CRIANDO O PROTÓTIPO DIDÁTICO

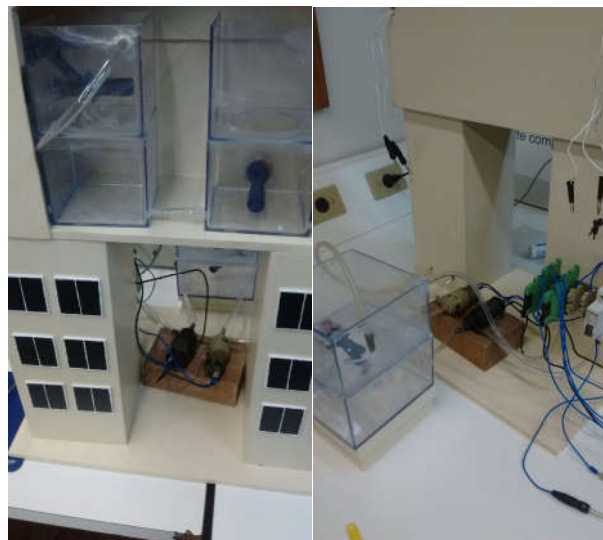
Para visualizar a automação do edifício foi criado um protótipo com as mesmas características da planta real. Foi elaborado um modelo em madeira do edifício e, para representação das cisterna e do tanque, foram confeccionados recipientes para armazenamento da água.

O funcionamento do protótipo é composto pelos seguintes dispositivos:



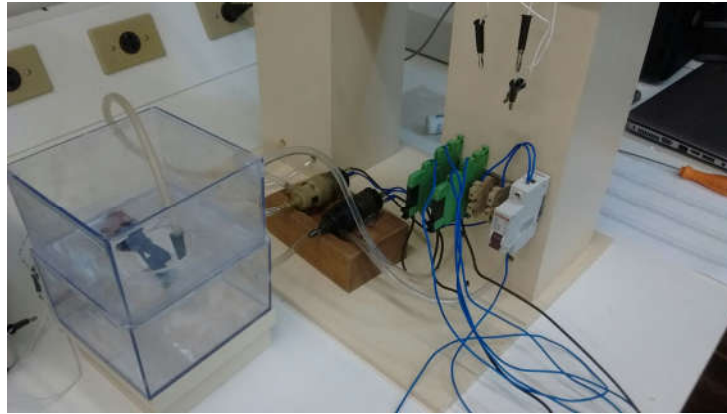
- Disjuntor: dispositivo de proteção que desarma ao ser transpassado por uma corrente elevada. Neste caso será responsável pela proteção de uma bateria de 12 Vcc (Volts em corrente contínua).
- Bateria: componente armazenador de energia. Possui uma tensão de 12 Vcc e será responsável pela alimentação das bombas hidráulicas.
- Relés: dispositivo eletromecânico formado por um magneto móvel, que se desloca unindo dois contatos metálicos. Serão acionados através das saídas do CLP. Os mesmos possuem três contatos (normalmente aberto - NA, comum e normalmente fechado - NF). A alimentação passará pelo NA e o contato.
- Bornes: são conectores que farão a interligação de fios para alimentação quando necessário.
- CLP: responsável por gerenciar o processo e suas etapas.
- Sensores de nível: serão utilizados quatro sensores para níveis da cisterna e do tanque. Foi definido que a cisterna receberá um sensor de nível baixo, para evitar acionamentos da bomba hidráulica a seco. Os três outros sensores serão alocados junto ao tanque. Esses sensores serão alimentados por um fonte 24 Vcc que está integrada a maleta do CLP, enquanto, o outro cabo será responsável pelo sinal.

Na Figura 23 pode-se verificar partes do protótipo pronto: na primeira (a) vê-se a estrutura frontal do protótipo na qual visualiza-se os tanques e as bombas. Nas Figuras (b) e (c), observam-se as ligações elétricas.



(a)

(b)



(c)

**Figura 23 (a): Vista Frontal Protótipo; (b) e (c): Ligações Elétricas**

**Fonte: Autoria Própria**

### 3.3 IMPLEMENTANDO O CLP AO PROTÓTIPO DIDÁTICO

O protótipo descrito na seção anterior foi automatizado com o uso de um CLP Siemens S7 200. Este utiliza um sensor de nível baixo para a cisterna, necessário devido ao fato de não podermos iniciar uma das bombas centrífugas a seco. Se este quesito for desrespeitado é possível que haja graves danos.

No tanque, por sua vez, foram colocados três sensores para os níveis baixo, médio e alto. Quando o nível de água ficar abaixo do médio, automaticamente o CLP deve mandar um sinal para próxima bomba, que irá regularizar o nível conjunto do tanque. Dessa maneira ocorrerá a alternância de bombas, o que acarretará na melhor conservação das mesmas. Quando o nível ultrapassar o sensor de nível alto, automaticamente o processo será interrompido impedindo assim possíveis problemas decorrentes de um vazamento. Além disso, foi utilizada uma manopla para alternância de automático/manual.

Foram inseridos botões pré-definidos:

- Liga: iniciará o processo.
- Desliga: fará a parada do processo.
- Emergência: será utilizado quando for necessário uma parada imediata no processo.

Após ter sido definido todos os componentes e suas aplicações ao processos, é possível a interação ao CLP. Observe que existem ferramentas para melhor

compreensão, visualização de etapas e auxílio a programação em si, como a aplicação da linguagem de programação denominada Grafcet.

### 3.3.1 SYMBOL TABLE

O *symbol table* é uma ferramenta que auxilia a compreensão do processo, pois com ela pode-se nomear os códigos utilizados durante a programação, os quais são em formato de bits. Partindo-se do princípio que cada byte tem oito bits, os códigos são iniciados de 0.0 e vão até 0.7, 1.0 a 1.7 e assim sucessivamente. As entradas, saídas e memórias são relacionadas por letras *I*, *Q* e *M*, respectivamente, como mostra a Tabela 2:

**Tabela 2: relação das entradas e saídas no *symbol table***

EMERGENCIA	I0.0	ACIONA EMERGÊNCIA
LIGA	I0.1	ACIONA BOMBAS
SENSOR_BX_CIST	I0.2	SENSOR PARA CISTERNA
SENSOR_BX_TQ	I0.3	SENSOR NIVEL BAIXO DO TANQUE
SENSOR_MD_TQ	I0.4	SENSOR NIVEL MÉDIO DO TANQUE
SENSOR_AL_TQ	I0.5	SENSOR NÍVEL ALTO DO TANQUE
auto_manual	I0.7	ALTERNANCIA AUTO/MANUAL
ATIVA_T37	M0.0	MEMÓRIA ATIVA TIMER T 37
ATIVA_T63	M0.1	MEMÓRIA ATIVA TIMER T 63
DESLIGA	M0.2	DESLIGA VIA SUPERVISÓRIO
EMERGENCIA_SUPERV	M0.3	EMERGÊNCIA VIA SUPERVISÓRIO
LIGA_SUPERV	M0.4	LIGA VIA SUPERVISÓRIO
COND_ESPERA_ATIV_M0	M1.0	CONDIÇÃO PARA ATIVAR BOMBA 2
MEMORIA_EMERGENCIA	M1.2	MEMÓRIA SET E RESET EMERGÊNCIA
COND_ESPERA_ATIVAR_M1	M1.3	CONDIÇÃO PARA ATIVAR BOMBA 1
BLOQ_B1_AUTO	M1.6	BLOQUEIO DE BOMBA 1
BLOQ_B2_AUTO	M1.7	BLOQUEIO DE BOMBA 2
BOMBA1	Q0.0	SAÍDA PARA ACIONAMENTO DE BOMBA 1
BOMBA2	Q0.1	SAÍDA PARA ACIONAMENTO DE BOMBA 2

### 3.4 O GRAFCET

O Grafcet é um método que descreve, em forma de diagrama gráfico, as várias fases de funcionamento de um sistema automatizado sequencial (JERONIMO, 2009).

O Grafcet é formado pelo conjunto de ações, etapas e transições contidas no processo. Para isso é necessário definirmos o que representam cada uma delas.

- **ETAPAS:** Correspondem aos estados do processo. Elas podem ser ativas nível lógico 1 - ou inativas - nível lógico 0. Durante a etapa podem ocorrer várias ações, sendo que cada ação depende da etapa estar ativa para ser executada, são representadas normalmente por um quadrado. Exemplo: a planta em estado inicial aguardando o início do processo.
- **TRANSIÇÕES:** É a condição de passagem entre as etapas, são representadas por um traço na horizontal entre as linhas das mesmas. O botão de “LIGA” é um exemplo de transição.
- **AÇÕES:** São condições e pré-requisitos para que a etapa seja iniciada, podendo ocorrer durante a etapa. Exemplo: ligar a bomba.

A Figura 24 apresenta a estrutura padrão de um Grafcet, etapas, ações e transições e suas respectivas ligações.

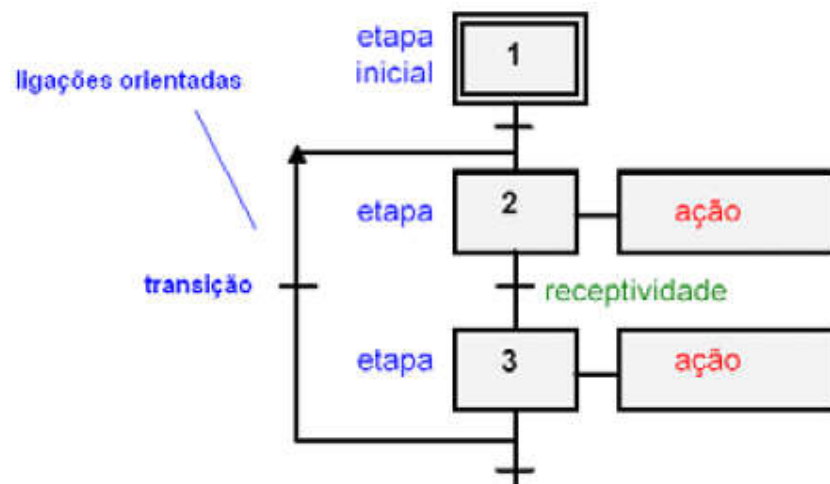


Figura 24: Esquema ilustrativo de um Grafcet.

Fonte ROSÁRIO,2009.

