

BANCADAS DIDÁTICAS PARA SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA

Silvia G. S. Cervantes¹; Kleber R. Felizardo²; Richard V. Romanosque³; Francisco A. Scannavino Junior⁴

Universidade Estadual de Londrina
Campus Universitário – CTU - DEEL
Caixa Postal 6001 – 86051-970 – Londrina – PR

¹silvia@uel.br, ²klerfe@sercomtel.com.br,
³romanosque@gmail.com, ⁴scanna@uol.com.br

Resumo: Este artigo apresenta o projeto de uma bancada pneumática didática para o ensino de controle e automação. Esta bancada simula uma linha automatizada de torrefação de café, sendo construída a partir de materiais encontrados em sucatas, pistões lineares e rotativos, sensores industriais e um CLP. Pode-se verificar um aumento de interesse dos estudantes na utilização desta bancada, bem como na programação de um CLP, pois em visitas técnicas realizadas nas indústrias locais que possuem linhas de produção automatizadas, foram identificados princípios relacionados à bancada implementada.

Palavras-chave: Bancada Pneumática, CLP, Controle e Automação.

1. INTRODUÇÃO

Uma vez que a demanda por engenheiros especializados na área de Automação e Controle tem crescido no mercado, os educadores da área tiveram que fazer uso de uma metodologia que unisse teoria e prática, visando a geração novos conhecimentos para capacitar novas habilidades em seus estudantes. Esta nova metodologia de enfoque prático não depende apenas de experimentos envolvendo simulações, como também do uso de kits e bancadas didáticas que reproduzam situações reais ocorridas no dia-a-dia das indústrias COELHO *et al.* (2001).

A aquisição de kits ou bancadas didáticas existentes no mercado têm custo proibitivo para uma parcela expressiva das instituições brasileiras de ensino superior. Este foi o fator motivador para o desenvolvimento de um projeto de pesquisa e ensino que permitisse o desenvolvimento de bancadas pneumáticas controladas por CLP - Controladores Lógicos Programáveis - para apoiar o ensino das disciplinas de Fundamentos de Mecatrônica e Controle e Automação Industrial. Além desse objetivo principal, o projeto também visou: i) adaptação de um modelo real de uma linha automatizada de torrefação de café para um modelo em pequena escala; ii) uso de um CLP em conjunto com equipamentos de pneumática FIALHO (2003); iii) desenvolver a criatividade e iniciativa de estudantes através da busca de soluções para problemas práticos da falta de kits e equipamentos; iv) envolver os estudantes em atividades de grupo no desenvolvimento de atividades práticas; v) aplicar o conhecimento adquirido nas aulas teóricas em laboratório.

Além desta introdução, este artigo está organizado em mais duas seções. Na próxima seção serão apresentados os procedimentos adotados para o desenvolvimento do projeto,

enfocando aspectos como a construção física da bancada pneumática, fluxogramas para posterior programação em CLP (linguagem LADDER) e esquemáticos elétricos e pneumáticos. As conclusões finais são descritas na última seção.

2. DESENVOLVIMENTO

A bancada pneumática foi projetada de modo a abranger as necessidades de formação de um engenheiro na área de automação e controle de processos, pois possibilita ao aluno realizar diversos ensaios com o uso de cilindros pneumáticos (pistões) lineares e rotativos, válvulas eletropneumáticas, esteiras transportadoras, sensores digitais de posição do tipo fotoelétrico, sensores analógicos de temperatura, relés e CLP.

Outro aspecto importante desta bancada diz respeito ao seu protótipo, baseado em uma linha real de torrefação de café automatizada e construída a partir de materiais encontrados em sucata ou recebido de doações. Os custos envolvidos, fora a linha de ar comprimido composto por um compressor de ar e o mecanismo de filtragem, aproximam-se de R\$ 2000,00 (dois mil reais) distribuídos em válvulas e pistões pneumáticos, CLP, componentes eletrônicos e acessórios.

Em um trecho de uma linha real de torrefação de café (Figura 1), tem-se 03 grandes elementos: (a) Câmara de estocagem; (b) Câmara de torrefação e (c) Esteira de resfriamento. A automatização desta linha, através do uso de sensores, relés, válvulas, motores CC ou CA, supervisionados por um CLP, permitem o controle do nível dos grãos de café depositados nas câmaras de estocagem e torrefação, o controle de temperatura no interior da câmara de torrefação e o controle da velocidade da esteira.

