



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA

ENSINO ORIENTADO A EXPERIMENTOS EM AUTOMAÇÃO E CONTROLE UTILIZANDO A PLATAFORMA MICROLOGIX

Djalma Henrique Mendes

**Fortaleza – Ceará
Dezembro de 2009**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA

ENSINO ORIENTADO A EXPERIMENTOS EM AUTOMAÇÃO E CONTROLE UTILIZANDO A PLATAFORMA MICROLOGIX

Autor

Djalma Henrique Mendes

Orientador

José Tarcísio Costa Filho

*Projeto de Final de Curso submetido à
Coordenação do Programa de Graduação em
Engenharia de Teleinformática da Universidade
Federal do Ceará como parte dos requisitos para a
obtenção do grau de Engenheiro de
Teleinformática.*

Fortaleza

2009

DJALMA HENRIQUE MENDES

**ENSINO ORIENTADO A EXPERIMENTOS EM AUTOMAÇÃO E CONTROLE
UTILIZANDO A PLATAFORMA MICROLOGIX**

Este Trabalho foi julgado adequado para a obtenção do título de Engenheiro de Teleinformática e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Graduação em Engenharia de Teleinformática da Universidade Federal do Ceará.

Djalma Henrique Mendes

Banca examinadora:

Dr. José Tarcísio Costa Filho

Orientador

DETI – UFC

Dr. Giovanilton Ferreira da Silva

DEQ – UFC

Dr. Sérgio Antenor de Carvalho

DETI – UFC

Msc. André Luiz Carneiro de Araújo

IFCE – CE

Fortaleza, 07 de dezembro de 2009

Dedico este trabalho à minha família

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de todos.

À minha família, que sempre me apoiou nos mais duros momentos da graduação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Tarcísio Costa Filho, pela imensa atenção e dedicação ao nosso trabalho, tal como pelas diversas oportunidades concedidas.

A todo o corpo docente do Departamento de Engenharia de Teleinformática.

À Maria Lúcia Pereira Mendes, que foi de fundamental importância durante toda a minha formação pessoal e acadêmica.

Aos colegas do CENTAURO – Centro de Referência em Automação e Robótica.

À Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTEC.

À Rockwell Automation do Brasil, pela oportunidade de estágio concedida e pelos equipamentos sem os quais não se poderia concretizar este trabalho.

"É engraçado. Quando acho que cheguei ao ponto máximo, descubro que é possível superá-lo."

Ayrton Senna

SUMÁRIO

LISTA DE FOTOGRAFIAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMO	1
INTRODUÇÃO.....	2
1.1 Objetivos	8
1.2 Delineamento do trabalho	8
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	9
2.1 Sistema Automatizado de Produção.....	9
2.2 Arquitetura da Automação Industrial	9
FERRAMENTAS UTILIZADAS	13
3.1 CLP Micrologix 1200.....	13
3.2 Kits didáticos do Laboratório de Automação e Controle – LACONTROL.....	17
3.3 Linguagem de diagrama de contatos (LADDER)	25
3.4 Softwares da Rockwell Automation para comunicação com o CLP e programação do mesmo.....	26
APLICAÇÕES DESENVOLVIDAS NAS FERRAMENTAS UTILIZADAS	29
4.1 Experimento envolvendo o kit de controle de esteira transportadora.	29
4.2 Experimento envolvendo o kit semafórico.....	29
4.3 Experimento envolvendo o kit processo reator.	30
4.4 Experimento envolvendo o kit bombeamento reservatório.....	31
TREINAMENTO MINISTRADO AOS ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA	32
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS.....	43

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 3.1- Conjunto kit esteira transportadora para experimentos com CLP. (Painel).....	18
Foto 3.2- Conjunto kit esteira transportadora para experimentos com CLP. (Esteira).....	19
Foto 3.3 - Conjunto kit de automação para experimentos com CLP.....	20
Foto 3.4 - Conjunto kit semafórico para experimentos com CLP.....	21
Foto 3.5 - Conjunto kit processo reator para experimentos com CLP.....	22
Foto 3.6 - Conjunto kit bombeamento reservatório para experimentos com CLP. (Painel).....	23
Foto 3.7 - Conjunto kit bombeamento reservatório para experimentos com CLP. (Reservatórios e Bombas).....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Pirâmide da Automação.....	12
Figura 2.2 - Níveis 1 e 2 da automação industrial.....	13
Figura 2.3 - Diagrama de blocos dos níveis 1, 2 e 3 da pirâmide de automação.....	14
Figura 3.1 - CLP Micrologix 1200.....	15
Figura 3.2 - Recursos de Hardware do controlador.....	17
Figura 3.3 - Módulo de expansão de E/S e o mesmo conectado ao controlador.....	18
Figura 3.4 - Tela inicial do RSLogix 500.....	29
Figura 3.5 - Tela inicial do RSLinx.....	30

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I: Diagrama Ladder do experimento envolvendo o kit de controle de esteira transportadora.....	46
ANEXO II: Diagrama Ladder do experimento envolvendo o kit semafórico.....	48
ANEXO III: Diagrama Ladder do experimento envolvendo o kit processo reator.....	50
ANEXO IV: Diagrama Ladder do experimento envolvendo o kit bombeamento reservatório.....	53
ANEXO V: Avaliação 1 aplicada no curso aos alunos. Solução de Gustavo Sampaio.....	56
ANEXO VI: Avaliação 2 aplicada no curso aos alunos. Solução de Saulo Martins Campos.....	58
ANEXO VII: Avaliação 3 aplicada no curso aos alunos. Solução de Natanael Rodrigues da Silva.....	60

RESUMO

Com a globalização econômica, a educação aparece como questão primordial para o desenvolvimento do sistema produtivo e a tecnologia vem tomando status de matéria prima por excelência. A evolução constante da tecnologia, juntamente com um mercado altamente competitivo faz com que haja a necessidade da definição de novas políticas educacionais. A automação encontra-se hoje no centro do processo de modernização da economia brasileira. Crê-se em uma economia baseada no conhecimento, onde as nações que foram capazes de gerar suas próprias tecnologias são competitivas. Dentro desse panorama, deparamo-nos com a formação do engenheiro moderno, que deve estar dentro de uma base questionadora e atualizada, obtendo assim, um profissional com elevado senso crítico e conhecimento globalizado, em contraste com os engenheiros formados segundo um modelo cartesiano de ensino. O ensino tecnológico baseado em práticas apoiadas na realidade do engenheiro vem contribuindo para a formação deste profissional mais qualificado e apto para o mundo contemporâneo. Ciente dos grandes programas industriais que estão sendo implantados no Ceará, e do conseqüente progresso industrial que os mesmos propiciariam o recém criado Centro de Referência em Automação e Robótica – CENTAURO, localizado na Universidade Federal do Ceará, disponibiliza o moderno laboratório de Automação e Controle que está potencialmente equipado para a realização de P & D, ensino e extensão. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo propor uma metodologia de ensino orientado a experimento, baseada na visão integrada professor aluno, para a prática de automação e controle, fazendo uso da plataforma Micrologix, de modo a maximizar o valor pedagógico da teoria e da prática com emprego de equipamentos utilizados na indústria.

Palavras-chave: Formação do Engenheiro, Ensino da Engenharia, Automação, CLP.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

É fato consumado a globalização da economia. As disputas por mercados e tecnologia em nível mundial fazem com que seja difícil imaginar uma economia nacional forte fechada em si mesma.

Podemos considerar a inovação tecnológica que vem ocorrendo de forma acelerada como uma terceira revolução industrial. Hoje a tecnologia pode ser tida como matéria prima por excelência, fato que impacta a escala de produção, a organização do processo produtivo, a centralização do capital, a organização do processo de trabalho e, principalmente, a qualificação dos profissionais.

As mudanças tecnológicas vêm a trazer implicações significativas para a definição de uma nova política educacional. A indústria passa a reclamar por uma nova metodologia de ensino. Desse modo a educação passa a ser questão econômica essencial para o desenvolvimento do sistema produtivo, tornando-se o único meio viável para o ingresso no novo cenário de competição industrial.[1]

Hoje, em virtude das mudanças ocorridas na organização do trabalho, é utilizado, em maior escala, o componente intelectual do trabalhador em detrimento do componente físico-manual. O engenheiro, no atual contexto, ocupa posição estratégica, assumindo responsabilidades de gerenciamento, tanto de pessoas como de processos, as quais lhe exigem além dos conhecimentos puramente técnicos, conhecimentos humanos. Há a necessidade de uma formação mais ampla do engenheiro, envolvendo questões humanas, políticas e sociais em conjunto com a lógica instrumental e tecnicista.

O modelo cartesiano de ensino, que busca a unificação do saber estruturando um método que permitiria conhecer a verdade mediante a utilização da linguagem matemática para a descrição da natureza, limita-se a calcular, prever, classificar e inventar dados empíricos. Na formação do profissional segundo o modelo cartesiano o profissional assume uma posição passiva diante dos fatos e acontecimentos.[2] Há várias pesquisas e trabalhos

pedagógicos relacionados à formação atual do engenheiro que vão de encontro ao modelo cartesiano de ensino, defendendo a idéia da formação de um engenheiro com conhecimento mais amplo, ou seja, globalizado.

Tendo em vista toda a idéia de um engenheiro com amplos conhecimentos, temos que o ensino da engenharia deve vir a ser construída dentro de uma base questionadora e atualizada, baseada na teoria crítica. O engenheiro moderno deve ser capaz de discutir a ciência integrada ao contexto social no qual esta se encontra [3]. Esta relação é tão marcante que na própria definição do profissional em engenharia se encontra presente:

O curso de engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento as demandas da sociedade. (BRASIL, Resolução 11/2002, p. 1, que regulamentou as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia).

O projeto político-pedagógico das escolas de engenharia pode ser entendido e avaliado, dentro da história, em três grandes momentos.

No primeiro, o engenheiro tinha uma forma completamente racional, enciclopédica, centrada no cognitivo-instrumental, cujo foco era privilegiar, essencialmente, a ênfase técnico-científica.

Na década de 70, as questões sócio-econômicas passam a fazer parte das preocupações dos dirigentes educacionais, e a educação em engenharia sofre mudanças que começam a privilegiar não só mais a formação essencialmente tecnicista, ma as questões originadas e trabalhadas da sociologia do trabalho, da administração, da economia e da política. O curso começava a possuir características das ciências sociais.

Na passagem da modernidade para a pós-modernidade, há o surgimento da economia de escala, juntamente com a transformação da tecnologia, esta com base técnica da eletrônica e da informática. A globalização da economia traz a abertura dos mercados, com a sua expansão intensiva e a crescente diferenciação dos produtos de consumo, como citado em [2]. Nesse contexto, o trabalho do engenheiro exige dele competências diferenciadas do período

industrial anterior. A formação acadêmica não se faz mais pelas ciências exatas e sua qualificação/requalificação em serviço requer novos saberes, com relações sociais originadas da posição flexível em face das demandas de abertura dos processos de trabalho.

Conhecimentos na área de informática e de administração são cada vez mais necessários, assim como o saber vinculado à gestão de custos, de tempo e de recursos humanos. Somando-se, a esses conhecimentos os aspectos comportamentais, especialmente capacidade de comunicação, de adaptar-se a novas situações que envolvem responsabilidades crescentes, capacidade de crítica e de autocrítica, de suportar trabalho sob tensão, capacidade de negociação, de convencimento e de raciocínio analítico.

Automação Industrial – Histórico

A palavra automação veio a ganhar relevância com o surgimento da máquina de comando numérico, em 1949/50. A introdução do Comando Numérico Computadorizado (CNC) na indústria mudou radicalmente os processos industriais. O CNC reduziu também o número de erros humanos, aumentando a qualidade dos produtos e diminuindo o retrabalho e o desperdício, agilizou as linhas de montagens e tornou-as mais flexíveis, pois a mesma linha de montagens poderia ser adaptada para produzir outro produto num tempo muito mais curto do que com os processos tradicionais de produção. O CNC poderia ainda ser associado diretamente com o CAD (Desenho Assistido por Computador) permitindo realizar o produto diretamente a partir do desenho. [4]

A princípio, as máquinas de comando numérico não foram recebidas com entusiasmo, devido principalmente aos custos elevados, à fragilidade das mesmas, que exigiam constante e custosa manutenção, além de o desempenho das máquinas universais ser considerado satisfatório para a pequena e média empresa.

Tal visão e comportamento, entretanto, não duraram, tendo em vista a evolução das máquinas CNC, que assumiram características próprias. Seu desempenho incluía possibilidades de mudanças de operações conforme o programa, troca automática de ferramenta e outros acessórios, além da capacidade de realizar tarefas recebidas através de linhas de transmissão e armazenar as informações. A flexibilidade das máquinas e a comunicação estabelecida entre as mesmas criaram um sistema de produção altamente integrado. Apesar de as máquinas CNC terem as mesmas características das máquinas

universais, seus procedimentos de trabalho propiciaram ganho de produtividade, por redução de tempo ou melhoria da qualidade, suprimindo ou realizando trabalhos anteriormente necessários para a preparação e posicionamento da ferramenta e da peça, bem como paradas adicionais para medições ou comparações.

A partir da década de 1960, motivados principalmente pela corrida espacial, ocorreram desenvolvimentos teóricos e computacionais importantes, consolidou-se a IFAC: *International Federation of Automatic Control* e seus múltiplos Comitês e Congressos internacionais, além de sociedades científicas importantes na área de Controle e Automação nos principais países do mundo.

Em 1975, criou-se a Sociedade Brasileira de Automática - SBA, e em 1976, realizou-se o primeiro Congresso Brasileiro de Automática na USP e daí em diante, ininterruptamente a cada dois anos, em uma importante universidade brasileira.

Automação – Conceito

Automação não deve ser confundida com automatização. O conceito de automatização é fortemente ligado à realização de movimentos repetitivos e mecânicos. Trata-se de ação cega, não sendo, portanto, possível a autocorreção.

Já a automação possui um conjunto de técnicas, mediante as quais, sistemas ativos tornam-se capazes de aperfeiçoar sua eficiência pelo uso de informações recebidas do meio sobre os quais atuam. Por meio delas, o sistema é capaz de calcular a ação corretiva adequada. Um sistema de automação é capaz de executar a ação mais apropriada em função das informações sensoriais. Há uma auto-adaptação às mais diversas situações, de modo que as ações do sistema conduzam a resultados ótimos. [4]

A automação, portanto, pode ser definida por sistema automático de controle pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da interferência do homem.

Desafios da Automação no Brasil

Juntamente com o processo de modernização centrado na automação, apresentam-se ao país desafios relevantes, tanto tecnológicos e organizacionais, como sociais. Nosso país

tem acompanhado, com um evidente e compreensível retardo, a evolução da área de automação, e pode orgulhar-se de ter um bom grupo de pesquisadores nesta área. Estes procuram participar das atividades da comunidade internacional de uma forma respeitável, competente e digna. Apesar da juventude da universidade, da pesquisa e da pós-graduação no Brasil, o estado atual dos conhecimentos na área de automação, da maior importância para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, é bastante satisfatório e dotado de razoável grau de maturidade e de produtividade. [5]

O processo de modernização e automação diferencia-se conforme os setores e os tamanhos das empresas. Alguns setores e empresas optam por comprar equipamentos e sistemas inteiramente automatizados, frequentemente adquiridos no exterior. Os mesmos se configuram como soluções tecnológicas geralmente ultrapassadas, de manutenção e evolução dependentes do fornecedor da tecnologia. Em outros setores e empresas, o nível de automação encontra-se reduzido à utilização localizada de informação, instrumentação, máquinas automatizadas, robôs, sistemas CAD/CAM¹ e etc. Por fim, há empresas que apresentam diferentes níveis de integração de alguns destes elementos ou de organização do sistema de informação. [5]

Há, entretanto, deficiência nos profissionais do setor de automação advindos das universidades devido ao caráter acadêmico, e não profissional, do ensino, que vem sendo amplamente enfatizado em diversas instituições públicas de ensino superior, ou também pela falta de um ensino de caráter multidisciplinar, visto a globalização do conhecimento presente no atual contexto econômico e tecnológico da sociedade, como cita o professor Augusto Humberto Bruciapaglia em seu artigo “A automação no processo produtivo: desafios e perspectivas”.

