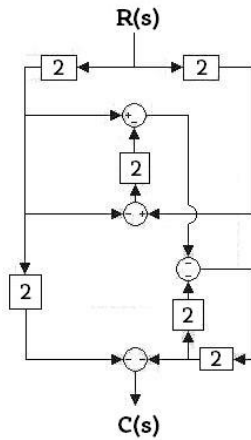


Erregulazio Automatikoa eta Kontrola – Azterketa finala

2021/01/25 – Ohiko deialdia (dena)

1.) Ondorengo blokeen diagrama emanik, aurkitu bere irabazpen (transf. funtzio) baliokidea. (2.5 p)

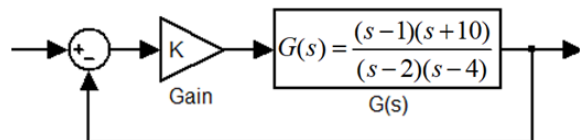


2.) Ondorengo sistema emanik, aurkitu begizta itxian berrelikadura negatibo unitario eta kontroladore proportzionalarekin jarrita, ondorengo zehaztapenak betetzeko beharrezkoa den kontroladorea sarrera maila unitarioarentzako: (2.5 p)

$$G(s) = \frac{6}{s-3}$$

- a. Izan dezan 0.1 s-ko balioa duen denbora konstantea (τ). Kasu horretan, zein da egoera egonkorreko errorea?
- b. Izan dezan ± 0.1 balioa duen egoera egonkorreko errorea

3.) Ondorengo sistema emanik: (2.5 p)



- a. Marraztu erroen leku geometrikoa 10 urratsen metodoa erabiliz, argi adieraziz adar bakoitzaren noranzkoa. (1.25 p)
- b. Interpretatu begizta itxiko sistemaren portaera erroen leku geometrikoaren irizpidea erabiliz eta aztertu bere egonkortasuna. (1.25 p)

4.) Aurkitu K eta a parametroek izan behar duten balioa sistema honek 3 rad/s-ko banda zabalera izan dezan. (2.5 p)