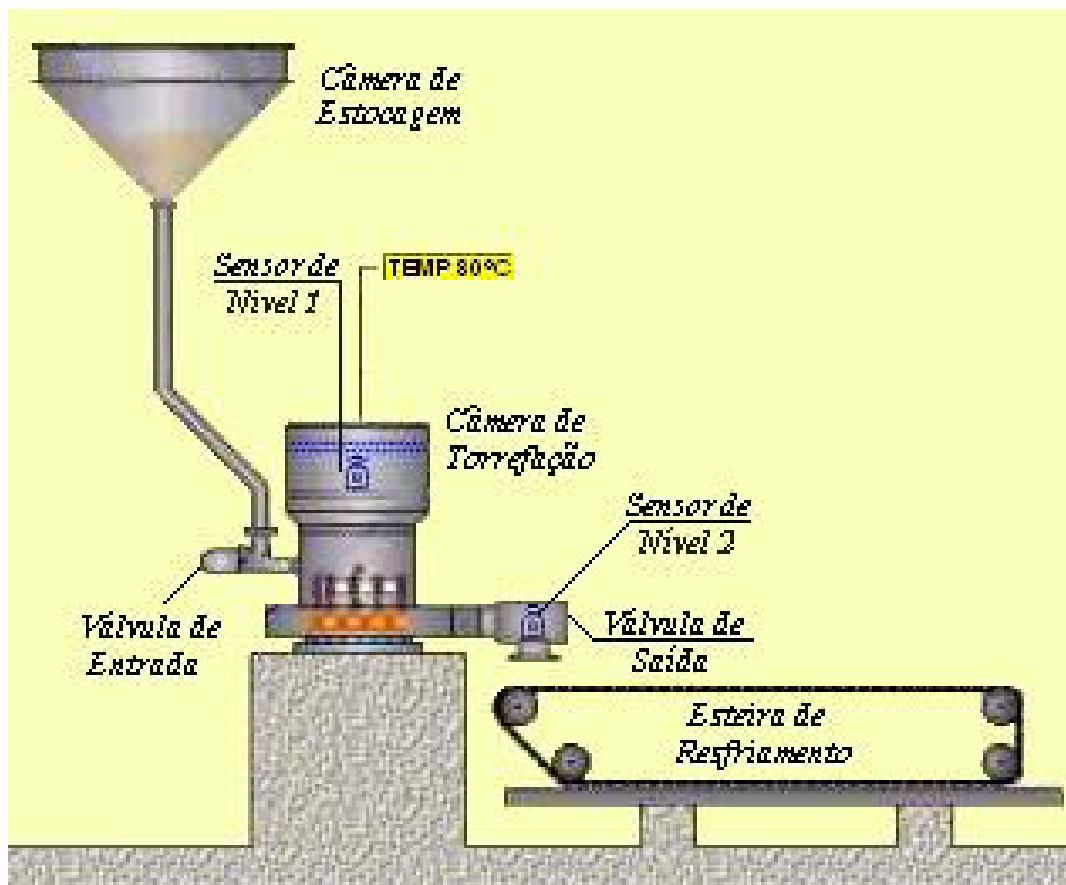


Figura 1 - Esboço de uma linha real de torrefação de café.

A Figura 2 mostra um diagrama esquemático da bancada montada no laboratório.

