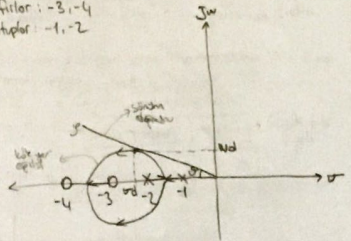


OTONATİK KONTROL II

Kick Yer Eğilimini Çizme

$K \frac{(s+3)(s+4)}{(s+1)(s+2)}$, %OS = 0,043

Sifirler: -3, -4
 Kutuplar: -1, -2



Asimtot Bulma

$\sigma_a = \frac{-2-1}{2-2} = \frac{-3}{0} = \infty$
 $\sigma_a = \frac{-2-1}{2-2} = \frac{-3}{0} = \infty$

Açılma ve Birleşme Noktalarını Bulma

$K = \frac{1}{G} \cdot \frac{dK}{ds} = 0$
 $K = \frac{-(s+1)(s+2)}{(s+3)(s+4)} = \frac{-s^2-3s-2}{s^2+7s+12}$
 $\frac{-(2s+3)(s^2+3s+2)}{(s^2+7s+12)^2} = 0$
 $-2s^3-3s^2-2s-3s^2-3s-2 = 0$
 $-4s^2-6s-2 = 0$
 $s_1 = -3,366 \checkmark$ (Bölünme)
 $s_2 = -1,634 \checkmark$ (Açılma)

Sistem Değeri

$\zeta = \frac{-\ln(\%OS/100)}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(\%OS/100)}} = \frac{-\ln(0,043/100)}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(0,043/100)}} = 0,944$

Sistem açısı

$\theta = \cos^{-1}(\zeta) = \cos^{-1}(0,944) = 0,329$

TS, TP, Wn

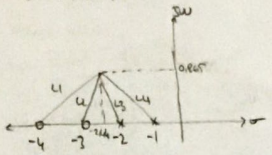
$W_n = 0,865$
 $\sigma_d = 2,144$

$T_s = \frac{4}{\sigma_d} = \frac{4}{2,144} = 1,865$

$T_p = \frac{\pi}{W_d} = \frac{\pi}{0,865} = 3,635$

$W_n = \sqrt{\sigma_d^2 + W_d^2} = \sqrt{2,144^2 + 0,865^2} = 2,293 \text{ rad/s}$

K (Kritik Kapanı) Bulma



$L_1 = \frac{(4-2,144)^2 + (0,865)^2}{1} = 1,78$
 $L_2 = \frac{(3-2,144)^2 + (0,865)^2}{1} = 1,03$
 $L_3 = \frac{(2-1,44)^2 + (0,865)^2}{1} = 0,39$
 $L_4 = \frac{(1-1,44)^2 + (0,865)^2}{1} = 1,68$

$K = \frac{\text{Kutup üretilenler toplamı}}{\text{Sifirin üretilenler toplamı}} = \frac{L_3 L_4}{L_1 L_2} = \frac{(0,39)(1,68)}{(1,78)(1,03)} = 0,382$

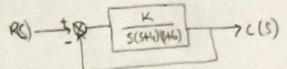
Habonin Bulunması

$G(s) = \frac{0,882(s+3)(s+4)}{s^2(s+1)(s+2)}$
 $T_p = 0$
 $K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) = \frac{0,882(3)(4)}{(1)(2)} = 5,33$
 $e(\infty) = \frac{1}{1+K_p} = \frac{1}{1+5,33} = 0,158$

Kompensatörler

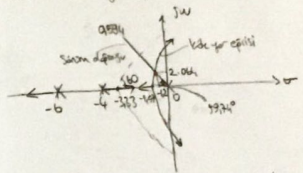
PD

örnek



Sistem denetlemesi için kullanılan sistemin geçişime zamanını 3 kat düşürmek için PD kompenyatörünü tasarla.

→ Sistemin kök yer eğilimi çizilir



$OS = 16$, $\zeta = 0,534$, $\theta = 59,21^\circ$, $W_n = 2,064$, $\sigma_d = 1,12$, $T_s = 3,72$
 $K = 43,78$

→ PD kompenyatörünü tasarlanmasi yapılır.

