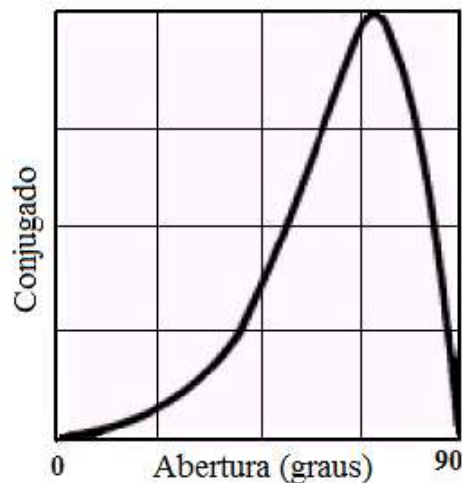


# AUTOMAÇÃO

**01.** Considere a curva, Conjugado x Abertura (em graus) de uma válvula de controle tipo borboleta padrão, apresentada na Figura 1. Assuma que o controle de abertura dessa válvula é efetuado por um posicionador inteligente. O algoritmo de controle implementado no posicionador é de um controlador Proporcional + Integral. Para garantir o rastreamento do *setpoint*, é necessário que a válvula possa operar de 0 a 100% de sua vazão máxima. Diante da situação descrita:

- defina o problema de controle que pode ocorrer e sua origem. Apresente uma solução para o mesmo.
- como você faria para impor uma característica de vazão instalada na operação desta válvula?



**Figura 1:** Característica Conjugado x Abertura de uma válvula tipo borboleta padrão.

**02.** Considerando a medição de vazão via placa de orifício:

- explique o princípio físico utilizado nesse instrumento. Utilize desenhos para elucidar sua resposta.
- esboce desenhos das diferentes geometrias que as placas de orifício podem assumir, indicando o tipo de fluido associado a cada geometria.

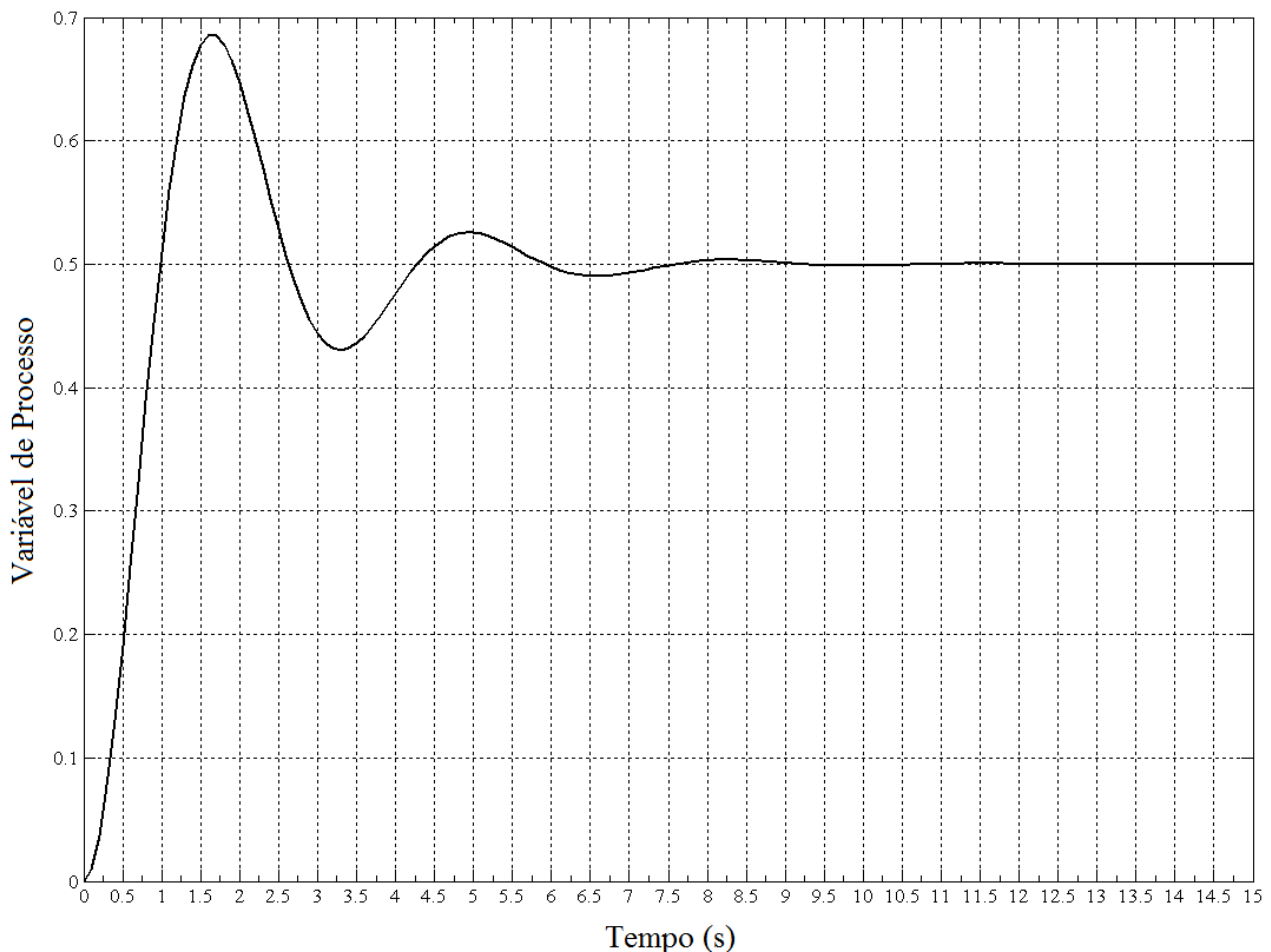
**03.** Demonstre analiticamente que para *setpoint* e perturbação, ambos do tipo constante, o erro de controle de regime permanente é nulo ao se utilizar um controlador do tipo Proporcional + Integral na malha fechada. Na demonstração, considere que o processo é estável, não possui zeros finitos e possui apenas um polo. Esboce o diagrama de blocos que foi utilizado como ponto de partida em sua demonstração, sendo que a perturbação nesse diagrama deve estar na entrada do processo.