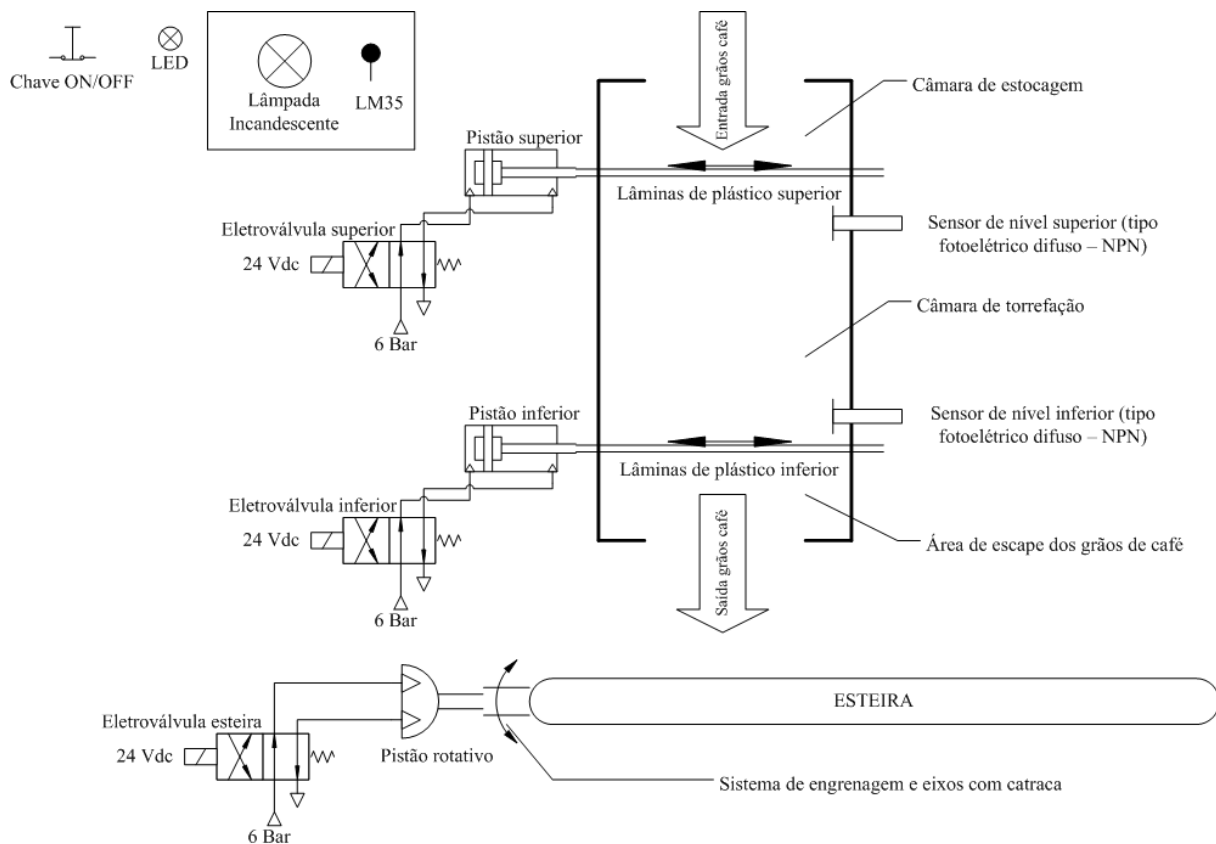


Figura 2 – Diagrama esquemático da bancada didática pneumática.

No protótipo montado no laboratório, conforme mostrado na Figura 3, a cuba de vidro simula as câmaras de estocagem e torrefação, bem como a área de escape dos grãos de café para a esteira. Estas câmaras são separadas por duas lâminas de plásticos, controladas por válvulas eletropneumáticas (4/2 vias com acionamento direcional e retorno por mola, tensão 24VDC) e acionadas por pistões pneumáticos lineares (dupla ação com amortecimento no avanço e no retorno, pressão máxima de 10 Bar); criando uma seção entre os compartimentos da câmara de estocagem e a câmara de torrefação. O processo de torrefação do café é simulado através do aquecimento de uma lâmpada incandescente (127 VAC/40 W) e de um sensor analógico de temperatura (LM35). Um pistão pneumático rotativo (dupla ação, 270°, pressão máxima de 10 Bar) ligado a um sistema de eixos e engrenagens simula a esteira de resfriamento. A pressão de trabalho da bancada pneumática foi fixada em 6 Bar.

O processo de torrefação tem seu início com o acionamento da válvula eletropneumática superior responsável pelo acionamento do pistão superior. O acionamento provoca a retração deste pistão permitindo a passagem do café para a câmara de torrefação até que seja atingido o nível máximo, detectado pelo sensor de nível superior (sensor fotoelétrico difuso, 24 VDC, tipo NPN). O acionamento deste sensor é sinalizado ao CLP (fabricante Telemecanique, modelo TSX Micro 3722, com 16 entradas digitais e 12 saídas digitais a relé, com tensões de trabalho 0-24VDC) que, de acordo com a sua programação, aciona o fechamento do pistão superior para o fechamento da entrada de café. Logo em seguida, é iniciado o processo térmico de aquecimento da câmara para simular a torrefação do café. A temperatura é mantida constante (80 °C) neste período, através de um controle do tipo ON/OFF implementado no

CLP e o tempo de torra do café é estipulado via software, através do uso de um temporizadores interno ao CLP, CATÁLOGO (2007).

