

## SISTEMAS AUTOMÁTICOS DIDÁTICOS CONTROLADOS POR CLP COM MONITORAMENTO POR SISTEMA SUPERVISÓRIO

TATIELLY DE SOUZA, KENNYA R. MENDONÇA

*Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Goiás – Campus Jataí  
Alameda Flamboyant, Q.35, Lt. 01, nº 130, Área Institucional, Residencial Flamboyant, Jataí, Go, BRASIL  
E-mails: tatiellydesouza@gmail.com, kennyaresende@gmail.com*

**Abstract**— In the academic teaching of automation it is very important due to the large growth and development of this area. However, this teaching may be limited by lack of practical teaching resources. Thus, the development of educational resources to a practical interaction between the student and the automatic process to create, enable, mostly higher learning students and allows them to increase the interest in the area, and contribute to the reduction of truancy. Therefore, this paper presents the development of a didactic bench controlled by PLC that simulates industrial automated processes, and the development of a supervisory system that allows you to monitor these processes, making the role of man-machine interface. The implementation of the system was carried out on a wooden bench on which were installed various components in an organized manner enabling its smooth operation and interaction of the systems themselves and between users. From this implementation, we developed was a SCADA supervisor, using the Ellipse SCADA software with Modbus communication protocol. In this sense, the bench and your supervisor are characterized as new teaching tools, in order to allow greater interaction between students in practical classes.

**Keywords**— Automation, Automatic Systems, Programmable Logical Controller (PLC), Supervisory system, SCADA.

**Resumo**— No âmbito acadêmico o ensino da automação é muito importante devido ao grande crescimento e desenvolvimento dessa área. Entretanto, este ensino pode ser limitado por falta de recursos práticos didáticos. Sendo assim, o desenvolvimento de recursos didáticos que permitam uma interação prática entre o aluno e o processo automático a ser criado, possibilitam, em sua maioria, uma maior aprendizagem aos alunos e permite que os mesmos aumentem o interesse pela área, além de contribuir para a diminuição da evasão escolar. Diante disso, o presente artigo apresenta o desenvolvimento de uma bancada didática controlada por CLP que simula processos automáticos industriais, bem como o desenvolvimento de um sistema supervisório que permite monitorar esses processos, fazendo o papel de interface homem-máquina. A implementação dos sistemas foi realizada em uma bancada de madeira, na qual foram instalados todos os componentes de forma organizada permitindo seu bom funcionamento e interação dos sistemas entre si e entre os usuários. A partir dessa implementação, foi desenvolvido um supervisório SCADA, utilizando-se o *software* Ellipse SCADA com o protocolo de comunicação Modbus. Neste sentido, a bancada e o seu supervisório caracterizam-se como novas ferramentas de ensino, com intuito de permitir uma maior interação dos alunos nas aulas práticas.

**Palavras-chave**— Automação, Sistemas Automáticos, Controlador Lógico Programável (CLP), Sistema Supervisório, SCADA.

### 1 Introdução

Com a evolução das máquinas e o advento da eletrônica surgiu a produção automatizada. Nela, o homem permite que o controle do processo passe a ser feito por sistemas computadorizados (Mamede, 2007).

De forma geral para um sistema ser automatizado ele necessariamente precisa ter três componentes básicos: sensores, controlador e dispositivos atuadores (Martins, 2007).

A automação vai além desse princípio comum e desses componentes básicos, ela atinge alto grau de complexidade e “envolve a implantação de sistemas interligados e assistidos por redes de comunicação, compreendendo sistemas supervisórios e interfaces homem-máquina que possam auxiliar os operadores no exercício da supervisão e da análise dos problemas” (Moraes and Castrucci, 2010).

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*, em geral, 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. Logo, o desenvolvimento de recursos didáticos que permitam interação prática entre o aluno e o processo automático a ser criado, possibilitam, em sua maioria, uma maior aprendizagem por parte dos alunos e permite que os mesmos aumentem o interesse na área, além de contribuir para a diminuição da evasão escolar.