O substrato sobre o qual o processo de automação vem sendo construído tem origem, principalmente, numa formação - não adaptada à dinâmica imposta pela rápida evolução tecnológica - baseada em conhecimentos técnicos transmitidos em disciplinas de

¹ Podemos definir CAM como auxílio via computador da preparação da manufatura, representando as tecnologias usadas no chão de fábrica, dizendo não só a respeito da automação da manufatura, como: CNC (Comando Numérico Computadorizado), CLP (Controle Lógico Programável), coletores de dados (DNC), como também a tomada de decisão, plano operacional, etc. Apesar de toda esta abrangência, o termo CAM, as vezes, ainda é sinônimo da programação CN, conceito que ficou muito difundido com a sigla CAD/CAM, que representa módulos de programação CN em sistemas CAM.

graduação e pós-graduação de cursos das engenharias tradicionais, sem o caráter multidisciplinar e integrador que o processo necessita. Assim, a automação, entendida nas diversas formas anteriores, ocorre muitas vezes num contexto onde a indústria usuária, e seus engenheiros, apresentam grandes lacunas de formação para planejamento, operação, manutenção e otimização dos sistemas automatizados, sendo obrigados a adquirir a capacitação necessária ao processo de automação ao mesmo tempo em que ele acontece. (Bruciapaglia, A. H., Farines, J. - M.; e Cury, J. E. R., p.3)

Tendo em vista a automatização do setor industrial, com o controle do conhecimento do processo, um dos requisitos essenciais seria a capacitação dos seus profissionais nas novas técnicas de automação e integração através de cursos de graduação, pós-graduação e reciclagem, baseados numa visão multidisciplinar da área.

Assim sendo, no processo de formação, é desejada a participação do setor industrial de modo a desenvolver os cursos. Tal participação pode se dar principalmente na redefinição e adequação dos currículos dos cursos, de modo a preparar os profissionais a serem futuramente utilizados pelas industriais. Da mesma forma o setor industrial pode atuar na construção ou modernização de laboratórios para atividades de ensino e pesquisa, tal como na oferta e oportunidades de estágios e projetos que venham a permitir ao estudante testar suas habilidades, treinar suas técnicas e aptidões ensinadas, assim como obter novos conhecimentos em um vivenciar mais prático.

1.1 Objetivos

O objetivo específico do trabalho é propor uma metodologia de ensino orientado a experimento, baseada na visão integrada professor aluno, para a prática de automação e controle, por meio da plataforma Micrologix, de modo a maximizar o valor pedagógico da teoria e da prática com emprego de equipamentos utilizados na indústria. Este trabalho servirá como base para estabelecer parâmetros pedagógicos que venham a possibilitar uma elaboração futura de apostila voltada ao ensino orientado a experimento da disciplina Instrumentação e Controle, do curso de graduação em Engenharia de Teleinformática. Neste trabalho, serão considerados relevantes os seguintes parâmetros: as principais deficiências dos alunos recém-ingressos no que concerne à aprendizagem de novos elementos práticos, o conhecimento multidisciplinar prévio dos estudantes, as habilidades de trabalho em equipe, organização das idéias e raciocínio lógico para solução de problemas.

1.2 Delineamento do trabalho

O trabalho proposto foi subdividido em cinco capítulos descritos a seguir:

No capítulo 1 é apresentada uma breve explanação acerca da formação dos engenheiros, da história e dos aspectos que concernem à automação industrial, além de um sucinto comentário sobre os desafios da automação no Brasil.

No capítulo 2 os fundamentos teóricos são apresentados.

No capítulo 3 é realizada uma breve descrição da instrumentação e dos *kits* didáticos de automação do LACONTROL utilizados neste trabalho.

No capítulo 4 são ressaltadas algumas aplicações práticas das ferramentas e sistemas de automação utilizados no LACONTROL.

No capítulo 5 é descrito o curso de treinamento, assim como a análise dos resultados alcançados pelos alunos.

No capítulo 6 são apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Sistema Automatizado de Produção

O estudo dos sistemas automatizados de produção compreende um conjunto de variáveis independentes, ligadas a diversas áreas, suas influências variando conforme o momento. Pode-se citar a economia, a administração, esta tanto geral como da produção, a organização do trabalho; aspectos sociais e psicológicos e a automação com equipamentos “inteligentes”, tais como: CAD – Desenho Auxiliado por Computador, CAM – Manufatura auxiliada por computador, CN – Comando Numérico, CNC – Comando Numérico Computadorizado, CLP – Controlador Lógico Programável, Robô, FMS – Sistemas de Manufatura Flexível e CIM – Manufatura Integrada por Computador. [4] Esses temas participam na elaboração de qualquer projeto para automação em graus de relevância diferentes.

Por ser uma área multidisciplinar, a automação industrial envolve uma grande variedade de assuntos de fundamental importância, incluindo o desenvolvimento de redes de comunicação, softwares dedicados, integração e flexibilidade de sistemas.

2.2 Arquitetura da Automação Industrial

2.2.1 A Pirâmide de Automação:

A figura 2.1 mostra a chamada pirâmide da automação, com os diferentes níveis de automação encontrados em uma planta industrial, sendo que na base estão os dispositivos de campo, enquanto que no topo a característica principal é a informatização ligada ao setor corporativo. [7]

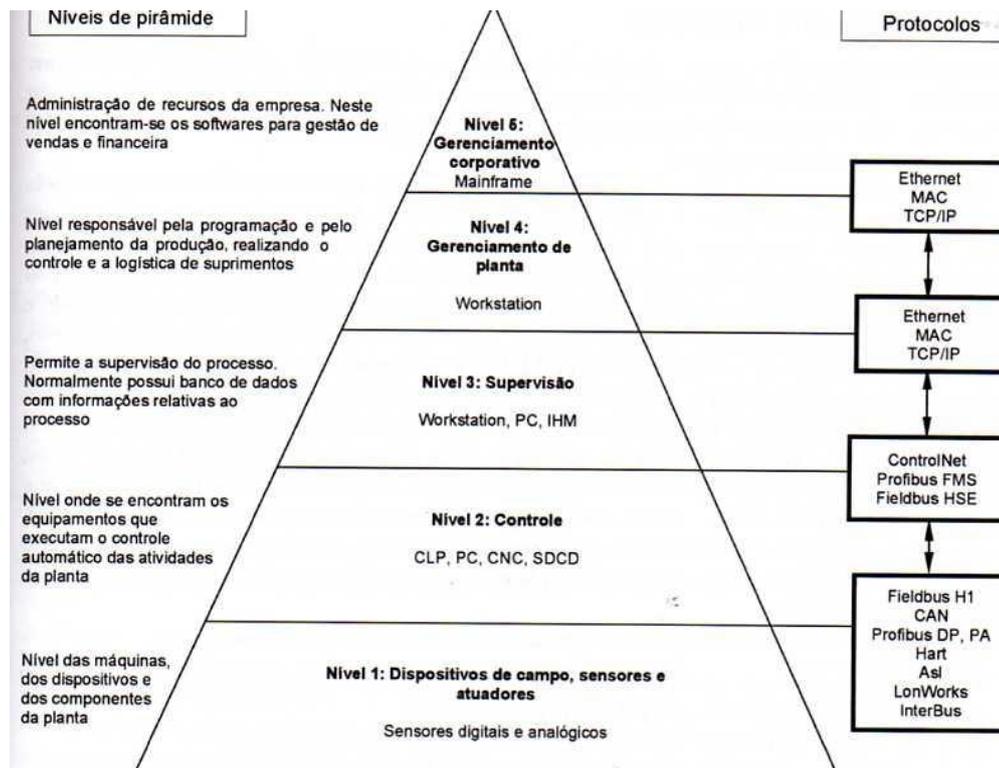


Figura 2.1 – Pirâmide da Automação

2.2.2 Computadores para Automação:

Um Controlador Lógico Programável ou Controlador Programável, conhecido também por suas siglas CLP ou CP e pela sigla de expressão inglesa PLC (*Programmable Logic Controller*), é um computador especializado, baseado num microprocessador que desempenha funções de controle de diversos tipos e níveis de complexidade. [7] Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais. Segundo a NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para programar funções específicas, tais como lógica, seqüenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

Os CLPs, de extraordinária importância prática nas indústrias, caracterizam-se por:

- Robustez adequada aos ambientes industriais (geralmente não incluem vídeo);
- Programação por meio de computadores pessoais (PCs);
- Linguagens amigáveis para o projetista de automação de eventos discretos;
- Permitir tanto o controle lógico quando o controle dinâmico (P + I + D);
- Incluir modelos capazes de conexões em grandes redes de dados.

As figuras 2.2 e 2.3 representam os níveis 1, 2 e 3 da pirâmide de automação, do ponto de vista físico com CLP e como diagrama de blocos.

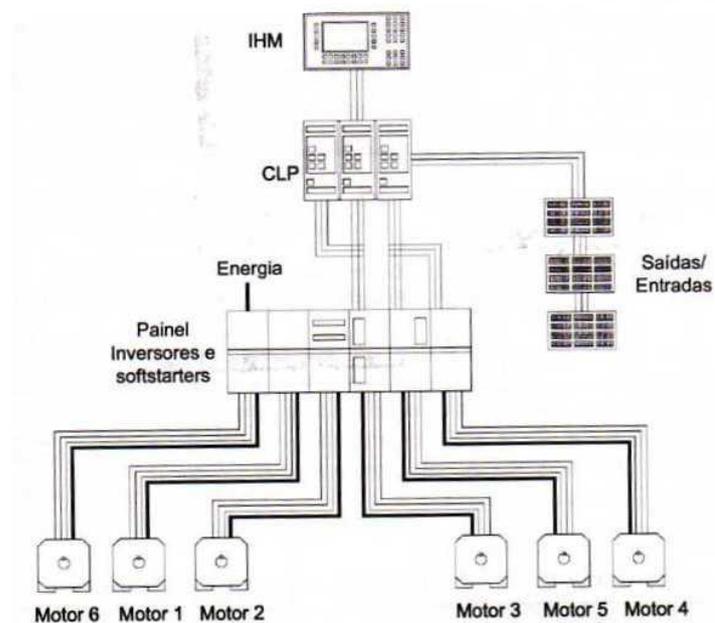


Figura 2.2 – Níveis 1 e 2 da automação industrial

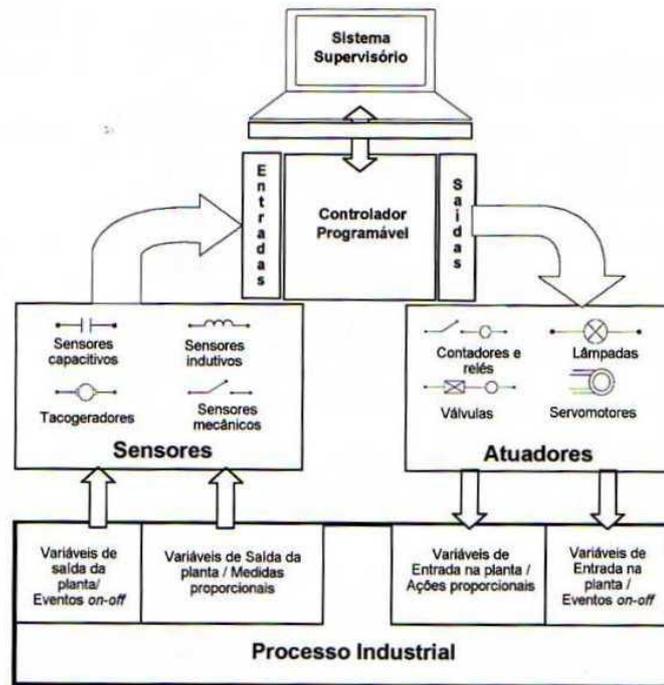


Figura 2.3 – Diagrama de blocos dos níveis 1, 2 e 3 da pirâmide de automação.

Um CLP automatiza uma grande quantidade de ações com precisão, confiabilidade, rapidez, e pouco investimento. Informações de entrada são analisadas, decisões são tomadas, comandos são transmitidos, tudo concomitantemente com o desenrolar do processo.

CAPÍTULO 3

FERRAMENTAS UTILIZADAS

3.1 CLP Micrologix 1200

3.1.1 Descrição Geral e Vantagens:

Para a realização deste trabalho, foi utilizado o CLP Micrologix 1200 Serie C (Figura 3.1), da Rockwell Automation, disponível nos kits didáticos de automação do LACONTROL.

A família Micrologix de controladores provê cinco níveis de controle. Pequeno em tamanho, grande em desempenho, o controlador Micrologix 1200 é pequeno o suficiente para ser ajustado em espaços apertados, mas poderoso o suficiente para acomodar uma ampla gama de aplicações.



Figura 3.1: CLP Micrologix 1200

O controlador Micrologix 1200 oferece uma série de vantagens ao programador, das quais podemos citar algumas, que constam em [8]:

- Ampla memória de 6KB (Sendo 4KB para memória de programa e 2KB para

dados do usuário) para resolver uma variedade de aplicações;

- Opção de expansão de E/S (Até seis módulos de E/S);
- Quatro entradas de alta velocidade que podem ser usadas individualmente para interrupções de eventos, por exemplo;
- Uma interrupção de tempo selecionável de 1ms;
- Temporizadores de 1ms de alto desempenho;
- Opções avançadas de comunicação, incluindo redes SCADA ponto a ponto, DF1[12] *full-duplex*, DF1 *half-duplex* escravo, DeviceNet e Ethernet/IP, DF1 *half-duplex* mestre, Modbus mestre e escravo, e protocolos de *radio modem* DF1 ;
- Capacidade de leitura/escrita ASCII;
- *Clock* em tempo real opcional, para permitir que o controle seja baseado na hora atual do dia, dia da semana ou algum outro tempo do calendário;
- Módulo de memória opcional, para *backup* externo de programas, transporte e transferência para outro controlador. Dados e programas de controle são armazenados com segurança na memória *flash* interna quando não há energia aplicada;
- Proteção de download de dados de arquivos previne a alteração de dados críticos do usuário por meio de downloads de programas de computadores ou módulos de memória;
- Suporte a dados em ponto fixo/flutuante;
- Capacidade embutida de trabalhar com PID;

3.1.2 Hardware do CLP Micrologix 1200

O Micrologix 1200 possui é composto basicamente por fonte de alimentação, circuitos de entrada e saída e um processador. O controlador está disponível nas configurações de 24E/S e 40E/S. [8]

Os recursos de *Hardware* do controlador podem ser observados na figura 3.2.

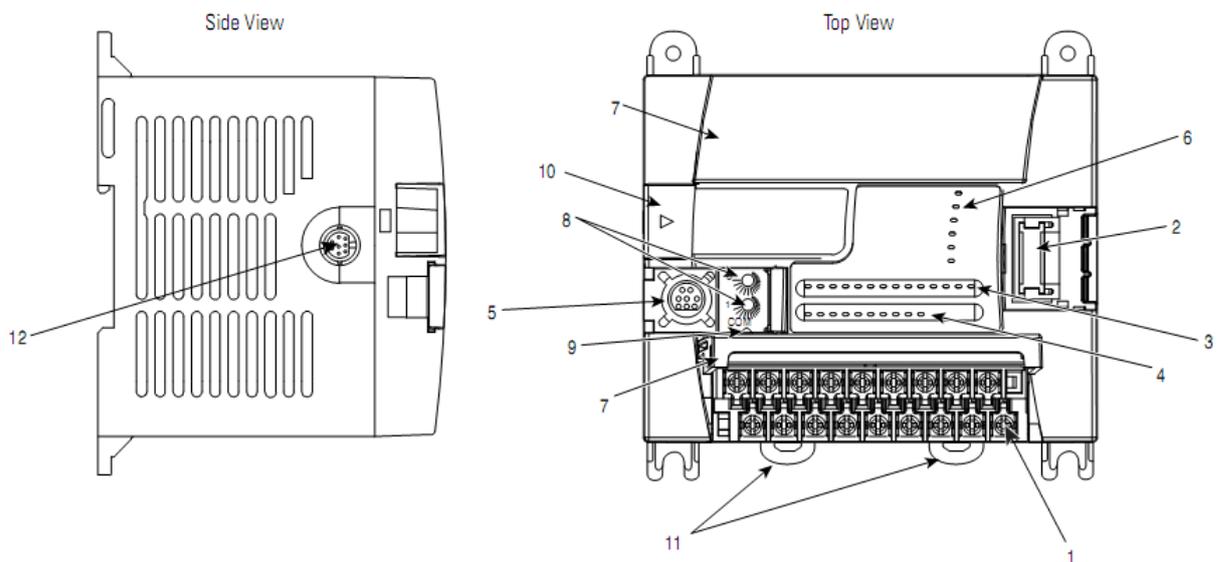


Figura 3.2 - Recursos de Hardware do controlador.

