

**Anais do
VI Seminário Multidisciplinar ENIAC Pesquisa 2014
VI Encontro Da Engenharia Do Conhecimento Eniac
VI Encontro De Iniciação Científica Eniac
VI Fábrica de Artigos**

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO DIDÁTICO PARA APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE CONTROLE DE PROCESSO.

DEVELOPMENT OF DIDACTIC EQUIPMENT FOR APPLICATION OF THE TECHNIQUES OF PROCESS CONTROL.

**Demetrius dos Santos
Marcus Valério Rocha Garcia**

Demetrius dos Santos – sdemetryus@gmail.com

Marcus Valério Rocha Garcia é mestre em Engenharia Mecânica - Automação Industrial e Robótica pela UNITAU (2008), é graduado em Engenharia Elétrica pela UNIVAP (1995), atualmente é coordenador de Projetos da ETEP Faculdades e coordenador de Pós Graduação da Faculdade de Tecnologia Eniac - FAPI, Eniac mvrgarcia70@gmail.com

RESUMO

As exigências do mercado de trabalho na busca por profissionais com capacitação na solução de problemas, multifuncionais e com competência no uso da tecnologia e desenvolvimento de atividades em grupo, são

elementos fundamentais para o sucesso profissional e social nos dias atuais. Neste contexto a automação de processos de manufatura contribui de forma eficaz no desenvolvimento destas competências nas diversas instituições de ensino. A automação deve ser apresentada aos aprendizes como ferramenta no processo ensino aprendizagem. Entretanto é preciso que existam equipamentos didáticos de fácil integração e

utilização, na intenção de proporcionar ao estudante à realidade da indústria. Este projeto propõe o desenvolvimento de um equipamento didático de simulação para alunos do Curso Técnico na intenção de estimular o jovem na busca pela solução de problemas, característica que o mercado de trabalho busca num bom profissional, aliado à sua capacidade de realizar trabalhos em grupo e autonomia nas tomadas de decisão. A proposta é um equipamento didático de simulação com hardware e software flexíveis e adaptáveis às necessidades dos estudantes no cumprimento do Plano de Curso e ao ambiente de ensino. Para tanto foram utilizadas diferentes tecnologias para aplicação no processo ensino aprendizagem, visando à total interligação das disciplinas e na integração dos conhecimentos adquiridos durante toda sua fase escolar.

Palavras-chave: Equipamento didático, automação, processo ensino aprendizagem.

ABSTRACT

The demands of the labor market in search for professionals with training in solution of problems, multifunctional and competence in the use of technology and development of group activities are fundamental to the social and professional success today. In this context automation of manufacturing processes contribute effectively in the development of these skills in various educational institutions. The automation should be presented to learners as a tool in teaching learning process. However there have to be didactic equipment for easy integration and use, with the intention of providing the student with the reality of the

industry. This project proposes the development of educational simulation equipment for students of the Technical College with the intention of stimulating the young in quest for troubleshooting, feature that the job market seeking a good professional, coupled with its ability to conduct group work and autonomy in decision making. The proposal is didactic simulation equipment with hardware and software flexible and adaptable to students' preferences ne-compliance in the Course Plan and the learning environment. For both different technologies for application in the teaching learning process, aiming at full interconnection of disciplines and integration of knowledge acquired throughout his school years were used.

Keywords: Keywords: educational equipment, automation, teaching learning process.

1.INTRODUÇÃO

1.1 Conceitos Iniciais

O projeto trata-se de uma “termo encolhedora” de PVC do tipo shrink , que foi elaborado de forma didática para ser utilizada pelos alunos do Curso Técnico em Eletroeletrônica do Senai-SP “Hermenegildo Campos de Almeida” na unidade curricular de Controle e Automação Industrial.

O equipamento desenvolvido possuem recursos didáticos que trazem para dentro da oficina parte da realidade da indústria, aquilo que efetivamente o estudante irá encontrar na sua vida profissional. Proporcionar esta experiência ao aluno é extremamente importante, pois além de agregador no que se

refere à capacidade de solucionar problemas, o prepara de forma autônoma nas tomadas de decisão.

Sua criação respeitou o Plano pedagógico do Curso do Curso Técnico em Eletroeletrônica da rede SENAI-SP, verificou-se a necessidade da criação de um equipamento didático que atendesse as exigências da disciplina de Controle e Automação industrial, de fácil manuseio, adaptado ao ambiente de ensino e que permita ao aprendiz solucionar problemas, atuando de forma direta no processo ensino aprendizagem.

Porém, só o conhecimento e adquirir habilidades do saber fazer não são suficientes. Tão importante quanto eles, outros atributos, tais como maior capacidade de adaptação, flexibilidade e versatilidade, compreensão mais ampla do processo produtivo, condições de lidar com situações não rotineiras, tomar decisões, solucionar problemas, criar, trabalhar em equipe, avaliar resultados e operar com critérios de qualidade e indicadores de desempenho, tornam-se, cada vez mais, essenciais.