A evasão escolar no Brasil, seja qual for o nível de educação, causa prejuízos pertinentes sob o aspecto econômico, social e humano. A evasão no ensino superior é um problema complexo e grave (Marins, Corrêa and Santana, 2010). Alguns dos fatores que contribuem para a evasão escolar nos cursos de engenharia são: as expectativas esperadas em relação a vida universitária, a incompatibilidade de habilidades em relação ao curso, a carência de recursos financeiros e a desmotivação por parte do aluno. Essa desmotivação muitas vezes ocorre por influência da estrutura física da instituição e de sua metodologia de ensino.

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. Ficar horas resolvendo listas de exercícios é “treinar” para jogo (prova), esse treino é desestimulante para o aluno, pois já existem máquinas/*softwares* que resolvem a maioria desses exercícios. O aluno precisa de algo que chame a sua atenção e assim concretize o seu aprendizado. Isso acontece quando ele entra em ação e coloca em prática o que aprendeu na teoria. A escola de engenharia precisa renovar e permitir ao seu aluno que abandone o “treino” e construa o novo (Cardoso and Menezes, 2003).

Diante dessa contextualização, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de sistemas didáticos que representem processos automáticos industriais controlados por CLP, bem como o desenvolvimento de um sistema supervisório desses sistemas, que faz o papel da interface homem-máquina e permite o monitoramento dos sistemas automáticos didáticos; contemplando os três níveis da pirâmide de automação: campo, controle e supervisão.

## 2 Automação

A automação consiste em tornar automáticas atividades repetitivas executadas pelo homem, minimizando a necessidade da interferência humana, trazendo segurança, agilidade e facilidade ao trabalho, além de melhorias na produção (Parede, Gomes and Horta, 2011). Ela faz uso de técnicas, *softwares* e equipamentos que efetuam coleta de dados e atuam nos processos, aprimorando os complexos objetivos das indústrias e dos serviços (Moraes and Castrucci, 2010). A automação trabalha em ciclos e uma representação em blocos de um sistema automatizado pode ser observada na Fig. 1.

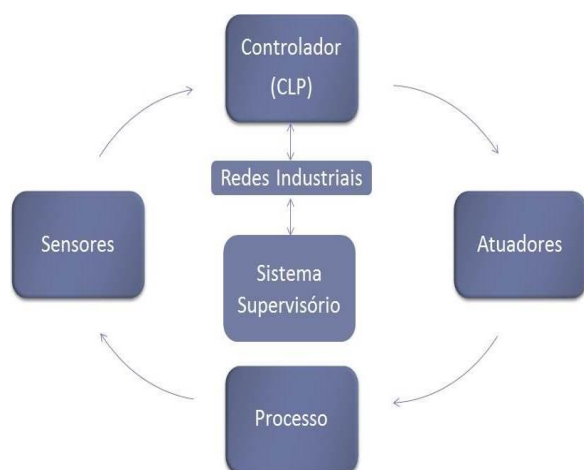


Figura 1. Diagrama em blocos de um sistema automatizado.

Na automação industrial o controlador mais utilizado é o CLP (Controlador Lógico Programável), que é

um sistema eletrônico digital, com memória programável. O sensor é um dispositivo que ao ser submetido a um estímulo ou sinal do meio externo obtém uma resposta equivalente (Martins, 2007). 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, caso necessário, é enviada aos atuadores através do módulo de saída (Parede, Gomes and Horta, 2011). Os atuadores em questão são os dispositivos que modificam o processo convertendo o sinal elétrico emitido pelo CLP em uma condição física, ou seja, produzem movimento em função do comando (Martins, 2007).

Na automação o sistema supervisório é um *software* com uma interface de fácil leitura. Seu principal objetivo é realizar uma comunicação em tempo real com o processo no chão de fábrica. Através dessa comunicação o supervisório obtém dados do processo e os apresenta ao operador em forma gráfica, simulando o que está acontecendo no chão de fábrica. Dessa forma, o operador consegue analisar todo o processo e interferir, quando necessário, através do supervisório (Boaretto, 2008).

As telas do supervisório, também chamados de sinóticos fornecem uma representação gráfica geral da planta em substituição aos painéis sinóticos tradicionais. Cada sinótico representa uma área do processo com detalhamento suficiente para apresentar ao operador uma visão do processo e os componentes que devem ser monitorados e controlados. Os sinóticos possuem uma parte fixa denominada de máscara ou fundo e diversos campos dinâmicos atualizados dinamicamente. Esses campos são os objetos animados de acordo com os eventos de processo e de operação (Vianna, 2008).

