



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E AUTOMAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

RELATÓRIO DA 1ª EXPERIÊNCIA
INTRODUÇÃO AO LABORATÓRIO DE CONTROLE

TURMA: 01 A
GRUPO Nº

ANDRESSA STÉFANY SILVA DE OLIVEIRA: 20160154101

FERNANDA MONTEIRO DE ALMEIDA 20160154228

VITOR RAMOS GOMES DA SILVA: 20160154415

NOME COMPLETO 4º ALUNO: Nº MATRÍCULA

Natal-RN
2017

ANDRESSA STÉFANY SILVA DE OLIVEIRA: 2016015410

FERNANDA MONTEIRO DE ALMEIDA 20160154228

VITOR RAMOS GOMES DA SILVA: 20160154415

NOME COMPLETO 4º ALUNO: Nº MATRÍCULA

INTRODUÇÃO AO LABORATÓRIO DE CONTROLE

Primeiro Relatório Parcial apresentado à disciplina de Laboratório de Sistemas de Controle, correspondente à avaliação da 1º unidade do semestre 2017.1 do 8º período do curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sob orientação do **Prof. Fábio Meneghetti Ugulino de Araújo**.

Professor: Fábio Meneghetti Ugulino de Araújo.

Natal-RN
2017

RESUMO

O presente trabalho é referente ao desenvolvimento de um software que se comunica com um sistema de tanques, uma planta Quanser, e seu simulador, o qual possui canais para leitura e escrita de sinais. Primeiro, houve a análise matemática das relações entre vazão de entrada, vazão de saída, tensão enviada para a bomba e o nível de água presente no tanque. Além disso, o sistema possui duas situações: malha aberta, a qual o usuário escolhe a tensão a ser enviada; e malha fechada, nesse caso, o usuário indica exatamente o nível que a água deve estar. O usuário também escolhe o tipo de sinal que está sendo enviado (degrau, onda quadrada, entre outros). Posteriormente, fazendo uso de dados adquiridos experimentalmente, obteve as equações referente ao comportamento do fluxo da água com relação à bomba, como também, a associação da altura com a tensão. O comportamento do sistema é informado para o usuário através de gráficos presentes na interface do software, tanto o sinal de entrada escolhido como os valores que são lidos nos canais indicados pelo usuário.

Palavras-chave: sistema de tanques; sistema de controle; software; planta Quanser.

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------|---|
| A | Matriz triangular superior com diagonal unitária. |
| D | Matriz diagonal obtida a partir de $W^T W$ |
| θ | Vetor de parâmetros. |
| Ξ | Vetor de resíduos de modelagem. |
| d | Tempo de retardo de um sistema ou tempo morto. |
| $e(k)$ | Resíduo (Erro de Estimação mais o Ruído). |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| ARX | Matriz triangular superior com diagonal unitária. |
| ARMAX | Matriz diagonal obtida a partir de $W^T W$ |
| NARX | Vetor de parâmetros. |
| NARMAX | Vetor de resíduos de modelagem. |
| MQ | Tempo de retardo de um sistema ou tempo morto. |

Lista de Figuras

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Sistema de tanques | 9 |
| 2 | Malha aberta | 10 |
| 3 | Malha Fechada | 10 |
| 4 | Interface do programa de controle | 13 |

Sumário

| | | |
|----------|------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 9 |
| 2.1 | MODELAGEM | 9 |
| 2.2 | ANALISE | 9 |
| 2.3 | SENSORES | 10 |
| 2.4 | SISTEMA EM MALHA ABERTA | 10 |
| 2.5 | SISTEMA EM MALHA FECHADA | 10 |
| 2.6 | Seções | 11 |
| 2.6.1 | Subseções | 11 |
| 3 | METODOLOGIA | 12 |
| 4 | RESULTADOS | 13 |
| 4.1 | Programa de controle | 13 |
| 4.2 | Sistema de tanques | 14 |
| 5 | CONCLUSÃO | 15 |

1 INTRODUÇÃO

A introdução serve para o leitor ter uma noção genérica do tema que será abordado. Uma boa introdução deve criar uma expectativa positiva no leitor e despertar seu interesse pela leitura do restante do trabalho. Deve apresentar, basicamente, a delimitação do assunto o(s) objetivo(s) do estudo e sua finalidade, o ponto-de-vista sob qual o assunto será tratado, enfim, os elementos necessários para situar o tema do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MODELAGEM

O sistema a ser controlado é representado pelo seguinte sistema.

