

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DIDÁTICOS CONTROLADOS POR CLP

Tatielly de Souza

IFG/Campus Jataí/Engenharia Elétrica – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), tatiellydesouza@gmail.com

Kenny Resende Mendonça

IFG/Campus Jataí/Departamento de Áreas Acadêmicas, kennyaresende@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de sistemas automáticos controlados por CLP (Controlador Lógico Programável) que simulam processos industriais e/ou comerciais. Os CLPs são sistemas eletrônicos digitais que utilizam uma memória programável para armazenamento interno de instruções do usuário (programa) para implementar funções específicas e controlar, através de entradas e saídas, vários tipos de máquinas e processos. Sendo o CLP um equipamento reprogramável, o aluno torna-se programador dos sistemas automáticos, fazendo com que os mesmos atuem da maneira desejada dentro de suas limitações físicas de construção. No meio acadêmico as disciplinas ofertadas pelas instituições de ensino na área de Automação e Controle, normalmente, utilizam *softwares* de programação que não possibilitam ao aluno visualizar o processo de automação criado. Dessa forma, além de não conseguir detectar possíveis erros no processo ou no código, o aluno fica preso a linguagens de programação e limita o seu desenvolvimento na área. O trabalho desenvolvido apresenta-se como uma ferramenta de simulação e permite que o aluno possa visualizar fisicamente o processo criado. A implementação dos sistemas foi realizada em uma bancada de madeira, na qual todos os componentes (CLP, sensores, motores, botoeiras, sinalizadores luminosos e sonoros, componentes de segurança - disjuntor e botão de emergência) foram dispostos de forma organizada permitindo o bom funcionamento e interação dos sistemas entre si e entre os usuários. Essa bancada será utilizada como uma nova ferramenta de ensino, com intuito de permitir uma maior interação dos alunos nas aulas práticas de disciplinas da área de Automação e Controle, a nível técnico e de graduação. Para auxiliar a utilização da mesma, foi desenvolvido um manual e roteiro de utilização da bancada.

Palavras-chave: Controlador Lógico Programável (CLP), Automação, Processos Industriais, Sistemas Automáticos.

1. INTRODUÇÃO

A Automação de um sistema consiste em tornar automáticas atividades repetitivas com o uso de técnicas, *softwares* e equipamentos que efetuam coleta de dados e atuam nos processos, minimizando a necessidade da interferência humana e resultando em uma maior velocidade de operação, redução de erros e maior controle (NATALE, 2006).

Os sistemas automáticos caracterizam-se por substituírem o trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias, dos serviços ou bem estar.

Sistemas automatizados são, algumas vezes, extremamente complexos, porém, ao observar suas partes nota-se que seus subsistemas possuem características comuns e de simples entendimento. Assim, formalmente, um sistema automatizado possui os seguintes componentes básicos: dispositivos de sensoriamento (sensores), dispositivo de comparação e controle (CLP, por exemplo) e dispositivos atuadores (MARTINS, 2011).

Um dos principais dispositivos utilizados no processo de automação são os CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) que sugeriram com o intuito de substituir os painéis de controle com relés, diminuindo assim o alto consumo de energia, a difícil manutenção e modificação de comandos, além das custosas alterações de fiação. Um CLP consiste basicamente em uma unidade central de processamento (CPU), que controla toda sua atividade, e os módulos de entradas e saídas, onde são conectados fisicamente os dispositivos de campo (sensores e atuadores). O processamento é feito em tempo real, ou seja, as informações de entradas são analisadas e comparadas com as informações residentes na memória e, por fim, as decisões são tomadas e os comandos são executados por suas saídas de acordo com o ambiente do processo (STEFANI, 2012).

A grande vantagem dos controladores programáveis é a possibilidade de reprogramação, permitindo transferir as modificações de *hardware* em modificações de *software* (MARTINS, 2011). Devido à essa característica, um mesmo CLP pode ser utilizado no controle de diversos sistemas automáticos, modificando sua programação de um sistema para outro.

Segundo a ABNT, um CLP é um equipamento eletrônico digital com *hardware* e *software* compatíveis com aplicações industriais. Outra definição para este dispositivo é segundo a Nema (*National Electrical Manufacturers Association*) que o define como um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenamento interno de instruções para implementações específicas, como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos (MARTINS, 2011).

De forma geral, os controladores lógicos programáveis (CLPs) são equipamentos eletrônicos de última geração, utilizados em sistemas de automação flexível. Permitem desenvolver e alterar facilmente a lógica para acionamento das saídas em função das entradas. Desta forma, pode-se utilizar inúmeros pontos de entrada de sinal para controlar pontos de saída de sinal (cargas) (MARTINS, 2011).