A comunicação entre o supervisório e o controlador é realizada através da rede de comunicação industrial que “é o conjunto de equipamentos e *softwares* utilizados para propiciar o trânsito de informações da produção, entre os diversos níveis hierárquicos de um processo industrial” (Boaretto, 2008).

Para padronizar essa comunicação foram criados os protocolos, que são basicamente “um conjunto de regras sobre o modo como se dará a comunicação entre as partes envolvidas” (Tanenbaum, 1997).

Um desses protocolos é o ModBus, que é utilizado para realizar comunicações do tipo mestre-escravo e possui uma estrutura flexível e eficaz de troca de mensagens. Sua estrutura de rede permite apenas um mestre e no máximo 247 escravos conectados a ela. Já a quantidade de entradas e saídas nos dispositivos escravos não possui limitações (Moraes and Castrucci, 2010).

Em resumo, através de um *software* SCADA criam-se os sinóticos da planta industrial, esse *software*, através do *driver* e dos protocolos de comunicação, recebe os dados do processo, que são lidos pelas *tags* e transferidos aos objetos executando as suas animações nos sinóticos.

### 3 Descrição do Sistema Proposto

A proposta de desenvolver Sistemas Automáticos Didáticos Controlados por CLP com Monitoramento por Sistema Supervisório foi dividida em duas etapas:

1ª Etapa – Desenvolvimento de sistemas automáticos controlados por CLP;

2ª Etapa – Desenvolvimento do sistema supervisório. Dentro da primeira etapa, o primeiro passo foi a escolha dos sistemas automáticos que seriam implementados. Isso foi possível através de um estudo feito com os materiais utilizados por professores da área de Automação e Controle com CLP em suas aulas. E, então, quatro sistemas foram escolhidos para serem implementados:

- 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 segundo passo desta primeira etapa foi desenvolver a lógica de programação desses sistemas. Esse passo foi muito importante para demonstrar a dimensão dos sistemas, permitindo definir quais funções seriam realizadas por eles e quais materiais comprar para a implementação dos mesmos.

As lógicas de programações foram feitas no *software* de programação CLIC02 Edit em Linguagem LADDER. Esse *software* acompanha os CLPs da linha CLIC02 da WEG e, pelo fato de um CLP dessa linha ter sido disponibilizado para o desenvolvimento do trabalho, o modelo CLW-02/20HR-A da WEG foi utilizado como controlador dos sistemas, sendo este considerado um relé programável pelo próprio fabricante. Esse CLP não possui a função de comunicação e por isso foi necessária a aquisição de um módulo de comunicação, o CLW-02/MBUS 3rd também da linha CLIC 02 da WEG, para a implementação do sistema supervisório.

No terceiro passo da primeira etapa, foi definido que os quatro sistemas seriam implementados em uma bancada feita de compensado e foi realizada a aquisição dos materiais, em que foram adquiridos componentes de acionamento e de comando, como botoeiras, sinalizadores luminosos e sonoros; sensores de presença, de nível e indutivo; motores de corrente alternada (de baixa potência); além de componentes para o acionamento da bancada didática, como disjuntor, fusível e botão de emergência.

O quarto passo contemplou a implementação dos sistemas na bancada. Essa implementação foi feita seguindo o projeto apresentado na Fig. 2, de forma que os componentes ficassem pré-instalados, e que todos os componentes possuíssem bornes de ligações. Logo, o aluno se torna o programador e o operador dos sistemas, sendo responsável por fazer a programação do relé programável e a ligação física necessária para o funcionamento do sistema escolhido.

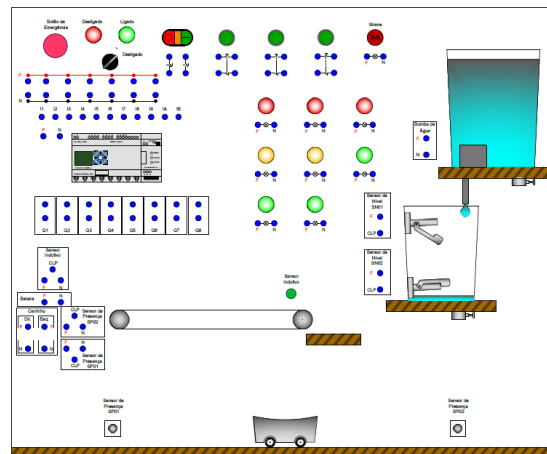


Figura 2. Projeto da Bancada Didática.

