

CONTROLE DE TEMPERATURA UTILIZANDO ARDUINO E SCILAB

Marina Slompo (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Giovanna Sanches Claro(PIBIC/CNPq/FA/UEM), Wagner André dos Santos Conceição (Orientador), Mônica Ronobo Coutinho (Coorientadora), e-mail: ra120222@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Engenharias III / Engenharia Mecânica

Palavras-chave: Scilab, Arduino, Malha Fechada.

Resumo:

Este trabalho de iniciação científica teve como objetivo desenvolver um sistema de controle em malha fechada, sendo o foco desta malha o controle da temperatura do ar que passa dentro de um banco de tubos. Para isso utilizou-se um sensor de temperatura LM35, um cooler de computador, um potenciômetro e um servo motor. Para o controle foi utilizado o Arduino UNO e o software Scilab, que por meio da ferramenta XCOS possibilitou a montagem de uma malha fechada. Foi adotada uma função transferência de primeira ordem para representar o processo e assim determinar os parâmetros para um sistema de controle tipo Proporcional Integral Derivativo (PID). Os parâmetros para a função transferência do processo foram determinados experimentalmente e os parâmetros do controlador foram obtidos via *PID tuner* que é uma ferramenta específica do Matlab. O sistema de controle em malha fechada Scilab/Xcos e Arduino se mostrou eficiente para o controle da temperatura.

Introdução

Na engenharia de controle, nomes como Matlab®, LabView™, Maple®, Excel® e Scilab são amplamente conhecidos e utilizados (LARSON; FARBER, 2010). Os três primeiros, apesar de suas grandes capacidades computacionais, necessitam de aquisição de licença paga. Por outro lado, o software Scilab, desenvolvido pelas empresas francesas INRIA e ENPEC como uma alternativa ao Matlab® é disponibilizado como software de licença livre, totalmente gratuito. O software apresenta também uma ferramenta de modelagem e simulação denominada XCOS que oferece uma interface gráfica capaz de editar modelos e interligar os blocos que representam, por exemplo, as funções de um sistema de controle (SANJUAN; PÉREZ; MENDOZA, 2015).

A plataforma Arduino, vem se destacando, por ter sua estrutura baseada em arquitetura de prototipagem e em software de compilação flexível e de fácil adaptação, além do baixo custo (BANZI, 2011). Outro aspecto que favorece a utilização da plataforma Arduino é o fato dela apresentar uma interface acessível a iniciantes em eletrônica ou áreas afins da engenharia (MARGOLIS, 2011).

Como forma demonstrativa da relevância de se desenvolver trabalhos que abordem esta temática, baseadas em um controle constituído pela união do software Scilab e a plataforma Arduino, ambos *open source*, é proposto o desenvolvimento de uma estrutura para o controle da temperatura do ar que sai de um banco de tubos.

Materiais e Métodos

Os materiais utilizados neste experimento foram: uma caixa de isopor, papel alumínio, quatro tubos de alumínio, uma lâmpada incandescente de 60 W, um potenciômetro, um servo motor, peças impressas na impressora 3D que ajudaram no suporte e na fixação dos componentes, um cooler de computador, uma fonte, um sensor de temperatura LM35, jumpers e um Arduino UNO. A Figura 1 apresenta o modulo experimental montado.



Figura 1- Modulo Experimental

Determinação do Modelo Empírico

O primeiro passo para determinar o modelo que representa o sistema, foi coletar a temperatura de saída do ar dos tubos a cada 10 segundos. Deve-se primeiro coletar a temperatura com a lâmpada desligada (0% de energia transferida) assim que a temperatura se mostra constante, liga-se a lâmpada em sua potência máxima (100%), coleta-se os dados até a temperatura se tornar constante novamente em um novo patamar.