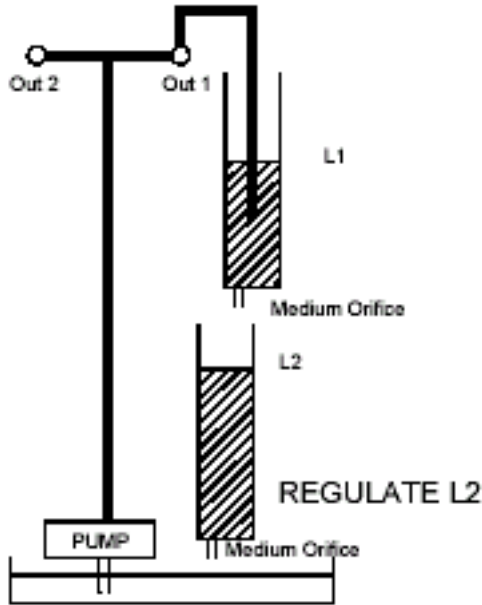


Figura 1: Sistema de tanques

Sabemos que a vazão de entrada é dada por $k_m u(t)$ e a vazão de saída $\sqrt{2gh(t)}a$, onde k_m é a constante da bomba e "a" a área do orifício. Assim:

$$\frac{dq}{dt} = q_{in} - q_{out}$$

$$A \frac{dh(t)}{dt} = k_m u(t) - \sqrt{2gh(t)}a$$

$$A \frac{dh(t)}{dt} = k_m u(t) - \sqrt{2gh(t)}a$$

$$\frac{dh(t)}{dt} = \frac{k_m}{A} u(t) - \frac{a\sqrt{2gh(t)}}{A}$$

2.2 ANALISE

Para atingir um certo nível no tanque estamos interessados no valor de tensão que fará o sistema alcançar esse nível. Para isso precisamos analisar o regime permanente. Após algum tempo a altura praticamente não vai mais variar, então podemos considerar. $\frac{dh(t)}{dt} = 0$, com isso nossa equação fica:

$$0 = \frac{k_m}{A} u(t) - \frac{a\sqrt{2gh(t)}}{A}$$

$$\frac{k_m}{A} u(t) = \frac{a\sqrt{2gh(t)}}{A}$$

$$u(t) = \frac{a\sqrt{2gh(t)}}{k_m}$$

$$u(t) = k\sqrt{h(t)} \quad (1)$$

Com a relação do sinal de entrada com o nível final do tanque, podemos calcular experimentalmente o valor de k, aplicando um sinal de entrada do tipo degrau e observando o seu valor final. Com o valor de k calculado, dado um nível sabemos qual a tensão necessária para atingi-lo.

2.3 SENSORES

Para obter o nível dos tanques são utilizados sensores de pressão. a saída desses sensores são uma tensão proporcional a pressão e como a pressão é proporcional a altura podemos encontrar uma relação linear da tensão com a altura da água.

