



DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA PARA APLICAÇÃO DE CONTROLADORES DE UMA MANEIRA SIMPLES E DIDÁTICA EM UMA PLANTA DE NÍVEL UTILIZANDO MATLAB® E MICROCONTROLADOR AVR®.

Autores : Paulo Sérgio FERIGOLLO, Thiago Javaroni PRATI, Antonio Ribas NETO.

Informações adicionais: Trabalho relativo à projeto de extensão.

Introdução

A falta de equipamentos específicos e ferramentas para realização de determinadas tarefas disciplinares, aliada ao custo e à morosidade de se conseguir tais recursos, geralmente, acaba por comprometer o bom desempenho e a absorção, por parte dos alunos, de alguns conceitos e atividades desenvolvidos em sala de aula (Olinger, 2002).

Controladores embarcados são utilizados amplamente nos mais diversos campos da Engenharia de Controle e Automação. No curso do IFC *Campus* Luzerna, o entendimento dos principais tipos de controladores encontrados em sistemas industriais é abordado no decorrer de alguns componentes curriculares, como Sistemas Realimentados, Controle Multivariável, Controle Discreto, entre outros. Nestes componentes, são ensinadas técnicas de modelagem de sistemas e projeto de controladores complexos, que muitas vezes, se utilizam de uma visão abstrata do sistema estudado, uma vez que, no modo tradicional de ensino, o conjunto controlador e planta é apenas simulado.

O presente projeto objetiva a elaboração de uma plataforma didática relacionada a controle, composta por uma planta de nível, um sistema de aquisição e escrita de dados a partir da comunicação entre *software* Matlab e *hardware* Atmega 8 e um tutorial de utilização do sistema com possível apostila para experimentação pós teoria. A plataforma a ser desenvolvida complementar a teoria de controle lecionada em sala de aula a partir da aplicação prática de diferentes formatos de controladores programados em ambiente Matlab.

O *software* traz a grande vantagem de propiciar a visualização das variáveis envolvidas no processo de controle em tempo real através de gráficos e/ou mesmo valores concretos e, conforme cita Matsumoto (2013, p.13) “No Matlab®, os problemas podem se valer da sintaxe próxima da notação matemática usual, o que torna a programação em Matlab® mais simples e direta do que em outras linguagens convencionais”. De mesmo modo, as malhas de controle podem ser elaboradas no *software* de maneira muito semelhante da utilizada em sala de aula e, sendo assim, a experimentação do sistema gera uma interação dinâmica e autoexplicativa da atuação do controlador na prática.

A planta, pela estrutura física proposta, proporciona a aplicabilidade de uma grande variedade de controladores e poderá suprir parte da deficiência existente no *Campus* quanto à experimentação de controladores e auxiliar na formação dos acadêmicos da instituição.

Material e Métodos

Como se pretendia elaborar uma planta de nível que propiciasse a aplicação de controladores de ganho adaptativo foi necessária a utilização de um tanque longo (40 cm) para que a coluna de água neste, altere a vazão para o segundo tanque. Conforme aponta Halliday (2009, p.61) a pressão no fundo de um reservatório é diretamente proporcional à altura da coluna de líquido que o sobrepõe.

O projeto da planta foi elaborado inicialmente em ambiente CAD (do inglês: *computer aided design*) para visualizar um possível leiaute e verificar o funcionamento básico por inspeção das variáveis e atuadores no processo de controle. O protótipo desenvolvido no ambiente citado pode ser observado à esquerda da Figura 1.

Figura 1: Leiaute e construção final da planta.



Fonte: Próprio autor (2016).

A partir do leiaute desenvolvido, foi iniciada a produção do sistema físico real. Para a construção da planta de nível foram adquiridos tanques de acrílico, uma placa de mesmo material para servir como suporte, sensores ultrassônicos, motobombas para transportar água



entre o sistema, mangueiras de oito milímetros de diâmetro, válvulas, conexões pneumáticas e cantoneiras metálicas para construção da estrutura que serve de sustentação para a plataforma.

A planta composta pelos materiais anteriormente citados teve então sua construção iniciada. Utilizando algumas chapas de acrílico, parafusadas no suporte, para fixação dos tanques à base, soldando as cantoneiras e colocando todos os elementos do sistema em suas respectivas posições conforme aproximadamente o leiaute apresentado, foi construída a planta de nível presente à direita da Figura 1.

Após o término da construção da planta apresentada, foram realizados testes para verificação de possíveis vazamentos na estrutura e fixação suficiente para suportar o peso dos tanques cheios de água. Comprovada a vedação das conexões após alguns reparos e boa sustentação da estrutura, foi iniciada a passagem dos fios de alimentação e leitura dos sensores e acionamento das bombas.

Para o transporte da água pelo sistema foram utilizadas duas motobombas, mesmas utilizadas para lançar água no para-brisa de carros. Aplicando alguns testes nas motobombas para verificação de condições de operação, foram verificadas características de consumo nominal de 12 V e aproximadamente 5 A, sendo assim, potência de funcionamento de 60 VA. Como não é necessária uma potência alta, em proporção, e ocorre aquecimento das mesmas diante de trabalho não intermitente, a placa de potência foi projetada para um ponto intermediário, valor no qual os testes demonstraram potência suficiente para a tarefa e aquecimento não prejudicial à sustentabilidade do equipamento. Nesse ponto, ocorre um consumo de corrente de 3 A e tensão aplicada de aproximadamente 8 V.