Onde temos indicados pelos números [8]:

1. Blocos de terminal de E/S;
2. Interface de conexão com a expansão de E/S;
3. LEDs referentes às entradas;
4. LEDs referentes às saídas;
5. Porta de comunicação (Canal 0);
6. LEDs de status;
7. Rótulos dos terminais;

8. Trim Pots;
9. Botão para troca de comunicações;
10. Porta de cobertura do módulo de memória;
11. Travas do trilho DIN;
12. Porta do Programador/HMI.

3.1.3 Expansão de E/S

Há ainda a possibilidade de módulos de expansão de E/S serem conectados ao Micrologix 1200, como na figura 3.3.

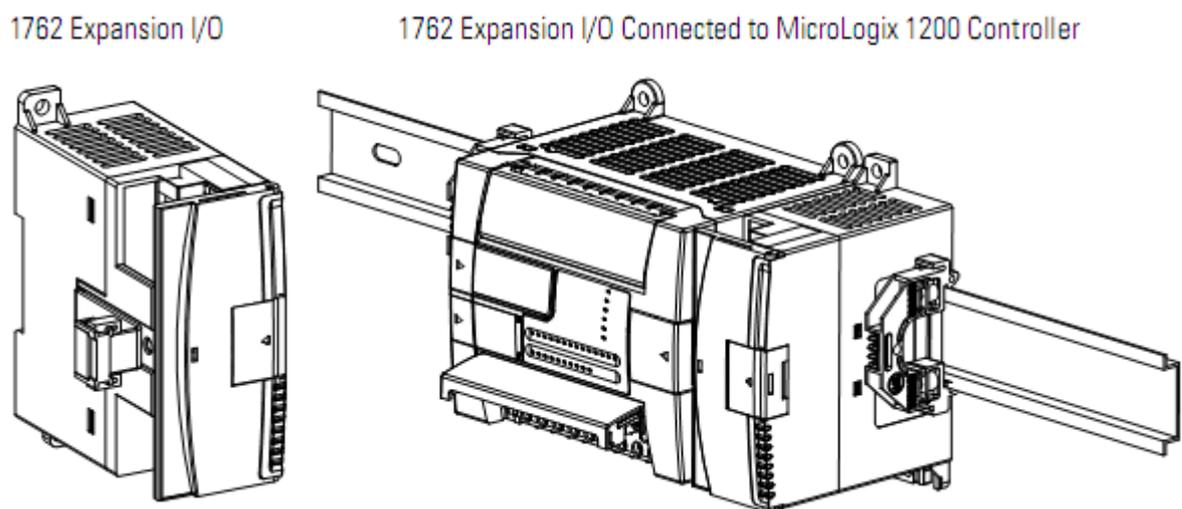


Figura 3.3 - Módulo de expansão de E/S e o mesmo conectado ao controlador.

Dependendo das combinações, pode-se alcançar o máximo de seis módulos de E/S conectados ao controlador. As expansões E/S nos permitem trabalhar com módulos de entradas analógicas, termopares, dentre outras mais, de modo a facilitar a elaboração de projetos. [8]

3.1.4 *Conexões de comunicação*

O Micrologix 1200 dá suporte aos seguintes protocolos de comunicação do canal primário de comunicação RS-232 [11]:

- DH 485;
- DF1 *Full-duplex*
- DF1 *Half-duplex*
- DF1 *Radio Modem*
- Modbus *Master and Slave*
- ASCII

Todos os parâmetros de configuração são fixos e não podem ser mudados pelo usuário.

3.2 **Kits didáticos do Laboratório de Automação e Controle – LACONTROL**

O Laboratório de Automação e Controle (LACONTROL), que integra o Centro de Referência em Automação e Robótica (CENTAURO), este localizado na Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), adquiriu em janeiro deste ano quatro kits didáticos para treinamento de alunos dos cursos de graduação ou até mesmo profissionais que busquem aprender sobre o controlador Micrologix 1200.

Tais equipamentos foram amplamente utilizados neste projeto no treinamento dado aos alunos e foram instrumentos também de estudo para elaboração de práticas e aulas referentes ao curso ministrado.

São quatro os kits didáticos, além do módulo CLP, que são descritos a seguir:

3.2.1 Conjunto kit esteira transportadora para experimentos com controlador lógico programável (CLP).

O conjunto kit de automação esteira transportadora, desde que trabalhando em conjunto com o Kit CLP modelo KAR16E9S, permite treinamento em simulação de controle de esteiras transportadoras e partida de motores trifásicos através do método estrela triângulo, possibilitando o aprendizado de seus princípios de funcionamento e de suas aplicações.

O kit possui sistema versátil, o qual possibilita simulações com sinais enviados e recebidos do Kit CLP através das suas entradas e saídas digitais. O kit esteira transportadora pode ser visto nas fotos 3.1 e 3.2.

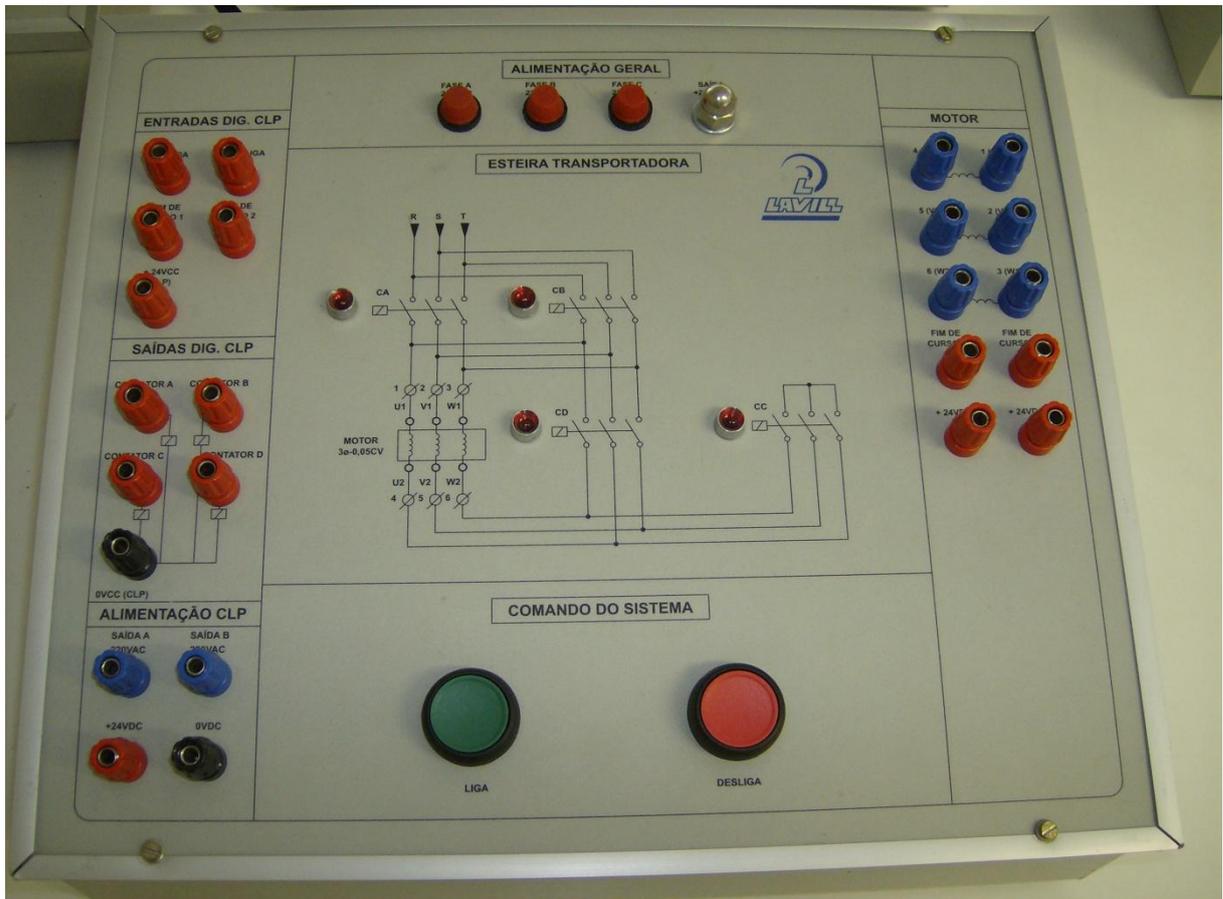


Foto 3.1- Conjunto kit esteira transportadora para experimentos com CLP. (Painel)



Foto 3.2- Conjunto kit esteira transportadora para experimentos com CLP. (Esteira)

3.2.2 *Conjunto kit de automação para experimentos com controlador lógico programável (CLP).*

O conjunto kit de automação modelo KAR16E9S permite treinamento em controlador lógico programável e proporciona ao pesquisador trabalhar com uma das principais máquinas numéricas encontradas na indústria, possibilitando o aprendizado de seus princípios de funcionamento e de suas aplicações. Com este objetivo este conjunto didático tem incorporado o controlador lógico programável mais usual na atualidade.

O CLP é apresentado de forma bem didática e carrega as características (em termos de modelos) de máquinas de grande porte, possibilitando ao aluno ensaios compatíveis e similares aos feitos nas indústrias, concessionárias de energia elétrica, laboratórios de ensaios, etc.

O kit possui sistema versátil, o qual possibilita simulações com sinais vindos dos

receptores para as entradas discretas e analógicas e envio dos sinais para as saídas discretas e analógicas para os atuadores da planta industrial. O kit CLP pode ser visto na foto 3.3.



Foto 3.3 - kit de automação para experimentos com controlador lógico programável (CLP).

3.2.3 Conjunto kit semafórico para experimentos com controlador lógico programável (CLP).

O conjunto kit de automação semafórico, desde que trabalhando em conjunto com o Kit CLP modelo KAR16E9S, permite treinamento em simulação de controle de tráfego de veículos e fluxo de produção industrial, possibilitando o aprendizado de seus princípios de funcionamento e de suas aplicações.

O kit possui sistema versátil, o qual possibilita simulações com sinais enviados e recebidos do Kit CLP através das suas entradas e saídas digitais para a energização e desenergização de seis lâmpadas (duas vermelhas, duas amarelas e duas verdes). O kit

semafórico pode ser visto na foto 3.4.



Foto 3.4 - Conjunto kit semafórico para experimentos CLP.

3.2.4 *Conjunto kit processo reator para experimentos com controlador lógico programável (CLP).*

O kit de automação reator químico, desde que trabalhando em conjunto com o Kit CLP modelo KAR16E9S, permite treinamento em simulação de processos industriais de indústrias químicas, alimentícias e farmacêuticas, na dosagem, processamento e envase dos produtos, possibilitando o aprendizado de seus princípios de funcionamento e de suas aplicações.

O kit possui sistema versátil, o qual possibilita simulações com sinais enviados e recebidos do Kit CLP através das suas entradas e saídas digitais. Tal kit pode ser observado na foto 3.5.



Foto 3.5 - Conjunto kit processo reator para experimentos com CLP.

3.2.5 *Conjunto kit bombeamento reservatório para experimentos com controlador lógico programável (CLP).*

O conjunto de automação sistema de bombeamento de reservatório, desde que trabalhando em conjunto com o Kit CLP modelo KAR16E9S, permite treinamento em simulação de sistemas de bombeamento e abastecimento de água e demais fluidos líquidos e gasosos em plantas industriais ou em residências, prédios e condomínios, possibilitando o aprendizado de seus princípios de funcionamento e de suas aplicações.

O kit possui sistema versátil, o qual possibilita simulações com sinais enviados e recebidos do Kit CLP através das suas entradas e saídas digitais. Sua visualização está disponível nas fotos 3.6 e 3.7.



Foto 3.6 - Conjunto kit bombeamento reservatório para experimentos com CLP. (Painel)

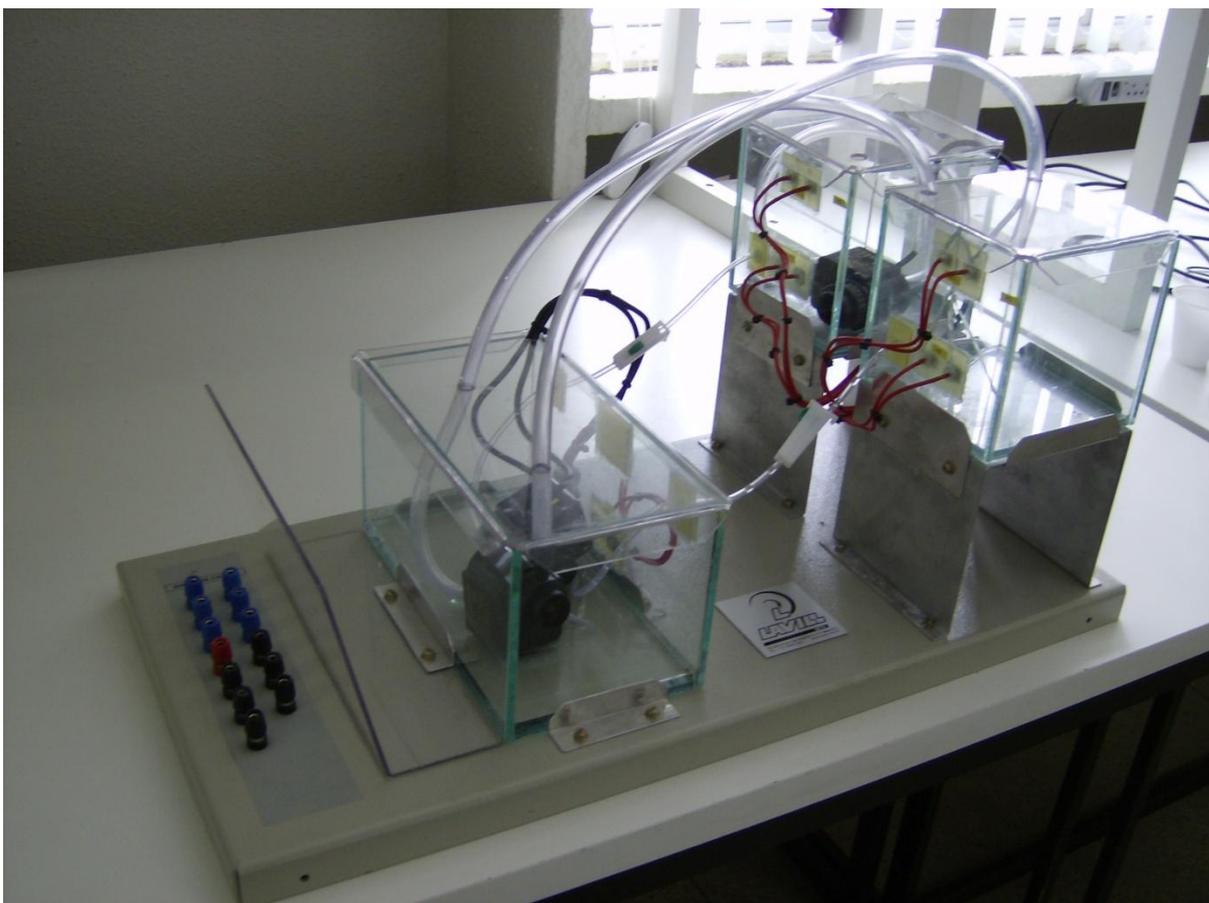


Foto 3.7 - Conjunto kit bombeamento reservatório para experimentos com CLP.
(Reservatórios e Bombas)

3.2.6 *Enfoques experimentais dos kits*

Os kits possuem os seguintes enfoques experimentais:

- Proporcionar o desenvolvimento de experiências envolvendo endereços e registros do Controlador Lógico Programável.
- Desenvolver experiências utilizando sensores e atuadores da planta de operação discreta e analógica.
- Programar linguagens básicas como LADDER com todos os comandos e funções inerentes a esta linguagem envolvendo contatos NA/NF, bobinas de energização (com set/reset), funções de temporizadores e contadores, funções matemáticas, funções de controle automático do tipo PID, movimentação e

apagamento de dados, instruções de comparação, dentre outras.

