



### Instruções:

1. Este trabalho prático tem por objetivo auxiliar a consolidação de conceitos vistos em classe, além da familiarização com a programação concorrente.
2. Deve ser realizado individualmente.
3. Data de entrega: **17/09/2020 (impreterivelmente)**
4. **Trabalhos copiados serão anulados.**

### Descrição do problema:

Considere os tanques reservatório apresentados na Fig. 1, cujas áreas da seção transversal variam com a altura. Nesse processo, os níveis dos tanques,  $h_1(t)$  e  $h_2(t)$ , são fornecidos pelos *transmissores de nível LT's*. Por outro lado, as entradas de líquido nos tanques,  $q_1^i(t)$  e  $q_2^i(t)$ ,

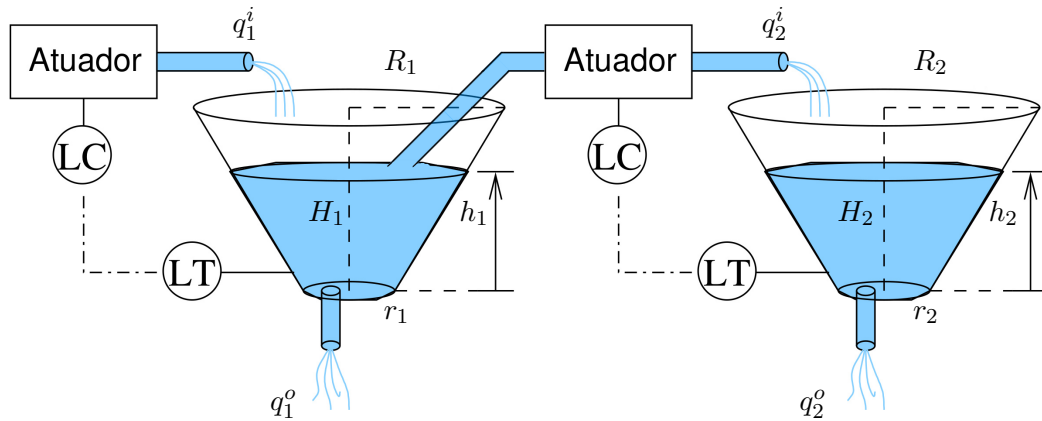


Figura 1: Processo industrial a ser simulado e controlado.

são governadas por meio de atuadores, que por sua vez são regulados por *controladores de nível LC's*. Em contrapartida, as saídas dos tanques ocorrem por meio de vazões não manipuladas, expressa por:

$$q_i^o(t) = \gamma_i \sqrt{h_i(t)}, \quad \text{com } i = 1, 2$$

onde  $\gamma$  é o coeficiente de descarga da saída de cada tanque.

De maneira simplificada, a dinâmica não linear de cada tanque pode ser escrita pelas expressões

$$\dot{h}_1(t) = \frac{q_1^i(t) - q_1^o(t) - q_2^i(t)}{\pi \left[ r_1 + \frac{R_1 - r_1}{H_1} h_1(t) \right]^2}, \quad (1)$$

e

$$\dot{h}_2(t) = \frac{q_2^i(t) - q_2^o(t)}{\pi \left[ r_2 + \frac{R_2 - r_2}{H_2} h_2(t) \right]^2}. \quad (2)$$

Assim sendo, o objetivo dessa parte do trabalho é simular esse processo industrial, propondo inicialmente um método de controle dos níveis  $h_1$  e  $h_2$ .

### O que deve ser feito:

- Crie um programa que dispare 3 threads (*process\_thread\_1*, *process\_thread\_2* e *softPLC\_thread*):
  - As *process\_thread\_1* e *process\_thread\_2* devem simular periodicamente a equação dinâmica dos tanques, representada pelas Equações (1) e (2). O período dessa simulação deve ser de no mínimo 100ms. Escolha os parâmetros dos tanques conforme achar mais conveniente (os tanques são diferentes), especificando-os no relatório final. Sugestão: utilize uma metodologia de integração do tipo *Runge-Kutta*.
  - A *softPLC\_thread* deve efetuar o controle do processo simulado a uma taxa com metade da frequência das threads anteriores. Implemente a lei de controle que lhe for mais conveniente. Uma sugestão seria usar controladores PID para um sistema com comportamento linearizado em torno de um ponto de operação preespecificado. Seja qual for o controlador, ele deve receber como entrada referências de nível  $\tilde{h}_1$  e  $\tilde{h}_2$  a ser seguida pela variável controlada, definidas como funções senoidais ao longo do tempo.

**obs:** Perceba que tanto as variáveis manipuladas  $q_i^i(t)$  quanto as variáveis controladas  $h_i(t)$  e as referências de controle  $\tilde{h}_i$  devem ser declaradas como variáveis globais, e consequentemente precisam ser protegidas pelo uso de diretivas do SO.

### O que deve ser entregue:

- (50% da nota) Códigos contendo os arquivos para compilação do projeto (cpp, hpp, etc). Também pode ser utilizada a linguagem Python. Devem ser utilizadas apenas funções da STD/C++ ou libs Python padrão.
- (10% da nota) Um documento “readme.txt” com instruções de compilação e operação do sistema.
- (40% da nota) Relatório de descrição do trabalho em “.pdf”.