Finalizada a torragem, a válvula eletropneumática, responsável pelo movimento do pistão inferior é acionada ocasionando a abertura da câmara de torrefação, pelo movimento de retração deste pistão. No momento em que o sensor de nível inferior (sensor fotoelétrico do tipo difuso, 24VDC, tipo NPN) é acionado, o pistão volta a sua posição inicial, fechando o compartimento da câmara de torrefação. Ao mesmo tempo é acionado o movimento da esteira que proporciona o transporte e resfriamento dos grãos de café torrados, através do acionamento/desacionamento da válvula da esteira (4/2 vias com acionamento direcional e retorno por mola, tensão 24 VDC) responsáveis pelo movimento rotativo do atuador pneumático rotativo.

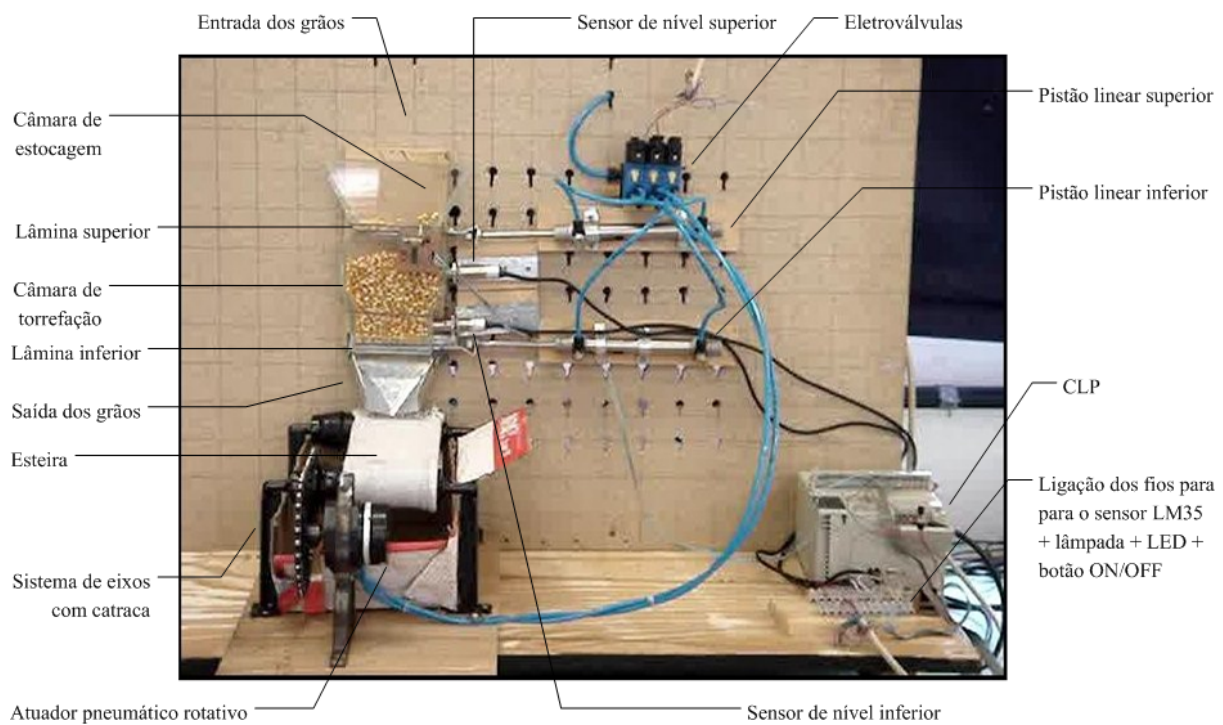


Figura 3 - Protótipo da linha de torrefação de café baseado na Figura 2.