No quinto passo foram realizados testes, correções e a finalização da bancada. Nesse passo, a bancada entrou em funcionamento com as lógicas de programação desenvolvidas no segundo passo. O objetivo era que a bancada pudesse funcionar com essas lógicas efetuando todas as funções com êxito, no entanto, nessa etapa surgiram alguns problemas e alguns ajustes foram necessários.

No sexto e último passo da primeira etapa de desenvolvimento deste trabalho, foi elaborado um manual e um roteiro de utilização da bancada com o intuito de auxiliar os usuários durante 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.

A segunda etapa do trabalho foi o desenvolvimento do sistema supervisório no *software* Elipse SCADA. Além de possuir as funções requeridas para o trabalho esse *software* possui a versão demo, que é gratuita. Essa versão tem algumas limitações em relação à versão comercial, mas de toda forma esse *software* na versão demo atende as necessidades do trabalho e foi escolhido para o desenvolvimento do mesmo. Para a realização dessa etapa do trabalho a bancada precisava estar pronta e em pleno funcionamento.

O primeiro passo desta segunda etapa foi o desenvolvimento da lógica de programação e dos sinóticos do supervisório, que tem a função de permitir o monitoramento dos sistemas em operação na bancada com essa lógica de programação.

O segundo passo foi responsável por realizar a comunicação do sistema supervisório com a bancada. Para essa implementação, foi empregada comunicação serial, sendo necessária a utilização de um conversor USB/RS485 para conectar o supervisório ao módulo de comunicação acoplado ao CLP, já que o módulo possui porta RS485 e o computador, no qual está o supervisório, porta USB. Esse passo contou ainda com a configuração das *tags* e do *driver*.

O *driver* utilizado foi adquirido junto aos desenvolvedores do *software* Elipse SCADA gratuitamente

como aconteceu com o próprio *software*. No site da Elipse, o *driver* é encontrado com o nome “*Driver Modicon Modbus Master (ASC/RTU/TCP)*”, seu fabricante é a Modicon e conta com o protocolo ModBus v1.1b. Esses *drivers* são atualizados com frequência e a versão utilizada foi a 3.0.11 atualizada em 29 de maio de 2015.

Foi utilizada comunicação serial e o *driver* foi configurado nos seguintes parâmetros:

- Baud rate: 38400;
- Data bits: 8;
- Parity: None;
- Stop bits: 2.

Além de configuração do *driver*, esses parâmetros foram inseridos na configuração do CLP, do módulo de comunicação e da porta serial do computador que recebeu a comunicação.

Para configuração das *tags* foi utilizado apenas um tipo de operação configurada da seguinte forma:

- Read: 03;
- Write: 06;
- Data: Word;
- Size: 02.

No terceiro e último passo da segunda etapa foram realizados testes e correções no sistema.

#### 4 Resultados e Discussões

A bancada didática desenvolvida na primeira etapa deste trabalho, foi nomeada como CLIC\_AutoCLPLab. Esta, juntamente com seu sistema supervisório, desenvolvido na segunda etapa do trabalho, apresentam-se como ferramentas de simulação para processos de controles industriais ou comerciais utilizando-se CLP. A bancada em conjunto com seu supervisório poderão 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 de curso técnico e de graduação.

A CLIC\_AutoCLPLab, apresentada na Fig. 3, permite ao aluno visualizar fisicamente o processo automático criado em operação.

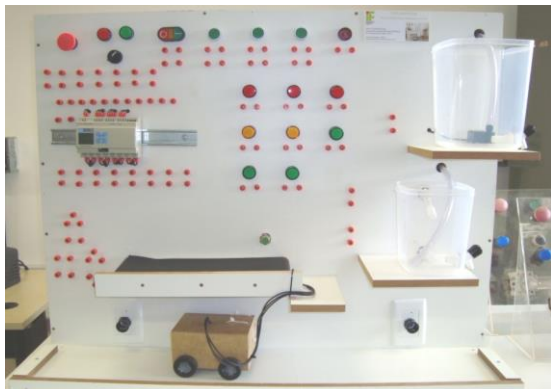


Figura 3. Bancada didática: CLIC\_AutoCLPLab.