- Simular processos como controle semafórico, esteira transportadora, partida de motores, estações de bombeamento e reatores químicos e outros desdobramentos através de kits complementares que possam vir a ser conectados ao kit do CLP.

3.3 Linguagem de diagrama de contatos (LADDER)

A linguagem ladder é uma linguagem gráfica de alto nível que se assemelha ao esquema elétrico de um circuito de comando ou diagrama de contatos. No ladder todos os tipos de instruções pertencem a dois grandes grupos: instruções de entrada e instruções de saída. Nas instruções de entrada são formuladas perguntas, enquanto as de saída executam algum tipo de ação em função das respostas afirmativas ou negativas das instruções de entrada que estão sendo representadas na mesma linha lógica da instrução de saída. [7]

Na linguagem ladder os comandos têm a estrutura de um esquema de circuito de intertravamento baseado em lógica de relés. Convém lembrar, entretanto, que essa estrutura assemelha-se, mas não opera exatamente como um circuito de relés. Ao longo do SCAN do programa, se alterado o estado de uma variável, essa mudança será considerada tão-somente nas linhas subseqüentes desse próprio SCAN. A atualização das linhas anteriores somente ocorrerá no SCAN seguinte. [7]

As instruções básicas da maioria dos CLPs podem ser agrupadas em sete categorias:

- a) Lógica de relé ou instrução de bit;
- b) Temporização e contagem;
- c) Aritmética;
- d) Manipulação de dados;
- e) Controle de fluxo;
- f) Transferência de dados;
- g) Avançada.

3.4 Softwares da Rockwell Automation para comunicação com o CLP e programação do mesmo.

Foram disponibilizados ao LACONTROL, em virtude da sua parceria com a Rockwell Automation do Brasil, os softwares, assim como suas respectivas licenças, para a programação e comunicação do controlador Micrologix 1200 com o computador pessoal.

Para este trabalho, utilizamos os softwares RSLogix 500, para programação do controlador e RSLinx, para comunicação do CLP com o computador pessoal. Os softwares são brevemente apresentados a seguir.

3.4.1 *RSLogix 500*

O RSLogix 500 é o software de programação da lógica ladder para o SLC 500 e outros processadores Micrologix, dentre os quais o Micrologix1200. É compatível com programas criados com qualquer outro software Rockwell. Por meio do mesmo podemos editar o diagrama ladder que será utilizado na aplicação, além disso, o software conta com um verificador de projetos capaz de encontrar os mais diversos erros no decorrer da programação. A figura 3.4 exibe a tela inicial do RSLogix500, onde é possível realizar a programação do diagrama Ladder.

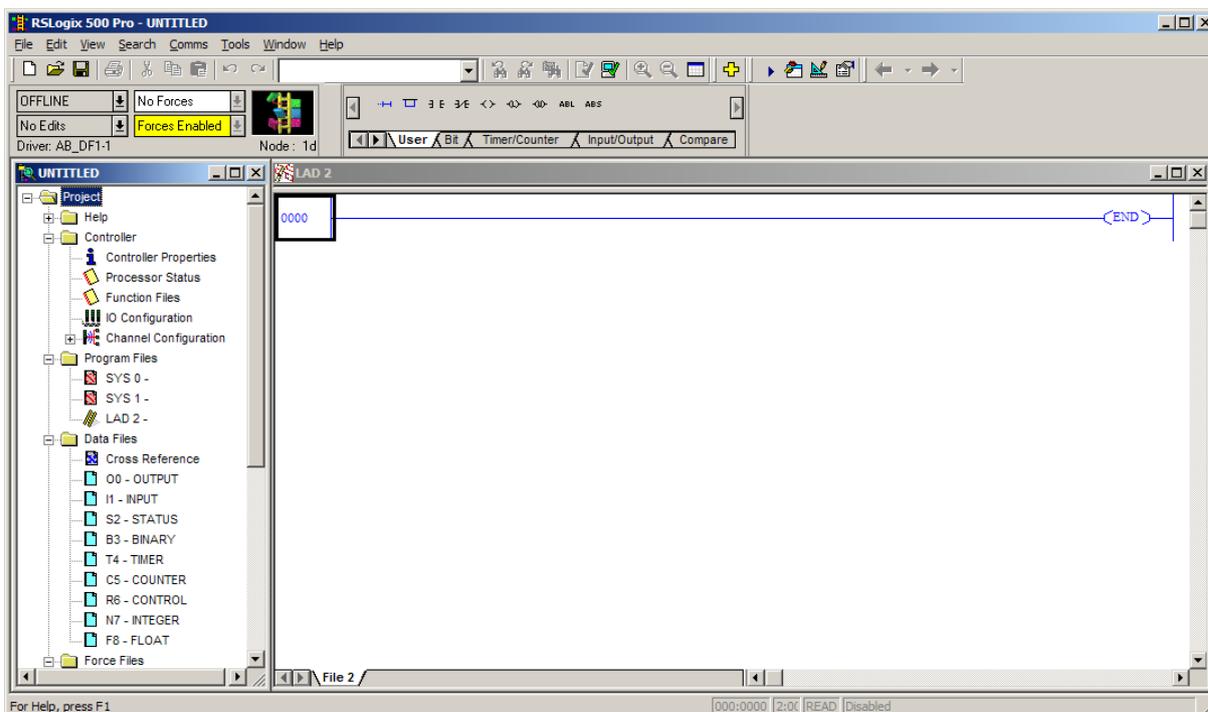


Figura 3.4 – Tela inicial do RSLogix 500

3.4.2 RSLinx

O RSLinx é o software utilizado para comunicação entre o computador e o CLP ou entre o computador e outras Interfaces Homem Máquina. O RSLinx pode suportar múltiplas aplicações de software simultaneamente, comunicando-se com uma grande variedade de dispositivos em diferentes redes. A figura 3.5 exibe a tela inicial do RSLinx, onde podemos configurar a comunicação do computador com o CLP.

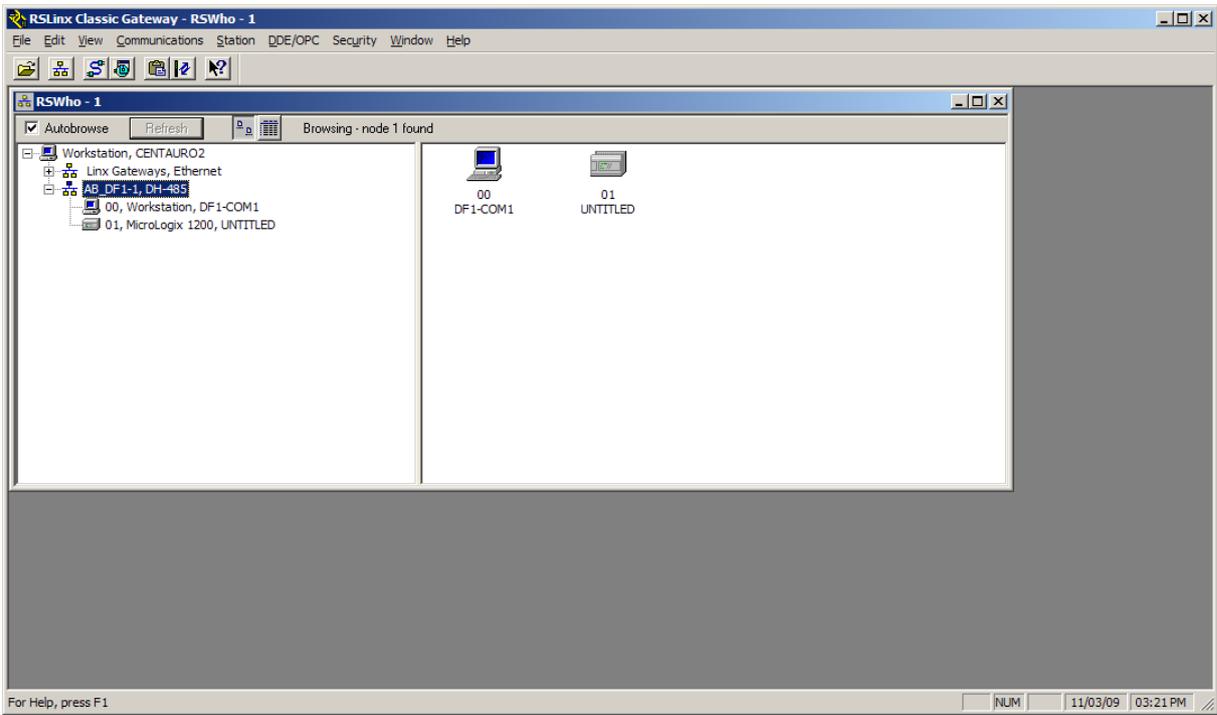


Figura 3.5 – Tela inicial do RSLinx

CAPÍTULO 4

APLICAÇÕES DESENVOLVIDAS NAS FERRAMENTAS UTILIZADAS

A fim de ministrar o curso de treinamento voltado aos alunos de graduação de modo a obter uma experiência de ensino que proporcionasse a descoberta de metodologias de ensino que podem vir a ser úteis na formação dos estudantes de engenharia, foram realizados experimentos nos kits didáticos. Os experimentos foram tomados por base de alguns experimentos sugeridos na apostila sobre a plataforma Micrologix elaborada pela Escola Politécnica da USP. Tais experimentos seriam posteriormente aplicados como práticas e avaliações aos alunos no decorrer do curso. Para maximizar o valor pedagógico, buscou-se sempre o aperfeiçoamento na estratégia de execução das práticas, de modo a estabelecer uma referência para observação da aprendizagem dos alunos, conforme mostrado neste capítulo.

4.1 Experimento envolvendo o kit de controle de esteira transportadora.

O experimento realizado tratou-se de uma esteira que deveria movimentar-se entre dois pontos A e B, efetuando uma parada temporária em B para reabastecimento de carga de modo que a mesma pudesse ser despejada em A.

O processo deveria ser repetido por três vezes. Ao final do mesmo, a esteira deveria ser desligada. Deve-se atentar para as ligações e a partida do motor trifásico. Portanto devem-se usar os contadores do kit esteira ligados ao motor, por meio do CLP, de modo a alternar o sentido do movimento da esteira.

O anexo I exhibe o diagrama Ladder do experimento.

4.2 Experimento envolvendo o kit semafórico.

O projeto realizado no kit semafórico tratou-se de um projeto de semáforo

inteligente. Deveria ser projetado um semáforo inteligente simples, em que o trânsito pela via preferencial flui livremente até que seja detectada a chegada de um veículo pela via secundária. Após determinado tempo de espera, o semáforo deve dar passagem à via secundária, por um determinado tempo, e depois retornar ao estado inicial.

Foi utilizada uma das chaves do kit CLP para simular o sensor que indica a chegada do veículo à via secundária. Deste modo, um temporizador cria um breve atraso, e em seguida, alterna os semáforos dando passagem ao veículo da via secundária. Ao término do processo, um novo temporizador é ativado de modo a evitar que a chegada imediata de outro veículo à via secundária venha a alternar novamente os semáforos, retirando, implicitamente, a preferência da via principal.

O anexo II exhibe o diagrama Ladder do semáforo inteligente.

4.3 Experimento envolvendo o kit processo reator.

O processo automatizado envolvendo o kit processo reator tratou-se do seguinte:

A condição para início do processo é o posicionamento correto de um tanque debaixo do reator. Satisfeita essa condição, ao ser acionado o botão de partida inicia-se o aquecimento do reator pela injeção de vapor, através da abertura da válvula 3.

Atingida a temperatura de 100°C, deve-se abrir a válvula 1 para a entrada de 400 litros de mistura 1, que é indicado pelo nível da bóia 2 (A bóia 1 deve ser aberta anteriormente, indicando que passou por aquele nível).

Com o acionamento da bóia 2, a válvula 1 deve fechar e a válvula 2 abrir, permitindo a entrada de 200 litros da mistura 2, que é indicada pela bóia 3. Durante esta etapa, se a temperatura cair para abaixo de 90°C, o processo deve ser interrompido e o reator deve ter sua temperatura reajustada pela abertura da válvula 3.

Após a adição das duas substâncias, a temperatura deve ser elevada para 300°C. a partir deste momento o misturador deve ser acionado durante 20 segundos e se a temperatura vier a ficar abaixo de 300°C, interrompe-se o processo e a mistura deverá ser reajustada

através da válvula 3.

Após o desligamento do misturador, abre-se a válvula 4 para a transferência da mistura ao final do tambor. Esvaziando o reator, o que é detectado pela bóia 1, a válvula 4 deve ser fechada, e assim finalizar o processo.

Ao posicionar-se um novo tanque, um novo processo pode ser inicializado.

As bóias, nesse experimento, são simuladas por chaves comandadas manualmente e a temperatura simulada por um potenciômetro que ajusta um valor proporcional de tensão aplicada à entrada analógica do CLP. A abertura e fechamento das válvulas e o funcionamento do misturador são indicadas por LEDs no painel didático.

O anexo III exibe o diagrama ladder do processo envolvendo o kit reator.

4.4 Experimento envolvendo o kit bombeamento reservatório.

O reservatório principal deve encher tanto o reservatório de distribuição como o secundário por meio das bombas 1 e 3. As mesmas devem funcionar até que o nível máximo nestes dois reservatórios seja atingido. No instante em que o nível de água do principal estiver abaixo do nível mínimo, o reservatório de distribuição deve ser cheio pelo reservatório secundário, por intermédio da bomba 2.

Após 60 segundos do início do funcionamento das bombas, deve-se simular uma falha em cada uma delas. Deve ser simulado também, por meio de chaves, um nível baixo no reservatório principal. Atente para as saídas do experimento que indicam a falta de água do sistema no geral.

O anexo IV exibe o diagrama ladder do processo envolvendo o kit bombeamento.

CAPÍTULO 5

TREINAMENTO MINISTRADO AOS ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA

Para a concretização deste trabalho, foi ministrado um curso de treinamento básico em automação e controle aos alunos do curso de graduação em Engenharia de Teleinformática, da Universidade Federal do Ceará.

No decorrer do curso, os alunos puderam ter acesso a uma tecnologia que evolui rapidamente de modo a desenvolver atividades de laboratórios, com equipamentos especializados e modulares para maximizar o valor pedagógico e aprofundar conhecimentos práticos.

A metodologia de ensino foi fortemente baseada na prática e no trabalho desenvolvido pelos próprios estudantes. Foi enfatizado neste curso que as práticas laboratoriais exploradas deveriam ser modernas, prazerosas e motivadoras. O treinamento visava motivar os alunos a buscarem um conhecimento mais globalizado, melhorando seu desempenho acadêmico, explorando suas capacidades de trabalho em equipe, raciocínio lógico e análise e solução de problemas, onde o ensino orientado a experimentos e instrumentado por tecnologia de ponta foi fundamental para as atividades desenvolvidas. Do mesmo modo, pôde-se verificar que não houve evasão do curso, devido, principalmente, à motivação proporcionada pela metodologia de ensino adotada nas atividades práticas. Esta metodologia de ensino foi baseada nos conceitos *hands on* [9] e *learning by doing* [10], este se refere à capacidade das pessoas aumentarem seu desempenho em determinada tarefa apenas pela repetição da mesma, enquanto o primeiro é baseado na capacidade de aprendizagem da pessoa com a mesma “pondo a mão na massa”. Tal metodologia foi escolhida em virtude do fato de o ser humano na faixa de idade de 20 a 30 anos possuir mais facilidade de aprendizagem atuando na prática [6].

Para esta experiência metodológica, foram selecionados oito alunos do curso de graduação, sendo seis do primeiro ano e dois do segundo. Escolheram-se alunos do primeiro

ano com o intuito de apresentá-los a um ambiente real de laboratório em conformidade com equipamentos empregados na indústria, de modo a poder identificar uma metodologia didática que se adéque com o conhecimento teórico aprendido em sala de aula e complemente a deficiência de conteúdos multidisciplinares necessários para a formação de engenheiros exigidos pelo mercado. Os alunos do segundo ano, tendo em vista que já possuíam, em princípio, maior conhecimento teórico, foram escolhidos para atuarem como mentores dos demais no desenvolvimento de atividades e projetos no decorrer do treinamento, o que, infelizmente, não veio a acontecer. Tal fato se deveu as dificuldades enfrentadas com os horários disponíveis aos alunos, devido à carga horária da graduação estar dividida em dois turnos, a saber: Os alunos do primeiro ano têm aulas no período da tarde, enquanto os demais alunos tinham aula pela manhã. Os alunos, no entanto, mostraram-se muito determinados e motivados com a possibilidade de enfrentarem atividades práticas de laboratório que refletem em menor escala o ambiente industrial.