Os módulos de entrada e saída de um CLP podem ser digitais ou analógicos. Mas de forma direta no módulo de entrada encontram-se dispositivos como sensores e botoeiras; já no módulo de saída encontram-se os atuadores. (PAREDE; GOMES; HORTA, 2011)

O sensor é um dispositivo que ao ser submetido a um estímulo ou sinal do meio externo obtém uma resposta equivalente (MARTINS, 2011). No meio da automação, quando essa resposta chega ao CLP, através do módulo de entrada, ela é interpretada, a programação é executada e a resposta de correção é enviada aos atuadores através do módulo de saída (PAREDE; GOMES; HORTA, 2011). Os atuadores em questão são os dispositivos que executaram o processo convertendo o sinal elétrico emitido pelo CLP em uma condição física, ou seja, produzem movimento em função do comando (MARTINS, 2011).

No âmbito acadêmico o ensino da automação é muito importante devido ao grande crescimento e desenvolvimento da área, mas este ensino pode ser limitado por falta de recursos práticos didáticos. Nas disciplinas da área de Automação e Controle, normalmente, são utilizados *softwares* de programação que não possibilitam ao aluno visualizar o processo de automação criado. Esses *softwares* não possuem modo virtual de demonstração e em alguns casos não é possível nem mesmo simular a programação. Dessa forma, além de não conseguir detectar possíveis erros no processo ou no código, o aluno fica preso a linguagens de programação e

limita o seu desenvolvimento na área. Dessa forma, o desenvolvimento de recursos didáticos que possibilitem uma interação prática entre o aluno e o processo automático a ser criado, possibilitam uma maior aprendizagem por parte dos alunos e permite que os mesmos aumentem o interesse pela área, além de contribuir para a diminuição da evasão escolar.

No Brasil, a evasão escolar, entendida como a interrupção no ciclo de estudo, causa prejuízos significativos sob o aspecto econômico, social e humano em qualquer nível de educação. Ingressar no ensino superior não garante o êxito educacional do aluno, pois as características deste nível de ensino diferem da educação fundamental e média. A desistência no ensino superior está relacionada, em grande parte, à diversidade do sistema e à especificidade de cada instituição. A evasão escolar no ensino superior brasileiro é um fenômeno grave que acontece tanto nas instituições públicas quanto nas privadas e requer medidas eficazes de combate. A evasão é um problema complexo, resultante de uma conjunção de vários fatores que pesam na decisão do aluno de permanecer ou não no curso (MARINS et al., 2010).

Nos cursos de engenharia, o problema da evasão não é diferente. São várias as causas que promovem a saída dos alunos ingressantes. Entre elas, podem-se citar falhas nas expectativas levantadas em relação à vida universitária, a compatibilidade de habilidades em relação ao curso, falta de recursos financeiros, desmotivação, além da grande influência que a estrutura e metodologia do trabalho acadêmico proporcionam aos alunos.

O desenvolvimento tecnológico, as mudanças no mercado de trabalho e o impacto das tecnologias da informação e comunicação (TIC) são dados que devem ser considerados quando refletimos sobre o ensino e aprendizagem em engenharia (CARDOSO; MENEZES, 2003).

Percebe-se, portanto, devido às inúmeras causas de evasão e da própria falta de expectativa por parte dos alunos ingressantes aos cursos de engenharia, que há uma necessidade de se desenvolver técnicas para serem aplicadas na realidade acadêmica, que permitam o bom desenvolvimento e uma consequente valorização do curso, no sentido que estarão se formando profissionais capacitados e atuantes no mercado de trabalho.

Uma destas técnicas é a proposta do aprendizado em que o aluno atua de forma mais ativa. Hoje se tem uma conscientização de que o aprender não ocorre por transmissão do conhecimento e sim pela sua construção. É preciso aprender a fazer para entender como as coisas funcionam e não apenas ler como foi feito (CARDOSO; MENEZES, 2003).

Segundo Hansen (1990), citado por Cardoso e Menezes (2003), o estudante aprende 25% do que ouve, 45% do que ouve e vê e 70% se ele usa a metodologia do aprender fazendo. A escola passiva, onde o aluno fica sentado escutando o professor falar, perdeu seu lugar de ocupação das mentes de nossos estudantes. Não convence mais ficar resolvendo longas listas de exercício para “treinar” a resolver equações que, na maioria dos casos, as máquinas podem resolver. Existem coisas mais atraentes, onde podemos entrar em ação, mesmo que no virtual. Devemos buscar uma nova escola que integre esses ingredientes interessantes à aprendizagem das engenharias. É melhor abandonar o “treino” e construir o novo.

Prados (1998), diz que os novos paradigmas na educação em engenharia levam em consideração características como: a aprendizagem baseada em projetos; integração vertical e horizontal de conteúdos disciplinares; conceitos matemáticos e científicos no contexto da aplicação e ampla utilização das TIC (tecnologias da informação e comunicação).