O usuário da CLIC\_AutoCLPLab será o programador dos sistemas automáticos através do CLP, fazendo com que os mesmos atuem da maneira desejada dentro de suas limitações físicas de construção e, além disso, fará todas as ligações físicas dos componentes, observando as instruções de ligação de dispositivos de entrada e de dispositivos de saída. Essas informações de como devem ser ligados os dispositivos nos bornes do CLP estão no manual do usuário desenvolvido para a bancada e seguem as recomendações do fabricante do CLP utilizado.

O sistema supervisório por outro lado depende da bancada, já que ele apresenta ao usuário em tempo real a operação que está ocorrendo na bancada. Mas enquanto a bancada sem o supervisório funciona de acordo com o que o usuário quiser, com o supervisório a bancada e seus sistemas terão funções específicas e definidas no trabalho. Ficando para o usuário a função de monitorar o sistema em operação.

Na bancada didática CLIC\_AutoCLPLab foram implementados quatro sistemas que são descritos a seguir, no entanto, ela permite simular outros sistemas, observando suas limitações físicas de construção. Essa flexibilidade é possível graças à pré-instalação dos componentes, ou seja, como cada componente possui seus bornes de ligação não é obrigatório o uso exclusivamente dos sistemas descritos neste trabalho e o usuário é livre na utilização de cada componente, devendo obedecer a forma de ligação correta de cada um.

Um dos sistemas simulados neste trabalho é o sistema de controle de tráfego da bancada, que 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.

O sistema de controle de nível de tanque é composto por uma bomba de água de pequeno porte e por 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.

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 em 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.

O último dos sistemas simulados neste trabalho 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 um carrinho. Esse motor, para critério de programação, funciona como se fossem dois motores, já que possui quatro terminais de alimentação e a cada dois terminais alimentados ele gira para um sentido, trocando os terminais de alimentação ele gira no outro sentido.

Esse sistema de transporte permite ao aluno controlar o carrinho que anda em um trilho e quando chega ao final desse trilho, através do sensor, ele deve parar e fazer o caminho de volta, e na outra extremidade do trilho tem outro sensor, permitindo que o carrinho faça o trajeto reverso e repetitivo.

Para o supervisório, foi desenvolvida uma lógica de programação seguindo o diagrama de ligações físicas apresentadas na Fig. 4, que conta com os quatro sistemas operando como a proposta descrita, com exceção do sistema de controle de tráfego. Este é representado no supervisório apenas com um semáforo de automóveis, pelo fato do CLP utilizado só possuir 8 saídas. E, além disso, essa lógica apresenta um botão para ligar todos os sistemas e outro para desligar todos os sistemas.

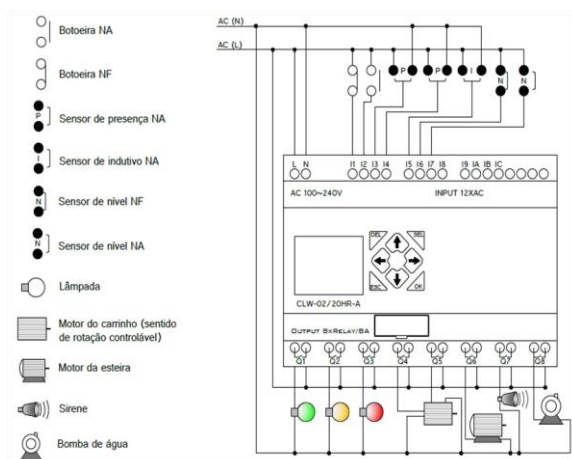


Figura 4. Diagrama de ligação física dos sistemas em conjunto para realizar a supervisão da bancada CLIC\_AutoCLPLab.

O supervisório desenvolvido conta com cinco telas, umas delas é a “Tela Menu”, mostrada na Fig. 5.