Para início do Grafcet devemos relacionar todos os itens do projeto que serão integrados ao CLP. Como já visto, os CLPS são constituídos de forma básica por

entradas e saídas digitais. No nosso processo entendemos como entradas digitais, os botões (liga, desliga e emergência), o botão de manopla para estados de operação (manual/auto) e os sensores de nível (nível baixo da cisterna e níveis baixo, médio e alto do tanque). Por sua vez as saídas digitais serão para as bombas centrífugas 1 e 2. Além disso, é necessário compreender que um valor digital terá dois níveis lógicos, 0 e 1 (desligado e ligado, baixo e alto, etc), de modo que seja possível elaborar a relação a seguir:

**Tabela 3 - Botões**

	0	1
Liga	Desligado	Ligado
Desliga		
Emergência	Ligado	Desligado

**Tabela 4 - Manoplas (alternância)**

	0	1
Manual/Auto	Manual	Automático

**Tabela 5 – Sensores**

	0	1
Nível Baixo (Cisterna)	Aberto	Fechado
Nível Baixo (Tanque)	Fechado	Aberto
Nível Médio (Tanque)	Fechado	Aberto
Nível Alto (Tanque)	Aberto	Fechado

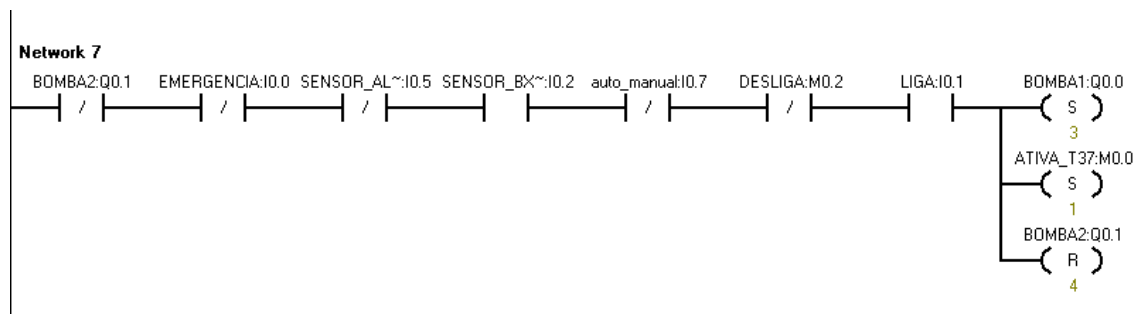
Interessante salientar que no caso dos sensores nível baixo da cisterna e de nível alto do tanque, ambos iniciam-se abertos enquanto os de níveis baixo e médio do tanque iniciam-se fechados.

Juntando todas essas informações podemos elaborar o Grafcet, o mesmo pode ser visto no Anexo A.

### 3.5 IMPLEMENTAÇÃO EM LADDER

Após o conhecimento do processo e a elaboração do Grafcet, é possível iniciar a programação Ladder. O CLP incorporado a CPU Siemens S7-200 possui sete entradas digitais. Neste caso surgiu um impasse, pois precisávamos de um número maior de entradas digitais para resolução deste problema. Assim sendo, alguns dos botões passaram a existir somente no sistema supervisorio. De posse de todos os dados é possível relacionar as entradas, saídas e memórias, em uma tabela de símbolos.

O programa foi elaborado com dezesseis *networks* (linhas de programação). Para um entendimento de melhor forma do processo foram reordenadas as *networks* do programa, a qual será iniciado pela Bomba 1 (Q 0.0). Na Figura 25 podemos observar o start na *Network 7*.



**Figura 25: Network 7 – Acionamento de Bomba 1**

Fonte: Autoria Própria

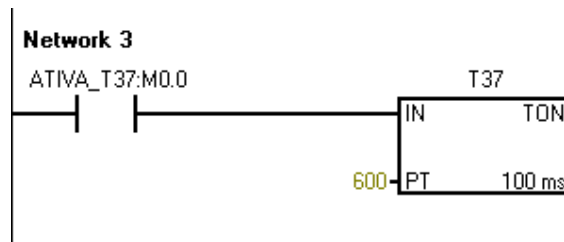
Para o acionamento da Bomba Hidráulica (Q0.0), são necessárias algumas condições para seu funcionamento. Analisando a *network* da esquerda para direita temos:

- Bomba Hidráulica 2 (Q0.1) barrada: se Q0.1 estiver em nível lógico 1 (ligado), a bomba Hidráulica 1 (Q0.0) não pode ser acionada ou “setada”.
- Emergência (I0.0) barrada: quando a emergência for acionada, o contato abre interrompendo assim o acionamento de Q0.0.
- Sensor Alto do Tanque (I0.5): o sensor de nível alto em seu estado inicial está em nível lógico 0, por isso o mesmo é fechado no programa. Quando ele atingir acima do nível alto ele volta ao estado 1, abrindo a linha e não “setando” Q0.0.
- Sensor Baixo da Cisterna (I0.2): o acionamento da bomba centrífuga 1 está condicionado a presença de água na cisterna.

- Auto/Man (I0.7): Quando a chave estiver em estado zero, o programa funcionará em manual.
- Desliga (M0.2): Botão Desliga via supervisor.
- Liga (I0.1): Botão responsável por iniciar o processo.
- Saídas: Bomba Hidráulica 1 (Q0.0), Ativa T37 (M0.0) e Reset da Bomba 2 (Q0.1)

É importante considerar que as mesmas saídas “setadas”, serão “resetadas” em outras etapas do processo.

Na Figura 26 vemos que a memória M0.0 ativado nessa linha está em série com o temporizador T37.



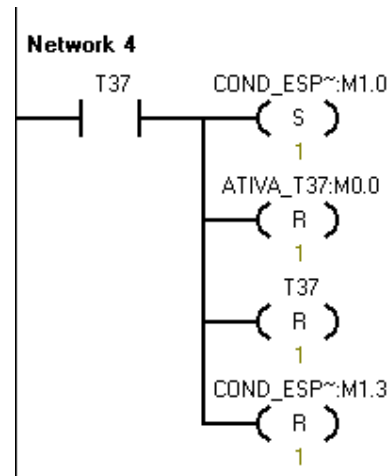
**Figura 26: Network 3 – Acionamento de Temporizador T37**

**Fonte: Autoria Própria**

Temporizadores são utilizados para dar um atraso na alteração do nível lógico do endereço no processo. No nosso caso, o temporizador será utilizado com o tempo próximo ao do abastecimento do tanque e, quando o nível máximo for atingido, o temporizador será zerado.

Os endereçamento que é colocado junto a letra T define qual será a constante de tempo utilizada e seu tempo máximo, os números de “PT” informam o tempo que o mesmo será contado.

Após a contagem de T37, o mesmo acionará um contato aberto chamado de T37, situado na Network 4. Como mostra a Figura 27, o mesmo será responsável por “setar” a memória M1.0, “resetar” as memórias M0.0 (anteriormente usada para iniciar a contagem), M1.3 (usado em modo automático) e o temporizador T37 para o mesmo estar pronto para o próximo ciclo do processo.



**Figura 27: Network 4**  
**Fonte: Autoria Própria**

Como visto na figura acima o contato do temporizador T37, terá quatro funções:

- “Setar” M1.0: essa mesma memória vai aguardar novas condições para acionamento da Bomba Hidráulica 2 (Q0.1)
- “Resetar” M0.0: anteriormente utilizado para o acionamento deste mesmo temporizador.
- “Resetar” T37: é necessário reiniciar o temporizador para aguardo de novas funções.
- “Resetar” M1.3: memória utilizado em modo automático.

Considerando que o tanque está cheio que começará a ser utilizado, a medida que o tanque se esvazia, os sensores voltam ao seu estado inicial. Foi definido que no instante no qual o sensor de nível médio voltar ao estado inicial a bomba deve ser acionada novamente para reiniciarmos o processo de abastecimento.

É necessário também promover uma troca de bombas centrífugas. Como o processo foi inicializado com a Bomba 1 (Q0.0), deve-se proceder o programa com a Bomba 2 (Q0.1). Para isso é preciso voltar a memória (M1.0).

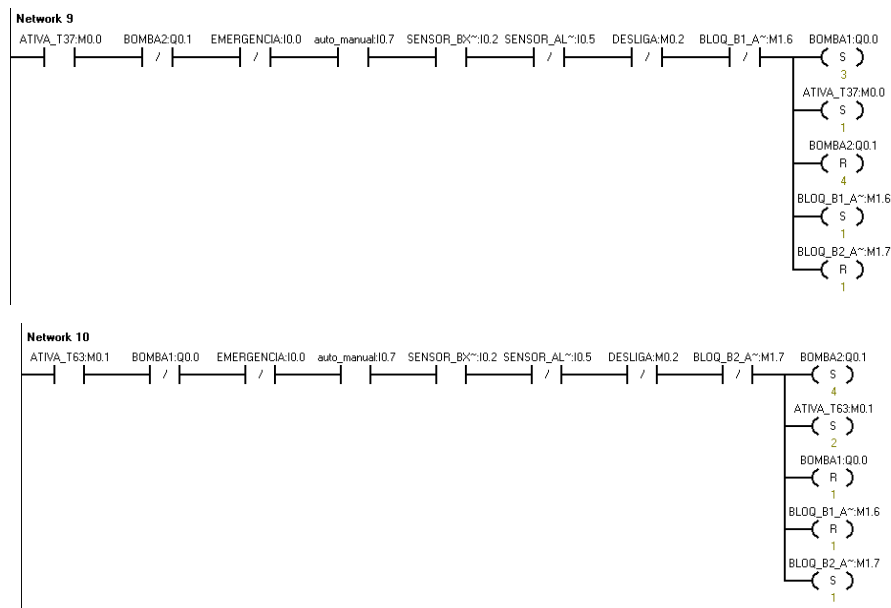




Na Figura 31 é possível verificar a memória M0.1 “setada” anteriormente. Esta é a condição inicial do processo. As condições são as mesmas do acionamento da bomba 1 (Q0.0), a menos do fato de que a bomba 2 não é acionada enquanto ocorre o acionamento da bomba 1.

Todas as Networks vistas até o momento estão em modo manual em sua operação. Quando iniciamos o processo de modo automático, o contato de I0.7 passa a ser normalmente aberto e ocorre a ausência do contato (I0.1), o qual é responsável pelo início do processo. Na Figura 36 podemos verificar essas diferenças e o acionamento das bombas no modo automático.

Além disso, foi adicionada uma memória M1.6 para auxílio do acionamento das bombas. Essa memória será “resetada” quando Q0.1 for acionado. E o contrário acontece em Q0.1, a memória M1.7 auxilia no acionamento de bombas, impossibilitando o acionamento das mesma, que anteriormente havia ligada.

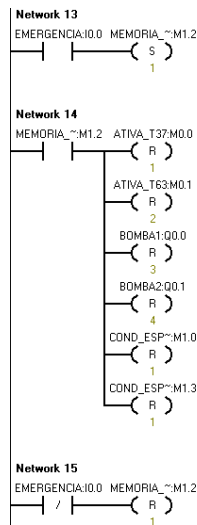


**Figura 31: Networks 9 e 10 – Acionamento de Bombas em modo Automático**

**Fonte: Autoria Própria**

A outra parte do programa é destinada a emergência. A entrada digital de emergência, quando ativada, acionará uma memória M1.2, a qual fará o reset dos temporizadores das saídas. Quando a emergência voltar à posição inicial, a entrada barrada irá “resetar” a emergência. É importante salientar que quando a emergência

for desativada, o processo retornará automaticamente se atenderem as condições da planta. As *networks* que realizam o processo estão apresentadas na Figura 32:



**Figura 32: Networks 13, 14 e 15 - Emergência**

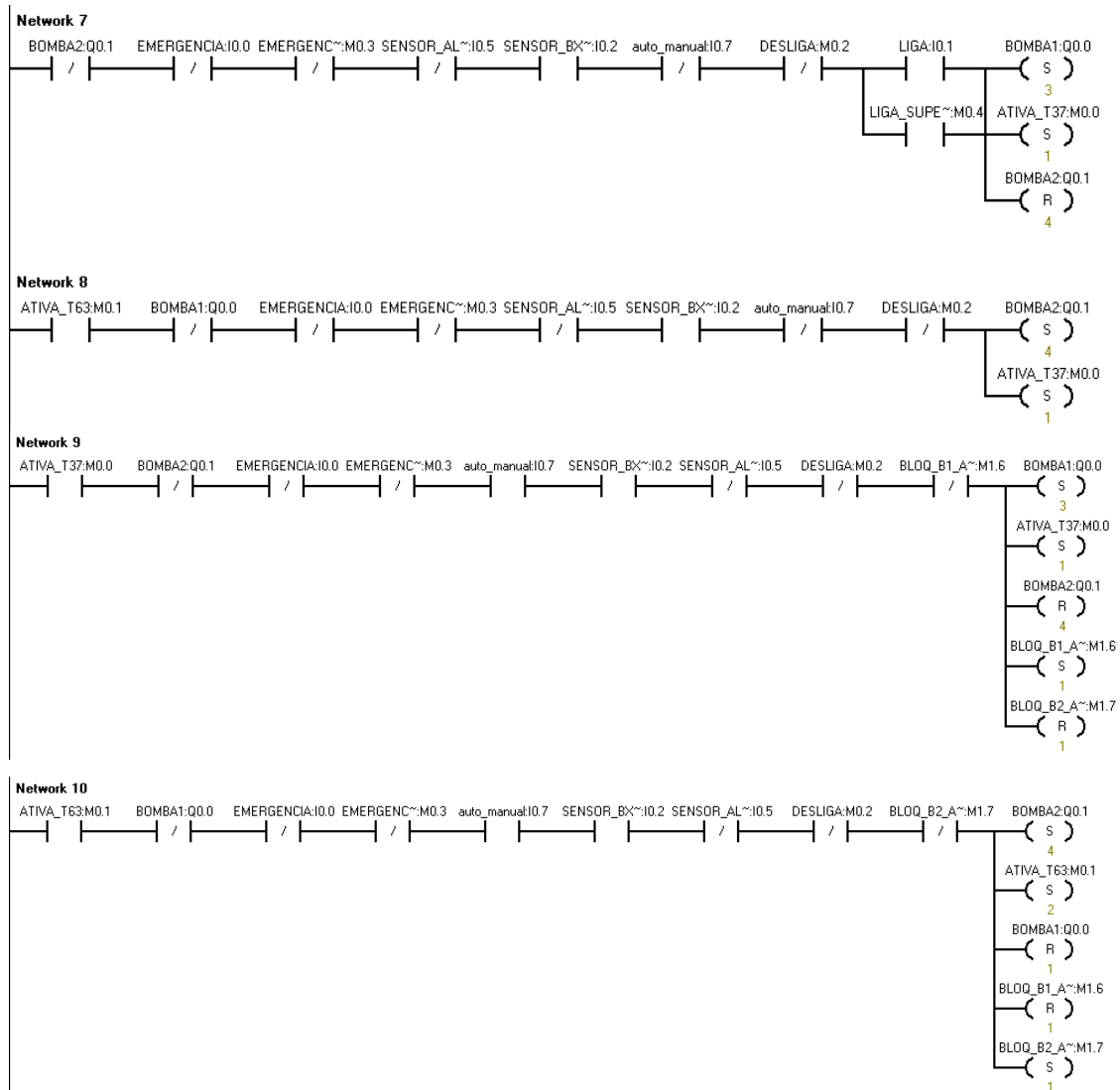
**Fonte: Autoria Própria**

Após a elaboração do programa em Ladder, inicia-se o processo para integração com o sistema supervisor. Para isso, é necessária uma ferramenta, no nosso caso o Top Server, que será responsável por encaminhar as informações do CLP para o sistema supervisor. Também será necessário o uso do OPC dentro do Proficy Ifix. Estes procedimentos devem ser feito em detalhes para cada uma das entradas, saídas e memórias. Observe que é preciso criar um *tag* endereçado para cada um deles.

### 3.6 COMUNICANDO O CLP COM O SUPERVISÓRIO

Para uma melhor interação entre os sistemas do CLP e do supervisor, é necessário fazer uma adaptação nas *networks*. Para isso deve-se definir o que irá compor a tela do supervisor. Na tela haverá um botão Liga, Desliga e emergência. Também haverá leds ligados as entradas dos sensores. O botão Liga estará sempre em paralelo com a linha do programa. Já os botões de desligar e de emergência devem estar em série com a linha do programa.

Após as adequações das *networks* ao supervisor, ocorreram as alterações apresentadas na Figura 33.



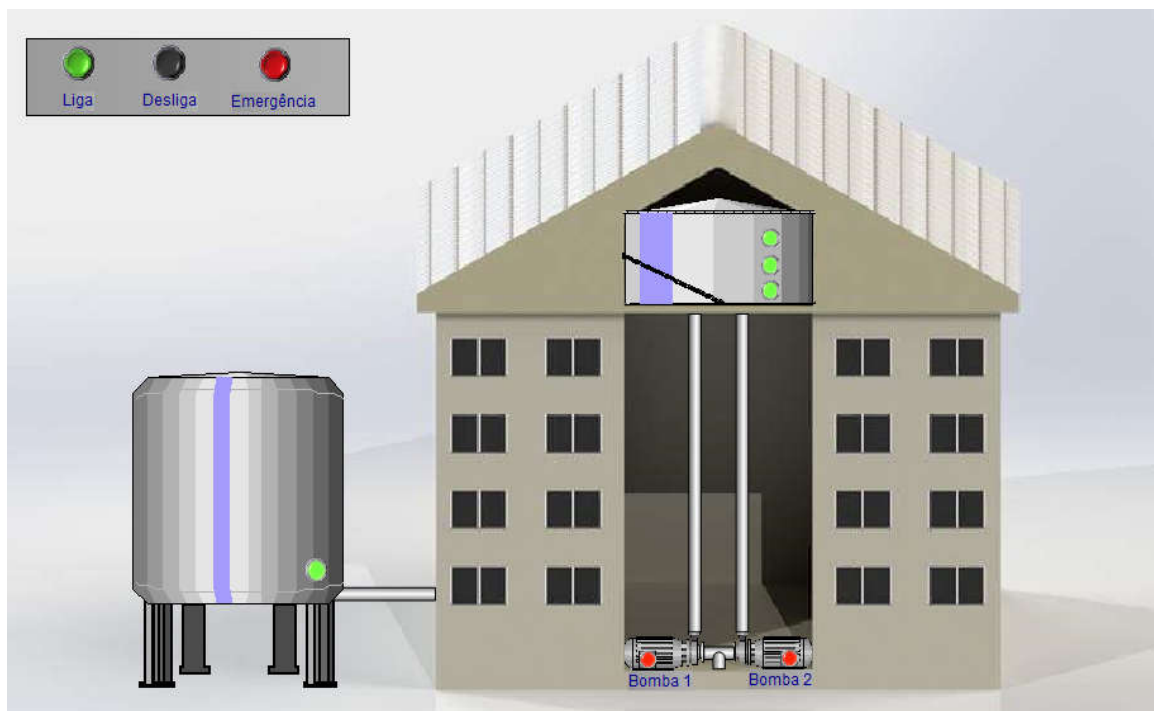
**Figura 33: Networks (adequações para supervisório)**

**Fonte: Autoria Própria**

Após essas alterações e a colocação dos endereçamentos no Top Server inicia-se o supervisório.

### 3.7 INTERFACEAMENTO ATRAVÉS DO SUPERVISÓRIO

O software escolhido para a supervisão do sistema foi o Proficy Ifix. A tela será composta de três botões e quatro leds, além das bombas centrífugas. O sistema supervisório é importante para a integração do homem ao processo. A Figura 34 mostra a tela principal do programa após sua configuração:



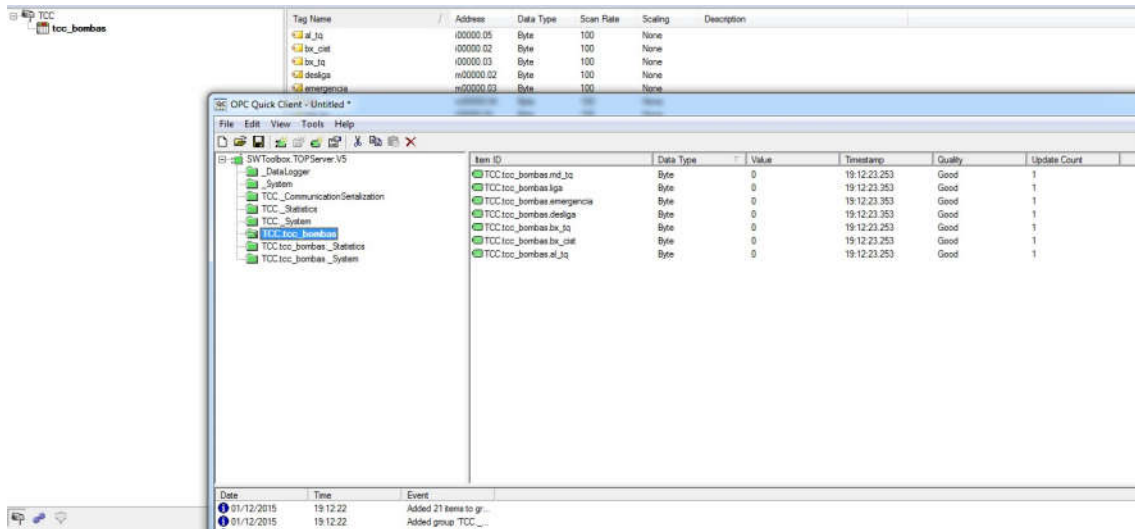
**Figura 34: Tela Principal – Sistema Supervisório**

**Fonte: Autoria Própria**

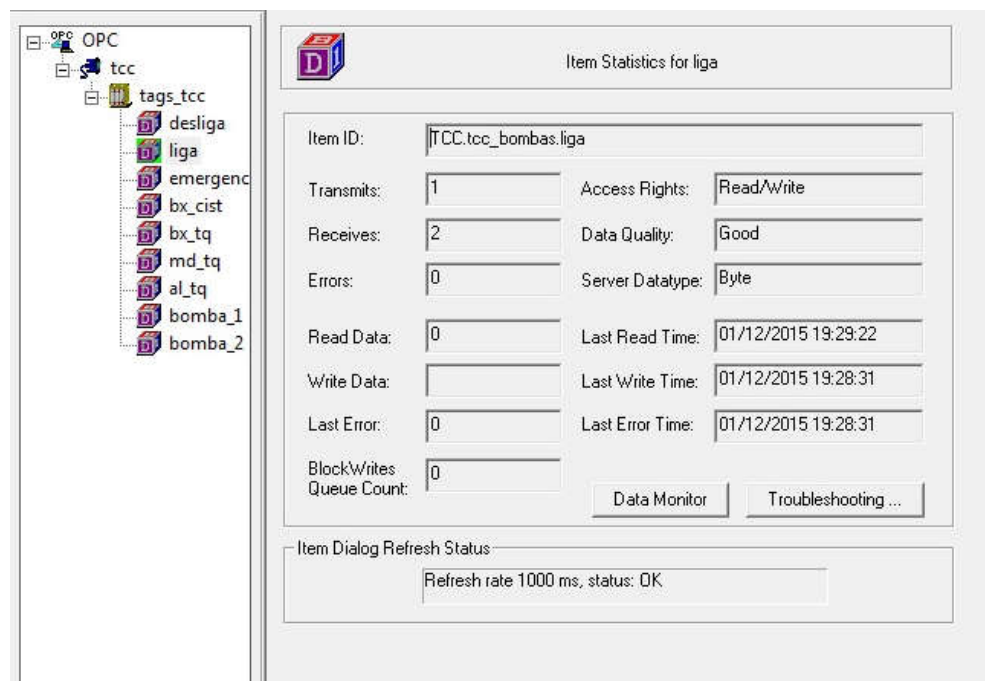
Foi inserido um quadro a esquerda com os botões para operação via supervísório do processo. O led da cisterna será interligado a entrada I0.2, as animações das tubulações serão adequadas a cada bomba que estiver ativas como os leds respectivos a cada bomba. O tanque principal possui três leds para identificar os níveis de água.