Neste aspecto, o desenvolvimento de equipamentos didáticos que ilustram as reais aplicações das mais variadas tecnologias presentes na indústria traz para dentro do ambiente de ensino, além da integração da manufatura com a automação de processos, uma forma menos abstrata de mediar com o educando uma situação de aprendizagem, mas também apresentar-lhe as situações que só a indústria na sua mais aplicada necessidade lhe proporcionaria com tal aprendizado.

Sendo assim, a necessidade de ilustração e melhoria do aprendizado devido às

mudanças na sistemática do ensino aprendizado nos Cursos Técnicos da rede Senai-SP, onde no ano de 2014, cerca de 60% dos alunos matriculados no Curso Técnico em Eletroeletrônica vem do sistema articulado SESI-SENAI, e sem nenhum conhecimento da rotina e dinâmica da indústria, faz-se necessário que equipamentos didáticos sejam desenvolvidos na busca do cumprimento e atendimento ao perfil de saída desejado nos Planos de Curso.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver um equipamento didático para simular uma termoencolhedora tipo shrink, a ser utilizado nas aulas de Controle e Automação Industrial do Curso Técnico em Eletroeletrônica, para aplicar Técnicas de Controle de Processos Industriais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A pesquisa utilizou os conceitos de diversos autores dentre eles, Maletzke (2004) do qual se utilizou A Importância da Embalagem no Ramo Moveleiro. De OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. e Pomilio, José Antenor. Circuitos com TRIAC: controle por ciclos inteiros para acionamento de carga resistiva em controle de temperatura. O Sistema de Gestão dos Serviços Educacionais e Tecnológicos – SGSET

2.1 Termoencolhedora Tipo Shrink

Por definição, o processo de termoencolhimento consiste em encolher um material, por exemplo, plástico, por meio do

calor. Existem vários tipos de materiais utilizados no processo de termoencolhimento, um deles é o conhecido PVC.

O Filme de PVC termo encolhível mais conhecido como PVC (Cloreto de polivinila ou cloreto de vinil) é um tipo de plástico derivado do petróleo e que pode ser utilizado em varias aplicações. Sendo assim, a alternativa encontrada pela indústria para o sistema de embalagem de produtos é a utilização de máquinas termoencolhedoras do tipo shrink, como mostra a figura 1.

Fig. 1: Termoencolhedora para pacotes tipo shrink (MKM/2014)



A figura 1 apresenta as inúmeras vantagens do uso de uma termoencolhedora na indústria como produtividade, rapidez de embalagem, diminuição de mão de obra envolvida, uma embalagem de qualidade protegendo o produto contra danos, umidade, poeira, entre outros.

2.2 Construção Do Equipamento Didático.

Através da pesquisa realizada com o auxílio da internet, foi possível constatar que não há uma norma específica para desenvolvimento e construção de equipamentos didáticos, da mesma maneira que nenhuma normalização ativa está catalogada na lista da ABNT para fabricação de máquinas termo encolhedoras tipo shrink. Foi feito contato telefônico com a empresa MKM máquinas e filmes para embalagens no intuito de confirmar tal informação e a empresa informou que realmente não se tem uma norma para a fabricação da máquina, que o projeto é desenvolvido conforme as necessidades e solicitações do cliente. Quanto ao controle de temperatura utilizado no equipamento, a única norma que consta ativa no catálogo é a ABNT NBR 7735:1996 Aeronave – Controle de temperatura e classificação de equipamentos para tratamento térmico, que não se aplica ao projeto em desenvolvimento.

A construção do equipamento didático pode ser visto conforme a figura 2. A mesa será utilizada para montagem do equipamento, funcionando como suporte. O túnel de encolhimento será construído de maneira totalmente artesanal. Será utilizada uma caixa de madeira que será fechada com pedaços de madeira aglomerada contendo um rasgo, suficiente para a passagem das peças de simulação. O aquecimento será produzido por meio de 4 lâmpadas, totalizando uma potência elétrica de 400W e um ventilador tipo collar, que fará a ventilação e uniformização do calor dentro do túnel de encolhimento. A parte interna do túnel de encolhimento será

revestida com papel alumínio, a fim de melhorar a concentração de calor, funcionando como uma garrafa térmica. Já externamente, foi revestido com uma camada de pintura com tinta cinza. O ventilador é instalado na parte superior do túnel de encolhimento, a fim de ventilar o calor concentrado na parte superior interna, empurrando o calor para baixo, além de uniformizar todo o interior.

Nos dois rasgos que serão feitos nas placas será necessário colocar uma cortina com material vulcanizado, para evitar a perda de calor no interior do túnel de encolhimento.

O material da esteira é vulcanizado, devido à necessidade de ser um material resistente a temperaturas elevadas. A esteira possui um motor de corrente contínua cuja tensão de alimentação é de 24 Vcc, devido à necessidade de adequação com o Controlador Lógico Programável.

Fig. 2: Resultado final do desenvolvimento do equipamento.



Na figura 2 anterior tem o equipamento didático concluído. Por se tratar de um equipamento didático, será necessária a criação de um painel de interligação com outros equipamentos, como por exemplo, o CLP, que está alocado na bancada. Este painel é uma caixa plástica, com bornes de 4 mm devidamente encaixados.