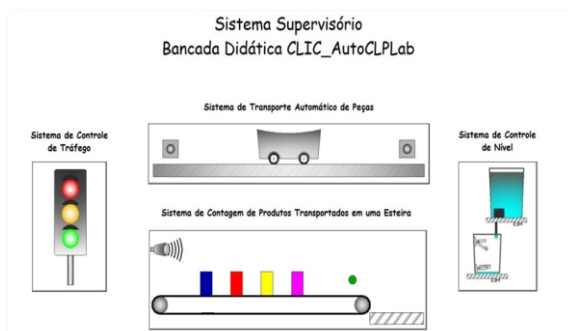


Figura 5. Tela Menu do Supervisório.

Nesta tela as imagens dos sistemas funcionam como botões que levam o usuário para as outras quatro telas, que contam, cada uma, com um botão “Voltar para o menu” que direciona o usuário de volta para a tela menu e assim ele pode navegar entre as quatro telas dos sistemas sem a necessidade de desligar o processo.

Todas as quatro telas possuem objetos de botões de liga e desliga. Apesar de serem simulações de botões, eles não tem a função efetiva de ligar e desligar os sistemas, a função deles é de apresentar ao usuário o estado dos botões na bancada, uma vez que o sistema supervisório foi implementado somente com a função de monitoramento. Quando os botões forem pressionados na bancada suas cores no supervisório serão alteradas e assim o operador do supervisório saberá que o botão foi pressionado.

A tela do sistema de controle de tráfego, Fig. 6, conta com três objetos/imagens: um para o semáforo, o outro o “Botão liga” e o terceiro o “Botão Desliga”.

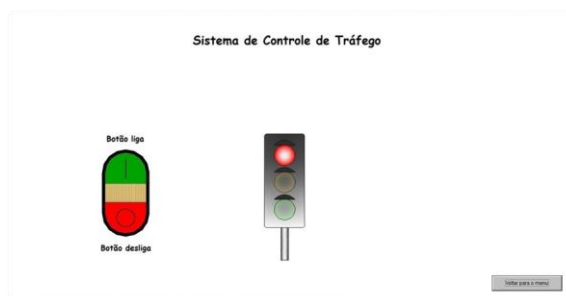


Figura 6. Tela do Sistema de Controle de Tráfego do Supervisório (Momento no qual o semáforo encontra-se vermelho).

A tela do sistema de nível, Fig. 7 conta com objetos/imagens que representam o tanque reservatório e o tanque de nível do sistema; os botões de liga, desliga e de retorno ao menu; e outros dois objetos representando os sensores, um do sensor de nível baixo e o outro do sensor de nível alto.

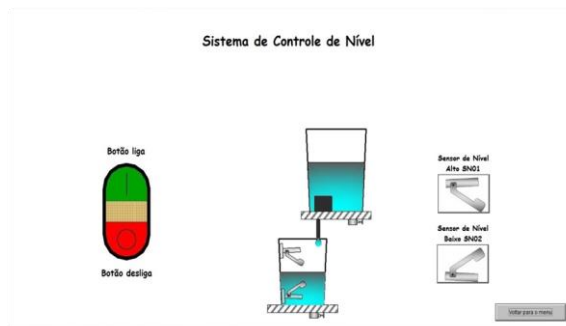


Figura 7. Tela do Sistema de Controle de Nível do Supervisório (Momento no qual a bomba de água está ligada).

A Fig. 8 apresenta a tela do sistema de contagem de produtos transportados em uma esteira. Note que, além dos botões de liga, desliga e de retorno ao menu essa tela conta com o objeto/imagem que contém uma esteira com as peças, o sensor e a sirene e outro que representa só o sensor.



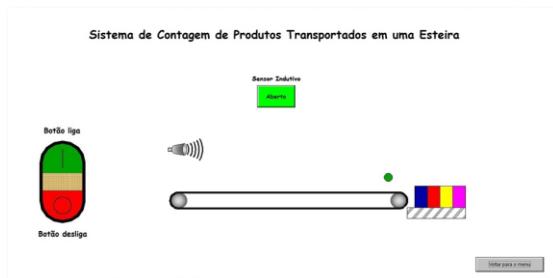


Figura 8. Tela do Sistema de Contagem de Produtos Transportado em uma Esteira (Momento no qual a esteira está parada e a sirene está emitindo sinal sonoro).