Para o devido funcionamento do sistema supervísório além do programa em *Ladder* ser adequado ao supervísório, deve-se criar o *Top Server*, representado na Figura 35, que será responsável pela comunicação do CLP com o *software* escolhido. Este *software* foi desenvolvido pela *Toolbox OPC Power Server*.

No *Proficy Ifix* existe uma ferramenta própria que deve ser usada junto ao *Top Server* para interação dos componentes, o *OPC Server*, conforme visualizado na Figura 36.



**Figura 35: Top Server**  
**Fonte: Autoria Própria**



**Figura 36: SCU IFIX**  
**Fonte: Autoria Própria**

No início os vários fabricantes possuíam equipamentos diferentes, de forma que os mesmos não se comunicavam, resultando em diversos problemas de adaptação de processos. Muitas indústrias ficavam dependentes de um determinado

fornecedor, causando manutenções cada vez mais caras devido a possíveis falhas no processo e fim da vida útil de componentes.

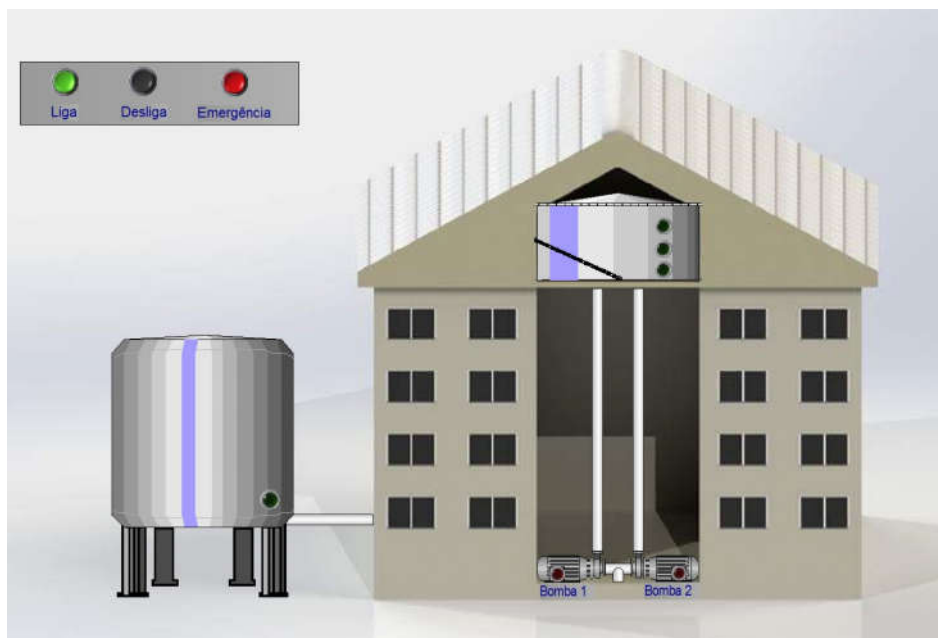
Nesse cenário, surge a *OPC Foundation*, criando uma padronização para ir contra esse problema. Esse padrão foi denominado OPC Server (OLE para controle de processos). A padronização inicial era voltada para o Sistema Operacional Windows, com um padrão já existente chamado de OLE (Object Linking and Embedding). A OLE foi criada para os mesmos fins, mas para componentes de uso geral como teclados e impressoras.

Segundo a *OPC Foundation*, OPC é o padrão de interoperabilidade para o intercâmbio de dados seguro e confiável no espaço automação industrial e em outras indústrias. Ele é independente de plataforma e garante um fluxo ininterrupto de informações entre dispositivos de vários fornecedores.

Com esse tipo de padrão pode-se adequar uma grande gama de dispositivos de diversos fabricantes, sem problemas de comunicações graves.

### 3.8 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA SUPERVISÓRIO

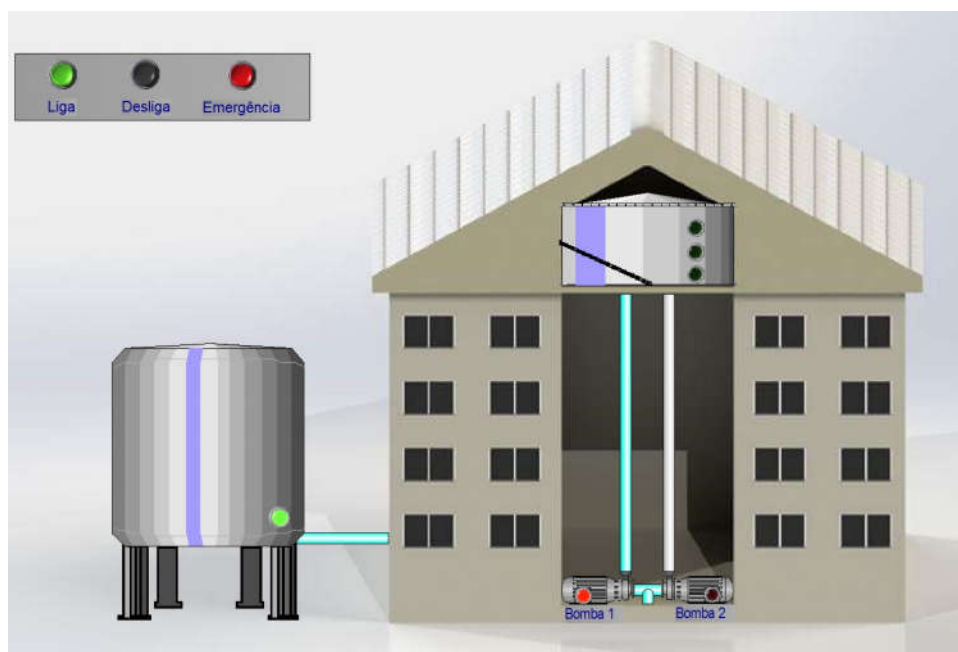
Depois de realizados os procedimentos relatados, foi criado o chamado Database. Nele foram inseridas as tags (entradas e saídas digitais, cálculos entre outros) com as quais é possível animar da tela, comunicar botões para mudança de estado, entre outros. Após a elaboração de todos esses passos temos como resultado as telas mostradas nas figuras a seguir. Na Figura 37 - tela em modo inicial - todo o processo está em espera para inicialização através do campo, ou por meio de sistema supervisório.



**Figura 37: Tela em modo Inicial – Sistema Supervisório**

Fonte: Autoria Própria

Após o botão ser ligado, a bomba 1 é acionada, processo representado por um led vermelho junto a bomba. Pode-se observar também a presença de água na cisterna através do led verde, Figura 38. Na Figura 39, podemos verificar o abastecimento até o nível baixo, e até o nível máximo respectivamente.



**Figura 38: Tela abastecimento Bomba 1 – Sistema Supervisório**

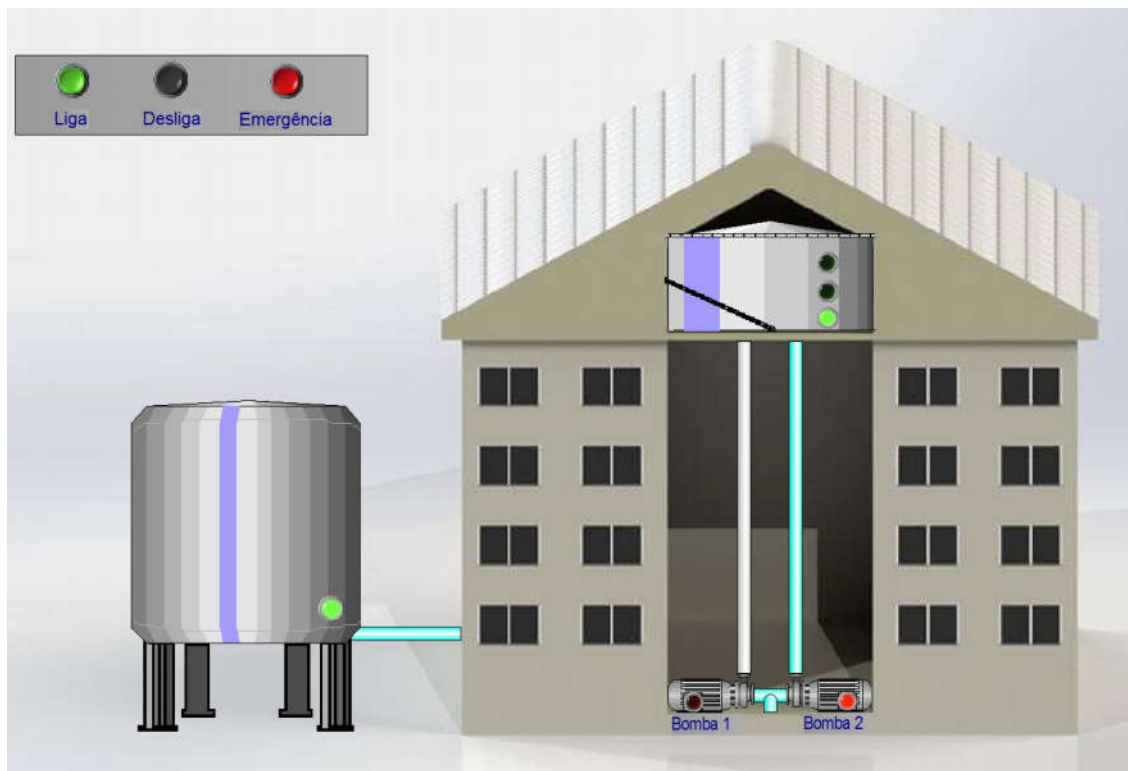
Fonte: Autoria Própria



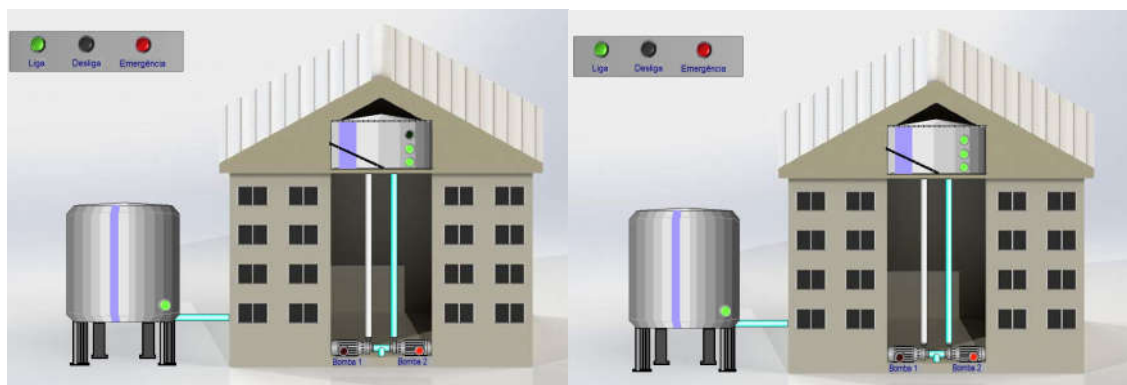


**Figura 39: Tela abastecimento nível baixo e alto – Sistema Supervisório**  
**Fonte: Autoria Própria**

Quando a água passa a ser consumida, ao chegar ao nível médio a bomba 2 é acionada. Podemos verificar também os níveis médio e alto, respectivamente. Na Figura 40 pode-se verificar o abastecimento de água até o nível baixo e na Figura 41 podemos verificar a o abastecimento nos níveis médio e alto, ciclo este que completa o processo.