No primeiro momento do curso, foi ministrada uma aula teórica de Introdução à Automação aos alunos. Os assuntos abordados foram “O que é Automação”, “Ramos da Automação”, “Automação Industrial”, “Sistemas de controle de processo”, e alguns exemplos que foram apresentados. Os primeiros assuntos foram propositadamente abordados de forma clássica, num modelo de ensino mais próximo do cartesiano, sem expor aplicações reais. Notou-se com isso que os alunos, mesmo inicialmente motivados, começavam a ficar dispersos conforme mais informação ia sendo transmitida. Em seguida, foram apresentadas aplicações práticas da automação, por meio de figuras e vídeos. A exibição da teoria aplicada na prática fez com que os alunos ficassem visivelmente mais concentrados e motivados.

Ao término da primeira aula teórica, foram mostrados aos alunos alguns dos desafios da automação no Brasil e também desafios na formação dos engenheiros. Foram levantados junto aos alunos os seguintes questionamentos, de modo a serem tomados como avaliação de senso crítico e social da teoria e prática da automação:

- *Com que instrumentos metodológicos enfrentar o problema da modernização de plantas industriais em diferentes níveis de automatização com a garantia de eficiência na melhoria do processo produtivo?*
- *Como aumentar o nível de competência técnica atingido pelas empresas de engenharia, acompanhando os avanços tecnológicos mundiais e promover o desenvolvimento de novas empresas no setor?*

- *Como levar em conta simultaneamente as questões tecnológicas, organizacionais e sociais? De que forma, com que metodologias e ferramentas, encontrar soluções que permitam atender as exigências de produtividade e flexibilidade e, ao mesmo tempo, responder efetivamente às restrições que impõem o meio ambiente, a segurança e o respeito ao ser humano?*
- *Como suprir a necessidade de uma mão de obra especializada, criativa, conhecedora das novas tecnologias e adaptada a uma evolução tecnológica rápida?*

Os alunos do primeiro ano, mais interessados, foram os únicos a responder as perguntas. A maioria mostrou, de certo modo, um senso crítico abaixo do esperado nas suas respostas. Houve, no entanto, algumas respostas satisfatórias, como as que constam no Anexo V.

Os alunos do segundo ano, mesmo sendo o trabalho obrigatório, não entregaram o mesmo.

Na segunda aula, ainda foi abordado o enfoque teórico da automação, tendo em vista o conhecimento do diagrama Ladder de fundamental importância para o controle de sistemas industriais. Além disso, também foi apresentado aos alunos o CLP que seria utilizado nas práticas, o Micrologix 1200. No entanto, o ensino das funções do diagrama Ladder foi diferente do convencional. Por meio do CLP e do computador (função de programação do CLP e visualização do diagrama Ladder), conforme as instruções da linguagem Ladder eram apresentadas em teoria, aplicações envolvendo as mesmas eram mostradas em tempo real ao aluno, de modo que o mesmo pudesse já entender quando poderia utilizá-las, já que observava uma aplicação prática das mesmas.

Notou-se que os alunos tiveram grande facilidade de aprendizagem das funções apresentadas devido ao fato de as verem atuando. Constatou-se, portanto, que os alunos adquiriam mais facilmente o conhecimento com a teoria sendo posta rapidamente em prática pelo instrutor.

Ao final da segunda aula foi lançado aos alunos o desafio de desenvolver algoritmos para sistemas semafóricos. Foi passado, portanto, como avaliação de conhecimento, o exercício de elaborar o algoritmo para três tipos de semáforos: Um semáforo simples, em uma

via de mão única; Dois semáforos em um cruzamento, sem necessidade de sensores; e o Semáforo inteligente da prática realizada conforme a parte 4.2 deste trabalho.

Observou-se logo uma deficiência de conhecimentos básicos de programação por parte dos alunos. A grande maioria mostrou que não sabia elaborar algoritmos, mesmo já estando no final da disciplina Técnicas de Programação em Engenharia. Apenas dois dos sete alunos que entregaram o exercício, sendo um do segundo ano da graduação, apresentaram algoritmos devidamente escritos. A grande maioria se deteve a longas redações. Boa parte deles, no entanto, mostrou bons conhecimentos elaborando diagramas lógicos de estado.

Segue no Anexo VI uma das respostas mais satisfatórias.

Com conhecimentos teóricos preliminares apresentados, passou-se a enfatizar a parte mais prática do curso. O enfoque era, portanto, a busca de uma metodologia de ensino em que todos pudessem interagir no estabelecimento dos passos a serem seguidos para a implementação dos experimentos práticos. Desta forma os alunos puderam compartilhar com eficiência os computadores disponíveis aos experimentos. Para cada prática executada, era apresentada primeiramente uma tarefa mais complexa já realizada previamente pelo instrutor. Notou-se grande curiosidade e atenção nos alunos ao observarem esta em funcionamento. Além disso, as práticas passadas aos alunos apresentaram procedimentos similares com a prática mais complexa previamente exibida pelo instrutor. Logo, esta facilitava o raciocínio dos mesmos e a capacidade de contornar possíveis problemas na realização dos seus trabalhos.

Pela estrutura do laboratório não suportar muitas pessoas, os alunos foram divididos em grupos de quatro pessoas, que vieram depois a ser dois grupos de três e um de dois, tendo em vista que os alunos do segundo ano, por questão de conflitos de horário, tiveram de realizar o curso em turno diferente dos demais. A realização dos trabalhos em equipe teve o intuito de explorar a capacidade crítica e criativa dos alunos e de fortalecer o trabalho em grupo e a interação entre os mesmos, de modo a aprimorar uma didática voltada para grupos, e não a interesses individuais.

Foram realizadas, portanto, pelos alunos, práticas baseadas nas já desenvolvidas pelo instrutor, estas descritas no capítulo 4. As práticas foram expostas da seguinte maneira aos alunos: Inicialmente o experimento já realizado de nível mais complexo foi exposto aos estudantes. O diagrama ladder, tal como as ligações foram mostrados detalhadamente durante o funcionamento, de modo a desenvolver um raciocínio que fizesse com que o aluno pudesse

compreender previamente o que deveria fazer no momento da sua prática.

Em seguida, duas ou três práticas eram passadas aos alunos, de acordo com o kit utilizado e a disponibilidade de tempo. A primeira mais simples, de modo a fazê-los conhecerem melhor a plataforma que estavam utilizando. A segunda mais complexa, de modo a fazê-lo refletir melhor e gerar uma discussão entre as equipes a fim de obter a solução mais apropriada para o exercício proposto, algo previamente solicitado. Sempre que a prática era transmitida, solicitava-se aos alunos que discutissem e comentassem sobre alguma aplicação real da mesma, o que faria com que o aluno obtivesse melhor compreensão da utilidade da ferramenta com que estava trabalhando.

O trabalho das equipes foi satisfatório, de modo que pelos métodos *hands on* e *learning by doing* demonstraram em pouco tempo domínio já de muitas das funcionalidades do CLP e dos kits utilizados. O caráter questionador também dos mesmos foi explorado utilizando tais métodos, de modo que as dúvidas que surgiam eram cada vez mais complexas e sempre buscando a otimização das estratégias para solução dos exercícios. Notou-se também que os erros, devido também ao trabalho em equipe, eram fortemente reduzidos, já que todos eram exigidos e todos buscavam a aprendizagem nos experimentos.

Ao término do curso, os alunos receberam uma avaliação que consistia do seguinte desafio:

- *O trabalho final, senhores, é simples. Utilizará apenas a criatividade de vocês e apenas alguns elementos abordados no curso.*

Descreva um projeto que utilize automação e controle em qualquer segmento que seja. Abuse da criatividade. Comente sobre a utilização de sensores, atuadores e controladores. Elabore uma estratégia de implantação.

Não é necessário o uso de termos técnicos ou assuntos mais avançados. Utilizem apenas da sua capacidade analítica e da sua criatividade.

Visava-se, com essa avaliação, exercitar a criatividade, tão abordada no decorrer do treinamento, explorando os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos em conjunto com um conhecimento multidisciplinar dos estudantes.

Notou-se, em boa parte das respostas, que os alunos foram capazes de compreender em que aplicações os conhecimentos adquiridos poderiam ser úteis. Em comparação ao primeiro dia de curso, onde foram também argüidos sobre aplicações reais da automação, demonstraram mais amplo conhecimento, do mesmo modo que se mostraram mais criativos

para a criação de projetos. Pode-se observar no anexo VII exemplo disso.

Com a finalização do treinamento, procurou-se também avaliar o curso do ponto de vista dos alunos, de modo a buscar possíveis melhorias, para treinamentos futuros, com a opinião dos mesmos. Para tal feito, levantou-se o seguinte questionamento junto aos estudantes:

- *Já conhecia o assunto abordado?*
- *Quais os conhecimentos proporcionados pelo curso realizado?*
- *Crê que o curso possa ter transmitido algo que possa ser usado na sua vida profissional? Comente acerca disso.*
- *Que pontos do curso puderam levá-lo a uma reflexão sobre a conveniência de introduzir modificações nos seus planos de estudo?*
- *O curso trouxe-lhe orientação ou motivação para o estudo?*
- *Crê que o curso ofereceu oportunidades aos participantes de trocarem experiências e conhecimentos entre si? Comente acerca desse assunto, expondo vantagens e desvantagens observadas.*
- *O que da metodologia de ensino do curso poderia vir a ser aproveitado na sala de aula ou nas aulas de laboratório das disciplinas? Comente expondo deficiências das metodologias de ensino abordadas pelos professores observadas do ponto de vista do aluno e o que poderia vir a mudar.*
- *Crê que o grupo formado para o curso foi homogêneo ou heterogêneo?*
- *Apresente críticas, sugestões e comentários gerais acerca do curso.*

Vimos que a grande maioria dos alunos não tinha conhecimento prévio algum acerca do assunto explorado no treinamento. Este, logo, pôde propiciar aos alunos, acima de tudo, interesse e motivação para realizar estudos na área de automação e controle. A mesma motivação, se dada em todas as áreas da graduação poderia ser de grande ajuda aos alunos, oferecendo, desse modo, aos mesmos, a oportunidade de realizar melhor escolha para suas especializações.

Os alunos mostraram-se mais motivados ao estudo, em virtude de realizarem aplicações práticas com maior enfoque em situações reais. O trabalho em equipe foi, reconhecidamente pelos estudantes, fundamental para a aprendizagem rápida, do mesmo modo que as metodologias de ensino utilizadas *hands on* e *learning by doing*. Uma das

críticas realizadas foi em relação à falta de solicitação do trabalho em equipe fora do laboratório, o que realmente não foi exigido dos alunos no treinamento, mas não foi proibido no decorrer deste.

Foi apontado como vantagem também a questão da prévia explicação detalhada das práticas, o que facilitava o estudo e a preparação dos alunos, do mesmo modo também foi apontado como vantagem o fato de uma prática mais complexa ser apresentada previamente pelo instrutor. A questão dos equipamentos e experimentos mais voltados a situações reais, em contraste com as práticas de laboratório experimentadas pelos alunos no decorrer do curso de graduação, estas fugindo da realidade muitas das vezes, também foi levantada nas respostas. As críticas, no geral, foram com relação à falta de tempo enfrentada, como já citado previamente neste capítulo. O grupo escolhido para a realização do curso, por unanimidade, declarou-se homogêneo, fato este que facilitou a divisão das equipes e o trabalho dos mesmos.

Visto da parte do instrutor, o curso foi muito satisfatório, pois os resultados desejados foram todos alcançados. Pôde-se observar a eficácia de estratégias de ensino e motivação de modo a buscar novas ferramentas e metodologias didáticas de modo a explorá-las melhor no ensino de automação, ou até mesmo nas aulas práticas de outras disciplinas do curso de Engenharia de Teleinformática. Tal assunto será melhor tratado na conclusão.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

A educação torna-se cada vez mais questão econômica essencial para o desenvolvimento do sistema produtivo assumindo centralidade nas discussões como necessidade estratégica dos países na promoção do desempenho econômico eficaz de sua população e única alternativa possível para o ingresso no novo cenário de competição internacional.

O Brasil carece de engenheiros. A demanda não é suficientemente grande para atender às necessidades da nação. A reestruturação nas escolas de engenharia vem ocorrendo no decorrer dos últimos anos de modo a formar os profissionais que possam vir a enfrentar uma economia globalizada em um futuro que já chegou.

Nota-se, entretanto, que há a necessidade também de uma reestruturação não somente de grades curriculares, mas também na metodologia do ensino da engenharia. O mercado carece de profissionais com experiência prática e conhecimento amplo e globalizado, raciocínio lógico, capacidade de planejamento, gestão e liderança. Há ainda, todavia, dentro das universidades certa tendência à formação de pesquisadores com conhecimentos técnicos formados dentro de um modelo cartesiano de ensino.

Percebeu-se, com este trabalho, que os estudantes mostraram-se fortemente motivados a buscarem novos conhecimentos e ao estudo da engenharia. Acredita-se, que com uma didática mais voltada para o ensino da prática por meio de experimentos mais próximos da realidade industrial, que o aluno do curso de engenharia possa vir a obter formação mais adequada ao mercado de trabalho. Da mesma forma, sentir-se-ia também mais motivado, reduzindo, portanto, a grande evasão que vem ocorrendo nos cursos de engenharia principalmente nos primeiros anos da graduação.

O ensino orientado a experimentos utilizando a plataforma Micrologix, por meio das estratégias utilizadas neste trabalho, mostrou-se fortemente eficaz para essas aplicações práticas supracitadas voltadas à realidade do engenheiro. Crê-se que desse modo, poder-se-ia oportunizar novamente experiência semelhante às demais áreas da graduação em Engenharia

de Teleinformática, com a inserção de novos experimentos laboratoriais de diversas áreas científicas. Seria necessário, portanto, atualização dos laboratórios utilizados pelos alunos por meio da aquisição de equipamentos modernos e aplicados na indústria.

Vale ressaltar também a questão da necessidade do ensino da teoria, que é mais que fundamental para a formação do engenheiro. Deve-se, portanto, estabelecer uma média entre a teoria e a prática na formação deste profissional, da mesma forma que uma constante atualização das tecnologias utilizadas e das metodologias de ensino aplicadas no decorrer da sua graduação. Há também a necessidade de uma interação maior entre professor e aluno, de modo que ambos possam se compreender, aperfeiçoando a transmissão do conhecimento e a obtenção do mesmo. Desse modo, portanto, as escolas de engenharia obteriam, provavelmente, maior excelência na formação de profissionais qualificados e prontos para enfrentar a economia contemporânea globalizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BORGES-ANDRADE, Jairo E.; ABBAD, Gardênia da S.; MOURÃO, Luciana **Treinamento, Desenvolvimento e Educação em Organizações e Trabalho: Fundamentos para a gestão de pessoas** Porto Alegre: Artmed, 2006.

[2] LAUDARES, João B.; RIBEIRO, Shirlene **Trabalho e Formação do Engenheiro**, R. bras. Est. pedag., Brasília, v. 81, n. 199, p. 491-500, set./dez. 2000.

[3] PAIXÃO, Edmilson L.; LAUDARES, João B.; VIGGIANO, Adalci R.; **O Ensino de Engenharia e a Formação do Engenheiro: Contribuição do Programa Tempo de Mestrado em tecnologia do CEFET-MG – Educação Tecnológica**, Minas Gerais: Anais do XXXIV COBENGE, Setembro de 2006.

FARIAS, Evaldo de **Capacitação Profissional e Competências Emergentes em Cenários Competitivos**.

[4] AIHARA, Cintia Kimie, **Projeto e Implantação de Plataforma Didática aplicada ao Ensino e Pesquisa em Automação**, São Paulo, 2000.

[5] BRUCIAPAGLIA, Antônio H.; FARINES, J. **Automação no processo produtivo: Desafios e perspectivas**, Florianópolis, 1988.

[6] BERTAN, Arildo **Gestão do Conhecimento: A Transformação**, São Paulo, 2001.