O borne na cor vermelha e preto que representam a alimentação 24VCC, sendo o borne vermelho o positivo e o borne preto o negativo referente a ligação junto a fonte de tensão alocada na bancada. Já os dois bornes na cor azul representam a alimentação do motor da esteira e o outro é o ventilador. No painel se encontram também 3 bornes amarelos, referente aos sinais analógicos a serem utilizados. Esses bornes ficaram disponíveis para integração com os controladores, ou seja, o equipamento fica preparado com diferentes tipos de sinais, como tensão e corrente elétrica analógicos, para fácil integração com controladores como o CLP, e microcontroladores como Arduino, PIC e 8051.

Do outro lado da caixa existem 2 bornes superiores nas cores azul e marrom, que serão utilizados para alimentar o conversor de potência tiristorizado monofásico. No centro da caixa existem outros 2 bornes na cor marrom, que serão ligados na saída do conversor de potência tiristorizado monofásico, a fim de alimentar o grupo de lâmpadas responsáveis pelo aquecimento da túnel de encolhimento, e na parte inferior, um plugue 2p+T do tipo embutir foi instalado para alimentar o equipamento com 127Vca.

2.3 circuitos eletrônicos

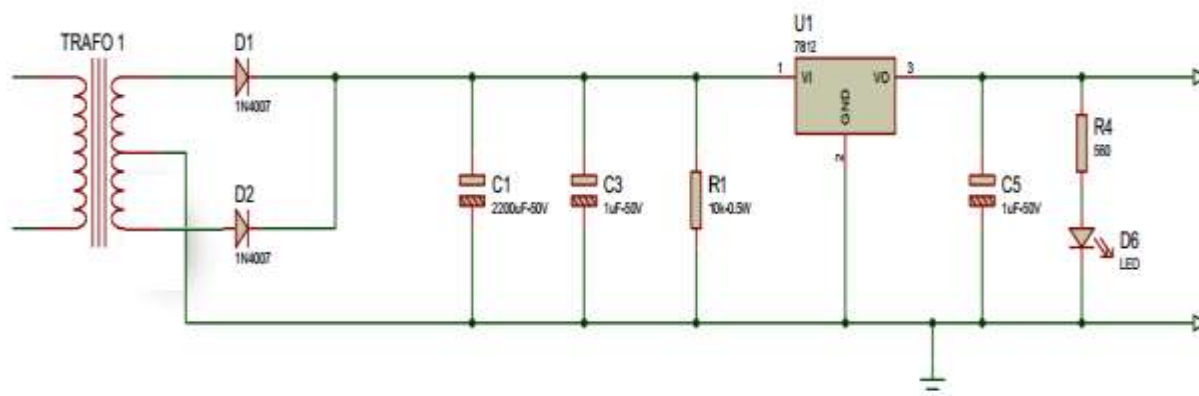
A estrutura eletrônica do projeto é composta por fonte fixa 12VCC, fonte regulável 1,25 a 24Vcc, circuito amplificador, além das interfaces com controlador de potência tiristorizado monofásico com relé modular de interface eletromecânico 24Vcc.

O circuito da fonte fixa 12 Vcc foi desenvolvido para alimentar o circuito de

amplificação, responsável por transformar o sinal do sensor de temperatura num sinal analógico de 0 a 10V, sinal que será utilizado na integração com o CLP.

O principal componente utilizado na fonte é o regulador de tensão 7812, cuja finalidade é regular a tensão em 12Vcc fixa. A figura 3 a seguir mostra o esquema do circuito eletrônico da fonte fixa 12VCC.

Fig. 3: Esquema do circuito eletrônico fonte fixa 12Vcc

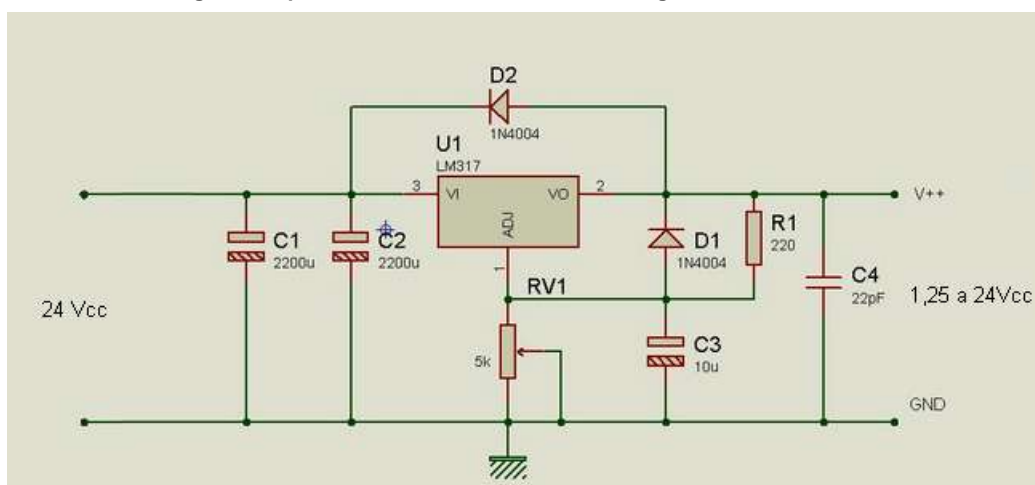


A fonte regulável 1,25 a 24Vcc foi desenvolvida para alimentar o motor da esteira transportadora, onde também se faz necessário controlar sua velocidade.