**04.** A Figura 2 corresponde à curva de resposta ao degrau unitário de um dado processo.

a) Por inspeção dessa curva, parametrize o modelo de segunda ordem que representa a dinâmica do processo.

$$G(s) = \frac{ka_0}{s^2 + a_1s + a_0}$$

b) A partir do modelo obtido no item a) sintonize um controlador Proporcional + Integral + Derivativa, de modo a obter um sistema operando em malha fechada, cuja componente dominante da resposta apresenta um coeficiente de amortecimento igual a 0,7, e mantenha nessa componente da resposta a frequência natural do processo.



**Figura 2:** Curva de resposta ao degrau unitário de um dado processo.

**05.** Assuma que está a sua disposição um Controlador Lógico Programável (CLP) que não possui o bloco de função correspondente à implementação do controlador Proporcional + Integral + Derivativo (controlador PID). Pede-se, então, que você escreva em linguagem *ladder* (também conhecida como diagrama *ladder* ou diagrama de escada) o programa completo que permitirá a implementação em tempo real do controlador Proporcional + Integral. Para a escrita do programa, considere as seguintes definições para as variáveis da malha fechada no domínio do tempo:

$e(t)$  : erro de controle (desvio de controle);

$u(t)$ : saída do controlador Proporcional + Integral;

$SP$ : *setpoint* (também conhecido como valor desejado da variável do processo);

$vp(t)$ : variável medida do processo.

Obs.: Caso seja necessária a definição de outras variáveis para a escrita do programa, defina as mesmas antes de escrevê-lo.