Vamos admitir que o sistema é de primeira ordem, que é dado pela Equação 1.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} e^{-\alpha s} \quad (1)$$

Considerando uma resposta a uma perturbação degrau ($X(s)=A/s$), a Equação 1, pode ser apresentada da seguinte forma.

$$Y(t) = \begin{cases} 0; & t < 0 \\ AK(1 - e^{-(\frac{t-\alpha}{\tau})}) & t \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

Sendo, A amplitude do degrau, K constante do processo, τ tempo de processo e α tempo morto. Já $Y(t)$ é a variável de saída, sendo esta a diferença entre a variação transiente e o estado estacionário, para esse trabalho o estado estacionário é a temperatura constante antes da lâmpada ser ligada, no momento que a lâmpada é ligada temos o início da variação transiente.

Sintonia do Controlador

O ajuste dos parâmetros do controlador proporcional integral derivativo (*PID*), no ambiente de controle é denominado como “Sintonia do controlador”. A função

transferência que representa um controlador *PID* pode ser representada pela Equação (3).

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d \quad (1)$$

Sendo K_p ganho proporcional, K_i ganho integral, K_d ganho derivativo. Foi utilizado o *PID tuner*, uma ferramenta exclusiva do Matlab para determinar os parâmetros do controlador.

Resultados e Discussão

Para determinar os parâmetros do modelo realizamos sete repetições do experimento, sendo A igual a 100%. A Tabela 1 apresenta os parâmetros do processo obtidos para cada um dos sete experimentos.

Tabela 1 – Parâmetros do Processo

experimento	K	τ
1	0,286	384,615
2	0,258	400,000
3	0,244	384,615
4	0,252	434,783
5	0,240	416,667
6	0,244	384,615
7	0,238	370,370

Com os dados da Tabela 1 foi feita a média para os parâmetros do processo, sendo K igual a 0,252°C/% e τ igual a 396,524 segundos.

Os parâmetros obtidos via *PID tuner* foram K_p igual a 21,7, K_i igual 0,13 e K_d igual a -263,94. Com os parâmetros do processo e do controlador pode-se montar a malha no Scilab/Xcos integrado ao Arduino, como apresentado na Figura 2.

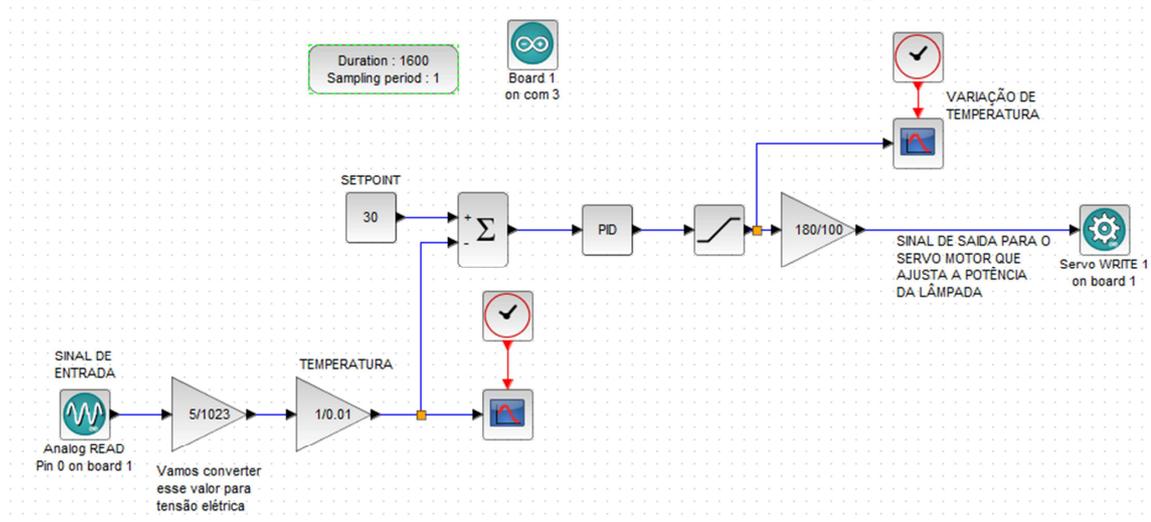


Figura 2- Malha Fechada do sistema

A malha funciona recebendo a leitura do sensor e assim convertendo em valor de temperatura, este valor é comparado com o setpoint que envia um sinal de erro para o controlador, o sinal que sai do controlador é enviado ao bloco de saturação que limita o envio de sinal (0 a 100%), o sinal que sai é convertido em um ângulo do qual

o servo motor vai atuar sobre o potenciômetro, assim aumentando ou diminuindo a intensidade da lâmpada. O setpoint utilizado foi de 30°C para testar a malha de controle, o resultado obtido é apresentado na Figura 3.