Para sua utilização em experimentos didáticos o sistema proposto na Figura 3 foi dividido em três etapas, pois a realização destas depende da criação do algoritmo de controle, em linguagem LADDER, BONACORSO (2006), GEORGINI (2007), o que muitas vezes necessita de um tempo maior de execução, muitas vezes não cobertos em uma única aula. Estas etapas podem ser realizadas separadamente e agrupados posteriormente com pequenas alterações. Estas etapas são: controle de fluxo, temperatura e esteira. A seguir, é descrito cada uma destas etapas.

2.1 Controle de fluxo

A etapa de controle de fluxo permite que os grãos de café armazenados na câmara de estocagem passem para a câmara de torrefação (um LED deve ficar aceso enquanto houver grãos de café nesta câmara) e depois sejam transportados para a esteira. Os sinais a serem monitorados pelo CLP são: controle de nível superior da câmara de torrefação, controle de nível inferior da câmara de torrefação e botão de partida/parada do processo (chave do tipo sem retenção). Os sinais a serem enviados pelo CLP são: acionamento do LED e das válvulas

eletropneumáticas do pistão superior e inferior. Um fluxograma com a identificação dos parâmetros a serem utilizados na programação do CLP é apresentado na Figura 4, de modo a tornar o experimento mais didático.

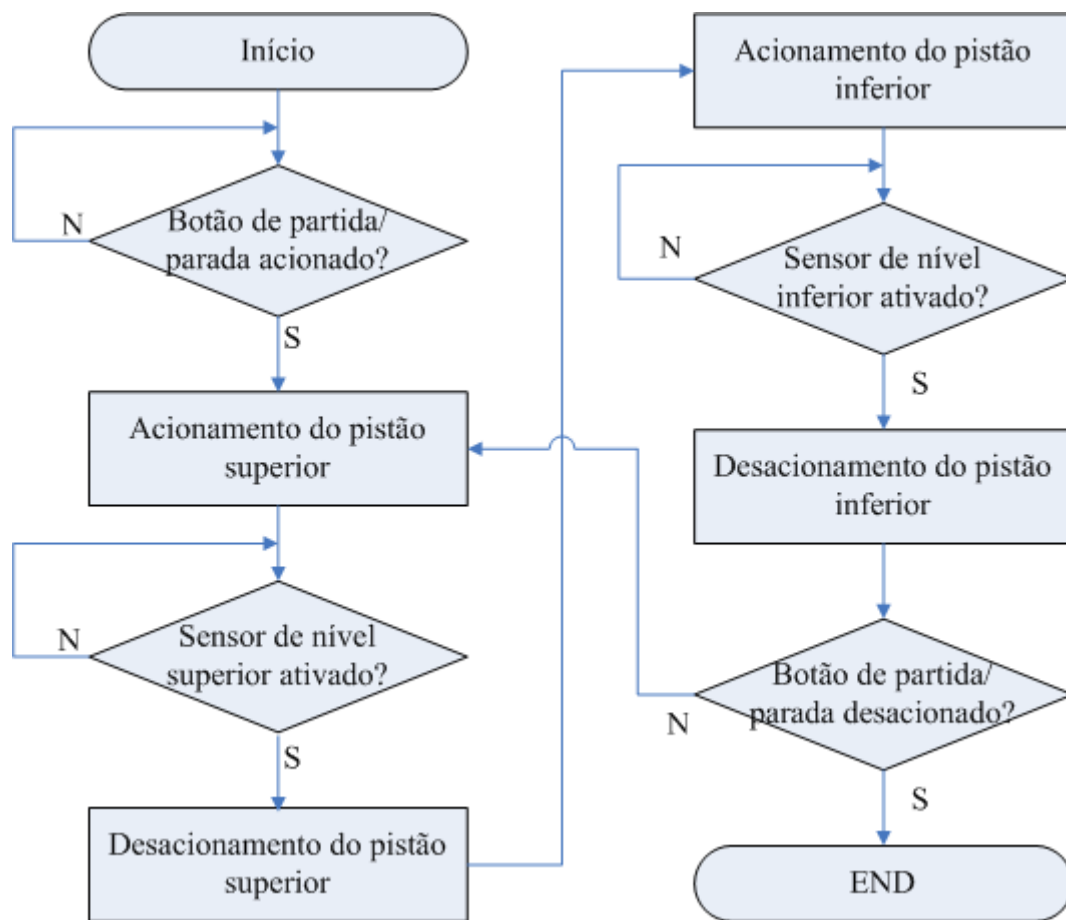


Figura 4 – Fluxograma do processo de controle do fluxo.