Para isto, foi utilizado o regulador de tensão LM 317, cuja finalidade é regular a tensão entre 1,25 e 24VCC, proporcionando assim

um controle na tensão elétrica aplicada nos terminas do motor CC da esteira transportadora, controlando sua velocidade. A figura 04 mostra o esquema do circuito eletrônico da fonte regulável 0 a 24 Vcc. A regulagem da tensão elétrica na saída é feita pelo potenciômetro que deve ser de 5KΩ.

Fig. 04: Esquema do circuito eletrônico fonte regulável 1,25 a 24VCC



O circuito amplificador é referente a figura 04 e foi desenvolvido para captar o sinal do sensor de temperatura instalado na túnel de encolhimento do equipamento. O sensor utilizado se trata do LM 35. Este componente tem a função de transformar energia térmica num sinal elétrico, quando aplicado nos terminais de alimentação uma tensão de 4 a 20VCC. O LM35 é um sensor de precisão, fabricado pela National Semiconductor. A tensão de saída será linear e relativa à temperatura em que se encontra no momento em que for alimentado por uma tensão de 4-20VCC e GND. O valor da tensão de saída será de 10mV para cada Grau Celsius de temperatura, sendo assim, apresenta uma boa vantagem com relação aos demais sensores de temperatura calibrados em Kelvin. Esse, não necessita de subtração de variáveis para obter uma escala de temperatura em graus Celsius. Igualmente, não necessita de calibração externa ou trimming para fornecer com exatidão, valores de temperatura com variações de $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$ ou até mesmo $\frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$ dentro da faixa de temperatura de -55°C à 150°C . Apresenta na saída baixa impedância, tensão linear e calibração inerente precisa, fazendo com que a interface para a leitura seja especificamente simples, desta forma o sistema apresenta um menor custo. A alimentação do sensor poderá ser simples ou simétrica, dependendo do que se deseja como sinal de saída. Porém, independentemente disso, a saída continuará sendo de 10mV/ $^{\circ}\text{C}$. Ele drena apenas 60 μA para a alimentação, sendo assim, seu auto aquecimento é de aproximadamente 0.1 $^{\circ}\text{C}$ ao ar livre.

O encapsulamento mais comum do LM 35 é o TO-92. Portanto, possui aparência de um transistor. A relação custo benefício é

bastante vantajosa. É o mais barato dos modelos com a mesma precisão. Existem vários encapsulamento deste sensor, para que possa ser útil a muitas aplicações.

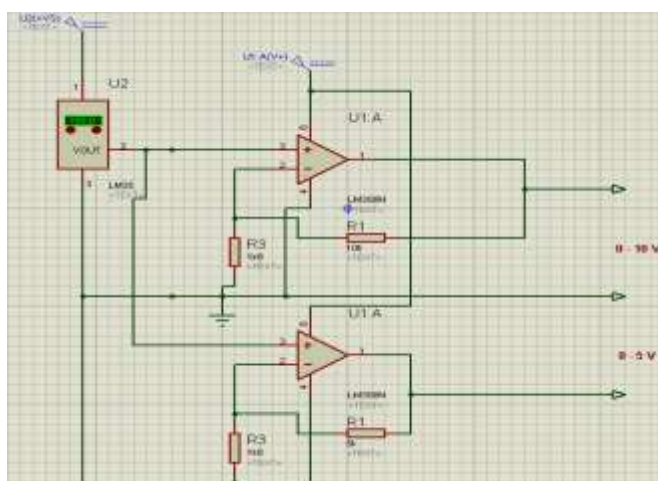
O sensor LM35 pode ser facilmente utilizado, da mesma forma que qualquer outro sensor de temperatura. Colando-o sobre a superfície que se deseja medir a temperatura e sua temperatura estará em torno de 0.01 $^{\circ}\text{C}$ abaixo da temperatura da superfície que se encontra fixado. Para isto, Pressupõe que a temperatura da superfície seja a mesma que a temperatura do ar que se encontra ao redor desde ambiente. Se a temperatura do ar fosse muito mais elevada ou mais baixa do que a temperatura da superfície, a temperatura real do LM35 estaria em uma temperatura intermediária entre a temperatura de superfície e a temperatura do ar. Essa regra se aplica especialmente para o encapsulamento plástico do tipo TO-92, o qual as ligações de cobre são o trajeto térmico principal para carregar o calor através do dispositivo, fazendo com que a temperatura fique mais próxima da temperatura do ar do que da superfície em que se encontra fixado. Para amenizar este problema, deve-se ter certeza de que a fiação conectada ao LM35 esteja presa juntamente à superfície de interesse, para que ambas as partes estejam praticamente sempre na mesma temperatura. A maneira mais fácil de fazer isto é fixar os fios e o próprio LM35 com um leve revestimento de cola epóxi à superfície de interesse, assim, o LM35 e seus condutores não estarão em contato com o ar e assim, a temperatura do ar não afetará na medição do componente.