$(T_s)_N = \frac{T_s}{\zeta} = \frac{3,72}{0,5} = 7,44$

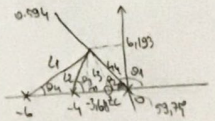
→ Yerkeme zamanı değıştiğinden Wd ve Wn'de değışir.

$(T_s)_N = \frac{4}{\sigma_d} W_n$ $W_d = \sin(\theta) \cdot (\sigma_d) W_n$
 $1,12 = \frac{4}{(\sigma_d) W_n}$ $(W_d)_N = \sin(59,21^\circ) \cdot 3,163$
 $(\sigma_d)_N = 3,163$ $(W_d)_N = 6,193$

→ Wn ve Tp bulunur.

$(W_n)_N = \frac{(\sigma_d)_N}{\zeta} = \frac{3,163}{0,5} = 6,326$
 $(T_p)_N = \frac{\pi}{(W_d)_N} = \frac{\pi}{6,193} = 0,512$
 $(T_p)_N = \frac{\pi}{(W_d)_N} = \frac{\pi}{6,193} = 0,512$

→ Zc bulunur.



PD = K(s+z_c)

Çizilip Zc için bir sifir eklenerek bu sifir sistemin sifirinde ya da sifirinde olabilir. Bunun bulunması için ası değiri bulunur.

Sistem için verilen bilgilerden - kök yer eğilimini bulmamızı = ±180

$\theta_2 = (\theta_1 + \theta_3 + \theta_4) = \pm 180$

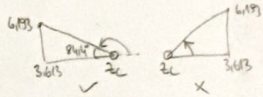
$\theta_1 = 180 - 99,21^\circ$
 $\theta_1 = 80,79^\circ$

$\theta_2 = 6,193$
 $\theta_2 = 3,63$
 $\theta_3 = 95,72^\circ$

$\theta_4 = 6,193$
 $\theta_4 = 3,63$
 $\theta_4 = 6,193$

$\theta_2 = (120,76 + 80,79 + 95,72) = \pm 180$
 $\theta_2 = (235,6) = -180$
 $\theta_2 = 95,16^\circ$

Öz: 180° den fazla değışir, emi alabilir.



Zc için;

$\theta_1 = 180 - 99,21^\circ$
 $\theta_1 = 80,79^\circ$
 $\theta_2 = 3,006$

→ Korne bulunur.

$L_1 = 6,164$
 $L_2 = 6,3$
 $L_3 = 6,122$
 $L_4 = 7,17$

$K = \frac{L_1 L_2 L_4}{L_3} = \frac{(6,164)(6,3)(7,17)}{6,122} = 47,166$

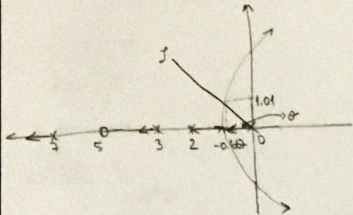
→ Habonin Bulunması

$G(s)_N = G(s) \cdot (s+z_c)$
 $G(s)_N = \frac{K}{s(s+1)(s+2)} \cdot (s+3,006)$
 $T_p = 1$

$K = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot G(s)_N = \frac{(3,006)}{(1)(2)} \cdot (3,006) = 5,94$

$e(\infty) = \frac{1}{K_N} = \frac{1}{5,94} = 0,168$

Ornek
 $G(s) = \frac{K(s+5)}{s(s+2)(s+3)(s+7)}$, %0.5 = 12.6
 Tepe zamanı 2 kat düşürülmesi isteniyor. Z_c, θ_z, K bulunur.
 → Sistemin baki yer sayısı verilir.



$\phi = 12.6$, $\xi = 0.55$, $\theta = 56.55^\circ$, $W_d = 1.01$, $\omega_d = 0.662$, $T_p = 3.11$
 $K = 7.144$

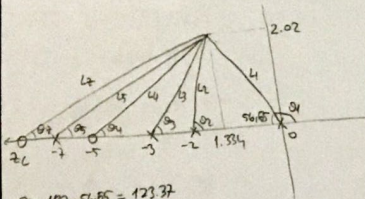
→ PD komparatörünün transfer fonksiyonu yazılır.