**Figura 40: Tela abastecimento Bomba 2 – Sistema Supervisório**  
**Fonte: Autoria Própria**



**Figura 41: Tela abastecimento Bomba 2 Níveis Médio e Alto – Sistema Supervisório**  
**Fonte: Autoria Própria**

## 4 RESULTADOS

Neste trabalho foi obtido como resultado um protótipo funcional, no qual foi constatado o funcionamento do projeto como um todo. Foi possível interagir com a planta visualizando os resultados dos experimentos, mostrando na prática como funcionará o projeto após sua implantação.

Para a montagem do programa foi possível utilizar a maleta didática do Laboratório de Sistemas Supervisórios (LSUP) da UTFPR – Ponta Grossa, que contém o CLP S7-200, com o qual foi realizada a programação da lógica do programa de controle das bombas e implementado o uso de temporizadores para realizar a contagem de um determinado tempo. Tal dispositivo tem por função, após a contagem de tempo, acionar uma memória que dará continuidade no processo de controle dos motores.

A realização do controle dos motores foi possível com a utilização de duas bombas centrifugas em miniaturas. Estas bombas foram retiradas do sistema de limpadores de para brisas de automóveis, as quais serviram perfeitamente ao propósito do projeto de controle, uma vez que funcionam da mesma maneira de bombas centrifugas reais.

Além desses resultados, projeto foi implementado no programa supervisorio IFIX 5.8, sendo possível constatar a interação do CLP com a planta em tempo real. Para a utilização do sistema supervisorio, precisou-se utilizar de meios que intermediam a comunicação entre o programa em *Ladder* e o programa supervisorio. Para esse processo utilizou-se o programa OPC cliente.

O processo teve como objetivo principal efetuar o controle das bombas e do nível por intermédio de um CLP. Pode-se dizer que esse objetivo foi alcançado com sucesso graças a implementação do protótipo, pois pôde-se constatar o perfeito funcionamento do programa em *Ladder* agindo em paralelo com o supervisorio, além de que foi possível observar visualmente o processo em funcionamento na planta didática.

## 5 RECURSOS

Os recursos físicos necessários para realização da implementação e dos testes foram fornecidos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Foi utilizado o Laboratório de Sistemas Supervisórios (LSUP), o qual possui CLPs e programas para sua codificação, além dos sistemas supervisórios.

Os recursos financeiros necessários foram divididos entre os autores para realização do trabalho. Todos os gastos estão listados na Tabela 3:

TABELA 6: RECURSOS FINANCEIROS NECESSÁRIOS

ITEM	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL PARCIAL (R\$)
SENSORES DE NIVEL	4	30,00	120,00
DISJUNTOR	1	14,00	14,00
BORNES	4	2,50	10,00
INSUMOS ELETRICOS	1	30,00	30,00
MONTAGEM PROTÓTIPO	1	240,00	240,00
<b>TOTAL R\$ 414,00</b>			

Os reles foram cedidos para utilização no projeto pelos autores.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo desenvolver soluções em automação para o sistema hidráulico residencial, realizando a elaboração de uma interface para o usuário final. Outras metas atingidas foram melhorar o sistema de proteção elétrica, implementação de um controle do sistema através de um CLP, bem como elaborar um controle dos níveis dos reservatórios de água de um prédio, além de implementar um sistema supervisor para promoção de uma interface de supervisão do sistema hidráulico do prédio.

O projeto inicial visava minimizar os gastos excessivos com a manutenção das bombas centrifugas do prédio, bem como solucionar problemas relacionados ao sistema hidráulico residencial como níveis de cisterna e caixa de água, além de pavimentar um rodizio para troca de bombas sucessoras.

Para a realização mais próxima de um processo real, um edifício residencial foi modelado na forma de protótipo, o qual contém as mesmas características construtivas do primeiro.

Através deste pôde-se constatar como válida a melhoria proposta junto ao condomínio, as quais inevitavelmente levarão a um menor tempo utilizado na manutenção, e um custo mais baixo da mesma. É possível verificar também como os processos automatizados podem ser aplicados em diversas áreas, trazendo em si melhorias para uma melhor interação do homem com o processo.

Uma das dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do trabalho foi a não autorização dos moradores do condomínio para a implementação do projeto na planta real. Com isso optou-se pela elaboração do protótipo para a realização dos procedimentos propostos. Outra dificuldade ocorreu durante os testes práticos, uma vez que ocorreram constantes vazamentos de água nas bombas, ocasionando complicações nos testes e a substituição das mesmas.

Acreditamos que a Automação Industrial e suas diversas vertentes devem e irão crescer. As perspectivas em relação as melhorias de novos equipamentos e de novas alternativas para processos tanto industrias como residências é muito grande com o uso de fontes renováveis, energias limpas, eficiência energética, dentre outros. Além disso, há perspectivas relacionadas não só ao abastecimento de água, mas de alternativas para um uso consciente, como aproveitamento de água dos

chuveiros e outros, processo este que também pode ser realizado via esquema automatizado.

Pretende-se realizar um trabalho futuro no prédio visando o reaproveitamento de água tornando o condomínio mais sustentável, visando armazenar a água da chuva em outro reservatório, e posterior utilização nos sanitários do prédio. Todo esse processo será automatizado, com controle feito através de um CLP e outro programa supervisorio para interação total entre os moradores e o processo.

Por fim pretende-se realizar a implementação do sistema do protótipo na planta real do prédio acarretando grandes benefício para os moradores.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, Bradley; **Catálogo Allen Bradley**. Disponível em: <<http://www.ab.com/catalogs/>>. Acesso em 23 mai. 2015.

AMORIM, Carlos; **Sensores**. Universidade Estadual Paulista; Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá. Disponível em: <<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>>. Acesso em 28 mai. 2015.

APEL, Ramo de; **Programação em LADDER**. Disponível em: <[http://paginas.fe.up.pt/aiwww\\_apel/files/anexoB-parte2.pdf](http://paginas.fe.up.pt/aiwww_apel/files/anexoB-parte2.pdf)>. Acesso em 18 mai. 2015.

BOLZANI, Caio; **Desmistificando a Domótica**. Primeira semana de automação do CEFET-SP, 2006.

BOLZANI, Caio; **Residências Inteligentes**. 1º Edição, São Paulo: Livraria da Física 2004.

BOLZANI, Caio; **Domótica, a nova ciência do século** .FONTE, 2013

CAVALCANTE; Zedequias V. & SILVA; Mauro Luis Siqueira da. **A IMPORTÂNCIA DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL NO MUNDO DA TECNOLOGIA**. VII Encontro Internacional de Produção Científica. Outubro de 2011. Disponível em : <[http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/zedequias\\_vieira\\_cavalcan te2.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/zedequias_vieira_cavalcan te2.pdf) > Acesso em: 15 set. 2015.

CEFETSP, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; **Teoria CLP**. Disponível em: < [http://www.cefetsp.br/edu/maycon/args/ap\\_clp\\_rev00.pdf](http://www.cefetsp.br/edu/maycon/args/ap_clp_rev00.pdf)>. Acesso em : 28 mai. 2015.

CENTALMAT, Artigos; **Sistemas Supervisórios**. Disponível em: <<http://www.centralmat.com.br/Artigos/Mais/sistemasSupervisorios.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2015.

COEL, Syar; **Sensores Indutivos e Capacitivos**. Disponível em: <[http://www.syar.com.uy/pdf/coel/inductivos\\_capacitivos.pdf](http://www.syar.com.uy/pdf/coel/inductivos_capacitivos.pdf)>. Acesso em 29 mai. 2015.

COMAT RELECO; World of Relays. **Automação Industrial Definição e História**. Disponível em: <<https://comatreleco.com.br/automacao-industrial-historia/>>. Acesso em 24 mai. 2015.

CORTELETTI, Daniel; **Linguagem LADDER**. Centro Tecnológico de Mecatrônica, SENAI. Disponível em:<<http://www.mecatronica.org.br/disciplinas/cuscopic/artigos/ladder/LADDER.pdf>> Acesso em : 08 Set. 2015.

DOMINGUES, Ricardo Gil; **A Domótica como Tendência na Habitação**: Aplicação em Habitações de Interesse Social com Suporte aos Idosos e Incapacitados. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

FENG, Engenharia de Controle e Automação; **Sensores Industriais**. Disponível em: <[http://www.feng.pucrs.br/professores/tergolina/Automacao\\_e\\_Control/APRESENTACAO\\_-\\_Aula\\_03\\_Sensores\\_Industriais.pdf](http://www.feng.pucrs.br/professores/tergolina/Automacao_e_Control/APRESENTACAO_-_Aula_03_Sensores_Industriais.pdf)>. Acesso em 28 mai. 2015.

FRUETT, Fabiano; UNICAMP. **Sensores Capacitivos**. Disponível em: <<http://www.dsif.fee.unicamp.br/~fabiano/IE012/Notas%20de%20aula/Sensores%20capacitivos.pdf>>. Acesso em 28 mai. 2015.

GIL, A. C; **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 2007 p.

HISTORY, Computer; **Modern Computer Eletronic**. Disponível em:< <http://history-computer.com/ModernComputer/Electronic/PDP-1.html>> Acesso em: 09 Set. 2015.

HOBSBAWM, Eric J; **A era das revoluções: 1789-1848**. São Paulo: Ed. Paz e Terra, 2010.

IBDA, Fórum da Construção; **O que é Automação Residencial**. Disponível em : <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=11&Cod=980>>. Acesso em: 27 mai. 2015.

ICOS, Sensores para Líquidos; **Sensor de Nível LA22N-40**. Disponível em: <<http://www.icos.com.br/SensorDeNivel/LA22N40/>>. Acesso em 25 mai. 2015.

JERONIMO, Luis; **Automação e Comando**. Primeira Edição, 2009.

KARVINEN, Kimmo e KARVINEN, Tero; **Primeiros Passos com Sensores**. São Paulo, Ed Novatec, 2014.

KELLY, G; **Home Automation: Past, Present & Future**, Electronics Australia, Fev. 1997.

LOGO, Montar e Cablar; **Apostilas LOGO. Manual de instalação**. Abr. 2009.

MARIOTONI, C. A. e ANDRADE Jr., E. P; **Descrição de Sistemas de Automação Predial Baseados em Protocolos PLC Utilizados em Edifícios de Pequeno Porte**



e **Residências**, Revista de Automação e Tecnologia de Informação. Volume 1, numero1,2002.

MEDEIROS, Carlos Fernandes; **Abastecimento de Água**. Volume 1.

MORESI, E; **Metodologia da Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>>. Acesso em 30 jul. 2014.

MURATÓRI, R. José; **Soluções em Automação Residencial**. Automação Residencial. Disponível em: <[http://www.instalacoeseltricas.com/download/Automacao\\_residencial4.pdf](http://www.instalacoeseltricas.com/download/Automacao_residencial4.pdf)>. Acesso em 27 mai. 2015.

NATALE, F; **Automação Industrial**. São Paulo, Érica, 10ª Ed. 2008.

NEVES,R.P.A.A; **Espaços Arquitetônicos de Alta tecnologia: os Edifícios “Inteligentes”**,São Carlos 2002. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos,Universidade de São Paulo.

