

**Resposta ao Degrau**

- Dê um exemplo de função de transferência de 2ª ordem que seja:  
a) Estável com oscilação b) instável
- Para o sistema (fig. 1), qual a faixa de K que resulta em estabilidade (Routh)  
 $G_1(s) = 1/(s+1)$   $G_2(s) = 10/(s*(s+4))$  e  $H(s) = K$  resp.:  $0 < k < 2$
- Esboce o diagrama do lugar das raízes e especifique o ganho K no qual o sistema começa a oscilar (fig. 1)  
 $G_1(s) = K$   $G_2(s) = 1/(s^2 + 4*s+1)$  e  $H(s) = 1$  resp.:  $K = 3$
- Esboce o diagrama do lugar das raízes e especifique o ganho para (fig. 1):  
 $G_1(s) = K$   $G_2(s) = 1/(s*(s+6))$  e  $H(s) = 1$   
a) Amortecimento crítico resp.:  $K = 9$   
b) Um coeficiente de amortecimento de ( $\xi =$ ) 0,6 (fig. 1)  
resp.: o denominador será  $s^2+6s+K$   $\omega_n^2=K$  e  $2\xi\omega_n=6$  logo  $K = 25$

**Entrada Senoidal**

- Esboçar o diagrama de Bode assintótico  
a)  $G(s) = 10/(2*s+1)$  b)  $G(s) = 2,5/(s*(s^2+3*s+25))$
- Nyquist – Estabilidade  
Determine K para o sistema em malha fechada com realimentação unitária para que:  
a) Seja criticamente estável resp.:  $k = 1,5$   
b) Tenha uma margem de ganho de 3dB resp.:  $k = 1,06$   
Dados:  $G(s) = K/(s*(2*s+1)*(s+1))$  malha aberta  
Margem de ganho: é quantidade na qual o módulo em 180° tem de ser aumentado para alcançar o valor 1
- Qual será a resposta em regime permanente de um sistema com uma função de transferência (G) (para malha aberta) quando sujeito a entrada r(t)  
a)  $G(s) = 5/(s^2+3*s+10)$   $r(t) = 2*\sin(2*t+70^\circ)$  resp.:  $c(t) = 1,18*\sin(2*t+25^\circ)$   
b)  $G(s) = s*(s+2)/(s^2+2*s+2)$   $r(t) = 10*\sin(2*t)$  resp.:  $c(t) = 12,6*\sin(2*t+18,43^\circ)$

**Controlador PID**

$G_c(s) = K_p(1 + 1/T_i*s + T_s*s)$  ou  $G_c(s) = 0,075*K_{cr}*P_{cr}*(s + 4/P_{cr})^2/s$

Parâmetros do controlador  $K_p = 0,6*K_{cr}$ ;  $T_i = 0,5*P_{cr}$ ;  $T_d = 0,125*P_{cr}$

Onde:  $K_{cr}$  = ganho crítico (Routh) e  $P_{cr} = 2\pi/\omega$ ;  $\omega$  = osc. sustentada quando  $\phi 1+G(j\omega)=0$

- Para  $G(s) = 1/(s*(s+1)*(s+5))$  determine  
a)  $K_{cr}$  resp.:  $K_{cr} = 30$   
b)  $\omega$  e  $P_{cr}$  resp.:  $\omega = \text{“raiz quadrada de 5” rad/s}$   
c)  $G_c(s)$  do controlador PID (descrito acima) resp.:  $G_c(s) = 6,3223*(s+1,423*s)/s$

Routh polinômio com coeficientes: “ a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 .... “  
 $b_1 = (a_1a_2 - a_0a_3)/a_1$   $b_1 = (a_1a_4 - a_0a_5)/a_1$  .....  $c_1 = (b_1a_3 - a_1a_2)/b_1$  ....

Malha aberta  $\phi$  G Malha fechada com realimentação H  $\phi$  “  $G/(1 + GH)$ ”

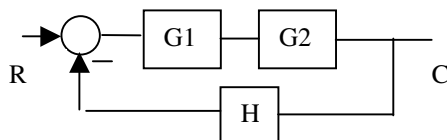


Fig. 1