$(TP)_N = \frac{TP}{2} = \frac{3.11}{2} = 1.55$

→ Verilen birim basamak girişinden W_d ve ω_d ile çıkış.
 Tepe zamanı iki kat düşürme istendiğinden W_d ve ω_d 'nin
 eski değerleri iki ile çarpılır.

$(W_d)_N = 2.02$
 $(\omega_d)_N = 1.334$

→ Z_c bulunur.



$\phi = 180 - 56.55^\circ = 123.37^\circ$
 $\theta_1 = 123.37^\circ$

$\tan(\theta_2) = \frac{2.02}{2-1.334}$
 $\theta_2 = 71.58^\circ$

$\tan(\theta_3) = \frac{2.02}{3-1.334}$
 $\theta_3 = 70.18^\circ$

→ Kutup açılarını eksi, diğer açılar artı girer, -180'e
 eşitler.

$-\theta_1 - \theta_2 - \theta_3 + \theta_4 - \theta_5 + \theta_z = -180$

$\theta_z = 56.28^\circ$

$\tan(56.28^\circ) = \frac{2.02}{Z_c - 1.334}$

$Z_c = 2.68$

→ Kuvvet bulunur.

$L_1 = \sqrt{2.02^2 + (1.334-0)^2} = 2.42$

$L_2 = \sqrt{2.02^2 + (2-1.334)^2} = 2.126$

$L_3 = \sqrt{2.02^2 + (3-1.334)^2} = 2.618$

$L_4 = \sqrt{2.02^2 + (5-1.334)^2} = 4.185$

$L_5 = \sqrt{2.02^2 + (7-1.334)^2} = 6.015$

$L_z = \sqrt{2.02^2 + (2.68-1.334)^2} = 2.42$

$K = \frac{L_1 L_2 L_3 L_5}{L_4 L_z} = 7.3383$

(2) (25) (36) (40) (11) (12)

$$[G(s) = 54], R_1 = 0.25 \text{ MVA} \text{ ist } C = ?$$

PD Controller;

$$G_C(s) = -R_2 C \left(s + \frac{1}{R_1 C} \right)$$

$$\frac{1}{R_1 C} = 4 \quad (1)$$

$$R_2 C = 1 \quad (2)$$

(1) dividieren mit;

$$\frac{1}{0.25 \times 10^{-6} \cdot 4} = C$$

$$C = 1 \cdot 10^6 \text{ F}$$

$$C = 1 \mu\text{F}$$

$$[G(s) = \frac{s+7}{s}], R_1 = 0.1 \text{ MVA} \text{ ist } C = ?$$

$$\frac{1}{R_1 C} = 5$$

$$\frac{1}{0.1 \times 10^{-6} \cdot 5} = C$$

$$C = 2 \mu\text{F}$$

$$[G(s) = \frac{(s+0.02)(s+6.25)}{s}], R_2 = 0.8 \mu\text{F} \text{ ist } C_1 = ?$$

PD Controller;

$$G_C(s) = - \left[\frac{R_2}{R_1} + \frac{C_1}{C_2} + R_2 C_1 s + \frac{R_1 C_2}{s} \right]$$

$$G(s) = \frac{s^2 + 6.27s + 0.125}{s}$$

$$G(s) = s + 6.27 + \frac{0.125}{s}$$

$$\frac{R_2}{R_1} + \frac{C_1}{C_2} = 6.27 \quad (1)$$

$$R_2 C_1 = 1 \quad (2)$$

$$\frac{1}{R_1 C_2} = 0.125 \quad (3)$$

(3) mit dividieren mit;

$$\frac{1}{0.125(0.8)} = R_1$$

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

(1) mit dividieren mit;

$$R_2 C_2 + C_1 R_1 = 6.27(10 \cdot 10^3)$$

$$0.8 \times 10^{-6} R_2 + 1 \times 10^{-6} C_1 = 50.16$$

$$R_2 = 0 \text{ ist } C_1 = 5.016 \mu\text{F}$$

$$[G(s) = \frac{s+1.25}{s+3.75}], C = 1 \mu\text{F} \text{ ist } R_1 = ?$$

Lead compensation;

$$G_C(s) = \frac{s + \frac{1}{R_1 C}}{s + \frac{1}{R_1 C} + \frac{1}{R_2 C}}$$

$$\frac{1}{R_1 C} = 1.25$$

$$\frac{1}{(1 \times 10^{-6})(1.25)} = R_1$$

$$R_1 = 8 \times 10^5 \Omega$$

$$R_1 = 0.8 \text{ M}\Omega$$

$$[G(s) = \left(\frac{s+0.15}{s+0.01} \right) \left(\frac{s+2}{s+30} \right)], C_1 = 0.68 \mu\text{F} \text{ ist } C_2 = ?$$

