



ROTEIRO DE LABORATÓRIO

1. Número da Experiência: 01

2. Título: Introdução ao Laboratório de Controle.

3. Objetivos: Esta prática tem como objetivos:

- Introdução ao sistema de tanques acoplados, da Quanser®, disponível no laboratório e a seu simulador;
- Aprender a manusear corretamente o equipamento: Sistemas de tanques, modulo de potência, Placa de Aquisição, Microcomputador e cabos de conexão;
- Aprender a desenvolver rotinas computacionais que se comuniquem com o sistema de tanques e seu simulador;

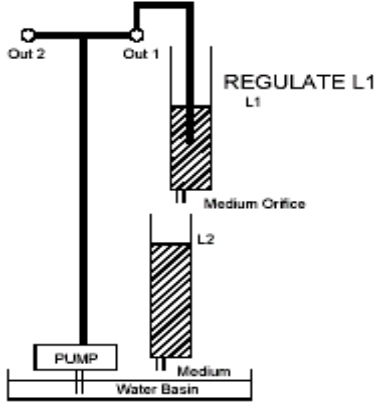
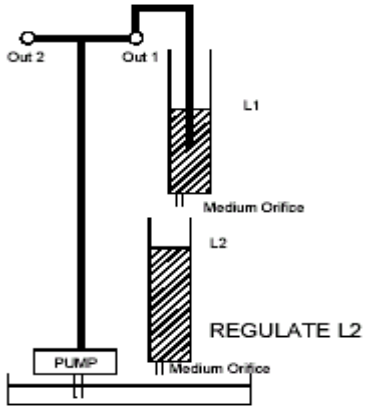
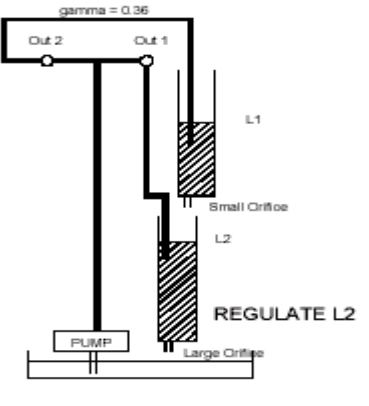
4. Equipamento Utilizado: São necessários para realização desta experiência:

- Dois microcomputadores PC(um servidor e um cliente);
- Uma placa de aquisição de dados MultQ da Quanser®;
- Um módulo de potência VoltPAQ-X1;
- Um sistema de tanques acoplados da Quanser®;

5. Introdução:

5.1. O sistema de tanques acoplados

O sistema de tanques acoplados é um "kit" didático da Quanser® composto basicamente por: 2 tanques, 1 reservatório e tubos flexíveis para conexão.

| Configuração 1 | Configuração 2 | Configuração 3 |
|---|---|--|
|  |  |  |
| Apenas com o tanque 1 | Com os dois tanques, mas com alimentação apenas no tanque 1. Deseja-se controlar o nível de líquido no tanque 2 | Com os dois tanques. Ambos sendo alimentados. Deseja-se controlar o nível de líquido no tanque 2 |

A bomba eleva o líquido, desde o reservatório, até 2 duas conexões hidráulicas do tipo normalmente fechadas, denominadas OUT1 e OUT2. Tubos podem ser ligados a estas conexões de forma que o líquido passe para os tanques 1 e/ou 2. O líquido que sai do tanque 1, que é o tanque mais alto, flui por gravidade para dentro do tanque 2, passando através de um orifício, cujo diâmetro pode ser variado através de uma simples troca de peças. Do tanque 2, também por gravidade, o líquido flui de volta para o reservatório, passando por um orifício com as mesmas características do orifício do tanque 1. Cada um dos tanques está dotado com um sensor de nível, que fornece um sinal elétrico em função da altura da coluna de líquido no respectivo tanque.

O sistema de tanques acoplados contém ainda conexões elétricas de entrada e saída através das quais se pode enviar os sinais dos sensores para sistemas de aquisição de dados e receber sinais de controle para o acionamento da bomba.

Dependendo do tanque onde se quer controlar o nível de líquido e da forma como se ligam as conexões OUT1 e OUT2, são possíveis três diferentes configurações:

5.2. Modelo matemático para o sistema de 1ª ordem (Configuração 1)

A vazão fornecida pela bomba, que é acionada por um motor DC, é diretamente proporcional a tensão que alimenta este motor. Nesta configuração, toda a vazão da bomba passa apenas para o tanque 1, sendo assim, esta vazão é chamada de vazão de entrada ($F1_{in}$) do tanque 1. A relação entre a tensão de alimentação da bomba (V_P) e a vazão de entrada no tanque 1 é dada por:

$$F1_{in} = K_m V_P \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right] \quad (1)$$

onde: K_m é a constante da bomba.