OPC FOUNDATION; **A interoperabilidade Padrão para Automação Industrial**. Disponível em: <<https://opcfoundation.org/>>. Acesso em 25 Out. 2015.

PAIOLA, Carlos,E.G; **O Papel do Supervisório no Atual Contexto Tecnológico**. Disponível em : <[http://www.aquarius.com.br/Boletim/InTech132\\_artigo.pdf](http://www.aquarius.com.br/Boletim/InTech132_artigo.pdf) > Acesso em: 07 Set. 2015.

PATSKO, L. Fernando; Tutorial Aplicações, Funcionamento e Utilização de Sensores, 2006.

QUINTILHA, I. Macedo e FILHO,R de M. Estevão; **Sensores de nível**. Rio de Jan. 2013.

RIBEIRO, Marco Antonio; **Automação Industrial**. 4ª Edição. Salvador: Tek Treinamento e Consultoria Ltda, 2001.

ROSÁRIO, João Maurício; **Automação Industrial**. São Paulo, Ed. Barauna, 2009.

SENSE, Elétrica Brasília; **Sensores Ultrassônicos**. Disponível em:

< [http://eletricabrasilia.com.br/public/imgs/up/sense\\_linhasensorultrasonico.pdf](http://eletricabrasilia.com.br/public/imgs/up/sense_linhasensorultrasonico.pdf)>. Acesso em 28 mai. 2015.

SIEMENS; Controladores Lógicos Programáveis, SIEMENS SIMATIC S7-200. Laboratório de Projetos de Automação, 2003.

SILVA, Ana Paula Gonsalves; SALVADOR, Marcelo; **Funcionalidades do Sistema Supervisório**, 2005.

SIRIUS, Detecção; **Panorama da Linha de Chaves de Fim de Curso e de Segurança 3SE5**. Disponível em :<[http://www.automatizesensores.com.br/imagens/Cat%20Chav%20Fim%20Curso%203SE5\\_8.pdf](http://www.automatizesensores.com.br/imagens/Cat%20Chav%20Fim%20Curso%203SE5_8.pdf)>. Acesso em 20 mai. 2015.

SRA, Engenharia; **Histórico da Automação Residencial**. Disponível em: <[http://sraengenharia.blogspot.com.br/2013/01/historico-da-automacao-residencial\\_10.html](http://sraengenharia.blogspot.com.br/2013/01/historico-da-automacao-residencial_10.html)>. Acesso em 18 mai. 2015.

UNESP, Universidade Estadual Paulista; **Sensores**. São Paulo 2010. Disponível em: <<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWending/4---sensores-v2.0.pdf>> Acesso em 07 Set. 2015.

## ANEXO A

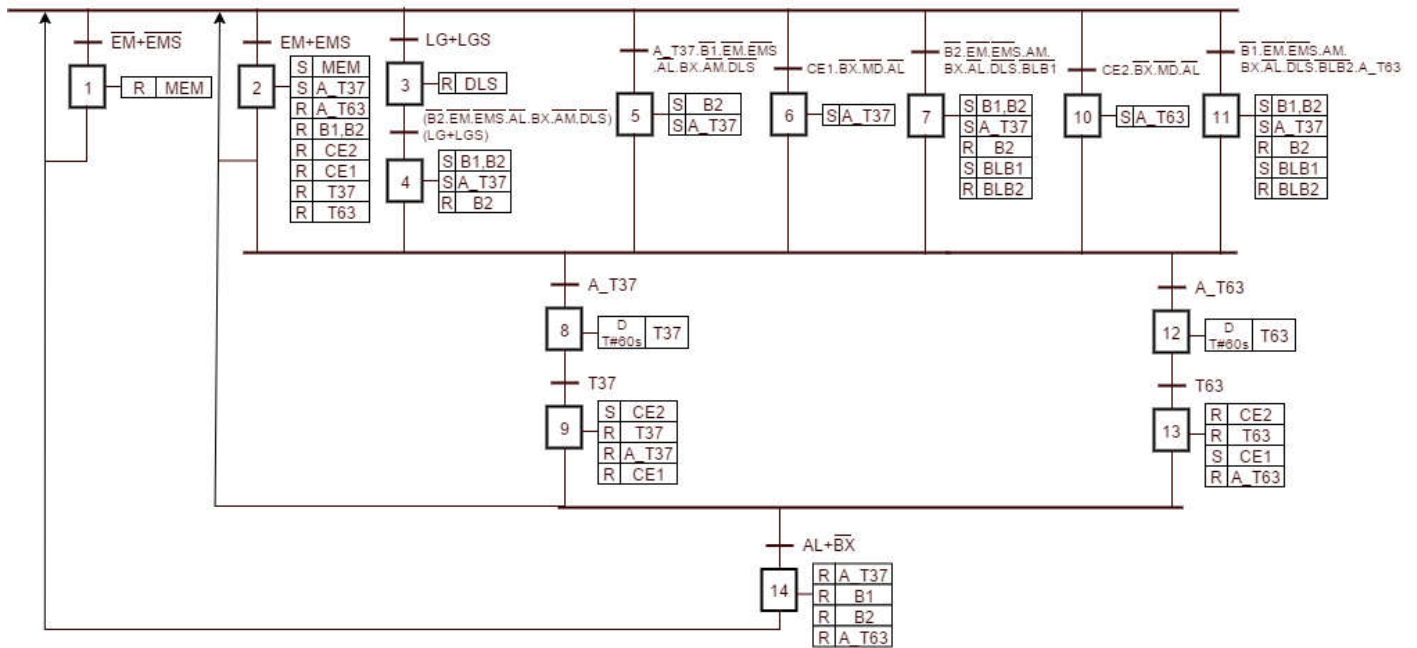
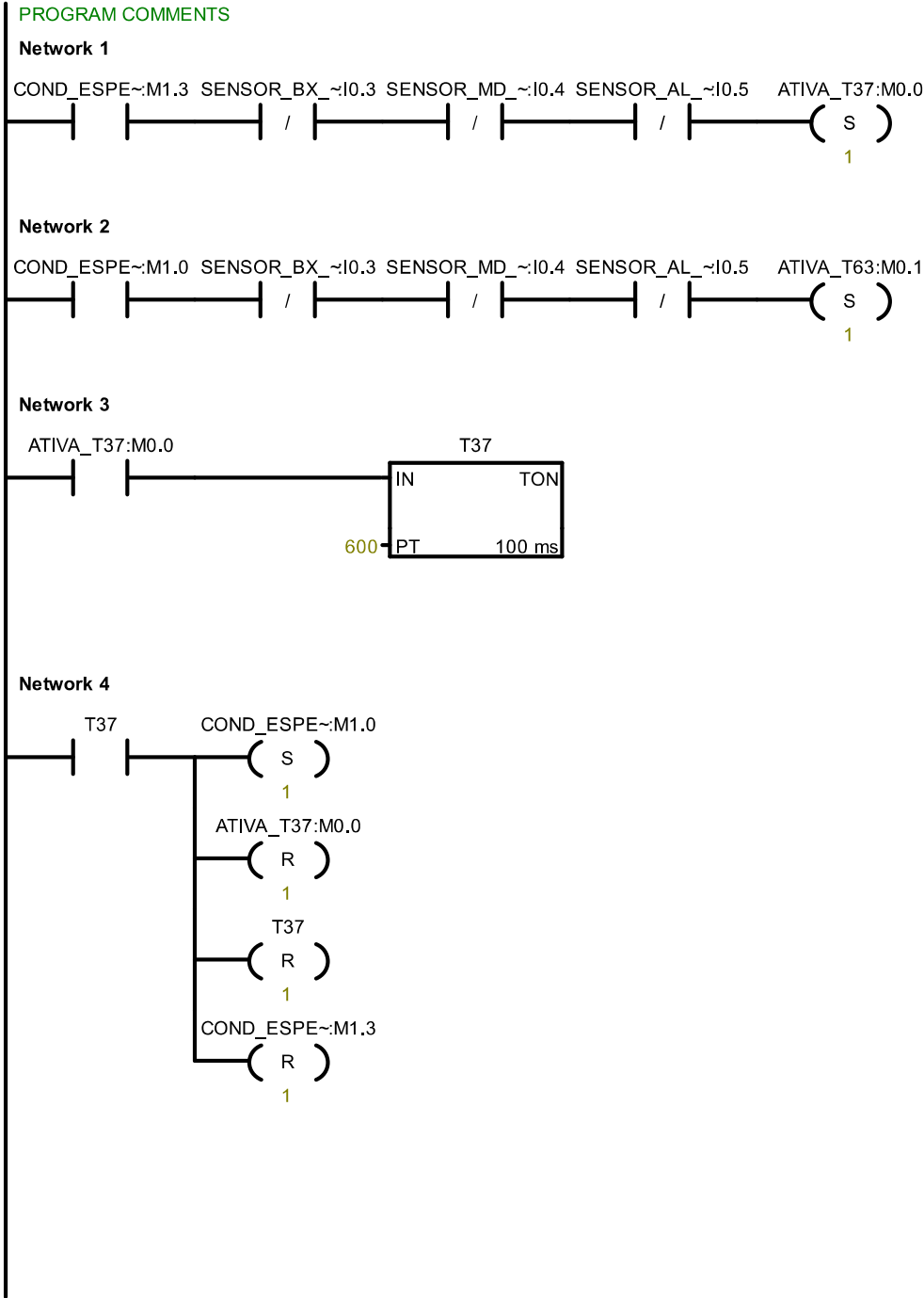