[7] MORAES, Cícero C.; CATRUCCI, Plínio de C. **Engenharia de Automação Industrial** São Paulo: LTC, 2007.

[8] Folhas de dados do CLP Micrologix 1200, disponíveis em http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1762-rm001_-en-p.pdf e em http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1762-um001_-en-p.pdf, acessados em 20/10/2009.

[9] FALCONI, Simone ; INFANTE-MALACHIAS, Maria H. **EXPERIMENTAÇÃO E INTERATIVIDADE (HANDS-ON) NO ENSINO DE CIÊNCIAS: A PRÁTICA NA PRAXIS PEDAGÓGICA**, R. Experiências em Ensino de Ciências, v. 4, p 78-89, São Paulo, 2009.

[10] REIGELUTH, Charles M. **INSTRUMENTAL-DESIGN THEORIES AND MODELS: A new Paradigm of Instructional Theory**, EUA: Lawrence Elbaum, 1999.

[11] SOUZA, Victor A. **COMUNICAÇÃO RS232 e RS485**, disponível em <http://www.cerne-tec.com.br/Comunica%E7%E3o232485.pdf>, acessado em 27/11/2009.

[12] *What is the Allen-Bradley DF-1 Protocol?* Disponível em

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/E6793CA6D10D5A1D862570660073644A>, acessado em 27/11/2009.

BRUCIAPAGLIA, Antônio H. **Formação de Recursos Humanos em Controle e Automação Industrial**, Florianópolis, 1988.

FLEURY, Afonso C. **Formação do Engenheiro numa Sociedade Globalizada** São Paulo: Anais do 16º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Outubro de 1996.

MENDES, Sônia R. **Mudança Tecnológica, Formação para o Trabalho e o Planejamento da Educação**, Rio de Janeiro: Boletim Técnico do SENAC – v.21, n.2, 1995.

BORGES-ANDRADE, João E. **Desenvolvimento de medidas em avaliação de treinamento**. Brasília: Estudos de psicologia n.7, 2002.

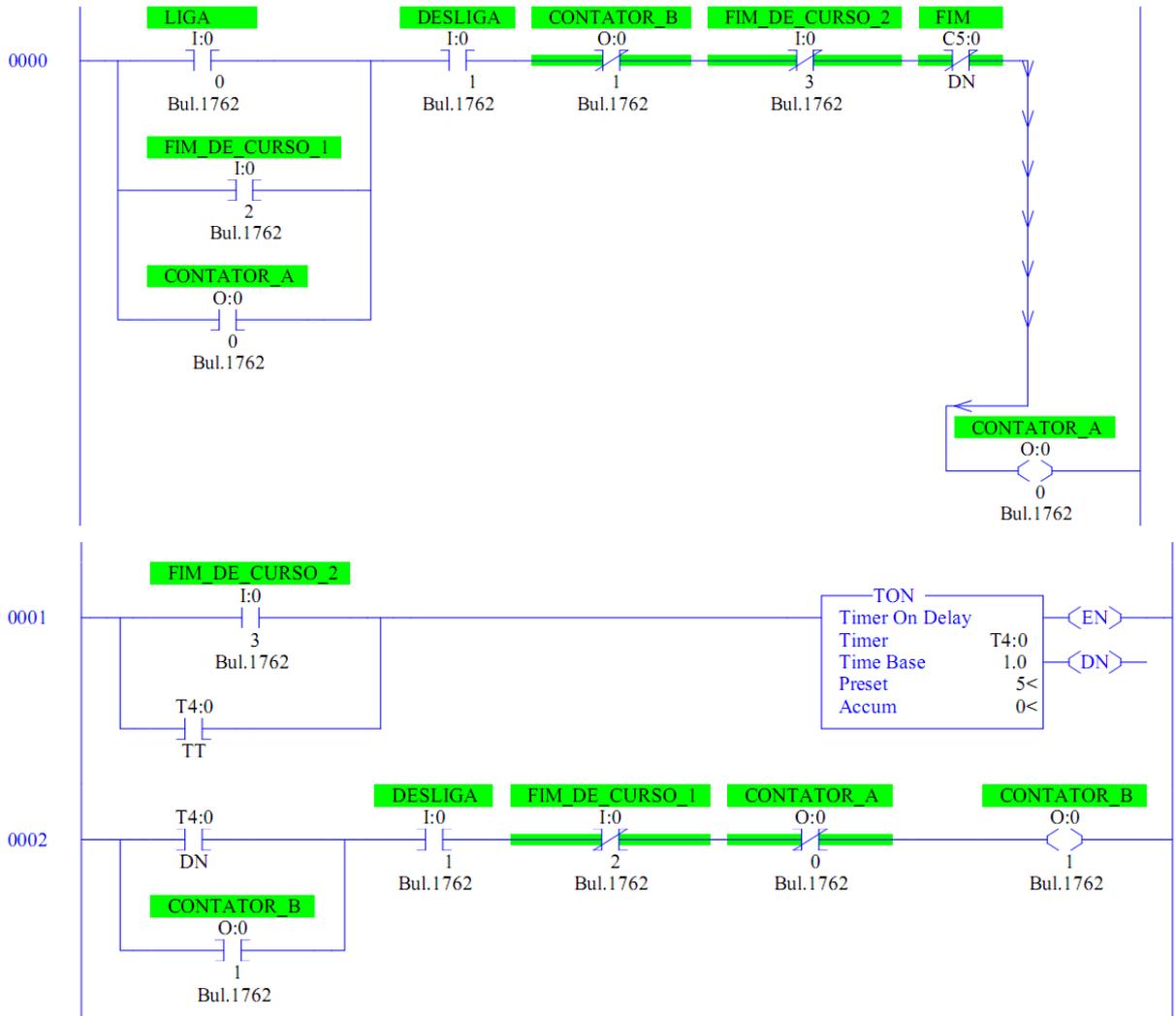
LACKS, Solange **Formação de professores: A possibilidade da prática como articuladora do conhecimento** Salvador, 2004.

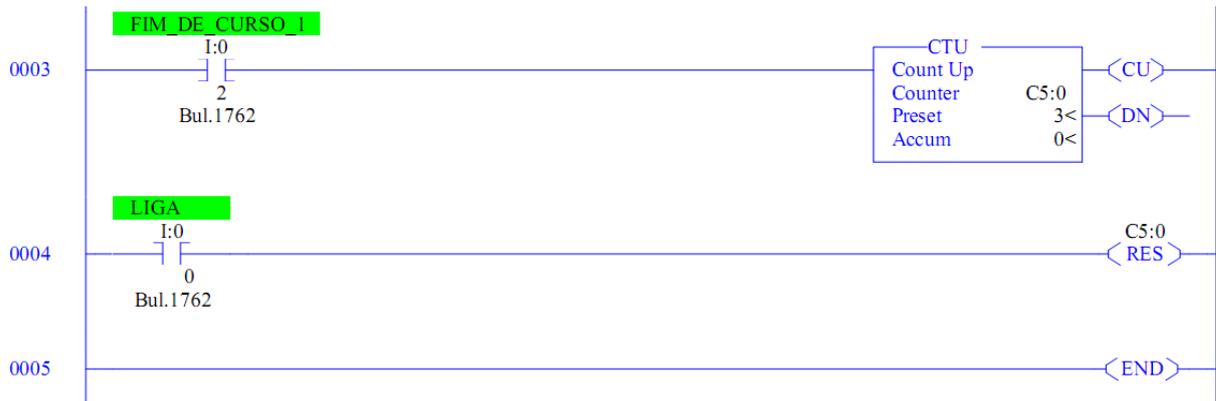
SANTOS, Sara Rios B., SILVA Maria A. **Os cursos de engenharia no Brasil e as transformações dos processos produtivos: Do século XIV aos primórdios do século XXI**, Minas Gerais, 2008.

ANEXOS

ANEXO I

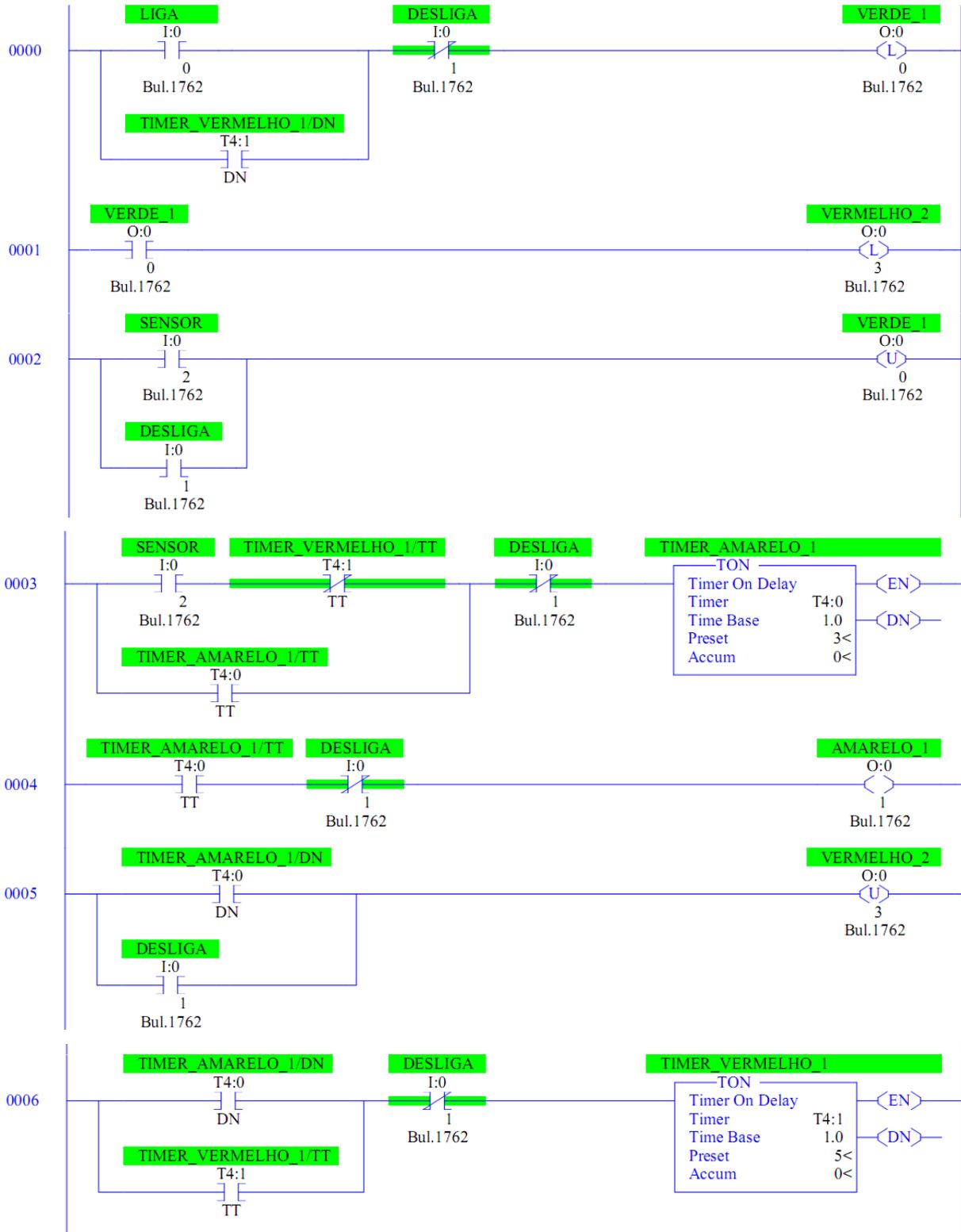
Diagrama Ladder do experimento envolvendo o kit de controle de esteira transportadora.