2.2 Controle de temperatura

A etapa do processo de controle de temperatura é responsável pelo controle de temperatura durante a torragem dos grãos de café (80 °C) e o tempo de torrefação. Os sinais a serem monitorados pelo CLP são: sinal analógico do sensor de temperatura (LM35). Os sinais a serem enviados pelo CLP são: acionamento do relé de potência para acionamento da lâmpada. A Figura 5 apresenta o fluxograma desta etapa.

O sensor LM35 possui uma escala 10 mV/°C (-55 a 150 °C). Para o projeto, a faixa de temperatura foi limitada entre 0 a 100 °C o que fornece uma faixa de resposta do sensor de 0 a 1 VDC. O ajuste da saída do sensor à entrada analógica do CLP (módulo complementar TSX DMZ28DR, possui 2 entradas analógicas (0-10VDC) e uma saída analógica (1-10 VDC)), cuja faixa é de 0-10 VDC, foi realizado através do circuito de condicionamento mostrado na Figura 6. Deste modo, uma tensão de 8 VDC indicava uma temperatura de 80 °C; uma tensão de 10VDC indica uma temperatura de 100 °C, por exemplo.

2.3 Controle da esteira

O processo de controle da esteira é responsável por ligá-la e mantê-la girando por um determinado tempo. Supõe-se que nesta etapa, o instante de ligá-la ocorre quando o sensor de

nível inferior é disparado e o tempo de movimento da esteira é o período suficiente para o café ser despejado e transportado até o final da esteira. Para simular uma esteira de resfriamento e transporte utilizando o atuador pneumático rotativo foi montado um sistema de catraca. Uma rotação no sentido horário do pistão rotativo (grau de rotação ajustado mecanicamente no próprio atuador, ajustado para 270°), ou seja, eletroválvula acionada, faz com que a esteira avance. A rotação no sentido anti-horário, eletroválvula desacionada, não provoca movimentação devido ao sistema de catraca, pois o giro será em falso. Este procedimento é necessário, pois para girar o atuador novamente no sentido horário, deve-se fazer com que ele volte o número de graus realizado no sentido horário. Os sinais a serem monitorados pelo CLP são: controle de nível inferior da câmara de torrefação. Os sinais a serem enviados pelo CLP são: acionamento do pistão rotativo através da válvula eletropneumática.

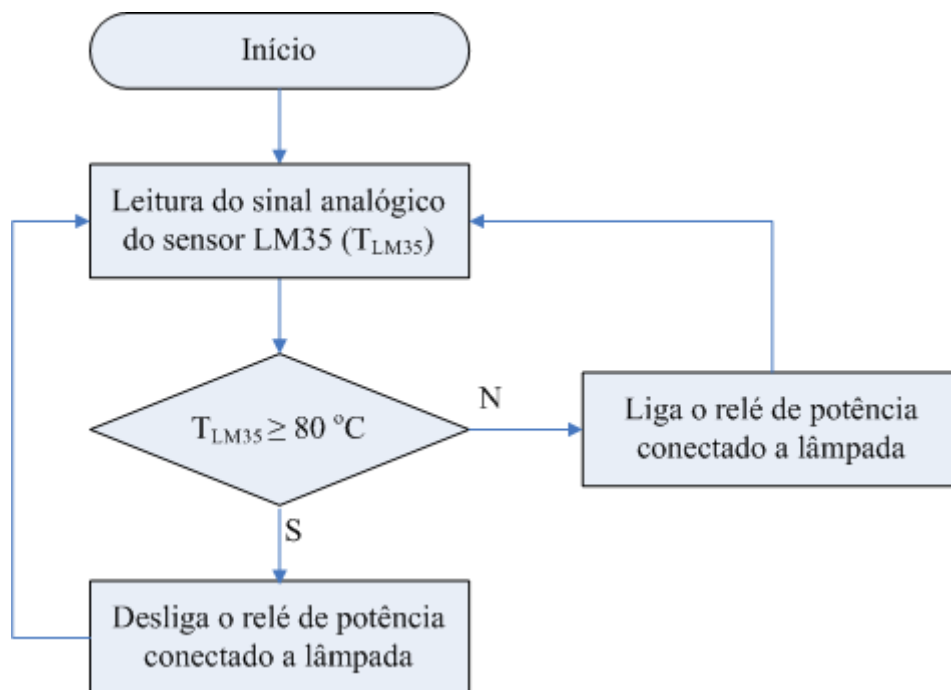


Figura 5 – Fluxograma do processo de controle de temperatura.