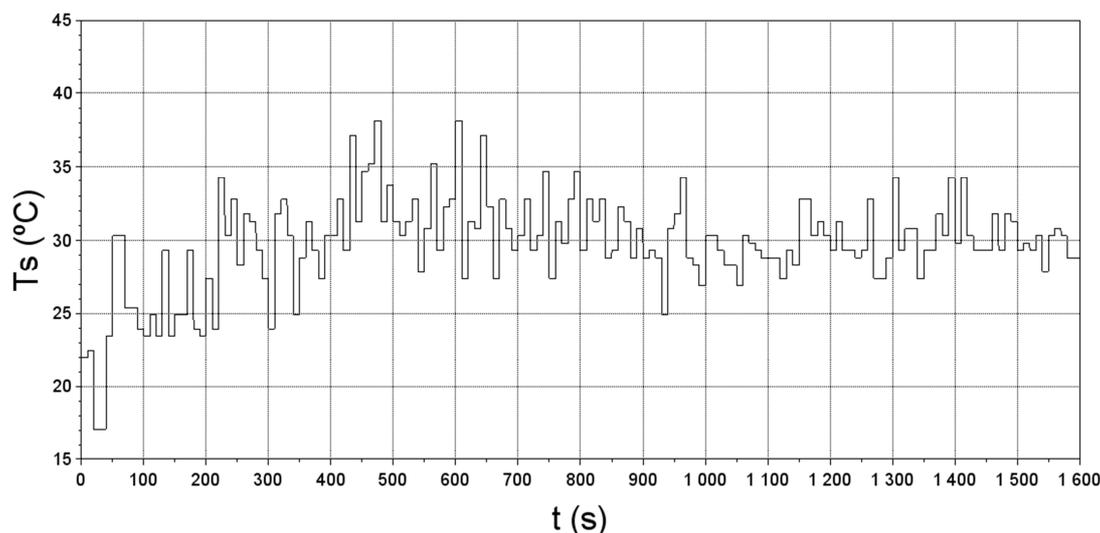


Figura 3- Resposta da malha a uma perturbação degrau no setpoint

Conclusões

Após a montagem do sistema e seu teste, o sistema de controle foi capaz de alcançar a temperatura alvo, porém com muita oscilação, isso se deve aos parâmetros do *PID* não terem sido otimizados, também o tempo do teste foi curto, pode se notar uma tendência a uma variação menor próximo ao setpoint a partir 1400 segundos. Destaca-se que o sistema é funcional e pode ser utilizado para aulas práticas do departamento de engenharia mecânica.

Agradecimentos

Agradecimentos ao CNPq, à Universidade Estadual de Maringá e ao Governo do Paraná, pela oportunidade e pelo financiamento do projeto, e aos orientadores que me ajudaram durante esse trajeto.

Referências

- BANZI, M. Primeiros Passos Com o Arduino. São Paulo: Novatec, 2011.
- LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. Tradução de Luciane Ferreira. 4ª. ed. São Paulo: Pearson, 2010.
- MARGOLIS, M. **Arduino Cookbook**. Sebastopol: O' RillyMedia, 2011.
- SANJUAN, J. J. V.; PÉREZ, L. I. O.; MENDOZA, E. Y. Scilab-Arduino: Diseño e implementación de sistemas de control. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313664268_Diseño_e_Implementación_de_un_Sistema_de_Control_de_Temperatura_mediante_Instrumentación_virtual. Acesso em: 18 jan. 2018