Log-Lead compensation;

$$G_C(s) = \frac{\left(s + \frac{1}{R_1 C_1} \right) \left(s + \frac{1}{R_2 C_2} \right)}{s^2 + \left(\frac{1}{R_1 C_1} + \frac{1}{R_2 C_2} + \frac{1}{R_2 C_1} \right) s + \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

$$G(s) = \frac{(s+0.15)(s+2)}{(s+0.01)(s+30)}$$

$$G(s) = \frac{(s+0.15)(s+2)}{s^2 + 30.01s + 0.3}$$

$$\frac{1}{R_1 C_1} = 0.15 \quad (1)$$

$$\frac{1}{R_2 C_2} = 2 \quad (2)$$

$$\frac{1}{R_1 C_1} + \frac{1}{R_2 C_2} + \frac{1}{R_2 C_1} = 30.01 \quad (3)$$

$$\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2} = 0.3 \quad (4)$$

(1) und (2) mit dividieren mit; dann (3) de gewinzt.

$$\frac{1}{R_2 C_1} = 29.86$$

$$R_2 = 52.02 \text{ k}\Omega$$

R₂ ist (2) de gewinzt.

$$C_2 = 9.61 \mu\text{F}$$

$$[G(s) = \frac{K}{s(s+2)^2}], C = 12 \mu\text{F} \text{ ist } R_2 = ?$$

PD $\rightarrow K(s+2C)$

$$R_2 C = 1$$

$$R_2 = \frac{1}{12.5 \times 10^{-6}}$$

$$R_2 = 80000 \Omega$$

$$R_2 = 80 \text{ k}\Omega$$

(2)

$$[G(s) = \frac{K}{s(s+2)^2}], KOs = 12.6$$

Sowas muss drehen um den Typen zu ändern, aber hat als System nicht;

positiv dann elementenile zu -0.5 dann

$$R_2 = 250 \text{ k}\Omega \text{ ist } R_1 = ?$$

$$G(s) = \frac{(s+0.5)}{(s+2.5)} \text{ lead}$$

$$\frac{1}{R_1 C} = 0.5$$

$$\frac{1}{R_1 C} + \frac{1}{R_2 C} = 2.51 \quad (2)$$

(2) mit dividieren mit;

$$\frac{1}{R_2 C} = 2.01$$

$$C = \frac{1}{250 \times 10^3 (2.01)}$$

$$C = 1.99 \mu\text{F}$$

C ist (1) de gewinzt.

$$\frac{1}{(0.5)(1.99 \times 10^{-6})} = R_1$$

$$R_1 = 1 \text{ M}\Omega$$

9 21 26

Final Görevi Sorular

⇒ 5.06.2021

Kökler Eşitliği Teknikleri + (52)

1 3 13

$$G(s) = \frac{K(s+8)}{(s+3)(s^2+4s+5)}, \quad \%OS = 26,4$$

Tepeler zamanı;

$$W_d = 2,84$$

$$T_p = \frac{\pi}{2,84} = 1,106$$

Kökler eşitliğinin sorul elemanı kastedi nokta;

$$\sigma_d = 0$$

$$W_d = \pm 1,1$$

Aktım polinomü reel elemanı kastedi nokta;

Sifirler: -8

Kutuplar: -3, -2±1

$$\sigma_d = \frac{(-3-2-2)-(-8)}{3-1} = \frac{1}{2} = 0,5$$

4 10 30 16 20 31 9

$$G(s) = \frac{K}{s(s+2)}, \quad \%OS = 14,3$$

Sistemin kazancı;

$$K = 3,09$$

$$G(s) = \frac{K}{s(s+2)}$$

%OS = 10,6 ileen

Tepeler zamanı;

$$W_d = 3,15$$

$$T_p = \frac{\pi}{3,15} = 0,89$$

Döşel frekansı;