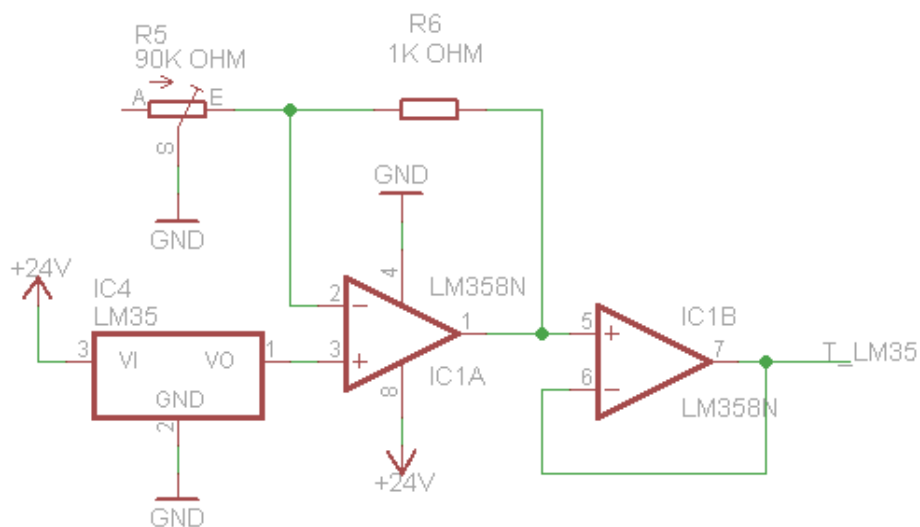


Figura 6 – Circuito de condicionamento do sensor de temperatura LM35.

O controle de velocidade da esteira é regulado via software, através de um temporizador interno ao CLP, que irá energizar ou não as válvulas eletropneumáticas em intervalos de tempo pré-estabelecidos. O fluxograma referente a este processo é mostrado na Figura 6. A duração do processo é controlada através do incremento unitário de uma variável interna ao CLP.