Outro componente utilizado no desenvolvimento do circuito amplificador é o

LM 358. Este componente é responsável, a partir de um arranjo eletrônico com dois resistores, em amplificar o sinal que o LM35 fornece, de tal forma a amplificar e ajustar o sinal para ser compatível com a entrada analógica do CLP. Como o LM358 possui dois

canais de amplificação, também foi projetado uma amplificação do sinal do LM35 para ser compatível com outros tipos de controladores, como o Arduino por exemplo. A figura 05 a seguir mostra o esquema do circuito eletrônico do circuito amplificador.

Fig. 05 : Esquema do circuito eletrônico do circuito amplificador.



A figura 05 mostra as ligações do sensor de temperatura LM 35 e do amplificador LM 358 com os demais componentes, produzindo 2 sinais amplificados oriundos do sensor de temperatura LM 35, um sinal de 0 a 10V e outro de 0 a 5V, para adequar o nível do sinal ao tipo de controlador utilizado, com 0 a 10V para entrada analógica do CLP, ou 0 a 5V para microcontroladores. O valor do ganho é definido pelo resistor R1.

Em função da necessidade de interface entre circuito de controle (saída analógica do CLP) com o circuito de potência (grupo de lâmpadas), foi instalado no equipamento um conversor de potência tiristorizado monofásico. Sua função é controlar a potência do grupo de lâmpadas, controlando a tensão elétrica por meio do ângulo de disparo com

tiristores, num gradiente de 0 a 100%, proporcional ao sinal aplicado, a partir de um sinal analógico de 0 a 10V fornecido pela saída analógica do CLP. A figura 06 a seguir mostra o modelo de conversor utilizado no desenvolvimento do equipamento.

Fig. 06: Modelo de conversor de potência tiristorizado monofásico



A figura 06 mostra o conversor de potência utilizado no desenvolvimento do equipamento. O conversor é fabricado pela empresa LOTI Tecnologia Industrial e o modelo utilizado que se adapta ao projeto são o BC 126QF10-AF. Entre suas principais características está a forma de controle com sinal analógico de 0 a 10V, devido a necessidade de se adequar ao sinal de saída analógico do CLP. Outra característica observada é com relação às dimensões, que se adaptam perfeitamente ao espaço disponível da mesa.

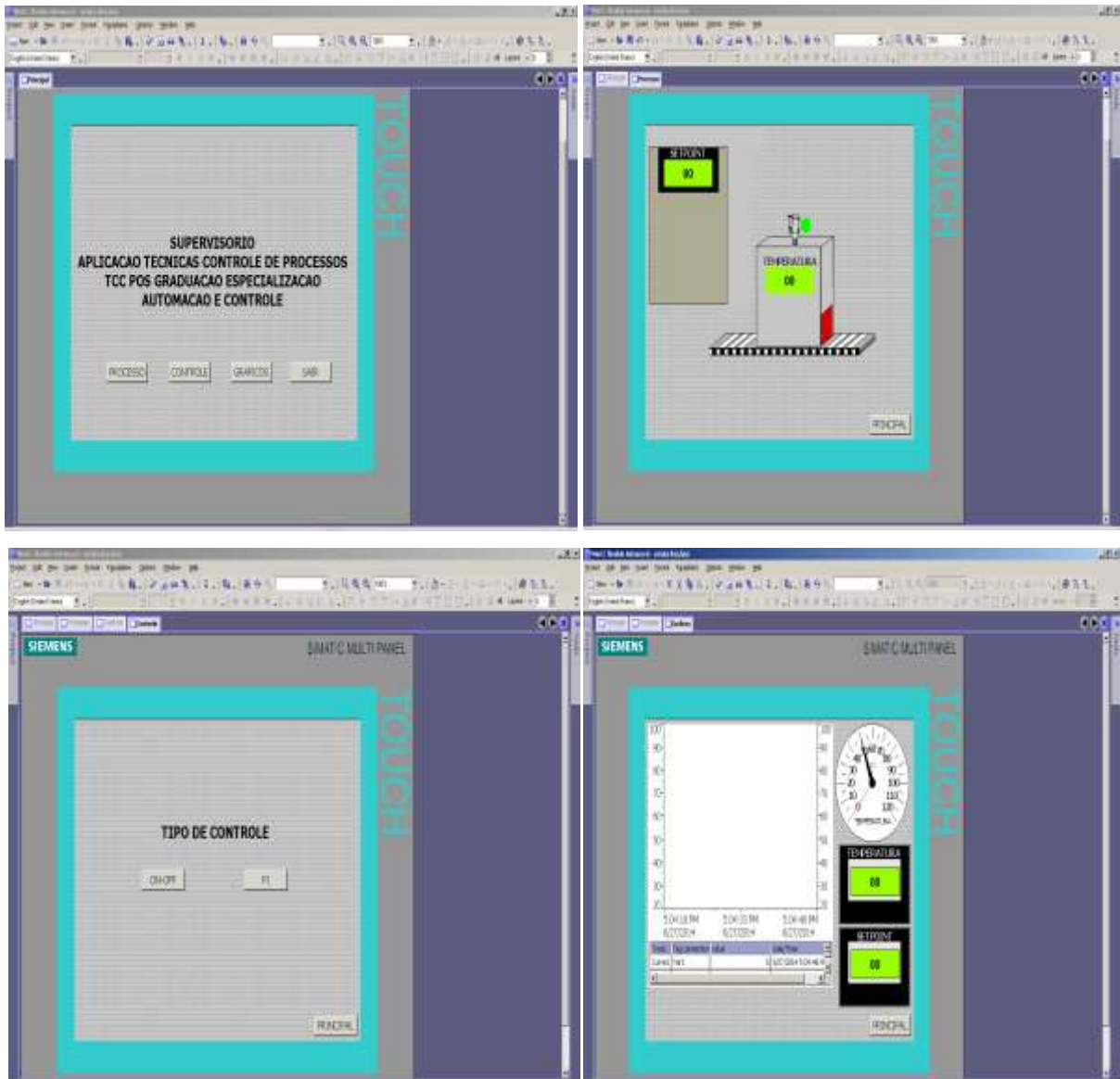
Como se trata de um equipamento didático, assim como no painel elétrico, é necessário criar um painel de ligação do conversor de potência, para ligações de interface tanto com o CLP, como o painel elétrico do equipamento. Uma placa de acrílico foi utilizada para fazer o painel de interligação, sendo necessário utilizar bornes para melhor interligação por se tratar de um equipamento didático, além da instalação de um relé modular de interface eletromecânico 24VCC,