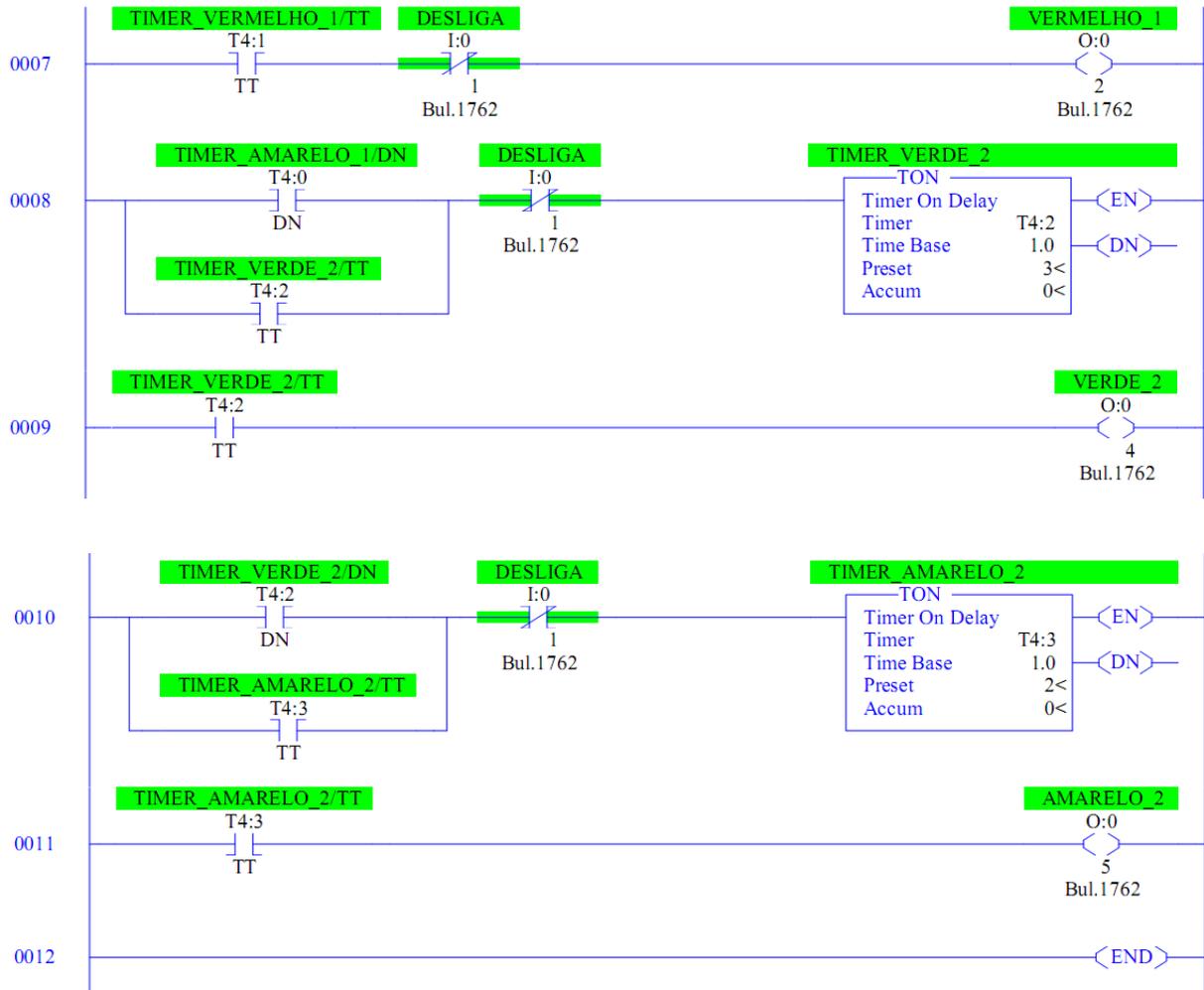




ANEXO II

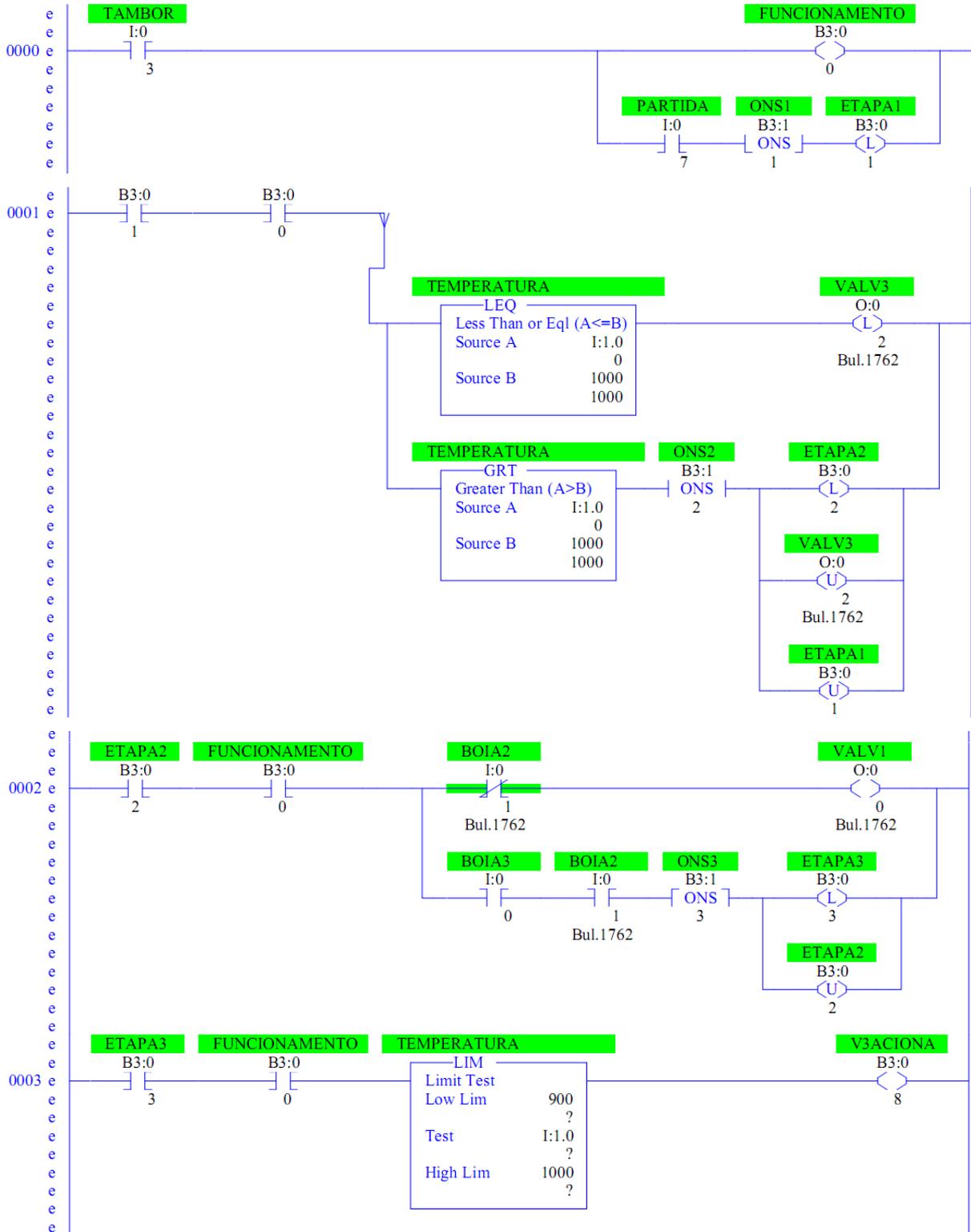
Diagrama Ladder do experimento envolvendo o kit semafórico.

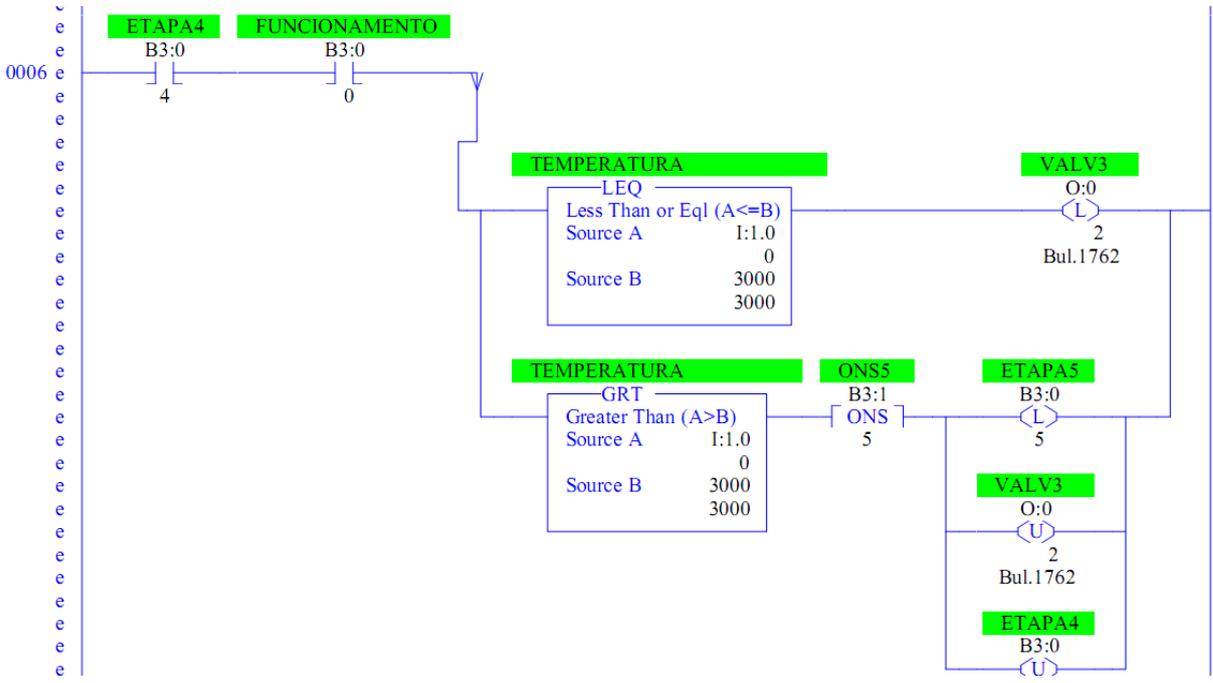
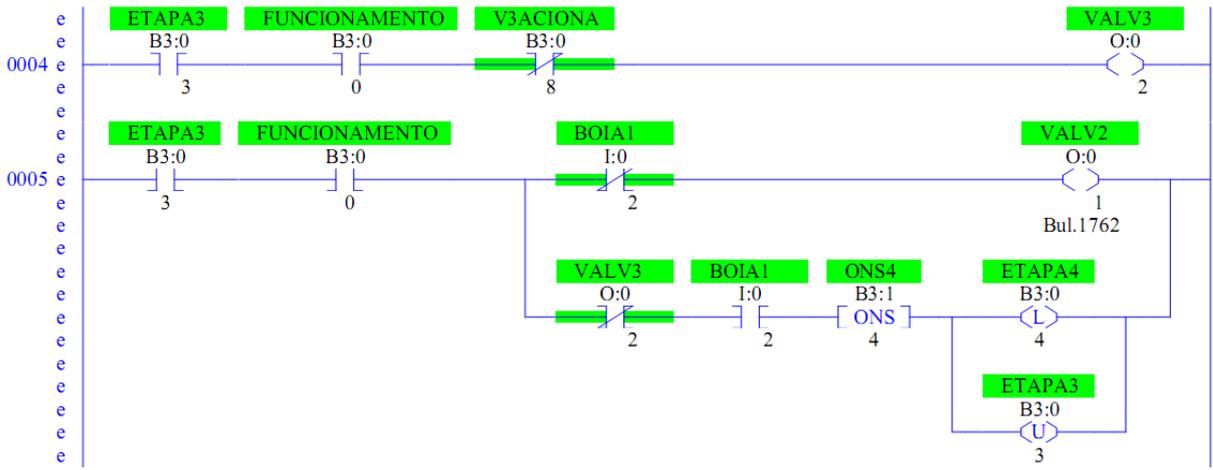


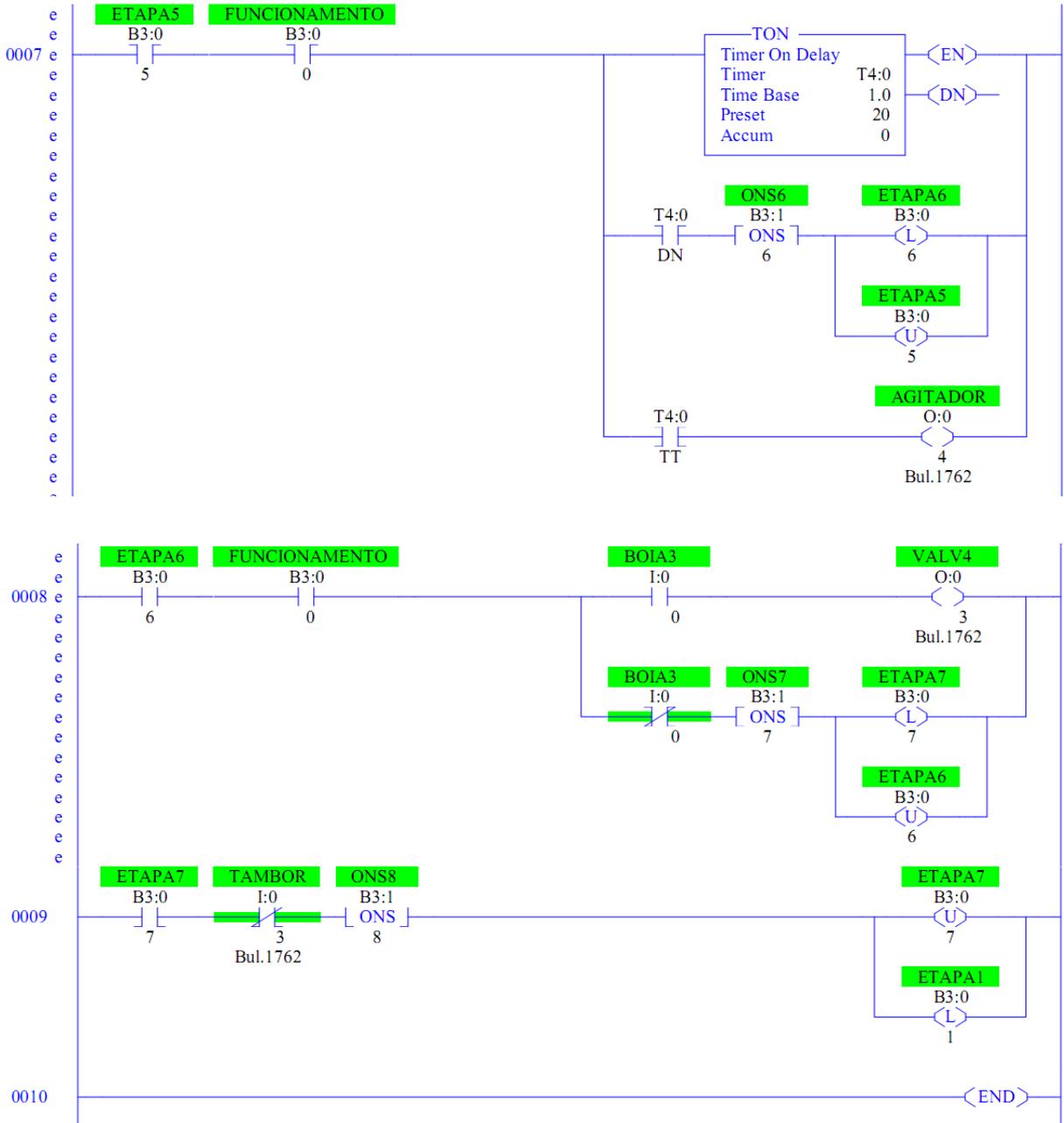


ANEXO III

Diagrama Ladder do experimento envolvendo o kit processo reator.