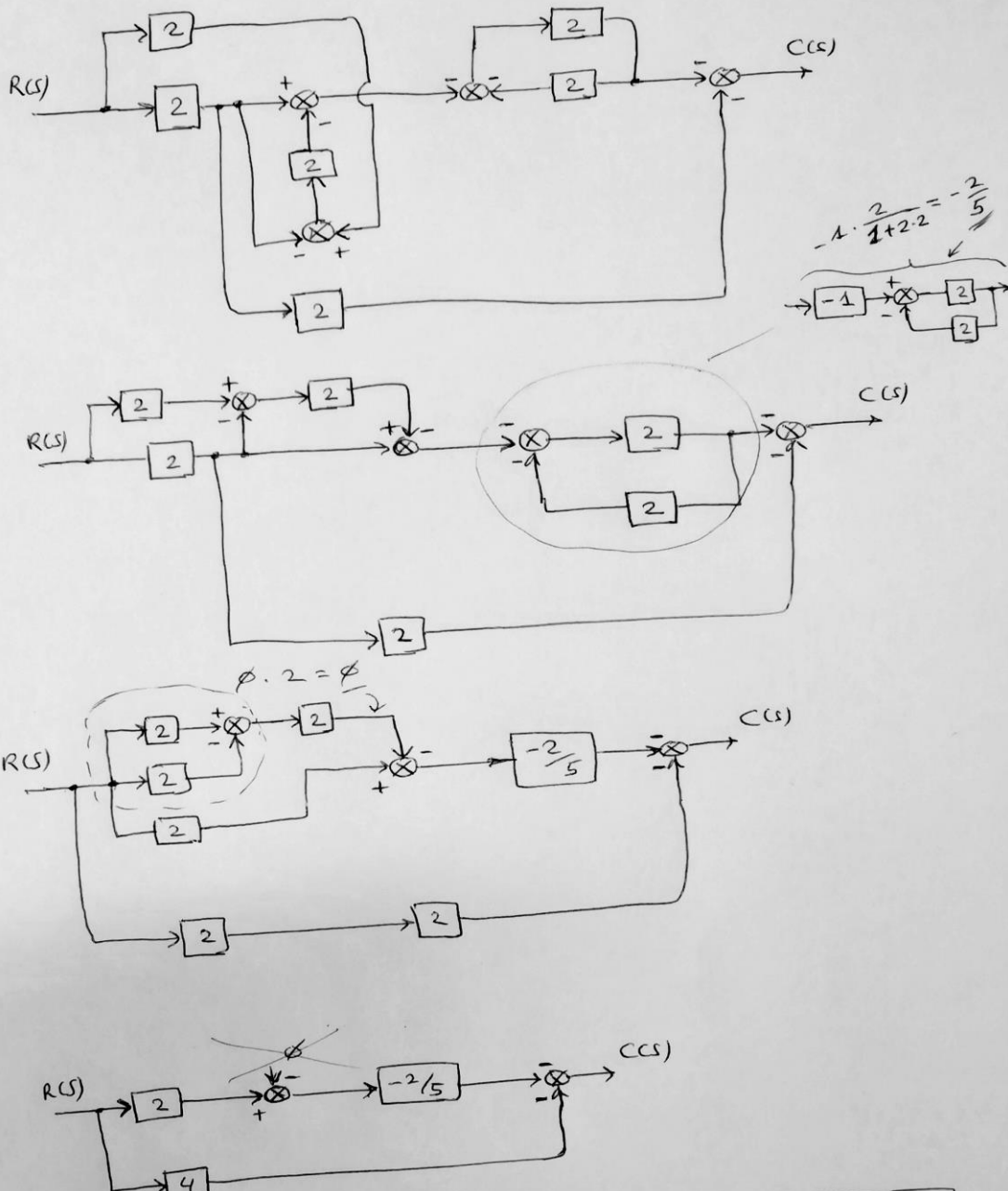
$$G(s) = \frac{K}{(s+20)^2(s+a)}$$

Oharrak:

- Azterketa arkatzez egin daiteke.
- Komentatu egiten den guztia. Ebaluatua izango da.
- Txunkuntasuna eta emaitzak argi eta garbi adieraztea eskatzen da.
- Ariketa bakoitza orrialdearen goikaldean hasi behar da.

Erregulazio Automatikoa eta Kontrola – Azterketa finala
2021/01/25 – Ohiko deialdia (dena)

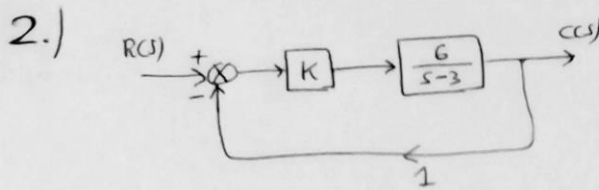
1.)



$$-4 \cdot \frac{2}{1+2 \cdot 2} = -\frac{2}{5}$$

$$\frac{C(s)}{R(s)} = - \left[2 \cdot \left(-\frac{2}{5} \right) \right] - 4 = \frac{4}{5} - 4 = \frac{4-20}{5} = -\frac{16}{5} = -3\frac{1}{5}$$

Erregulazio Automatikoa eta Kontrola – Azterketa finala
2021/01/25 – Ohiko deialdia (dena)



$$C(s)' = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K \cdot C(s)}{1 + K \cdot C(s)} = \frac{K \cdot \frac{G}{s-3}}{1 + K \cdot \frac{G}{s-3} \cdot 1} = \frac{6K}{s-3+6K} = \frac{6K}{s+(6K-3)}$$

Routh-Hurwitz

$$s^1 \quad | \quad 1$$

$$s^0 \quad | \quad 6K-3 > 0$$

$$6K > 3 \Rightarrow K > 3/6 = 1/2 = 0.5$$

Sistema egonkorra izateko behar da itxian $\Rightarrow K > 0.5$ izan behar da.

a) $z = 0.1s$

$$C(s)' = \frac{6K}{6K-3} \quad \text{Kort}$$

$$1 + \frac{1}{6K-3} s \quad \text{ordenar}$$

$$z = 0.1s$$

$$\frac{1}{6K-3} = 0.1 \Rightarrow \frac{1}{0.1} = 6K-3$$

$$10+3=6K$$

$$K = \frac{13}{6} = 2.1666$$

eta $K = 2.1666 > 0.5$ da eta behar da (egonkorra da).

$$ess = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{1 + 2.1666 \cdot \frac{6}{s-3}} = \frac{1}{1 + \frac{13}{3}} = \frac{1}{\frac{3+13}{3}} = \frac{3}{-10} = -0.3$$

b) $ess = \pm 0.1$ $r(s) = 1$ izanik (beharra itxian)

$$ess = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot E(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{R(s)}{1 + K \cdot G(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{1 + K \cdot \frac{6}{s-3}}$$

$$+0.1 = \frac{1}{1 + K \cdot \frac{6}{s-3}} \rightarrow 1 + K \cdot \frac{6}{s-3} = \frac{1}{0.1} = 10$$

$$-2K = 10 - 1 \Rightarrow K = \frac{9}{-2} = -4.5 < 0.5 \text{ (egonkorra) eta behar da.}$$