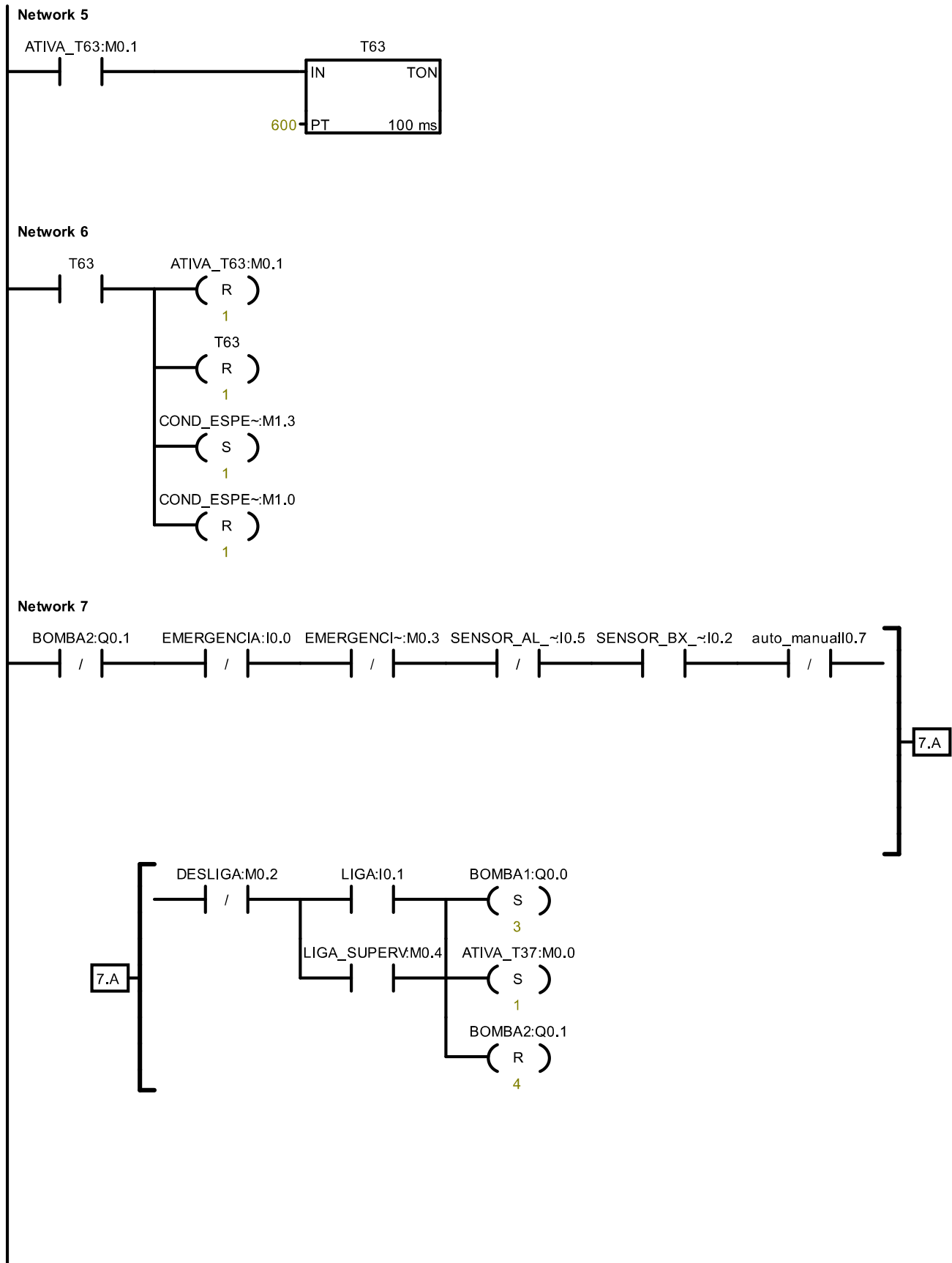
TABELA ENTRADAS E SAÍDAS CLP/SUPERVISÓRIO

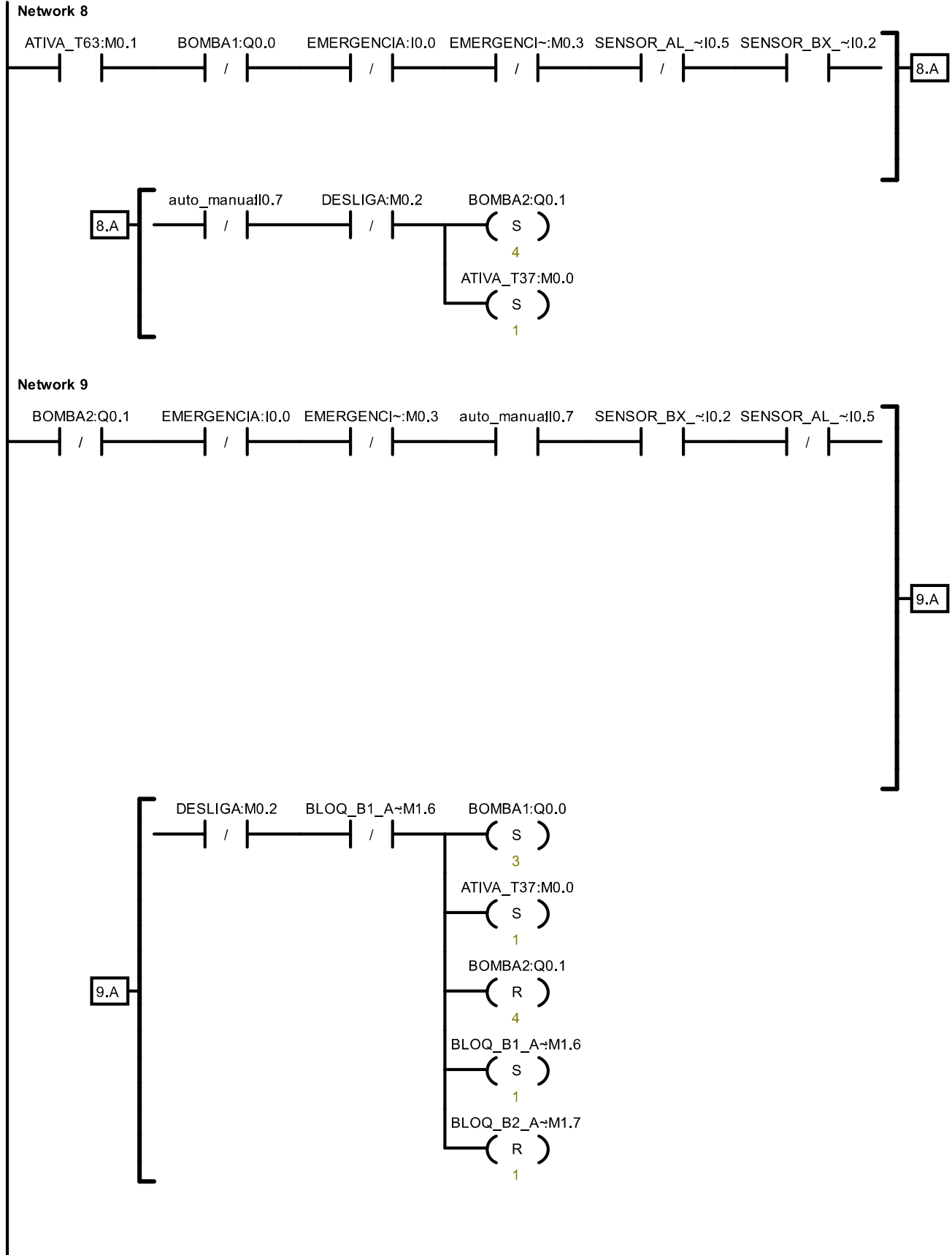
SIMBOLO	NOME LADDER	ENDEREÇO CLP	DESCRIÇÃO
CE1	COND ESP1	M1.3	Entrada AUX
CE2	COND ESP2	M1.0	Entrada AUX
EMS	EMERG SUP	M0.3	Entrada AUX
LGS	LIGA SUP	M0.4	Entrada AUX
DLS	DESL SUP	M0.2	Entrada AUX
RET B1	RETORNO B1	M0.5	Entrada AUX
A T37	ATIVA T37	M0.0	Saída AUX
A T63	ATIVA T63	M0.1	Saída AUX
BLB1	BLOQ B1	M1.6	Saída AUX
BLB2	BLOQ B2	M1.7	Saída AUX
MEM	MEM EMERG	M1.2	Saída AUX
BX	SENSOR BX	I0.3	Entrada Nível Baixo
MD	SENSOR MD	I0.4	Entrada Nível Médio
AL	SENSOR AL	I0.5	Entrada Nível Alto
EM	EMERGENCIA	I0.0	Botão Emergencia
LG	LIGA	I0.1	Botão Liga
AM	AUTO MANL	I0.7	Automático Manual
B1	BOMBA1	Q0.0	Saída Bomba 1
B2	BOMBA2	Q0.1	Saída Bomba 2

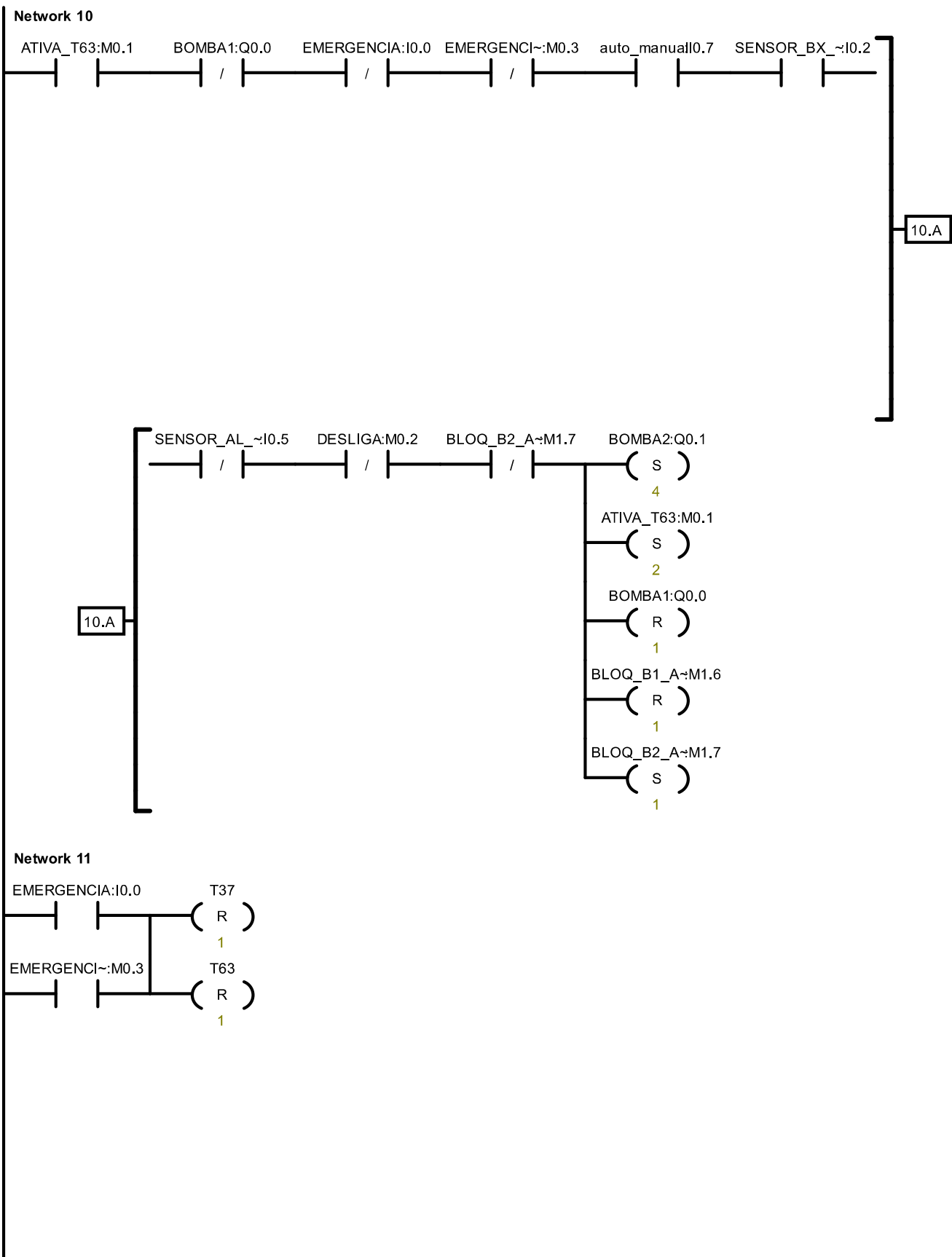
QUALIFICADORES GRAFCET

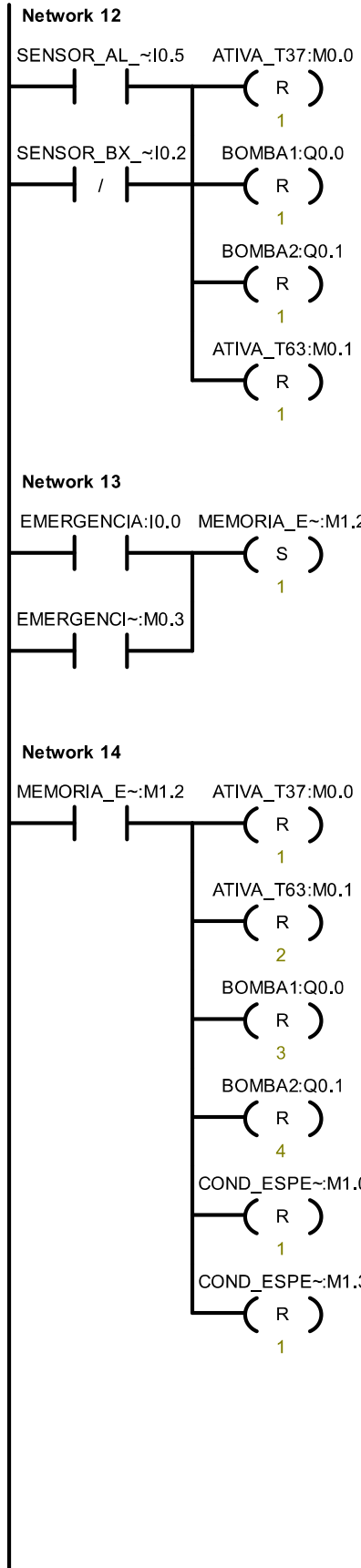
QUALIFICADOR	DESCRIÇÃO
S	SETA VARIÁVEL
R	RESETA VARIÁVEL
D	Temporiza e depois aciona variável