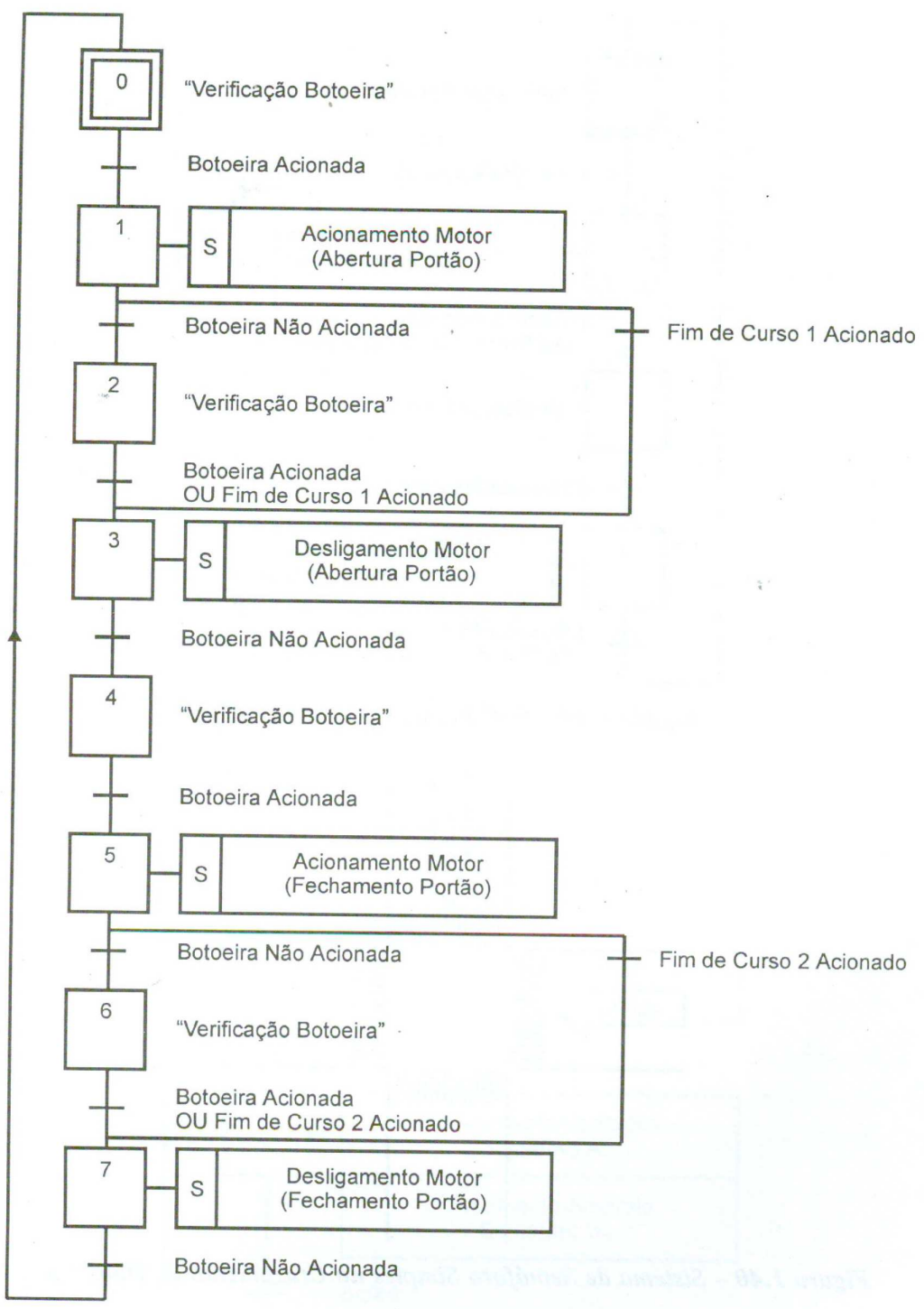
**06.** A medição e controle de temperatura são de fundamental importância em diversos tipos de processos industriais. Para isso, diferentes tipos de sensores podem ser utilizados, entre os quais, os termopares e as termorresistências (RTDs).

a) Explique o funcionamento dos termopares e das termorresistências, mencionando os princípios físicos que regem o comportamento desses sensores.

b) Cite as vantagens e as desvantagens da aplicação das termorresistências, em relação aos termopares.

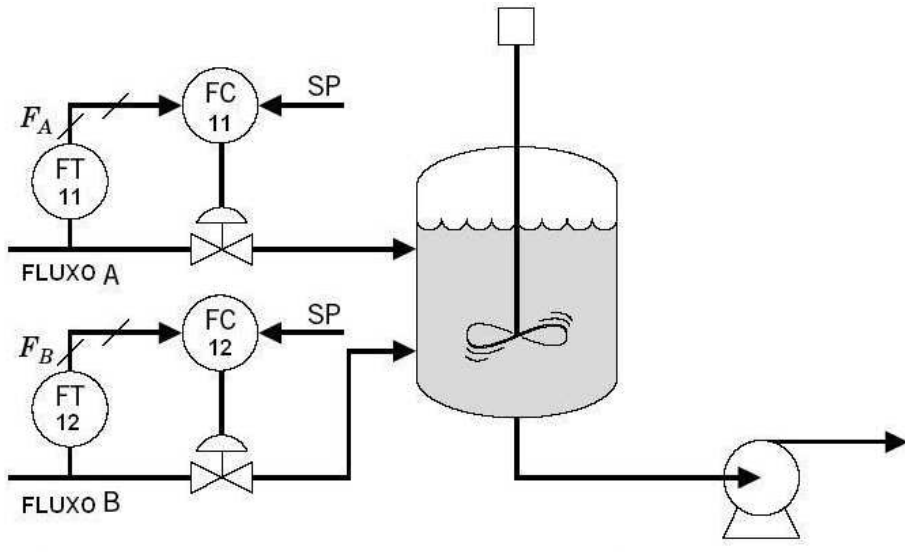
c) Esboce os circuitos a dois, a três e a quatro fios, utilizando ponte de Wheatstone para a medição da temperatura via termorresistências. Qual a finalidade desses diferentes tipos de ligações?

**07.** Faça um programa em linguagem ladder que corresponda ao diagrama SFC (Sequential Function Chart), apresentado na Figura 3. Assuma que a botoeira, o fim de curso 1 e o fim de curso 2 são do tipo normalmente aberto.



**Figura 3.** Diagrama SFC.

**08.** Modifique o controle de mistura apresentado na Figura 4 para um controle de razão, apresentando o respectivo diagrama P&ID.



**Figura 4:** Controle de mistura.