cujas funções são habilitar ou desabilitar o conversor de potência no modo de controle ON-OFF.

3. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA SUPERVISÓRIO

Para tornar o sistema mais didático, foi utilizado uma ferramenta computacional (WinCC Flexible) para criar uma interface de supervisão, Figura 07, onde o aluno pode monitorar e modificar dados do sistema em tempo real. Valores de controle e temperatura de referência são exemplos de variáveis que podem ser modificadas em tempo de funcionamento. Utilizando um driver para comunicação via MPI, o CLP se comunica com o computador que utiliza o software WinCC Flexible. Na tela do supervisório, um LED indica quando a esteira está operante, os campos de mudança de parâmetros estão disponíveis e um gráfico de tendências mostra a temperatura do sistema em tempo real.

Fig. 07 : O Sistema Supervisório.



A figura 07 apresenta as quatro telas criadas que compõem o sistema supervisor para simulação, comando e aquisição de dados do processo.

4. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA NO CLP.

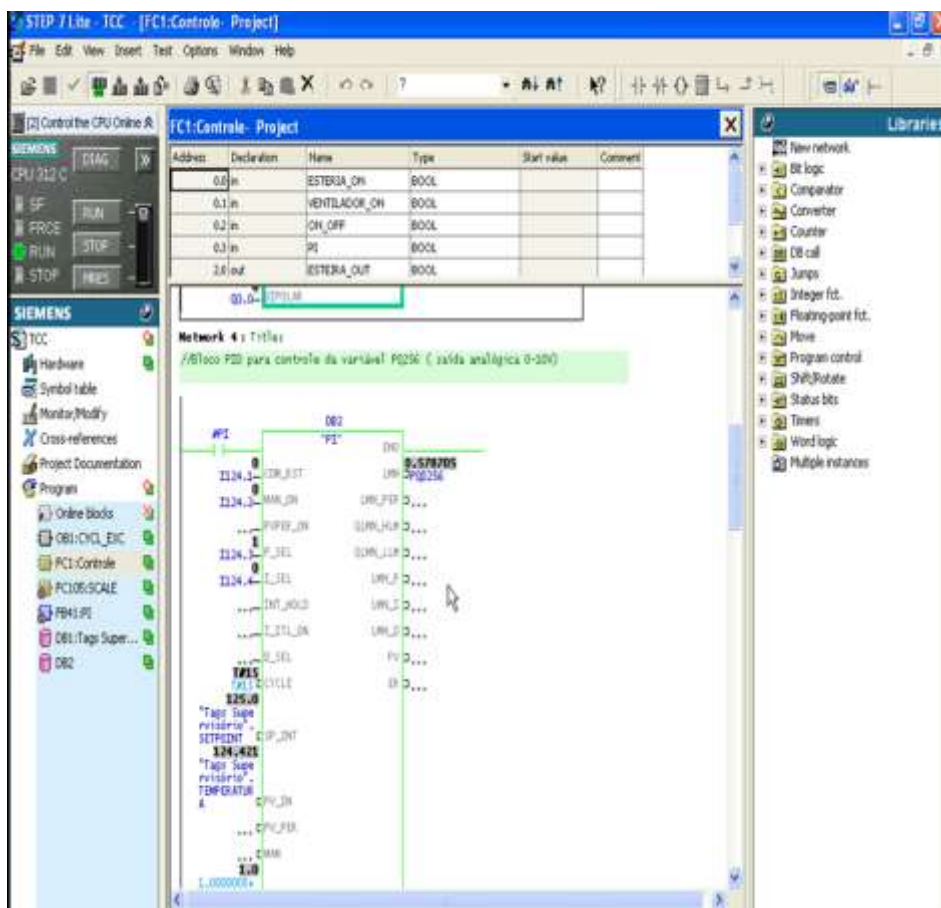
Para desenvolver o programa no CLP, foi necessário utilizar o software SIMATIC STEP 7 Lite, do fabricante Siemens. Este software permite elaborar as programações

necessárias para atender os passos a serem executados a fim de desenvolver o ensaio.