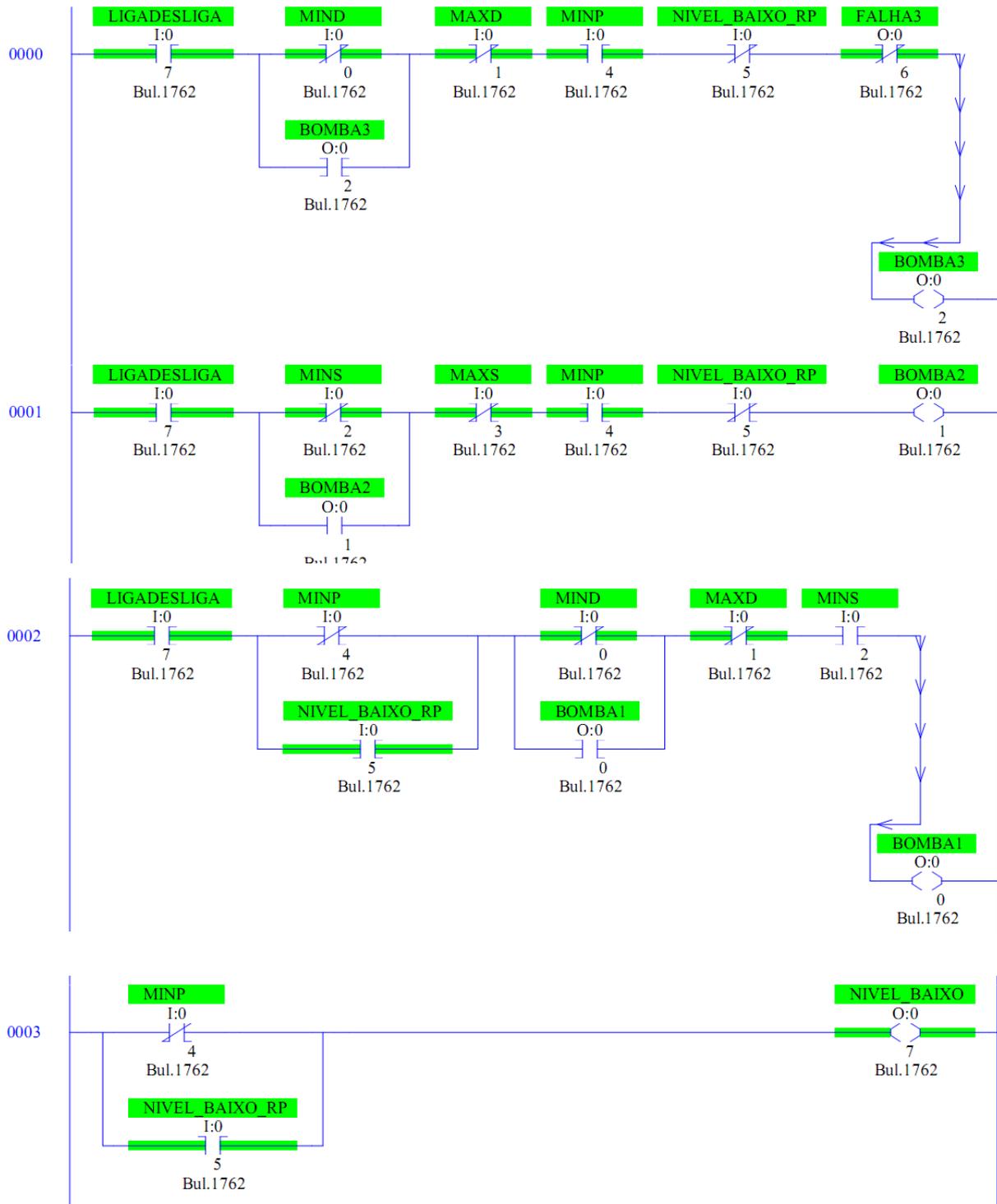


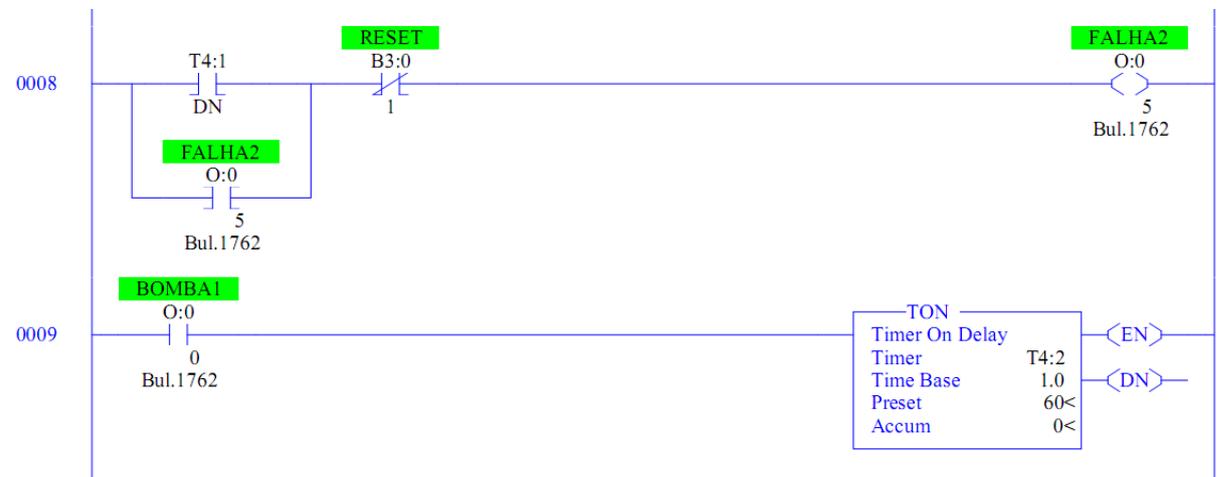
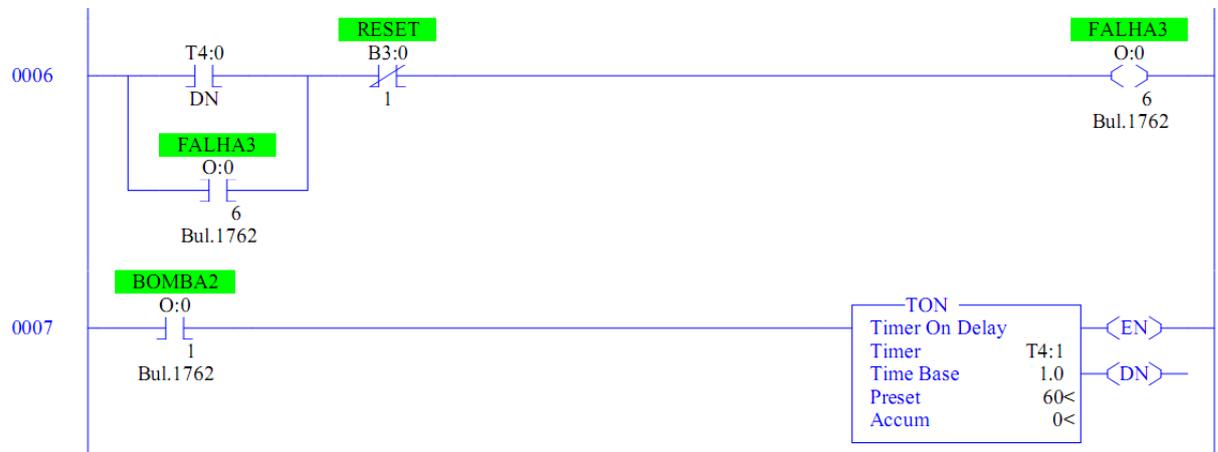
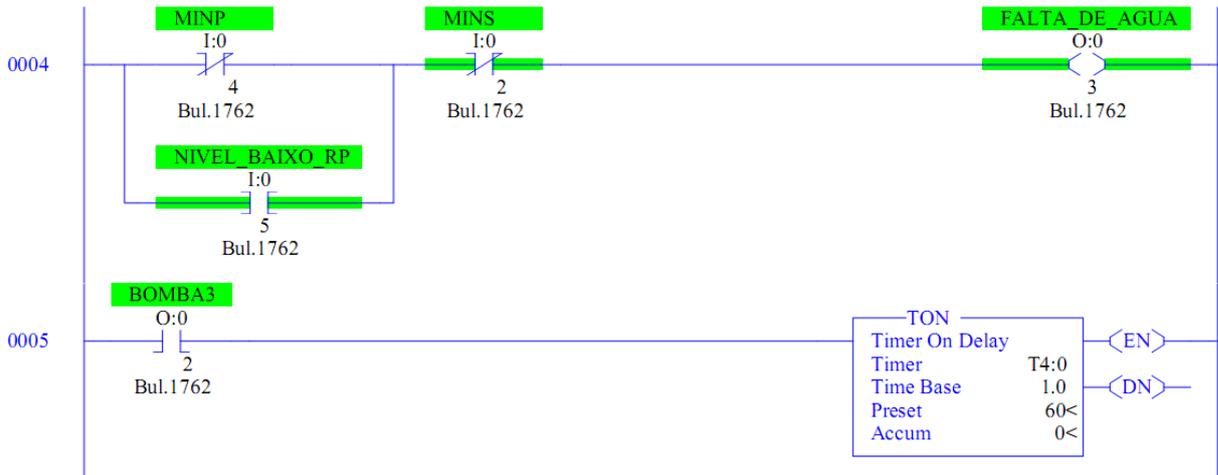


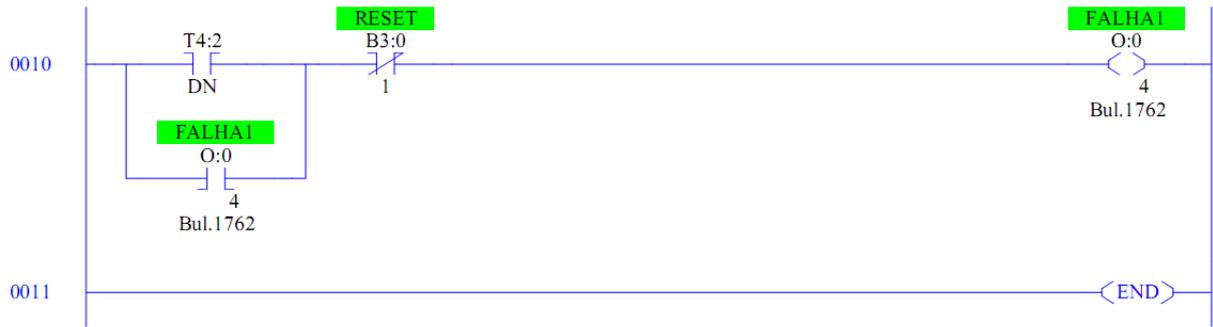


ANEXO IV

Diagrama Ladder do experimento envolvendo o kit bombeamento reservatório.







ANEXO V

Avaliação 1 aplicada no curso aos alunos. Solução de Gustavo Sampaio.

GUSTAVO SAMPAIO

DESAFIOS DA AUTOMAÇÃO NO BRASIL

- *Com que instrumentos metodológicos enfrentar o problema da modernização de plantas industriais em diferentes níveis de automatização com a garantia de eficiência na melhoria do processo produtivo?*

A principal palavra a ser usada é: Planejamento. Traçar as etapas de desenvolvimento da empresa. Ter mente qual é o objetivo daquela indústria. Segundo é ir atrás de campos de matéria-prima e máquinas pelas quais executem exatamente o trabalho a ser realizado, sem desvirtuação. No Brasil há várias empresas ou universidades que patenteiam vários produtos de alta tecnologia, então nem sempre é necessária a busca por produtos estritamente estrangeiros. Seguir a risca o objetivo da empresa, não perder o foco nisso, fará com que o processo produtivo seja bem maior. Usar de máquinas que executem não só a tarefa exigida pode acarretar problemas e diminuir o nível produtivo. Então, buscar projetos, pessoas que se direcionem para aquele objetivo específico é uma das opções para aumentar a produtividade.

- *Como aumentar o nível de competência técnica atingido pelas empresas de engenharia acompanhando os avanços tecnológicos mundiais e promover o desenvolvimento de novas empresas no setor?*

Podemos ter como exemplo o computador. Em seu início, a computação era tida como um mecanismo que tornava possível automatizar determinadas tarefas em grandes empresas e nos meios governamentais. Com o avanço tecnológico, as grandes máquinas que chegavam a ocupar enormes salas começaram a perder espaço para equipamentos cada vez menores e mais poderosos. A evolução das telecomunicações permitiu que, aos poucos, os computadores passassem a se comunicar, mesmo estando em lugares remotamente. Como consequência, tais máquinas deixaram de simplesmente automatizar tarefas e passaram a lidar com Informação. A Tecnologia da Informação (TI) pode ser definida como um conjunto de todas as atividades e soluções providas por recursos de computação. Para aumentar o nível de competência técnica as novas empresas do setor tecnológico/engenharia devem ter um setor próprio de TI, que estaria conectado a rede a fim de pesquisar, entender e filtrar as informações, que são cada vez mais constantes. Sendo a informação um bem que agrega valor a uma empresa ou a um indivíduo, é necessário fazer uso de recursos de TI de maneira apropriada, ou seja, é preciso utilizar ferramentas, sistemas ou outros meios que façam das informações um diferencial competitivo. No caso do Brasil, é necessário haver maior procura pelos produtos internos e não somente procurar pelos estrangeiros.

- *Como levar em conta simultaneamente as questões tecnológicas, organizacionais e sociais? De que forma, com que metodologias e ferramentas, encontrar soluções que permitam atender as exigências de produtividade e flexibilidade e, ao mesmo tempo, responder efetivamente às restrições que impõem o meio ambiente, a segurança e o respeito ao ser humano?*

Trabalhar em conjunto é um dos principais desafios e necessidades de um engenheiro. Uma empresa de engenharia que é ciente das questões tecnológicas, organizacionais e sociais deve, antes de tudo, ter um setor de RH ligado ao setor de TI e, se a empresa tiver o setor jurídico que trata das questões sociais. Uma das principais preocupações sociais nesse século 21 é o problema ambiental. Com a explosão da "onda verde", é cada vez mais constante o aparecimento de cursos em universidades que tenham como base o direito ambiental. Por exemplo, para o vestibular de 2010.1, a UFC abriu vagas para o curso de Engenharia Ambiental. As empresas têm que estar cientes dos problemas ambientais. Hoje em dia, há milhares de empresas não apenas preocupando em minimizar os efeitos que agridem a natureza, mas sim ganhando com ela. Por exemplo, alguns supermercados estão trocando o velho saco plástico que demora muito tempo para se degradar por sacos biodegradáveis, que além de demorar bem menos tempo para se decompor, é mais barato. Isso diminui o custo e melhora a imagem da empresa. Cabe às empresas de tecnologia entenderem esse problema e procurar meios de usar a favor essa tal de "onda verde" não diminuindo a produtividade e atendendo às exigências de cada cliente.

- *Como suprir a necessidade de uma mão de obra especializada, criativa, conhecedora das novas tecnologias e adaptada a uma evolução tecnológica rápida?*

Adaptar-se a evolução tecnológica requer muita atenção. Ter uma mão-de-obra "antena" e cada vez mais criativa requer de uma empresa certo tipo de filtragem. Saber o que fazer com seus funcionários é essencial. Uma empresa pode ter 10 funcionários de alto nível, que estão sempre ligados nas notícias, que conhecem as novas tecnologias e que são sedentos por novos rumos, mas não saber usá-los. O nível de produtividade dessa empresa com certeza não será o que ela há em potencial. Outra empresa pode ter apenas 3 desses mesmos funcionários, mas saber usá-los, ela pode se destacar no mercado. E é isso que uma empresa precisa saber e por em prática. Ver quais suas diretrizes, filtrar as suas necessidades e passar da forma mais objetiva possível aos seus funcionários.

ANEXO VI

Avaliação 2 aplicada no curso aos alunos. Solução de Saulo Martins Campos.

Nome: SAULO MARTINS Campos

ALGORITMO 1: Semáforo simples, apenas fica vermelho, verde e amarelo. Elaborar apenas o plano de troca de luzes, temporização e como manter cada luz acesa.

```

IF LIGA SEMÁFORO
FOR(;;){
    LUZ VERMELHA ATIVA (X SEGUNDOS)
    IF(VERMELHA DESATIVA, OU SEJA, X TERMINA)
        LUZ VERDE ATIVA(Y SEGUNDOS)
        IF(VERDE DESATIVA,OU SEJA, Y TERMINA)
            LUZ AMARELA ATIVA(Z SEGUNDOS)
    }
ELSE
LUZ AMARELA ATIVA

```

ALGORITMO 2: Similarmente ao primeiro, contudo são 2 semáforos agora em um cruzamento simples de vias de mão única.

```

IF (SINAL1 = VERMELHO)
    CONTADOR1 CONTA ATÉ 5
    IF (CONTADOR1 <= 3)
        SINAL2 = VERDE
    ELSE
        SINAL2 = AMARELO

IF (SINAL1 = VERDE)
    SINAL2 = VERMELHO
    CONTADOR 2 CONTA ATÉ 5
    IF(CONTADOR 2 <=3)
        SINAL 1 = VERDE
    ELSE
        SINAL 1 = AMARELO

IF(SINAL1 = AMARELO)
    SINAL2=VERMELHO
    CONTADOR3 CONTA ATÉ 3
    IF( CONTADOR3<=2)
        SINAL1 = AMARELO
    ELSE
        SINAL1 = VREMELHO AND SINAL2 = VERDE

```

ALGORITMO3: Semáforo inteligente simples: O trânsito pela via preferencial flui até que seja detectada a chegada de um veículo pela via secundária. Nesse momento, o semáforo da rua secundária deve abrir após um curto delay, enquanto o da via preferencial deve fechar.

```

IF(DETECTOR=0)
  IF(SINAL_SEC = VERMELHO)
    CONTADOR1 CONTA ATÉ 5
    IF(CONTADOR1<=3)
      SINAL_PREF = VERDE
    ELSE
      SINAL_PREF = AMARELO
  IF(SINAL_SEC = VERDE)
    SINAL_PREF = VERMELHO
    CONTADOR2 CONTA ATÉ 5
    IF(CONTADOR2>3)
      SINAL_SEC=AMARELO
      CONTADOR3 CONTA ATÉ 2
      IF(CONTADOR3 =2)
        SINAL_SEC = VERMELHO
        SINAL_PREF = VERDE
  IF(SINAL_SEC = AMARELO)
    SINAL_PREF = VERMELHO
    CONTADOR4 CONTA ATÉ 2
    IF(CONTADOR4=2)
      SINAL_PREF = VERDE
      SINAL_SEC = VERMELHO
IF(DETECTOR=1)
  CONTADOR 5 CONTA ATÉ 2
  IF(CONTADOR<2)
    SINAL_PREF = AMARELO
  ELSE
    SINAL_PREF = VERMELHO
  SINAL_SEC = VERDE
  CONTADOR 6 CONTA ATÉ 3
  IF(CONTADOR6<2)
    SINAL_SEC = AMARELO
  ELSE
    SINAL_SEC = VERMELHO
    SINAL_PREF = VERDE

```

ANEXO VII

Avaliação 3 aplicada no curso aos alunos. Solução de Natanael Rodrigues da Silva.

Natanael Rodrigues da Silva

Apesar da área de automação e controle, possibilitar a automatização de diversos setores da sociedade e indústria com um todo, abaixo citei apenas alguns exemplos de utilização dessa importante ferramenta em alguns objetos de uma casa qualquer.

Quarto

Um guarda-roupa que teria as suas portas acionadas por sensores de infravermelhos que quando a pessoa estivesse por volta de 30 cm do guarda-roupa, ele abriria as portas, ou seja, o emissor possibilitaria através da pessoa emitir sinal ao receptor.

O ar-condicionado seria acionado por sensores ultra-som instalado no quarto.

A instante emitiria um sinal para a iluminação do quarto aumentar a potência por meia hora, por cada livro tirado da mesma.

Sala

Uma cadeira de balanço que poderia balançar, com dois atuadores em sua base, que seriam acionados por um sensor de força e torque, que dependendo da força impulsionada a cadeira no momento de sentar, o sensor emitiria uma corrente que seria proporcional a velocidade de balanço e conseqüentemente a velocidade de acionamento dos motores. Essa corrente iria ser “segurada” por alguns buffers que iriam realimentar os motores da cadeira por alguns minutos.

A TV da sala seria acionada por sensores de presença localizado nas poltronas e sofás presentes na sala.

Cozinha

A cozinha teria uma câmera interligada a um micro-controlador que receberia a análise de imagem dela e teria o papel de identificar e codifica uma determinada mensagem (similar ao alfabeto para deficientes auditivos) feito pela pessoa para simbolizar alguma comida pré-preparada que essa pessoa queira saborear. Com isso, um freezer especial de compartimentos enviaria para o forno o alimento do compartimento codificado e o forno já estaria programado com a temperatura e tempo de funcionamento certo.

Varanda

A varanda poderia ser construída em um segundo piso totalmente espelhado que após um sensor de presença detectar alguma pessoa no ambiente interno, os sensores externos de temperatura presentes nas vidraças, identificaria quais dessas o sol estaria incidindo com maior potência, assim, seria abertas as outras vidraças, possibilitando o maior arejamento do ambiente.