

DESAIN KONTROLER PID FREKUENSI SECARA ANALITIS

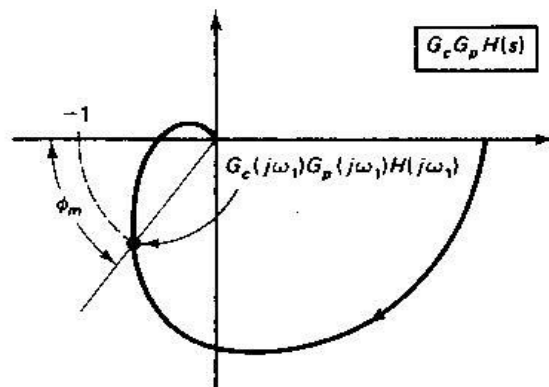
Kontroler PID dianggap memiliki fungsi alih berbentuk

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s \quad (1)$$

Seperti diperlihatkan dalam gambar 1, diagram Nyquist terkompensasi bergerak melewati titik $1 \angle -180^\circ + \phi_{PM}$ untuk frekuensi ω_1 , untuk mencapai batas fasa ϕ_{PM} .

Atau

$$G_c(j\omega_1)G_p(j\omega_1)H(j\omega_1) = 1 \angle -180^\circ + \phi_{PM}$$



Gambar 1 Diagram Nyquist sistem terkompensasi

Jika sudut $G_c(j\omega_1)$ adalah θ , maka

$$\theta = \angle G_c(j\omega_1) = 180^\circ + \phi_{PM} - \angle G_p(j\omega_1)H(j\omega_1) \quad (2)$$

Dari persamaan (1) dan (2), diperoleh

$$K_p + j(K_D \omega_1 - \frac{K_I}{\omega_1}) = |G_c(j\omega_1)|(\cos \theta + j \sin \theta) \quad (3)$$

dengan

$$|G(j\omega_1)| = \frac{1}{|G_p(j\omega_1)H(j\omega_1)|}$$

Dari persamaan (3) diperoleh

$$K_P = \frac{\cos \theta}{|G_p(j\omega_1)H(j\omega_1)|}$$

$$K_D \omega_1 - \frac{K_I}{\omega_1} = \frac{\sin \theta}{|G_p(j\omega_1)H(j\omega_1)|}$$

Prosedur desain analitik memerlukan pemilihan frekuensi ω_1 pada batas fasa tertentu.

Contoh 1 :

Sistem dengan fungsi alih lup terbuka :

$$G_p(s)H(s) = \frac{4}{s(s+1)(s+2)}$$

Tanggapan frekuensi dari fungsi alih diberikan seperti terlihat dalam tabel 1.

Sebagaimana contoh pada bab terdahulu, batas fasa ditetapkan sebesar 50° .

Diinginkan untuk merancang kontroler PD. ω_1 dipilih sebesar 1,7 rad/s seperti

contoh desain kompensator mendahului-fasa kawasan waktu bab lalu. Dari tabel 1

terlihat bahwa $G_p(j1,7)H(j1,7) = 0,4545 \angle -189,8990^\circ$. Sehingga

$$\theta = \angle G_c(j\omega_1) = 180^\circ + \phi_{PM} - \angle G_p(j\omega_1)H(j\omega_1) = -180^\circ + 50^\circ - 189,9^\circ$$

atau $\theta = 59,9^\circ$. Diperoleh

$$K_P = \frac{\cos \theta}{|G_p(j\omega_1)H(j\omega_1)|} = \frac{\cos 59,9}{0,4545} = 1,1$$

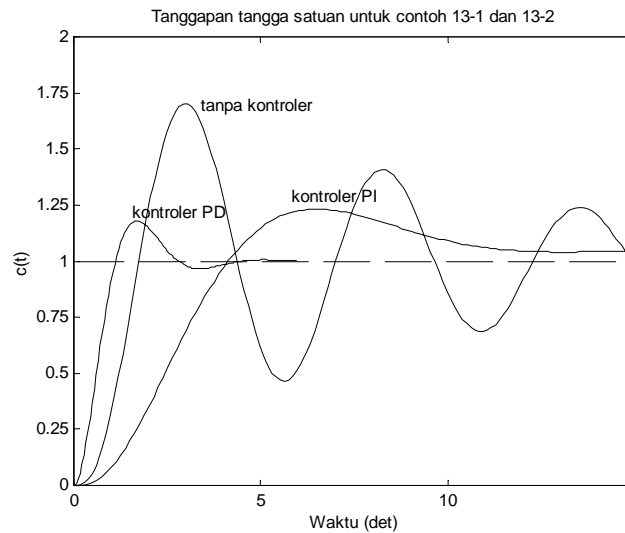
dengan $K_I = 0$, maka

$$K_D = \frac{\sin \theta}{\omega_1 |G_p(j\omega_1)H(j\omega_1)|} = \frac{\sin 59,9}{(1,7)(0,4545)} = 1,12$$

Fungsi alih kontroler PD hasil desain analitik adalah

$$G_c(s) = 1,1 + 1,12s$$

Tanggapan tangga satuan sistem terkompensasi kontroler PD diperlihatkan gambar 2.



Gambar 2 Tanggapan tangga satuan contoh 1 dan 2