A fim de elaborar uma programação mais otimizada, no que diz respeito ao desempenho do controlador, se optou em desenvolver uma programação estruturada em linguagem LADDER e a criação de uma Função denominada Controle. Neste tipo de programação as funções reutilizáveis são carregadas dentro de blocos individuais. O bloco OB 1 (ou outros blocos) chamam estes blocos e transferem parâmetros. Este bloco contém a programação que irá realizar o tipo de controle. Uma vez que o programa está em execução, o bloco OB1 executa a função FC1, que é um bloco parametrizável, ou seja, informações são declaradas e de acordo com a seleção no supervisório pode se executar ou a programação para o controle ON-OFF ou o

tipo PI. Como se trata de uma programação estruturada, saídas booleanas são acionadas no bloco OB1 a partir do programa executado dentro do bloco FC1 e uma vez atualizada a tabela de imagem de saída, acionadas fisicamente via módulo digital de saída. Para trabalhar com as informações recebidas do supervisório e da realimentação do sistema de controle em malha fechada do sensor de temperatura foi necessário realizar uma linearização, utilizando a função SCALE, disponível na biblioteca do software. Para o controle ON-OFF, foi necessário utilizar um comparador associado com um temporizador. A programação ainda contém uma função chamada FB41 CONT_C (continuous controller), figura 08, responsável por executar o controle PI quando selecionado pelo supervisório.

Fig. 08 : O Controlador CLP.



A partir da figura 08 podemos observar o funcionamento do programa no software do controlador lógico programável, onde as informações referentes ao processo podem ser analisadas a partir do modo de monitoramento do software. A partir do bloco de função PID do software do controlador foi possível controlar a variável temperatura num sistema de malha fechada, por meio do sinal do sensor de temperatura LM 35, devidamente amplificado e condicionado para ser interligado com o controlador lógico programável por meio de uma das entradas analógicas.

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

5.1 O Equipamento Didático Concluído.

A partir da confecção de todas as partes que compõem o equipamento, foi concluída a montagem com êxito, porém foram necessários alguns ajustes e detalhes para melhor adaptação a bancada. Foram instalados quatro pés de borracha na parte de baixo da madeira utilizada como mesa, a fim de melhor fixação sobre a bancada. Foram instaladas etiquetas para identificar os bornes de ligação e os dispositivos do equipamento, além de um adesivo na placa de ligação do controlador de potência tiristorizado monofásico. Para facilitar o sistema de controle da velocidade da esteira de transporte, o potenciômetro de ajuste foi instalado na tampa do painel elétrico, junto com um Knob. Nas aberturas feitas nas tampas da túnel de encolhimento, foram instaladas duas cortinas de material vulcanizado, a fim de melhorar a concentração do calor no interior da túnel de encolhimento. Também foram instaladas duas

alças, para melhorar a forma de manipular o equipamento. A Figura 09 apresenta o protótipo do equipamento finalizado e em funcionamento.

Fig. 09: Equipamento finalizado e em funcionamento.



A figura 09 mostra o equipamento didático em funcionamento, interligado com o módulo de potência e o controlador lógico programável. A peça no centro da esteira é o produto que se aplicou o processo shrink com lacre termoencolhível.

5.2 Resultados Da Simulação A Partir Do Gráfico De Tendências No Supervisório.

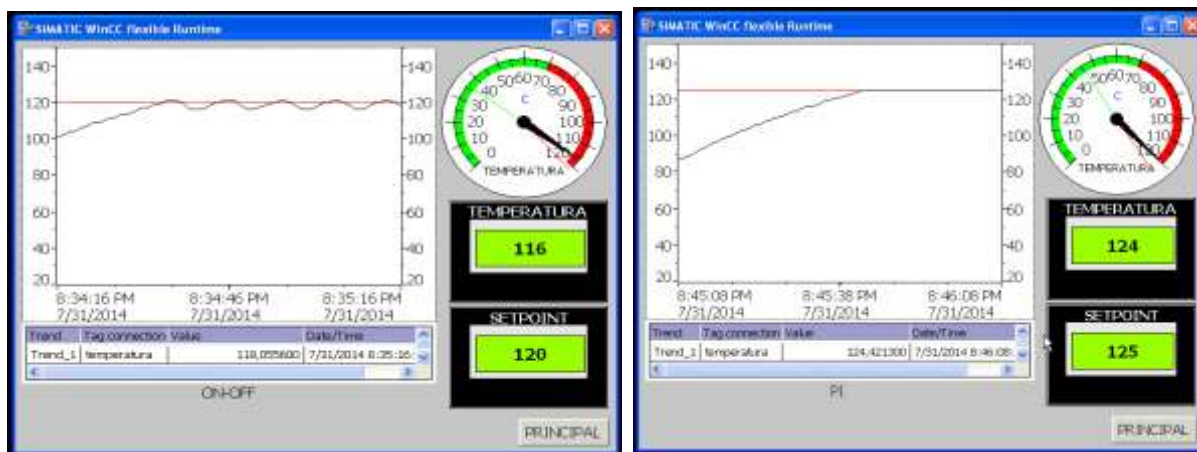
A partir da execução das ligações e programação verificou-se que o equipamento funcionou de acordo com as expectativas, obtendo-se com êxito os resultados esperados na intenção de se comprovar os tipos de controle sugeridos neste trabalho.