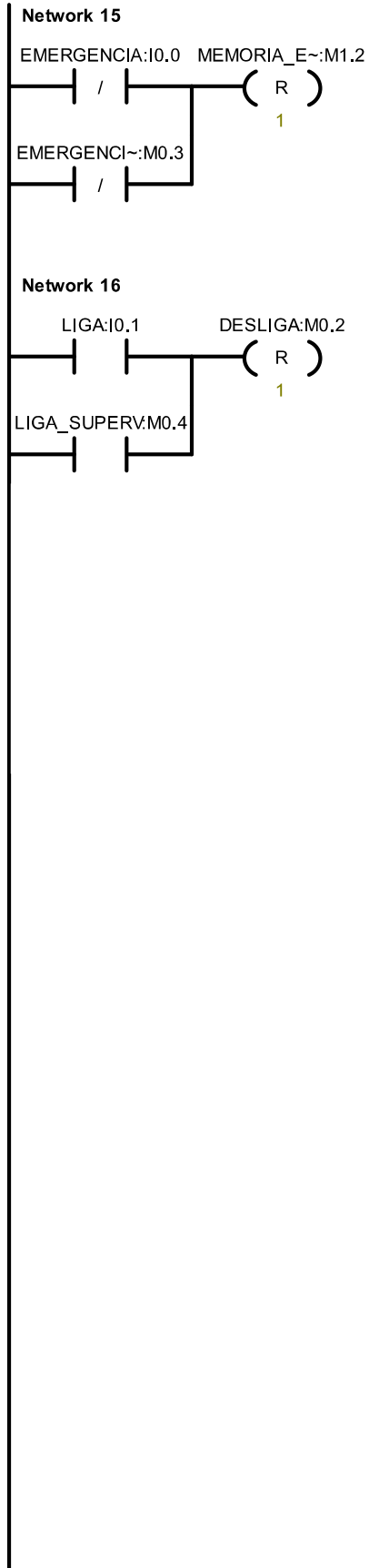


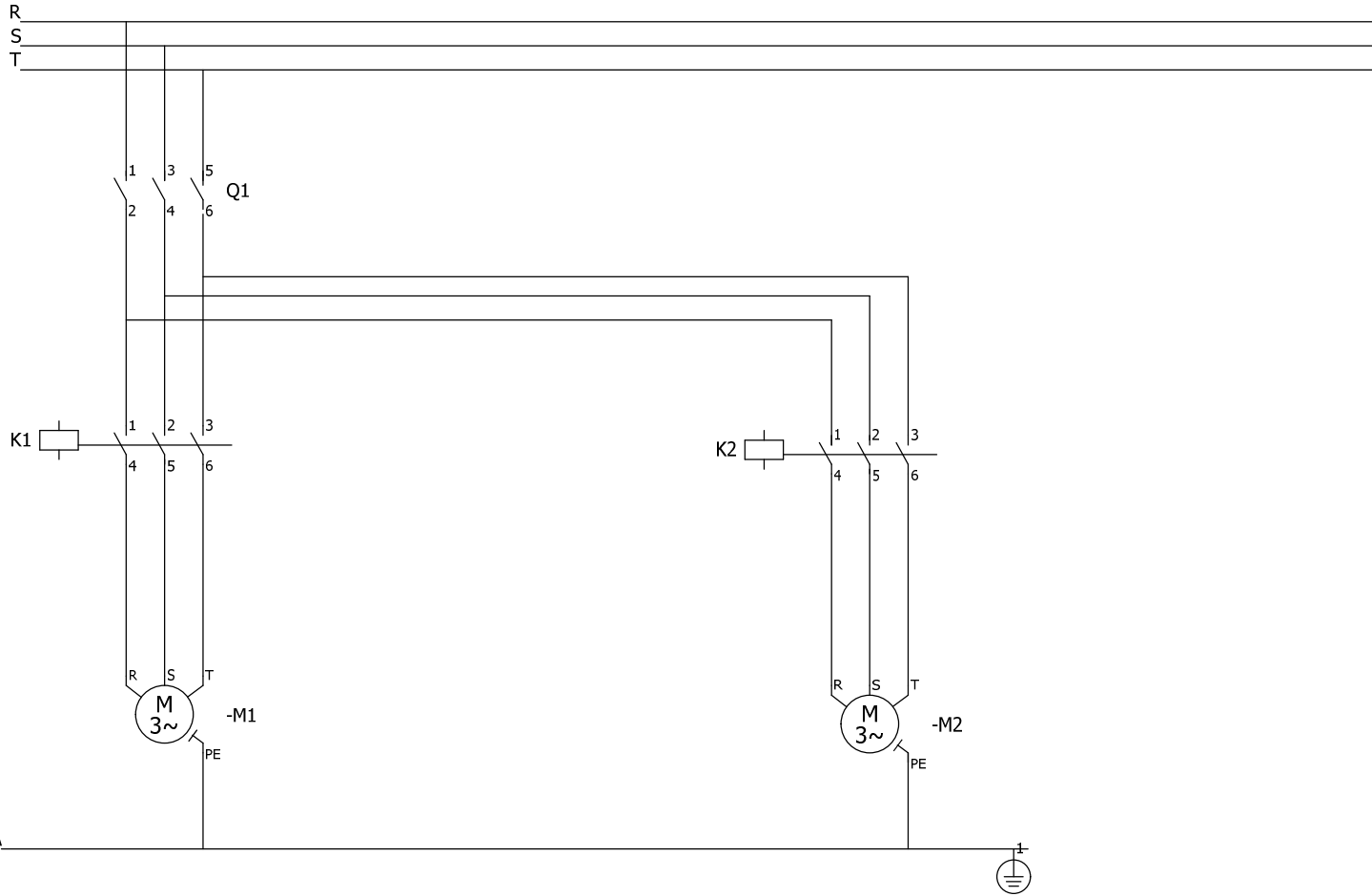












First use

Refer. No


Signal. & date

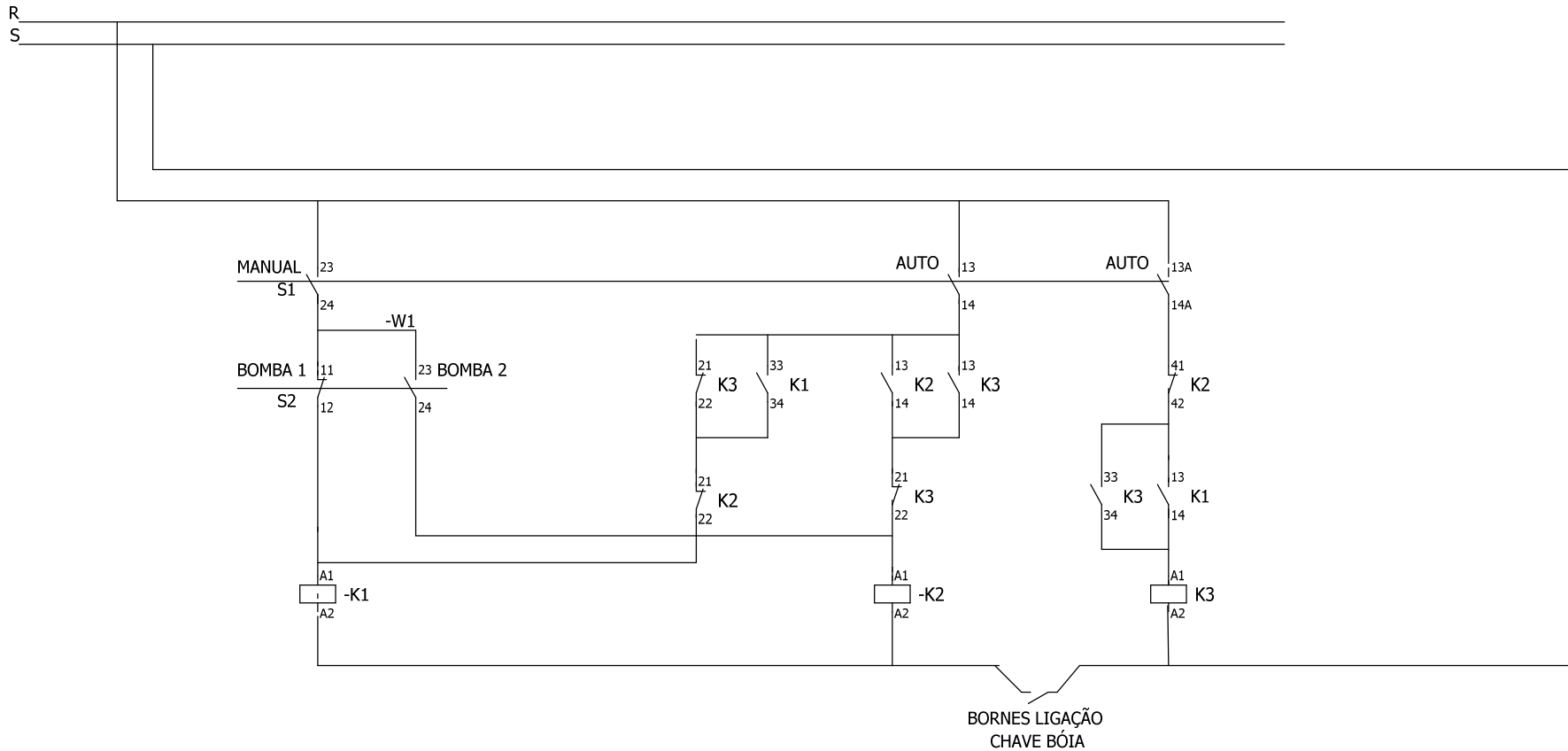
Inv. No Dupl.

Inst. inv. No

Signal. & date

Inv. No orig.

Rev.	Page	Nº Doc.	Signal.	Date	Total plant documentation	Let.	Weight	Scale	
Creat.		Juninho-pc		28/11/2015				1,00	
Control.									
T.control.						Page	3	Pg	3
Direct.									
N.control.									
Confirm.									



Inv. Nº orig.	Inv. Nº Dupl.	Inst. inv. Nº	Inst. inv. Nº	Inv. Nº Dupl.	Signalat. & date

					Total plant documentation	Let.	Weight	Scale
Rev.	Page	Nº Doc.	Signalat.	Date				1,00
						Page	3	Pg 3