Diante desta contextualização, o presente trabalho teve como proposta a elaboração de sistemas automáticos controlados por CLP, que possam ser utilizados como uma nova ferramenta de ensino, com intuito de permitir uma maior interação dos alunos nas aulas práticas de disciplinas da área de Automação e Controle, a nível técnico e de graduação.

Pretende-se, com estes sistemas, incentivar uma relação mais interativa entre professor e aluno, com a aplicação de tecnologias da informação e comunicação (TIC), dentro do contexto

acadêmico, para a prática de ensino de conceitos básicos e específicos, pois possibilitará que o aluno “entre em ação” nestas práticas disciplinares. Sendo o CLP um equipamento reprogramável, o aluno torna-se programador dos sistemas automáticos, fazendo com que os mesmos atuam da maneira desejada dentro de suas limitações físicas de construção.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto teve início com levantamento bibliográfico acerca de sistemas automáticos controlados por CLP e todos os seus componentes separadamente, o que permitiu a escolha dos sistemas a serem implementados, que foram:

- Sistema de controle de tráfego;
- Sistema de controle de nível de tanque;
- Sistema de transporte automático de peças;
- Sistema de contagem de produtos transportados em uma esteira.

O CLP escolhido foi o relé programável CLW-02/20HR-A da Weg, que possui todas as especificações para atender as necessidades dos sistemas implementados. Os sistemas são constituídos pelo relé programável e demais componentes adquiridos como botoeiras; sensores de presença, nível e indutivos; sinalizadores luminosos e sonoros; motores e bombas de baixa potência; além de componentes de segurança.

A próxima etapa do projeto foi o desenvolvimento da lógica de programação a ser inserida no CLP referente a cada sistema implementado, que permitiu a simulação virtual dos sistemas. Esta lógica foi desenvolvida utilizando o *software* de programação CLIC02 Edit, disponibilizado pelo fabricante do relé programável utilizado.

O CLIC02 Edit possibilita o desenvolvimento da programação em linguagem de Blocos de Função e Linguagem Ladder, sendo que para este trabalho a programação foi desenvolvida em Ladder. Na Figura 1 é possível observar uma das lógicas desenvolvidas.

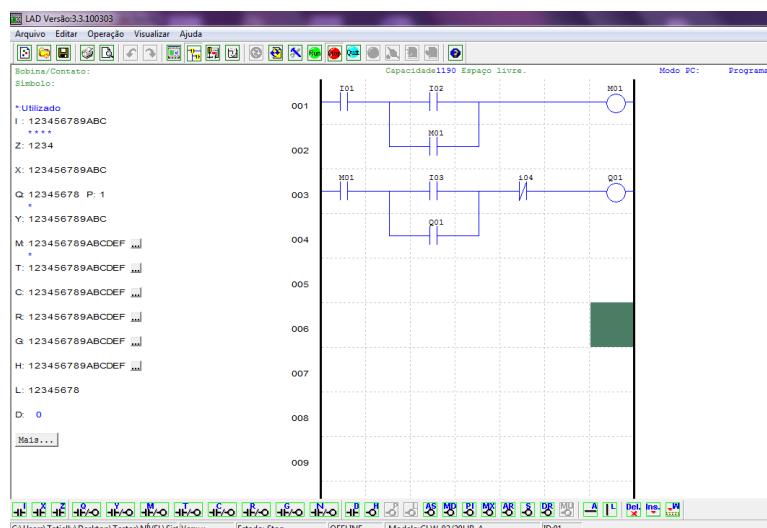


Figura 1 – Lógica de programação do sistema de controle de nível de tanque desenvolvida no *software* de programação CLIC02 Edit.

A implementação dos sistemas foi feita em uma bancada de madeira, na qual todos os componentes foram dispostos de forma organizada permitindo o bom funcionamento e interação dos sistemas entre si e entre os alunos. A Figura 2 a seguir apresenta o esquema de posicionamento dos sistemas e de seus componentes na bancada.

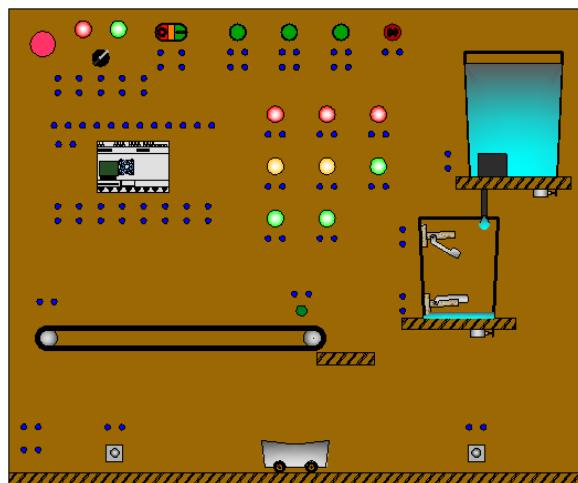


Figura 2 – Projeto da bancada didática.