Foi possível a partir dos gráficos de tendência disponível no supervisório observar o comportamento do funcionamento do túnel de encolhimento do equipamento nos dois tipos de controle.

A figura 10 mostra o resultado da variável TEMPERATURA entorno do SETPOINT no

gráfico de tendências do supervisor no controle tipo ON-OFF e PI.

Fig. 10: Resultado no gráfico de tendências nos controles ON-OFF e PI.



A partir dos resultados, conforme a figura 10 foi possível verificar que todos os comandos funcionaram e que o supervisor se mostrou capaz que enviar e colher informações do CLP. Foi possível a partir de a figura observar o comportamento da temperatura no controle ON-OFF, atingindo em aproximadamente 1min e 05seg, a partir da temperatura ambiente, o valor do SETPOINT. Foi possível também observar que os limites superior e inferior foram atingidos em aproximadamente 2% no limite superior e de 3% no limite inferior. Outro fator a ser observado é que o conversor de potência tiristorizado monofásico respondeu de maneira satisfatória com atuador na condição de interface entre o controlador e o circuito de potência. Também foi possível observar o comportamento da temperatura no modo PI, que aplicando o controle proporcional, estabilizou a temperatura entorno do SETPOINT, eliminando os limites superior e inferior do controle ON-OFF.

Outro aspecto a se verificar é que no controle tipo PI não foi necessário a utilização do integrador, uma vez que o erro em regime proporcional foi irrelevante.

Por se tratar de um sistema lento, optou-se por classificá-lo como didático, pois o mesmo se comporta muito lentamente para atingir o que se é pedido. A medida tomada de utilizar lâmpadas de 100W ao invés de uma termo-resistência foi crucial para tal denominação, forçando o sistema a atingir a sua meta em menos tempo, porém gastando mais energia se utilizada outra lâmpada de menor potência.

Oteve-se êxito ao concluir o projeto, os resultados foram satisfatórios, alcançando os objetivos de controlar a temperatura. Devido ao fato de ser um sistema lento, não é adequado para comercialização, somente para fins didáticos. Este projeto propiciou um ótimo aprendizado em todas as áreas estudadas, uma vez estabelecida a integração e comunicação entre CLP e supervisor,

técnicas para automatizar o equipamento, além da aplicação das técnicas de controle para garantir a temperatura desejada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT Catálogo. Disponível em: www.abntcatalogo.com.br Acesso em Abr. 2014

Datasheet LM 317. Disponível em: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm117.pdf>
Acesso em Abr. 2014

Datasheet LM 35. Disponível em: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
Acesso em Abr. 2014

Datasheet LM 358. Disponível em: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm158-n.pdf>
Acesso em abr. 2014

Datasheet LM 78XX. Disponível em: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm7805c.pdf>
Acesso em Abr. 2014

DITEC 001 - Proposta Educacional Senai-SP V2, São Paulo, 2011. 4p.

Freitas, Olga. Equipamentos e materiais didáticos. / Olga Freitas. – Brasília Universidade de Brasília, 2007. Disponível em: ptal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/equip_mat_dit.pdf> Acesso em Maio. 2014

MKM, Disponível em: <http://www.stm.com.br/>
Acesso em: Abr. 2014.

Junior, Carlos Roberto da Silveira. Robótica como Instrumento de Capacitação dos

Institutos Federais de Ciências, Educação e Tecnologia. / Junior, Carlos Roberto da Silveira – Goiás s.d. Disponível em:

<<http://www.ceped.ueg.br/anais/vedipefinal/pdf/gt09/co%20grafica/Carlos%20Roberto%20da%20Silveira%20Junior.pdf>> Acesso em jun.2014.

Maletzke, Ricardo Cipriani: A Importância da Embalagem no Ramo Moveleiro (Pós Graduação em Logística Empresarial) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno, Prentice Hall, 4a. Edição, 2003.

Pomilio, José Antenor. Circuitos com TRIAC: controle por ciclos inteiros para acionamento de carga resistiva em controle de temperatura. São Paulo: UNICAMP, Outubro de 2007, 11p. Apostila.

Sistema de Gestão dos Serviços Educacionais e Tecnológicos – SGSET
Disponível em: sgset.sp.senai.br / Acesso em Jul. 2014