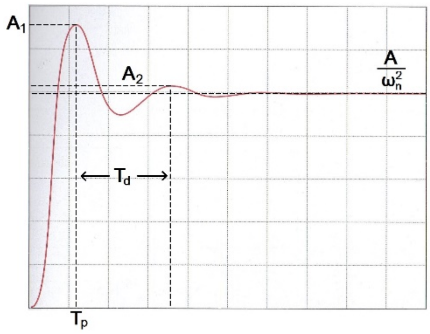
ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

Για μοναδιαία αρνητική ανατροφοδότηση με κλειστό ευσταθές $e_{ss} = \lim_{t\to\infty}[r(t) - y(t)]$ και τύπο συστήματος l:

Για είσοδο r(t)=1(t): Για l=0: $e_{ss} = \lim_{s\to 0}\frac{1}{1+K(s)}$ Για l ≥1: $e_{ss} = 0$

Για είσοδο r(t)=t·1(t): Για l=0: $e_{ss} = \infty$ Για l=1: $e_{ss} = \frac{1}{K}$ Για l≥2 : $e_{ss} = 0$

Για G(s)=$\frac{A}{s^2+2J\omega_n s+\omega_n^2}$ χωρίς ανάδραση με $\omega_n>0$, 0<J<1, και είσοδο r(t)=1(t):



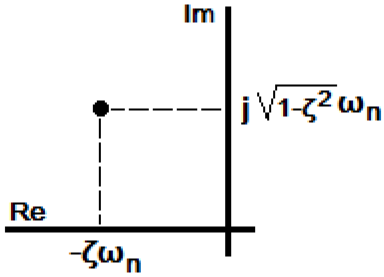
$A_1=\frac{A}{\omega_n^2}(1+e^{\frac{-\zeta\pi}{\beta}})$ $\frac{A_2}{A_1} = e^{-\zeta\omega_n T_d}$ $T_p = \frac{\pi}{\omega_n\beta}$ $T_d = \frac{2\pi}{\omega_n\beta}$ $\beta = \sqrt{1-\zeta^2}$

Για G(s)=K$\frac{N(s)}{D(s)}$, χαρακτηριστική εξίσωση: D+KN=0

Για s_1 στο ΓΤΡ.: $\sum\varphi_j + \sum x_i = \pm 180^o \pm 2l\cdot 360^o$,$\varphi_j = \angle(s_1+z_j)$,$x_i = \angle(s_1+p_i)$

Το k που οδηγεί σε αυτό είναι: $k = \frac{\Pi l_{pi}\Pi(1/|p_i|)}{\Pi l_{zj}\Pi(1/|z_j|)}$, $l_{pi} = dist(s_1, p_i)$, $l_{z_j} = dist(s_1, z_j)$

Υπάρχουν n-m ασύμπτωτες με κέντρο $\frac{\Sigma p_i - \Sigma z_i}{n-m}$ και γωνίες $\frac{2l+1}{n-m}180^o$



$$D(s) = b_n s^n + b_{n-1}s^{n-1} + \cdots + b_1 s + b_0 = 0$$

$$\left[\begin{array}{c|ccccc} s^n & b_n & b_{n-2} & b_{n-4} & \cdots \\ s^{n-1} & b_{n-1} & b_{n-3} & b_{n-5} & \cdots \\ s^{n-1} & c_1 & c_2 & c_3 & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ s^0 & k_1 & & & \cdots \end{array}\right], \quad c_i = \frac{-\begin{vmatrix} b_n & b_{n-2i} \\ b_{n-1} & b_{n-2i-1}\end{vmatrix}}{b_{n-1}}, \quad d_i = \frac{-\begin{vmatrix} b_{n-1} & b_{n-2i-1} \\ c_1 & c_{i+1}\end{vmatrix}}{c_1} \quad \ldots$$

Για $r(t) = \sum B_j \sin(\omega_j t + \beta_j)$ στη μόνιμη κατάσταση $y(t) = \sum B_j |G(j\omega_j)| \sin(\omega_j t + \beta_j + \angle G(j\omega_j))$

Κλίση στις χαμηλές: $-20\cdot l$ Κλίση στις υψηλές: $-20\cdot(n-m)$ $GM = -20\log_{10}|G(j\omega_{-180^o})|$ $PM = \angle G(j\omega_{0db}) - (-180^o)$

$k_{\max} = 10^{\frac{GM}{20}} = 10^{\frac{G(j\omega_{-180^o})}{20}}$ $M_{peak} = 20\log\left(2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}\right)$ στο $\omega_m = \omega_n\sqrt{1-\zeta^2}$ $\Phi_{0db} = \sin^{-1}\left(2\sqrt{2}\sqrt{1-2\zeta^2}\right)$

Lag: $z_{LAG} = \frac{\omega_{0db}}{100}$, $\frac{z_{LAG}}{p_{LAG}} = k = 10^{\frac{Lg}{20}}$ Lead: $\omega_{0db} \le p_{LEAD} \le 3\omega_{0db}$ $\frac{z_{LEAD}}{p_{LEAD}} = \alpha$ $\Phi_{\max} = \sin^{-1}(\frac{1-\alpha}{1+\alpha})$

P: $K_p = \frac{K_P^{crit}}{2}$ PI : $K_p = 0.45\, K_P^{crit}$ $T_I \ge \frac{P_u}{1.2}$ PID : $K_p = 0.6\, K_P^{crit}$ $T_I \ge \frac{P_u}{2}$ $T_P \ge \frac{P_u}{8}$

G(s) =$\frac{b_n s^n + b_{n-1}s^{n-1} + \ldots + b_1 s + b_o}{s^n + a_{n-1}s^{n-1} + \ldots + a_1 s + a_o}$ $\leftrightarrow \begin{cases}\dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx + Du\end{cases}$ $G(s) = C(sI-A)^{-1}B + D$ Για ελεγκτή K: $\begin{cases}\dot{x} = (A+BK)x + Br \\ y = Cx\end{cases}$

Controller Canonical Form: $A=\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \ldots & \ldots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \ldots & \ldots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \ldots & \ldots & \ldots & 1 \\ -a_0 & -a_1 & \ldots & \ldots & \ldots & -a_{n-1}\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}0\\0\\ \ldots \\1\end{pmatrix}$, $C=(b_1 \quad b_2 \quad \ldots \quad b_n)$, D=0

$1(t) \to \frac{1}{s}$, $t1(t) \to \frac{1}{s^2}$, $\frac{1}{(s+a)^n} \to \frac{t^{n-1}}{(n-1)!}e^{-at}$, $\frac{1}{a}(1-e^{-at})u(t) \to \frac{1}{s(s+a)}$

$\frac{1}{a^2}(e^{-at} + at - 1)u(t) \to \frac{a}{s^2(s+a)}$, $\frac{1}{(ab)^2}[\frac{1}{(a-b)}(a^2e^{-be} - b^2e^{-at}) + abt - a - b]u(t) \to \frac{a}{s^2(s+a)(s+b)}$

f(t-τ) → $e^{-s\tau}$ F(s) e^{-at} f(t) → F(s+a) $\lim_{t\to\infty} f(t) \to \lim_{s\to 0}[sF(s)]$ $B_k = \lim_{s\to P_1}\frac{1}{(m-k)!}\left\{\frac{d^{m-k}}{ds^{m-k}}[(s-p_1)^m\cdot\frac{P(s)}{Q(s)}]\right\}$