A velocidade com que o líquido escoar pelo orifício de saída do tanque 1, é dada pela equação de Bernoulli para pequenos orifícios (*com relação ao escoamento laminar de água*):

$$v_{out} = \sqrt{2gL_1} \left[\frac{\text{cm}}{\text{s}} \right] \quad (2)$$

onde: g é a aceleração da gravidade em $[\text{cm}/\text{s}^2]$ e L_1 é o nível de água no tanque 1 em $[\text{cm}]$.

Desta forma, a vazão de saída do tanque 1 pode ser dada por:

$$F1_{out} = a_1 v_{out} = a_1 \sqrt{2gL_1} \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right] \quad (3)$$

onde: a_1 é a área do orifício de saída do tanque 1 em $[\text{cm}^2]$.

A taxa de variação do nível do tanque 1 (\dot{L}_1) é obtida dividindo-se a taxa de variação volumétrica (\dot{V}) pela área da base do tanque 1 (A_1). Sendo que a variação volumétrica no tanque 1 é dada pela diferença entre as vazões de entrada e de saída.

5.3. Modelo matemático para o sistema de 2ª ordem (Configuração 2)

Também nesta configuração, toda a vazão da bomba passa apenas para o tanque 1. Por sua vez, o líquido transportado até o tanque 1 flui, sob o efeito da gravidade, pelo seu orifício de saída chegando até o tanque 2, de onde conclui-se que a vazão de entrada do tanque 2 é exatamente a vazão de saída do tanque 1:

$$F2_{in} = F1_{out} = a_1 v_{out} = a_1 \sqrt{2gL_1} \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right] \quad (4)$$

A vazão de saída do tanque 2, de forma análoga ao que foi determinado para o tanque 1, pode ser dada por:

$$F2_{out} = a_2 \sqrt{2gL_2} \left[\text{cm}^3/\text{s} \right] \quad (5)$$

onde: a_2 é a área do orifício de saída do tanque 2 em $[\text{cm}^2]$.

A taxa de variação do nível do tanque 2 (\dot{L}_2), assim como no caso do tanque 1, é obtida dividindo-se a taxa de variação volumétrica (\dot{V}) pela área da base do tanque (A_2).

6. Desenvolvimento:

1º. Desenvolva um programa computacional que:

- a) Utilizando comunicação via *socket* (drives cliente/servidor fornecidos), realize leitura e escrita de dados no sistema de aquisição (placa de aquisição de dados da Qunaser® e/ou no simulador dos tanques);
 - a.1) O Usuário deve escolher uma ou mais portas (Saídas analógicas de 0 a 7) para realizar a leitura de dados;
 - a.2) O usuário deve escolher uma **ÚNICA** porta (Entradas analógicas de 0 a 7) para realizar a escrita de dados;
- b) O usuário deve ter as opções de **MALHA ABERTA** e **MALHA FECHADA**;
 - b.1) Na opção de **MALHA ABERTA**, o usuário deverá escolher uma das seguintes opções de sinal a ser enviado ao sistema (escrito), sempre respeitando o limite de amplitude de TENSÃO (-4 a 4v):
 - i. Degrau;
 - ii. Onda senoidal;
 - iii. Onda quadrada;
 - iv. Onda do tipo dente de serra;
 - v. Sinal aleatório.
 - b.2) Na opção de **MALHA FECHADA**, o usuário deverá escolher a porta (Saídas analógicas de 0 a 7) onde será lida a variável do processo (PV). Em seguida o usuário deverá escolher uma das seguintes opções de sinal de referência (SP), sempre respeitando o limite de amplitude de NÍVEL (0 a 30cm):
 - i. Degrau;
 - ii. Onda senoidal;
 - iii. Onda quadrada;
 - iv. Onda do tipo dente de serra;
 - v. Sinal aleatório.

O sinal de referência (SP) gerado deverá ser comprado com o valor lido para a PV (no caso dos tanques, um valor entre 0 e 30cm). O programa realiza a leitura do sinal na porta selecionada e compra com a referência, gerando o **sinal de erro**. Nessa etapa, o próprio sinal de erro será enviado, como MV, para a porta selecionada para escrita de dados(Entradas analógicas de 0 a 7).
- c) O programa deve ter a possibilidade de apresentar graficamente os sinais lidos, calculados e escritos;
- d) O programa deve apresentar uma interface prática e amigável, que possibilite sua utilização por qualquer pessoa.