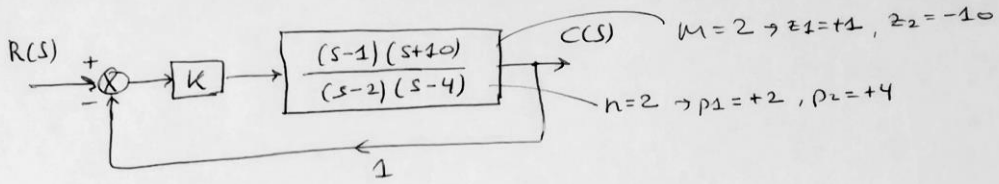
$$-0.1 = \frac{1}{1 + K \cdot \frac{6}{s-3}} \rightarrow 1 + K \cdot \frac{6}{s-3} = \frac{1}{-0.1} = -10$$

$$-2K = -10 - 1 \Rightarrow K = \frac{-11}{-2} = 5.5 > 0.5 \text{ (egonkorra) behar da}$$

Soluzioa -0.1 ess lortuko da $K = 5.5$ izanda.

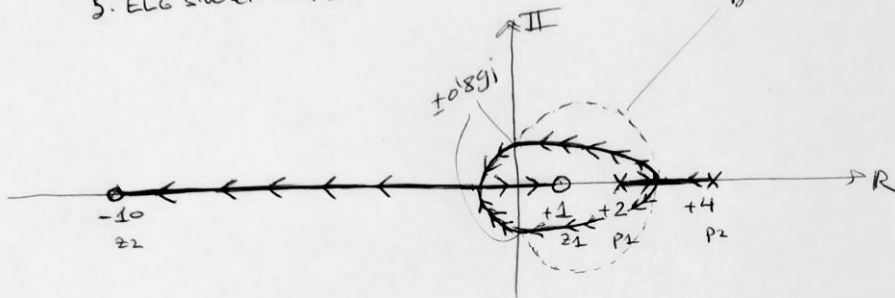
Erregulazio Automatikoa eta Kontrola – Azterketa finala
2021/01/25 – Ohiko deialdia (dena)

3.)



- a)
1. Adatu kopurua $\Rightarrow n=2$, 2 adar
 2. Adaruen itxar-puntuko p_1 eta p_2
 3. " bukatze-puntuko z_1 eta z_2
 4. ELG \in ardatz \mathbb{R} $[-10 \div +1]$, $[+2 \div +4]$
 5. ELG simetriko ardatz \mathbb{R} -eliko

berez formak leku denak (zirkulferentzia)



6. Asintotak $n-m=2-2=0 \Rightarrow$ ez ditu asintotak
7. zirkulferentzia erretz da.
8. Podoen itxar-angeluak eta zuzen-bukare-angeluak 4. unartetik ondorioztatzen dira.
9. ELG \in \mathbb{K} ardatz \mathbb{I} -rekin dituen elkarzuzuek

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K \cdot G(s)}{1 + K \cdot G(s) \cdot 1} = \frac{K \cdot \frac{s^2 + 9s - 10}{s^2 - 6s + 8}}{1 + K \cdot \frac{s^2 + 9s - 10}{s^2 - 6s + 8}} = \frac{K \cdot (s^2 + 9s - 10)}{s^2(1+K) + (9K-6)s + (8-10K)}$$

$\rightarrow s^1 \Rightarrow 9K-6=0 \Rightarrow K = \frac{6}{9} = \frac{2}{3} = 0.666$
 $s^2 (1+K)s^2 + (8-10K) = 0 \Rightarrow s_{1,2} = \pm 0.89j$
 $K = \frac{2}{3}$

R.H. taula

s^2	$1+K$	$8-10K$
s^1	$9K-6$	\emptyset
s^0	$8-10K$	

b)2) Eragin-konklusio \Rightarrow $0.166 < K < 0.8$

- $\cdot 1+K > 0 \Rightarrow K > -1$
- $\cdot 9K-6 > 0 \Rightarrow K > \frac{2}{3}$
- $\cdot 8-10K > 0 \Rightarrow \frac{8}{10} > K \Rightarrow 0.8 > K$