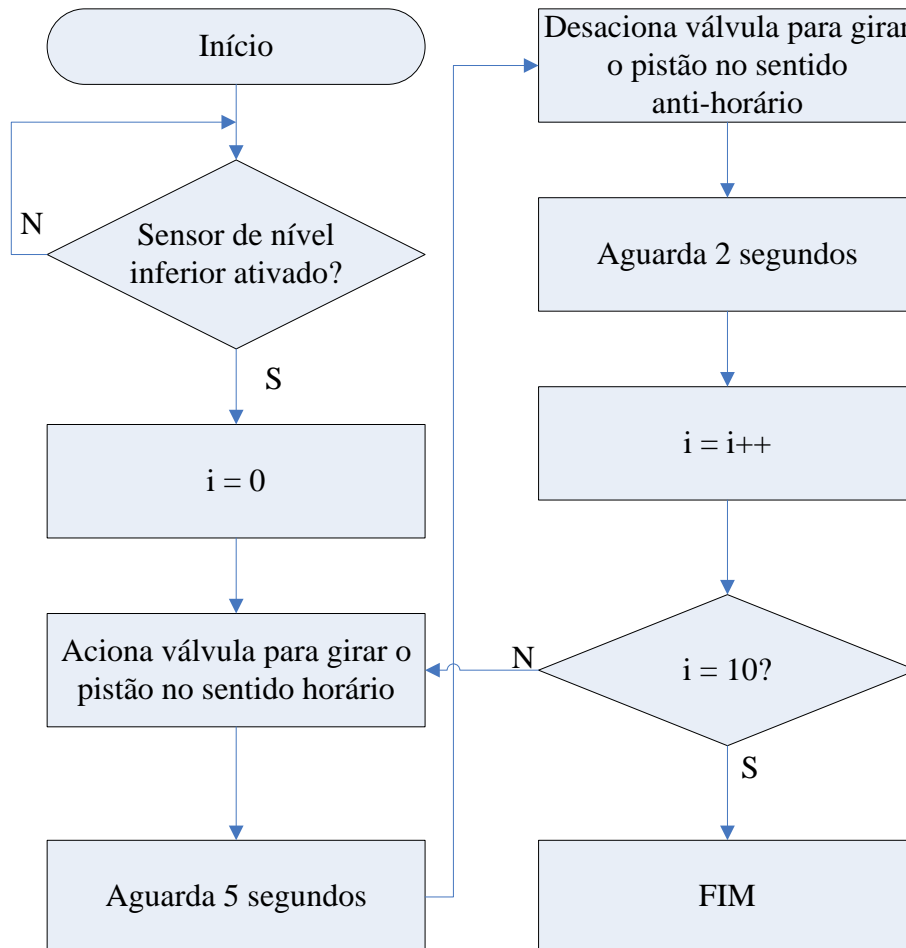


Figura 6 – Fluxograma do processo de controle da esteira.

3. CONCLUSÃO

Este artigo descreveu passos para o desenvolvimento de uma bancada didática pneumática e o seu controle através de um de CLP.

Os resultados parciais deste projeto de pesquisa e ensino; pois o mesmo encontra-se em andamento, foram positivos e incentivadores, quanto ao aprendizado dos estudantes envolvidos no projeto, como das sugestões de melhoria recebidas dos estudantes do curso de engenharia elétrica que estão utilizando esta bancada durante as aulas práticas. Algumas das sugestões recebidas foram: a) durante o processo de torragem do café, acionar e controlar a velocidade de um pequeno motor DC, pois em um sistema real, durante o torra dos grãos de café, estes são continuamente movimentados para que haja uma torra uniforme nos grãos; b) o uso de um algoritmo de controle do tipo PID para o controle de temperatura, já que o CLP utilizado neste projeto possui este tipo de biblioteca.

Pode-se verificar um aumento de interesse dos estudantes na utilização desta bancada, bem como na programação de um CLP, pois em visitas técnicas realizadas nas indústrias locais que possuem linhas de produção automatizadas, foram identificados princípios relacionados à bancada implementada, tais como: utilização de CLPs, sensores industriais, controles ON/OFF, acionamento de pistões pneumáticos com o uso válvulas eletropneumáticas, dentre outros.

Com a experiência adquirida com esta bancada e com as sugestões recebidas dos alunos durante as aulas práticas, pretende-se construir novas bancadas com outros tipos de aplicações práticas.

Também, estão sendo elaborados roteiros onde os estudantes serão levados a aplicar o conhecimento adquirido na aula teórica de acordo com as etapas de aprendizado. Assim, inicialmente será implementado o funcionamento de um pistão e seu controle via CLP, depois uma válvula e o pistão, posteriormente a introdução de sensores, timers e outros acessórios com as respectivas programações.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Fundo de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE/UEL), pelo apoio recebido na forma de verba para compra de componentes para confecção das próximas bancadas. Ao Departamento de Engenharia Elétrica da UEL, por proporcionar a estrutura física, equipamentos e pessoal que tornou possível a realização do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, A. A. R.; ALMEIDA O. M.; SANTOS J. E. S.; SUMAR R. R. **Experimentos práticos de controle adaptativo na graduação**. In: Cobenge 2001, Porto Alegre, p. 145-153, 2001.

FIALHO, A.B. **Automação pneumática**. 1. ed. Érica, 2003.

BONACORSO, N.G.; NOLL V. **Automação Eletropneumática**. 9. ed. Érica, 2006.

GEORGINI, M. **Automação Aplicada - Descrição e implementação de sistemas seqüenciais com CLP's**. 8.ed. Érica, 2007.

CATÁLOGO - **Automation platform Modicon TSX Micro and PL7 software**. Telemecanique, 2007.

DIDACTIC PNEUMATIC BENCH FOR CONTROL AND AUTOMATION

Abstract: *This article presents the design of a didactic pneumatic bench for teaching control and automation. Its simulates an automated production line of roasting coffee, being built from materials found in scrap, linear and rotary pistons, industrial sensors and a PLC. It can check an increase of interest of students in the use of this bench, as well as programming a PLC, because in technical visits conducted in local industries that have automated production lines have been identified related to the principles bench implemented.*

Key-words: *Pneumatic bench, PCL, Automation and Control.*