As etapas de implementação dos sistemas na bancada podem ser observadas na Figura 3.

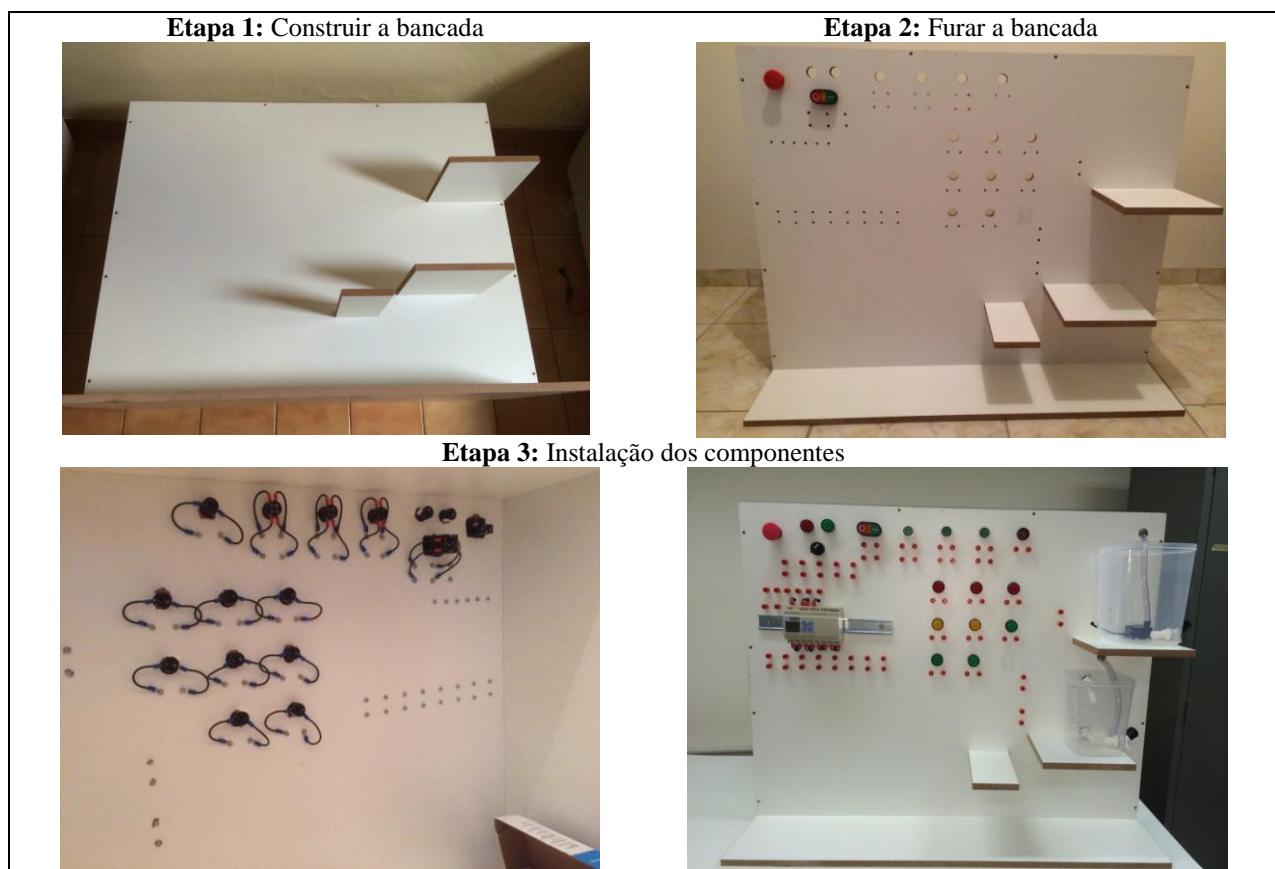


Figura 3 – Etapas de implementação dos sistemas na bancada.

Essa implementação foi feita de forma que os componentes ficassem pré-instalados, e que todos os componentes possuam bornes de ligações, que podem ser observados na Figura 2 na cor azul. Logo, o aluno será o programador e operador dos sistemas, responsável por fazer a programação do relé programável e a ligação física necessária para o funcionamento do sistema escolhido.

O circuito de energização da bancada foi desenvolvido para manter a segurança de quem estiver utilizando-a. Este circuito é formado por um disjuntor monofásico, botão de emergência e uma chave de duas posições (liga/desliga). Há também indicação de bancada energizada ou desenergizada, com sinalização visual através de sinalizadores luminosos (leds). Esse circuito também possui uma régua de bornes de extensão da tensão de alimentação, seguindo o esquema de ligação da Figura 4.