2.4 SISTEMA EM MALHA ABERTA

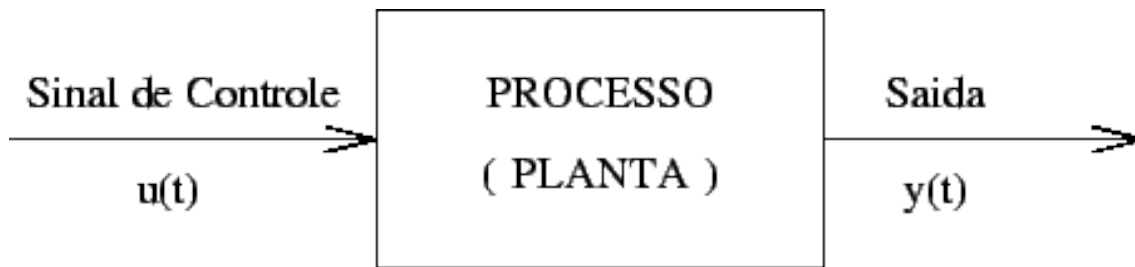


Figura 2: Malha aberta

No processo em malha aberta não existe nenhum controle o sinal de entrada é a tensão e a saída o nível do tanque que é lida pelo sensor.

2.5 SISTEMA EM MALHA FECHADA

No processo em malha fechada o sinal de entrada é o nível de referência. A entrada do controlador é a diferença de nível desejado para o medido, a saída do controlador é a própria diferença somada com a tensão necessária para o sistema estabilizar naquele nível, utilizando a equação 1. Assim a tensão somada dá o valor necessário para estabilizar e o erro acelera esse processo. O período de amostragem e o controle do sistema é feito a cada 100 milisegundos.

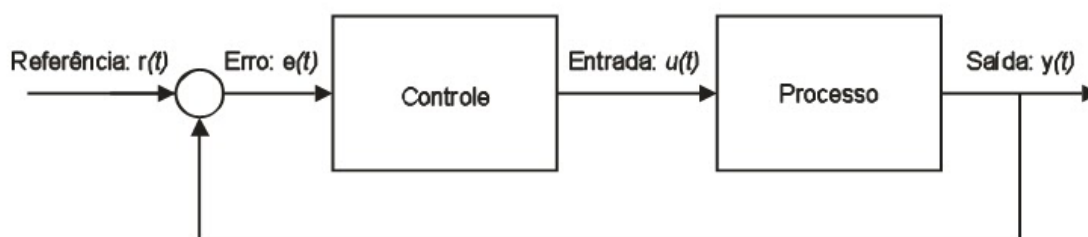


Figura 3: Malha Fechada

3 METODOLOGIA

Neste sistema de controle desenvolvido, foi utilizado a planta da *Quanser*, um sistema com dois tanques com altura de 30cm e diâmetro de 4,45cm cada. Desejava-se controlar o nível dos tanques com a bomba através das tensões enviadas para a uma placa onde havia uma comunicação cliente-servidor. Fez-se um experimento inicial para se ter conhecimento do comportamento do fluxo de água enviado pela bomba, a vazão de saída dos tanques e a leitura dos sensores. Assim como os níveis de equilíbrio entre a vazão de entrada e saída. Após a obtenção desses valores, comparou-se com as constantes obtidas na documentação do fabricante: constante da bomba e constante para conversão dos valores obtidos do sensor para centímetro. Foi adotado, então, a constante do sensor do fabricante na conversão das leituras recebidas do sensor. Não foi necessário a constante da bomba, apenas para simulações feitas sem o uso da planta.

Em seguida, foi feito o planejamento do leiaute do software de controle, os parâmetros de entrada e os valores de saída a serem apresentados nos gráficos, seguindo as especificações do roteiro. O programa foi feito no ambiente Qt Creator utilizando a linguagem C++, pois tinha suporte para interface gráfica. A leitura e escrita não foi paralelizada para evitar alguns conflitos de sincronização.

Após finalizado o sistema, a validação do controle foi feita testando cada função de entrada: degrau, senoidal, dente de serra e aleatório. Variando também os valores de entrada e fazendo a comutação entre malha fechada e aberta.

No caso específico da malha fechada onde seria necessário utilizar as leituras do sensor, foi utilizado a seguinte estratégia: a referência era enviada para a placa e ao receber as leituras do sensor, esses valores eram comparados. Se houvesse alguma diferença, ou erro, era corrigido na referência diminuindo-se o erro.