A tela do sistema de transporte automático de peças, Fig. 9, conta com os mesmos botões das demais. Além do objeto/imagem do carrinho no trilho com os respectivos sensores de presença e dois objetos/imagens que representam os sensores respectivamente, que também foram implementados para dar segurança ao operador.

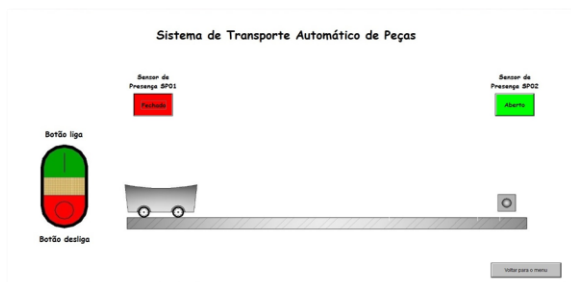


Figura 9. Tela do Sistema de Transporte Automático de Peças (Momento no qual o carrinho está parado na extremidade esquerda do trilho).

Através do sistema supervisor o usuário consegue acompanhar o que está acontecendo na bancada, mas não pode fazer interferências, como por exemplo, desligar ou ligar o processo. Como proposta para trabalhos futuros é sugerido a implementação da função de escrita no supervisor, ela permitirá que o usuário interfira no processo, controlando-o.

## 5 Conclusão

Os resultados obtidos com esse trabalho 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 importante na Engenharia Elétrica.

Apesar de o sistema supervisor estar pronto e disponível ao usuário para executar uma função específica ele pode ser alterado ou servir de exemplo para novas aplicações, trazendo aos alunos um ambiente de aprendizado muito importante.

Apesar de ter um custo final alto (calculado em R\$ 3705,26), a bancada e seu supervisor ainda são considerados de baixo custo. O preço de materiais didáticos como esses no mercado é mais elevado e apesar de não serem iguais aos desenvolvidos nesse

trabalho, possuem a mesma intenção no tocante a didática de controle com CLP.

É esperado que o interesse já demonstrado pela bancada e por seu sistema supervisor não se perca com o tempo. Além disso, é interessante que seja implementada a função de escrita (controle) no supervisor e que sejam feitas manutenções frequentes na bancada para prolongar a sua vida útil.

## Agradecimentos

A primeira etapa do presente trabalho foi realizada com o apoio do IFG, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), EDITAL N° 003/2014-PROPPG, agradecemos pela oportunidade e apoio para iniciar esse trabalho.

## Referências Bibliográficas

- Boaretto, N. (2008), “Sistemas supervisórios”, Apostila: Instituto Federal de Santa Catarina, Joinville, SC.
- Cardoso, E.P. and Menezes, C.S. (2003), “Um Projeto Pedagógico para o Curso de Engenharia Elétrica: Uma abordagem considerando a metodologia de projetos e os recursos das novas TIC”, XXXI COBENGE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Mamede Filho, J. (2007), “Automação Industrial”, Instalações Elétricas Industriais, 7. ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, RJ, pp. 633-669.
- Marins, C.N.M., Corrêa, E.M. and Santana, R.G. (2010), “Iniciação à engenharia - Um programa para a diminuição da evasão de alunos”, XXXVIII COBENGE, Fortaleza, CE, Brasil.
- Martins, G.M. (2007), “Princípios de Automação Industrial”, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Eletromecânica e Sistemas de Potência, Santa Maria, RS.
- Moraes, C.C. and Castrucci, P.L. (2010), “Engenharia de Automação Industrial”, 2. ed., LTC, Rio de Janeiro, RJ.
- Parede, I.M., Gomes, L.E.L. and Horta, E., (2011) “Eletrônica: Automação Industrial”, Coleção Técnica Interativa, Série Eletrônica, v.6, Fundação Anchieta, São Paulo, SP.
- Tanenbaum, A.S., (1997), “Redes de Computadores”, Tradução Insight Serviços de Informática, 3. ed., Campus, Rio de Janeiro, RJ.
- Vianna, W.S. (2008), “Sistema SCADA Supervisor”, Instituto Federal Fluminense de Educação Ciência e Tecnologia, Campos do Goytacazes, RJ.