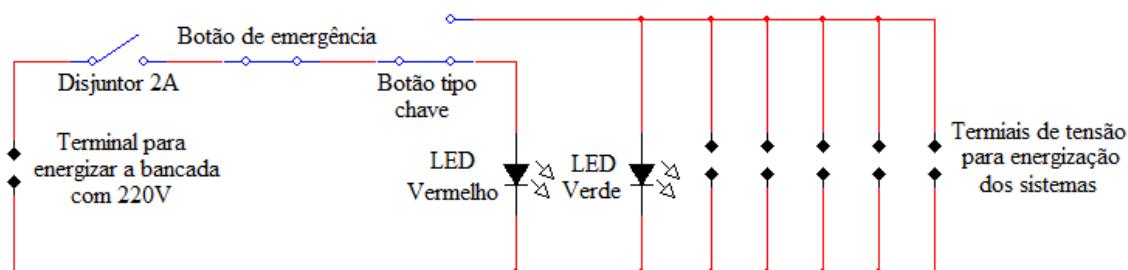


Figura 4 – Esquema de ligação da bancada para energização dos sistemas.

Com a programação pronta e os sistemas implementados na bancada didática foi possível realizar testes de funcionamento e correções de erros. E, para concluir a fase de desenvolvimento do projeto de pesquisa foi elaborado um manual e roteiro de utilização da bancada, com o intuito de auxiliar as aulas e manter o bom funcionamento de todos os equipamentos. O roteiro de utilização conta com exemplos de cada sistema, contendo desenhos ilustrativos dos sistemas, diagramas de ligação e a programação em Ladder para executar o processo de automação. Os diagramas foram confeccionados no AutoCAD®, que é um *software* de desenho voltado para projetos arquitetônicos e de engenharia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bancada didática desenvolvida (Figura 5) contém todos os componentes que fazem parte dos quatro sistemas escolhidos, dentro das normas de segurança. Apesar disso, ela permite simular outros sistemas, dentro de suas limitações físicas, isso significa que fica a critério do aluno, do professor e de suas necessidades criar outros sistemas automáticos para enriquecer o conhecimento prático dos alunos.

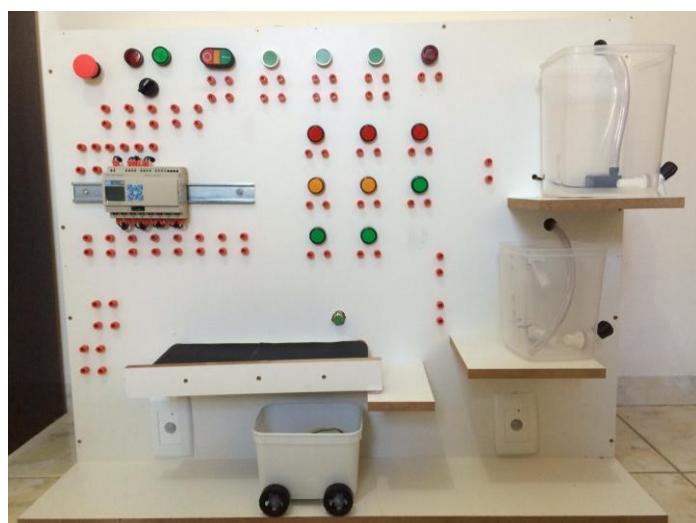


Figura 5 – Bancada didática.

O sistema de controle de tráfego da bancada conta com oito lâmpadas de leds nas cores que permitem simular dois semáforos de automóveis e um de pedestre, além de dois botões de impulso para ligar e desligar o sistema. A proposta deste sistema é permitir que o aluno crie uma lógica de programação que permita a interação dos três semáforos de forma real, seguindo as regras de trânsito. Para auxiliar o aluno foi desenvolvido um esquema ilustrativo e um diagrama de ligações físicas dos componentes, conforme apresentado na Figura 6.

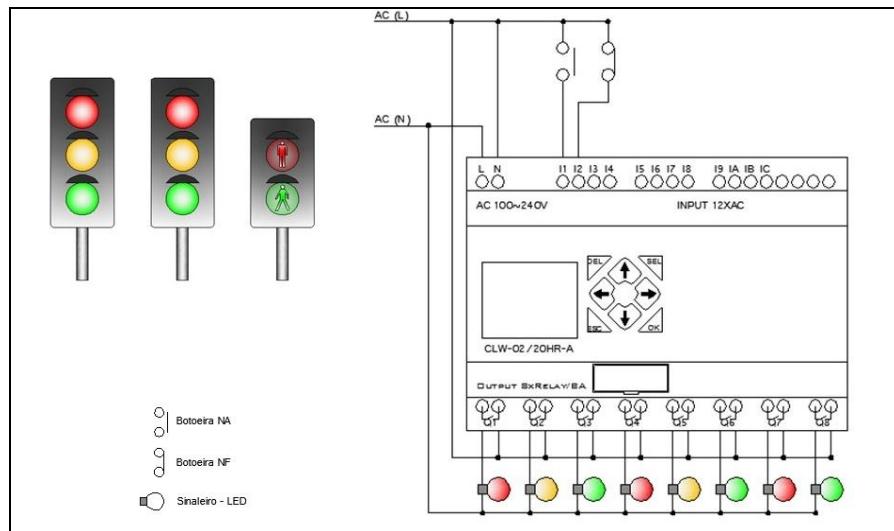


Figura 6 – Ilustração representativa e diagrama de ligação física para o Sistema de Controle de Tráfego.