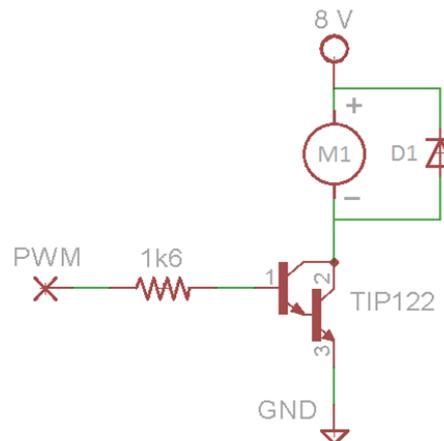
O acionamento das motobombas foi elaborado a partir de saída modulada por largura de pulso (PWM) do microcontrolador e transistor de junção bipolar (BJT) modelo TIP122, o qual suporta valores de tensão e corrente suficientes para a tarefa. O esquema elétrico de acionamento pode ser observado na Figura 2.

Como pode ser observado, há um diodo (D1) em paralelo com a motobomba (M1), ele é necessário para compensar a existência da corrente reversa gerada pela indutância da motobomba e que acarreta ruídos e, conseqüentemente, problemas no acionamento PWM e faz com que haja perda de torque, já que, a corrente/tensão aplicada à bomba diminui com o aumento do torque no eixo da mesma.

Com a parte física aproximadamente finalizada, começaram os testes de *software* para realizar a comunicação entre controlador Atmega 8 e Matlab®. Primeiramente, foi feita a instalação do *driver* USBasp para reconhecimento do *hardware* de gravação pelo Windows®

e, a partir deste, executada a gravação no Atmega8 do programa de comunicação através do compilador AVRdude®, posteriormente, foram compilados alguns outros arquivos com o *software* MINgw® para interpretação da troca de informações pelo Matlab. Assim, foi possível a comunicação entre pinos analógicos do microcontrolador e o *software*.

Figura 2: Esquema elétrico para acionamento das bombas.



Fonte: Próprio autor (2016).

O funcionamento básico de escrita e leitura foi comprovado e será dado início o desenvolvimento de blocos em ambiente Simulink (extensão do *software* Matlab) para utilização didática e simples do sistema composto por planta de nível, supervisor e variáveis de controle. Pretende-se também, quando a interação entre *hardware* e *software* estiver bem simples e autoexplicativa, elaborar um tutorial de utilização do *kit* para facilitar o uso do protótipo nas disciplinas específicas do curso de Engenharia de Controle e Automação e uma possível apostila para adoção em laboratório.

Confirmado o correto funcionamento dos blocos elaborados, serão feitos ensaios para realizar a modelagem matemática da planta e, a partir disso, projetar controladores com ação de controle proporcional, integral e derivativa (P, PI e PID) como também outros mais complexos. Depois de verificar o funcionamento completo do *kit* nas mais diversas situações, o sistema será entregue funcionando perfeitamente para experimentação dos alunos do IFC.

Com o sistema será possível projetar controladores, aplicá-los na planta de nível e visualizar, através de gráficos e/ou valores concretos em *software* Matlab, todas as variáveis presentes no conjunto controlador e planta e, ainda, gerar perturbações no sistema através das válvulas e interagir com a planta física através de uma interface simples e de fácil operação.



Resultados e discussão

O protótipo está no seu segundo mês de desenvolvimento, mas já foi construída a planta física apresentada na Figura 1, projetada e testada a placa de potência para acionamento das bombas (Figura 2), realizada a instalação dos *drivers* e compilados os programas necessários para utilização do Matlab e Atmega 8. Com estes *drivers*, foi possível a leitura de seis pinos analógicos e apresentação em gráficos no *software* em tempo real e escrita em dois pinos, também foi iniciada a elaboração dos blocos em ambiente Simulink para melhorar a interação com o usuário e propiciar a construção de malhas de controle.

O resultado mais relevante será obtido a partir do momento em que o *kit* composto por planta, controladores e tutorial estiver funcionando e o conteúdo lecionado de maneira simulada em sala de aula estiver sendo mais bem aproveitado com a aplicação real dos conceitos abstratos deixados pela teoria.

Vale ressaltar que o projeto se estenderá até julho de 2017 e, sendo assim, há bastante tempo para a execução e cumprimento do cronograma especificado no escopo.

Conclusão

O trabalho trará melhoria nas condições de ensino das disciplinas específicas do curso de Engenharia de Controle e Automação e gerará uma melhor absorção e fixação do conteúdo lecionado, já que, possibilitará a interação dos alunos com um sistema real e permitirá que os mesmos apliquem os conhecimentos teóricos aprendidos em sala de aula. Como o sistema é não linear, controladores diversos poderão ser implementados e vendo-se que a ação de controle é executada por um sistema digital, serão utilizadas técnicas de controle discreto, aumentando ainda mais a gama de aplicações da plataforma desenvolvida.

Referências

1. Olinger, D. J.; Hermanson, J. C.; “**Integrated thermal-fluid experiments in WPI’s discovery classroom**”, *Journal of Engineering Education*, v. 91, n. 2, pp. 239-243, 2002. ISSN: 10694730. doi: 10.1002/j.2168-9830.2002.tb00697.x
2. MATSUMOTO, Y.É. **MATLAB R2013a: Teoria e programação**. 3.ed. São Paulo: Érica, 2013. 208 p.
3. Halliday Resnick, Walker; **Fundamentos da Física**, Vol. 2, 8ª Edição, LTC, 2009.