4 RESULTADOS

4.1 Programa de controle

O sistema no geral não apresentou problemas de conexão com o servidor, como perda de conexão ou atrasos consideráveis nos dados recebidos. Para o caso de não paralelizar a leitura e escrita de dados, foi observada que não houve influencia negativa observável, como na vazão de entrada, a bomba era iniciada quase que instantaneamente. Os dados recebidos dos sensores que representavam o nível estavam bem próximos do valor real, tendo em casos uma diferença em média de mais ou menos um centímetro.

A figura a seguir mostra uma visão geral do programa desenvolvido.

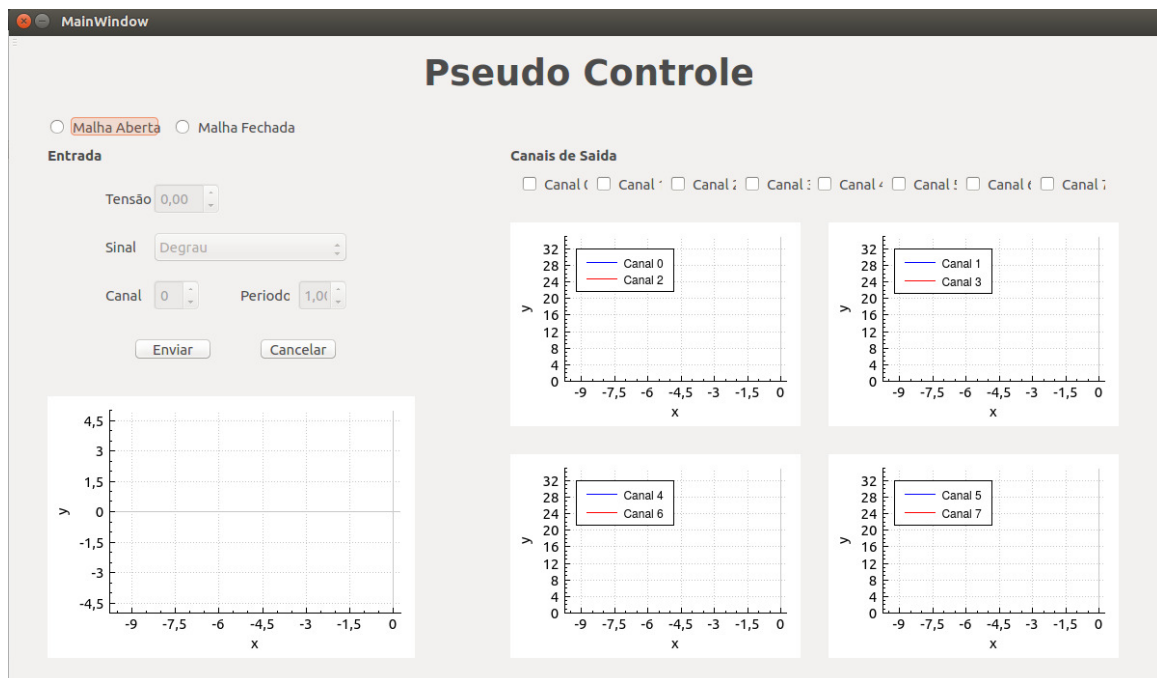


Figura 4: Interface do programa de controle

Onde o gráfico principal que está localizado no canto inferior esquerdo apresenta o sinal enviado em tempo real. Os outros quatro gráficos à direita do gráfico principal apresentam as leituras dos possíveis oito canais disponíveis na placa. Entretanto, apenas dois obtinham informação relevante. No canal 0, a leitura do nível do tanque 1 e, no canal 1, a leitura do nível do tanque 2.

4.2 Sistema de tanques

5 CONCLUSÃO

A conclusão, além de guardar uma proporção relativa ao tamanho do trabalho, deve guardar uma proporcionalidade também quanto ao conteúdo. Não deve conter assuntos desnecessários, nem exageros numa linguagem excessivamente técnica e rebuscada. A conclusão deve dar respostas às questões do trabalho, correspondente aos objetivos propostos. Deve ser breve, podendo, se necessário, apresentar sugestões para pesquisas futuras.