O sistema de controle de nível de tanque é composto por uma bomba de água de pequeno porte e dois sensores de nível, um normalmente fechado e outro normalmente aberto. O sistema foi desenvolvido para que o aluno consiga controlar, através de uma lógica de programação, o nível de água de um tanque, no qual estão instalados os sensores, através da bomba de água instalada no tanque reservatório. Para manter a segurança do sistema e preservar a eficiência dos componentes é sempre indicada a utilização dos botões de pulso para ligar e desligar o sistema. Observa-se na Figura 7 a ilustração e o diagrama de ligação física dos componentes.

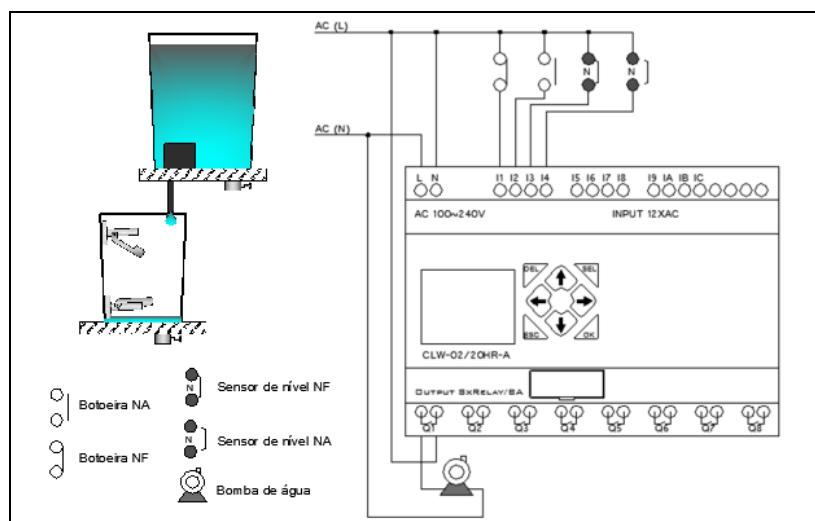


Figura 7 – Ilustração representativa e diagrama de ligação física para o Sistema de Controle de Nível.

O sistema de contagem de produtos transportados em uma esteira é composto por um sensor indutivo, uma sirene e um motor responsável pelo movimento da esteira. Esse sistema tem o intuito de permitir ao aluno desenvolver uma lógica de programação que controle um processo industrial de contagem de produtos que passam por uma esteira. A proposta do sistema é que a lógica desenvolvida pelo aluno faça a contagem dos produtos, interrompa o movimento da esteira e inicie o alarme, após alguns segundos o alarme é desligado e a esteira retorna seu movimento e o processo se repete. Para auxiliar na execução dessa atividade a Figura 8 conta com a ilustração do sistema e diagrama de ligação física dos componentes.