10. ELG \in \mathbb{K} ardatz \mathbb{R} -rekin dituen lekuak puntuak

$$\frac{dG(s)}{ds} = 0$$

$$2s + 9 \cdot (s^2 - 6s + 8) - (s^2 + 9s - 10) = 0$$

$$-15s^2 + 36s + 12 = 0$$

$$s_1 = +2.6967 \in \text{ELG}$$

$$s_2 = -0.2967 \in \text{ELG} \Rightarrow s^2(1+K) + (9K-6)s + (8-10K) = 0 \Rightarrow K = 0.78$$

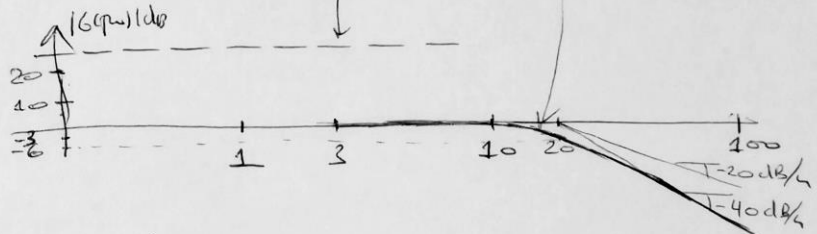
b)1) sistemen portak (poloai dagokionez, zeroen konturaz izan gabe)

- $0 < K < 0.166$ - sisteme erregulakorra
- $K = 0.166$ - sisteme kritiko erregulakorra, mailuen aurrean erantzun motel dena
- $0.166 < K < 0.78$ - sisteme azpiestelakorra, erregulakorra, erantzun denbora aurrean erantzun azpiestelakorra (K handiago izanaren erantzun denbora)
- $K = 0.78$ - sisteme kritiko motelakorra, erantzun denbora gabe erantzun denbora (K=1)
- $0.78 < K < 0.8$ - sisteme gainestelakorra, erantzun denbora gabe erantzun denbora aurrean erantzun denbora aurrean erantzun denbora
- $K = 0.8$ - sisteme kritiko erregulakorra (integratzaile polo bit) $K > 0.8$ - erregulakorra

Erregulazio Automatikoa eta Kontrola – Azterketa finala
2021/01/25 – Ohiko deialdia (dena)

4.) $G(s) = \frac{K}{(s+2)^2(s+a)} \rightarrow G(j\omega) = \frac{K_{20 \cdot 20 \cdot a} K'}{(1+1/20 j\omega)^2 (1+1/a j\omega)}$

$$|G(j\omega)|_{dB} = 20 \log K' - 2 \cdot 20 \cdot \log |1+1/20 j\omega| - 20 \log |1+1/a j\omega|$$



- K' faktoreak ez du eraginik handi zabalera, beraz $K \cdot K'$ are ez.

- Bander zabaler, kasu honetan $\omega \rightarrow \emptyset$ -rekin -3 dB-ko jeintze eragitea dela uartakun, ω_c , da.

- Goko mudiari ikus daiteke -20 bi polok, $(1+1/20 j\omega)^2$ terminoak, eragin gutxi izango duela $\omega = 3$ rad/s denetan

$$-20 \cdot 2 \cdot \log |1+1/20 j\omega|_{\omega=3} = -0'1933 \text{ dB}$$

* ordena superatuz $K' = 1$ dela $\Rightarrow 20 \log K' = 20 \log 1 = \emptyset$

$\omega \rightarrow \emptyset$ denetan $\Rightarrow |G(j\omega)|_{dB} = \emptyset$ dB izango da

eta $\omega = 3$ denetan $\Rightarrow |G(j\omega)|_{dB} = -3$ dB izan behar da.

hauela

$$|G(j\omega)|_{dB}|_{\omega=3} = -3 = \underbrace{20 \log K'}_{\emptyset} - \underbrace{2 \cdot 20 \cdot \log |1+1/20 j\omega|}_{-0'1933} - 20 \log |1+1/a j\omega|_{\omega=3}$$

$$-3 - 0'1933 = -20 \log |1+1/a j\omega|_{\omega=3}$$

$$\frac{+2'8067}{+20} = \log |1+3/a j|$$

$$0'1403 \cdot 10^{0'1403} = 0'7239 = |1+3/a j| = \sqrt{1^2 + (3/a)^2}$$

$$0'7239^2 = 1'9081 = 1 + 9/a^2$$

$$a = \sqrt{\frac{9}{0'9081}} = \underline{\underline{3'1482}}$$

K edozein balio positibo izan daiteke