SERVO-VÁLVULA HIDRÁULICA: APLICAÇÕES

1. Introdução

Como visto em aula, consideremos uma servo-válvula acionando um pistão o qual, por sua vez está conectado a uma carga de massa ***m*** e amortecimento ***b***. Seja ***A*** a área do transversal do pistão. Sejam k_1 e k_2 as constantes do sistema linearizado, que relacionam a variação da vazão, em relação ao valor de regime permanente, em função da variação ***x*** posição da válvula em relação ao valor de referência, e em função variação da pressão no êmbolo em relação à pressão imposta pela carga em regime permanente.

A função de transferência, que relaciona as transformadas de Laplace da variação da velocidade do êmbolo com a variação do deslocamento da válvula, é dada por:

$$\frac{v_y(s)}{x(s)} = \frac{K}{Ts+1}$$

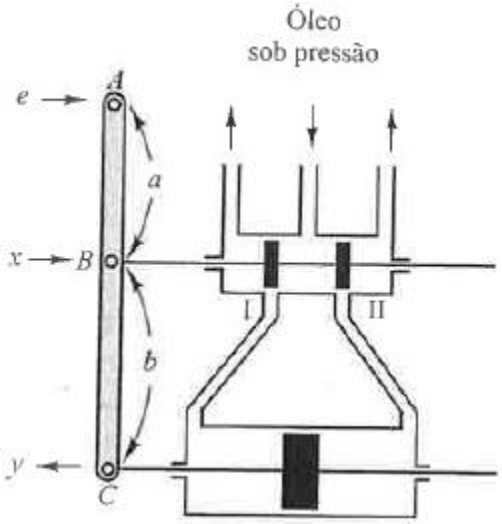
Onde, $$K = \frac{k_1 A}{bk_2 + A^2} \quad \text{e} \quad T = \frac{mk_2}{bk_2 + A^2}$$

Se for admitido $T << 1$, lembrando que $v_y(s) = sy(s)$, temos:

$$\frac{y(s)}{x(s)} = \frac{K}{s}$$

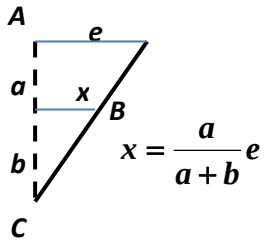
2. Aplicações

2.1 Controlador Proporcional

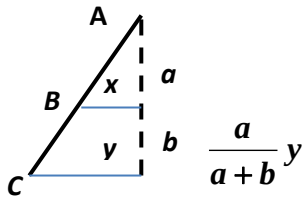


Considere o sistema dinâmico composto pela servo-válvula integrada a uma alavanca conforme ilustra a figura acima.

O movimento resultante da alavanca, supondo pequenos deslocamentos, pode ser modelado pela soma de dois movimentos ilustrados abaixo:

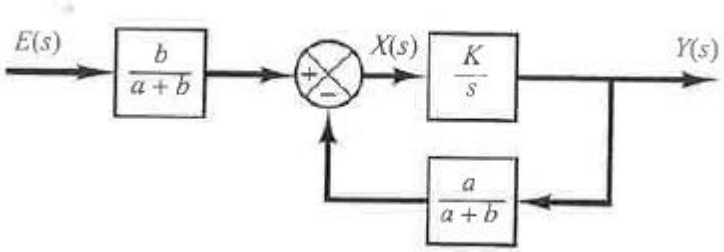


$$x = \frac{a}{a+b}e$$



$$\frac{a}{a+b}y$$

Levando esta composição em conta, sistema alavanca-válvula pode ser representado pelo diagrama de blocos abaixo:

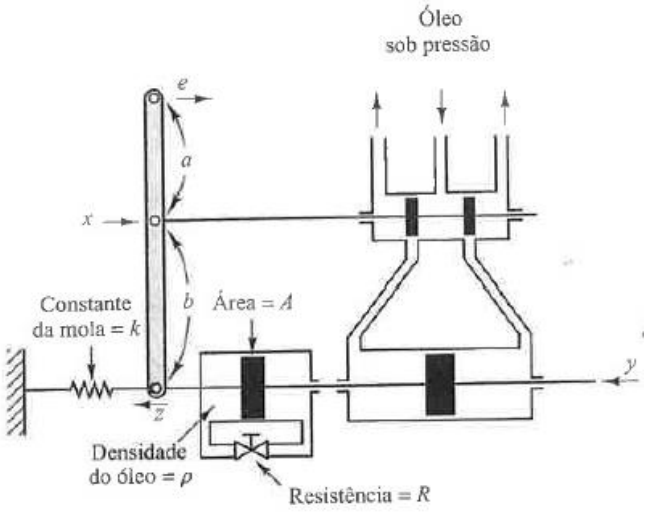


Em condições normais de operação, $Ka/[s(a+b)] >> 1$. Mostre que, neste caso, a função de transferência que relaciona o deslocamento do pistão e a extremidade superior da alavanca pode ser dada por:

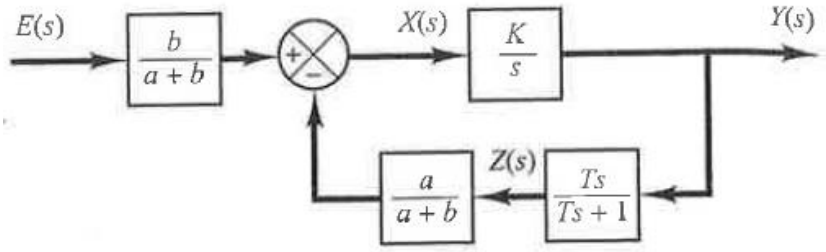
$$\frac{Y(s)}{E(s)} = K_P = \frac{b}{a}$$

2.2 Controlador Proporcional-Integral

Considere o sistema abaixo formado pela combinação entre servo-válvula, alavanca e amortecedor hidráulico (visto em aula). A extremidade inferior da alavanca tem deslocamento "z".



Mostre que se pode representar o sistema pelo diagrama de blocos abaixo:



E que a relação entre as transformadas de Laplace do deslocamento do pistão, Y(s), e da extremidade superior, E(s) é dada por:

$$\frac{Y(s)}{E(s)} = \frac{\dfrac{b}{a+b}\dfrac{K}{s}}{1 + \dfrac{Ka}{a+b}\dfrac{T}{Ts+1}}$$

Onde,

$$T = \frac{RA^2}{k}$$

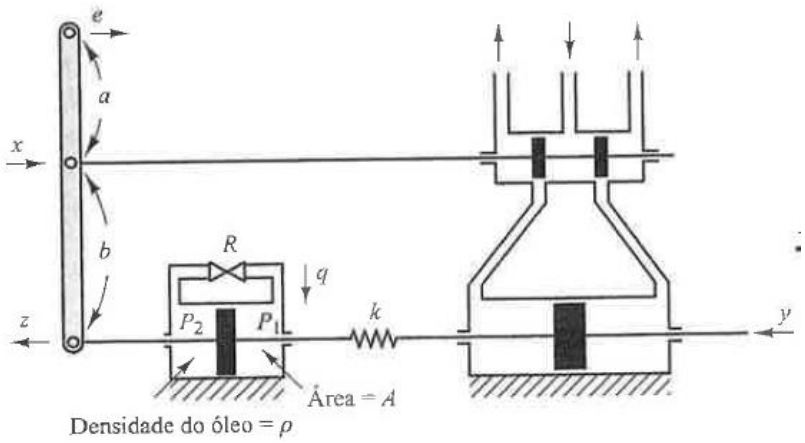
Verifique que, para $|aK/[(a+b)s(Ts+1)]| \gg 1$, a função de transferência pode ser simplificada para

$$\frac{\boldsymbol{Y(s)}}{\boldsymbol{E(s)}} = \boldsymbol{K_P}\left(1 + \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{Ts}}\right)$$

Onde,

$$\boldsymbol{K_P} = \frac{\boldsymbol{b}}{\boldsymbol{a}}$$

2.3 Controlador Proporcional-Integral-Derivativo



Neste caso, é fácil mostrar que, o sistema pode ser representado a partir do diagrama de blocos anterior, substituindo-se o bloco

$\frac{Ts}{Ts+1}$ por $\frac{1}{Ts+1}$, na realimentação.

Com essa modificação e com a hipótese

$$\left| \frac{aK}{(a+b)s(Ts+1)} \right| >> 1$$

, chega-se à função de transferência desejada:

$$\frac{y}{e}(s) = K_P(1+Ts)$$

, onde $K_P = \frac{b}{a}$