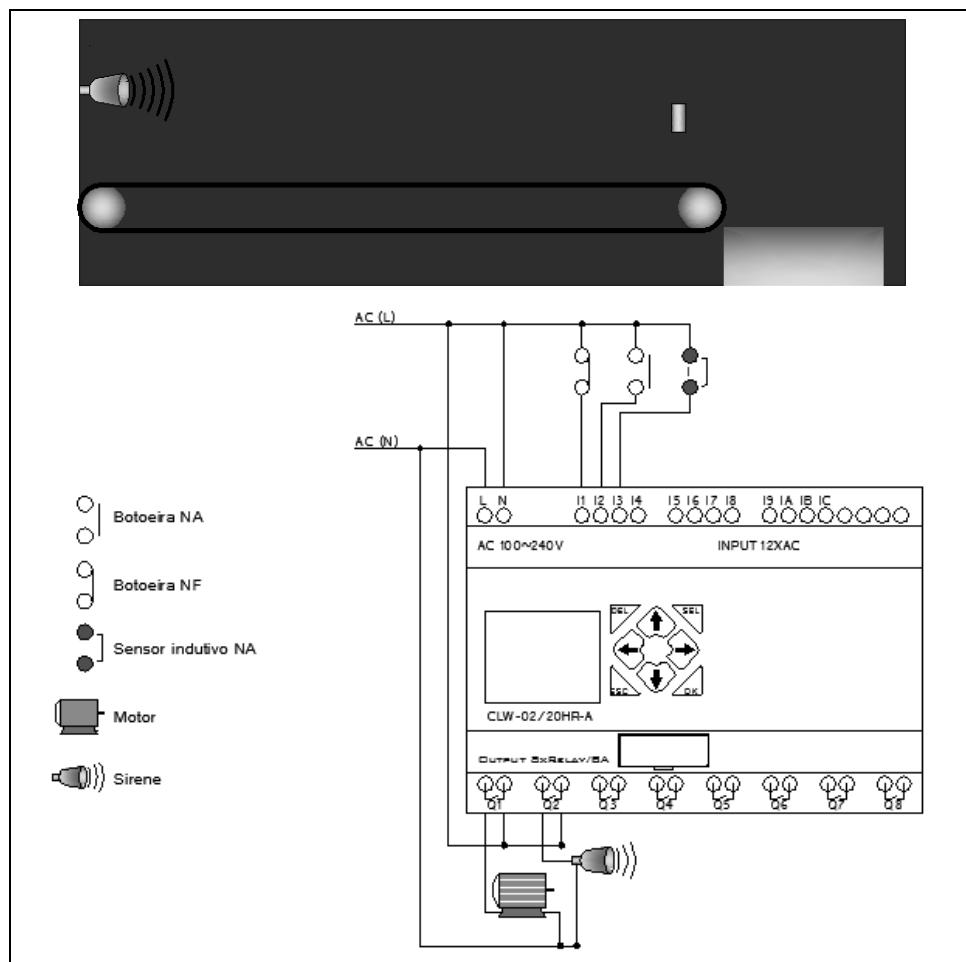


Figura 8 – Ilustração representativa e diagrama de ligação física para o Sistema de Contagem de Produtos Transportados em uma Esteira.

O último dos sistemas desenvolvidos foi o de transporte automático de peças, que conta com dois sensores de presença e um motor com direção de rotação controlada que será responsável por movimentar o carrinho. Esse sistema foi desenvolvido com uma proposta de permitir ao aluno controlar o carrinho que anda em um trilho e quando chega ao final desse trilho, através do sensor ele pára e faz o caminho de volta, na outra extremidade do trilho tem outro sensor, permitindo que o carrinho faça o trajeto reverso e repetitivo. Nesse sistema é muito importante utilização dos botões de liga e desliga, para que o motor do carrinho não trabalhe com pressão oposta. Como todos os outros sistemas, esse também possui ilustração e diagrama de ligação física dos componentes, que podem ser observados na Figura 9.

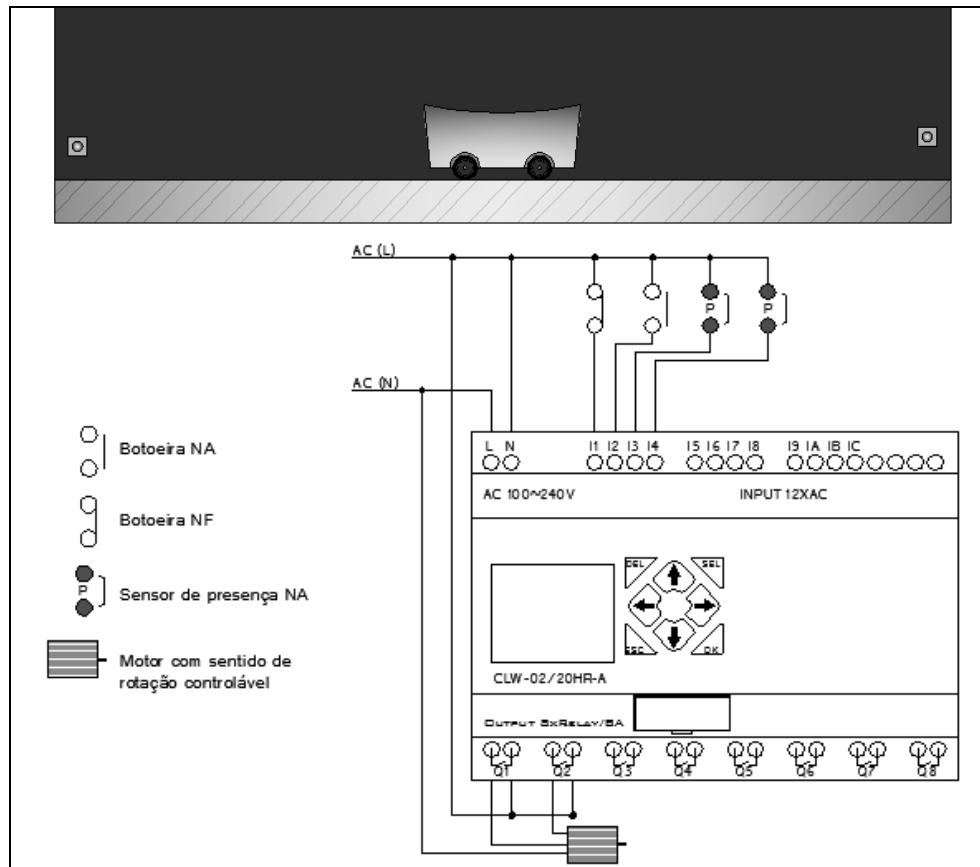


Figura 9 – Ilustração representativa e diagrama de ligação física para o Sistema de Transporte Automático de Peças.