$$\sigma_d = -2,15$$

$$W_n = \sqrt{\sigma_d^2 + W_d^2} = \sqrt{(-2,15)^2 + (3,15)^2} = 4,3$$

%OS = 15,5 ileen

Kazıleme zamanı;

$$\sigma_d = -2,15$$

$$T_s = \frac{4}{\sigma_d} = \frac{4}{2,15} = 1,86$$

Tepeler zamanı;

$$W_d = 4,24$$

$$T_p = \frac{\pi}{4,24} = 0,746$$

$$G(s) = \frac{K}{s(s+6)}$$

%OS = 12 ileen

Döşel frekansı;

$$\sigma_d = -3$$

$$W_d = 4,45$$

$$W_n = \sqrt{(-3)^2 + (4,45)^2} = 5,366$$

Kazıleme zamanı;

$$T_s = \frac{4}{\sigma_d} = \frac{4}{-3} = 1,33$$

6 23 5 22 26

$$G(s) = \frac{K}{(s+2)^2}$$

%OS = 6,3 ileen

Kazırlı kol kazırlı;

$$K = 5,17$$

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) = \frac{5,17}{2^2} = 1,2925$$

$$e(\infty) = \frac{1}{1+K_p} = \frac{1}{1+1,2925} = 0,436$$

%OS = 7,8 ileen

Tepeler zamanı;

$$W_d = 2,446$$

$$T_p = \frac{\pi}{W_d} = \frac{\pi}{2,446} = 1,277$$

$$G(s) = \frac{K}{(s+4)^2}$$

%OS = 8,5 ileen

Kazıleme zamanı;

$$\sigma_d = -4$$

$$T_s = \frac{4}{\sigma_d} = \frac{4}{4} = 1$$

Tepeler zamanı;

$$W_d = 5,34$$

$$T_p = \frac{\pi}{W_d} = \frac{\pi}{5,34} = 0,588$$

$$G(s) = \frac{K}{(s+1)^2}$$

%OS = 7,3 ileen

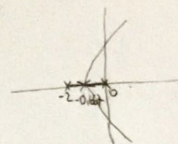
Kazırlı kol kazırlı;

$$K = 1,44$$

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s) = \frac{1,44}{1^2} = 1,44$$

$$e(\infty) = \frac{1}{1+K_p} = \frac{1}{1+1,44} = 0,41$$

$$G(s) = \frac{K}{s(s+2)^2}$$



%OS = 12,6 ileen

Kazıleme zamanı;

$$\sigma_d = 0,55$$

$$W_d = 0,795$$

$$\sigma_d = -0,524$$

$$W_n = \sqrt{(-0,524)^2 + (0,795)^2} = 0,952$$

$$\frac{\sigma_d}{W_n} = \frac{0,5}{0,952} = 0,524$$

$$W_n \times T_p = 1,746$$

$$T_p = \frac{1,746}{0,952} = 1,83$$

Döşel frekansı;

$$W_n = 0,952$$

17 28 35

$$G(s) = \frac{K(s+7)}{s(s^2+6s+9)}$$

%OS = 19,7 ileen

Kazırlı kazırlı;

$$K = 3,91$$

Sorul elemanı kastedi nokta kazırlı kazırlı;

$$K = 7,89$$

Döşel frekansı

$$W_n = 2,84$$

Frekuensi Genotipe Andlidari

(14) (9) (8) (3)

$$G(s) = \frac{5(s+2)}{s^2+4s}$$

w	0	1	3	5	10	∞
M	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
θ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6

$$a_6 \Rightarrow 20 \log M = -\infty$$

$$M = 10^{(-\infty/20)}$$

$$M = 0$$

$$a_6 = 0$$

$$b_5 \Rightarrow \theta = -73.5$$

$$b_5 = -73.5^\circ$$

$$b_4 \Rightarrow \theta = 0$$

$$b_4 = 0$$

$$a_3 \Rightarrow 20 \log M = 1.61$$

$$M = 10^{(1.61/20)}$$

$$M = 1.204$$

$$a_3 = 1.20$$

(24)

$$G(s) = \frac{10(s+1)}{s(s+5)}$$

w	0	0.4	0.8	2	6	∞
M	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
θ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6

$$a_4 \Rightarrow 20 \log M = -1.62$$

$$M = 10^{(-1.62/20)}$$

$$M = 0.8299$$