A Figura 10 demonstra um teste feito na bancada, que está preparada para simular o sistema de contagem de produtos transportados em uma esteira, este sistema está utilizando três entradas, sendo os botões de liga e desliga e o sensor indutivo e uma saída, um motor que está acoplado a um dos eixos da esteira e proporciona o seu movimento.

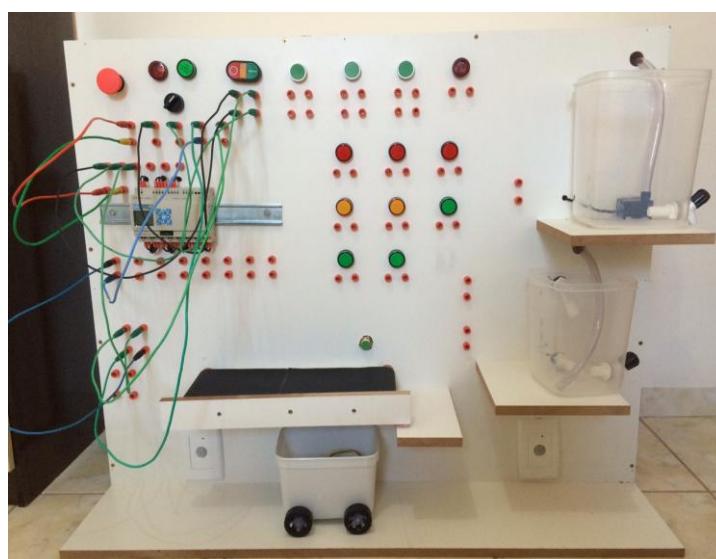


Figura 10 – Bancada preparada para simular o sistema de controle de tráfego.

Todos os sistemas foram testados para garantir o funcionamento previsto, atestando a eficácia da bancada didática. O manual e roteiro de utilização que foi desenvolvido irá auxiliar a execução de todos os sistemas propostos, com exemplos em diferentes níveis de dificuldade para proporcionar ao aluno uma evolução no aprendizado.

Os resultados do projeto desenvolvido serão apresentados à comunidade acadêmica através da participação de semana científica, na qual será oferecido um minicurso acerca da utilização da bancada desenvolvida, e em congresso científico em âmbito nacional, no qual será realizada uma apresentação de pôster.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com esse projeto possibilitam uma maior interação entre aluno, professor e a disciplina abordada. E permite a aplicação da proposta do “aprender fazendo”, que é um dos métodos essenciais da aprendizagem nos dias de hoje e muito importe na Engenharia Elétrica.

A bancada foi desenvolvida com intuito de ser utilizada como uma nova plataforma didática pelos professores em suas aulas no IFG - Campus Jataí. O objetivo principal foi alcançado, sendo a bancada uma grande ferramenta a ser utilizada no ensino de processos automáticos controlados por CLPs nos cursos de Engenharia Elétrica e Técnico em Eletrotécnica. Apesar da bancada ainda não ter sido liberada para uso, já está causando interesse nos alunos e professores.

Esperamos que o interesse já demonstrado pela bancada não se perca com o tempo e ela se torne mais um equipamento em desuso na faculdade. Além disso, faz parte do professor incentivar os alunos em realizar a manutenção e melhoramento da bancada didática e também a desenvolver outros projetos com o mesmo propósito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, E. P.; MENEZES, C. S. Um Projeto Pedagógico para o Curso de Engenharia Elétrica: Uma abordagem considerando a metodologia de projetos e os recursos das novas TIC. In: COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2003, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MARINS, C. N. M.; CORRÊA, E. M.; SANTANA, R. G. Iniciação à engenharia - Um programa para a diminuição da evasão de alunos. In: COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2010. Fortaleza, CE, Brasil.

MARTINS, G. M. Princípios de Automação Industrial. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Eletromecânica e Sistemas de Potência. Santa Maria, 2011.

NATALE, F. Automação Industrial. 8a Edição. São Paulo: Editora Érica, 2006.

PAREDE, I. M.; GOMES, L. E. L; HORTA, E. Automação Industrial. Coleção Técnica Interativa. Série Eletrônica, v.6. São Paulo: Fundação Anchieta, 2011.

PRADOS, J. W. Engineering Education in the United States: Past, Present, and Future. In: International Conference on Engineering Education, 8, 1998, Rio de Janeiro, Brazil.

STEFANI, I. M. Uma Solução de Projeto de Automação da Montanha-Russa ZYKLON 40.
Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Engenharia Elétrica. Viçosa, 2012.