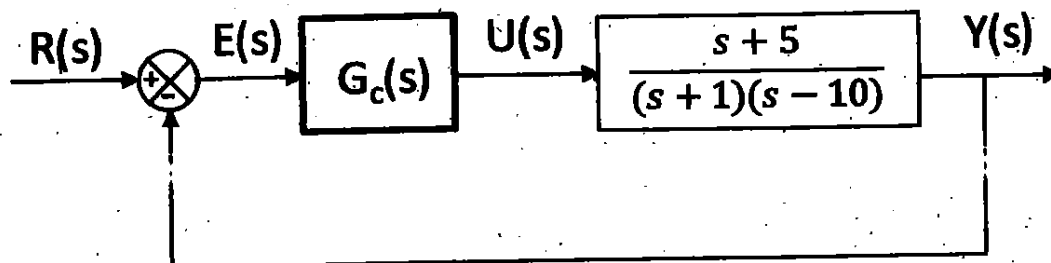

 <p>Departamento del Estado Politécnico Escuela Técnica Superior de Ingeniería</p> <p>Unibertsitatea del pais vasco</p> <p>Enkain berria unibertsitatea</p>	<p>Izena _____</p> <p>1. Abizena _____</p> <p>2. Abizena _____</p>	<p>Ikasturtea: 2015/2016</p> <p>2016/01/18</p>
		<p>Iraupena:</p> <p>2 ordu 30 min</p>
		<p>Taldea</p>

Sistema berrelikatu honetan (1.1 Irudia):

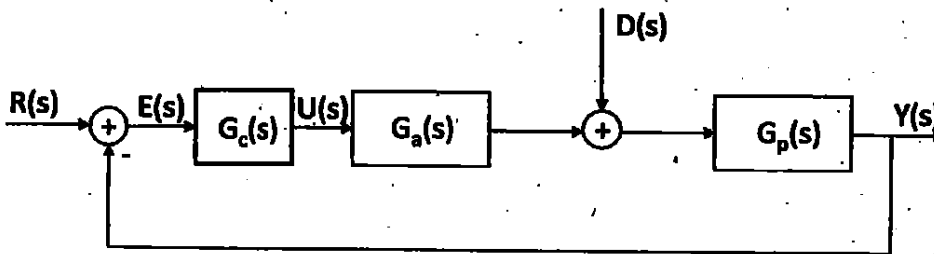


1.1 Irudia- Sistema berrelikatua

1. Marratu sistema berrelikatuaren Erroen Tokia eta justifikatu K_c -ren zeln balio-tartetan den sistema egonkorra.
2. Diseinatu kontrolagailu ahalk eta errazena, espaloi erreferentzia-sarrerari erantzutean egonkortze-denbora (%2ko irizpidea) 1,6 segundo edo txikiagoa dela bermatuko duena.
3. Galnera, gaidiketa %15koa izatea nahi da, gehienez. Frogatu, aurreko atalean diseinatutako kontrolagailua erabiltza, aldi berean eskakizun hau ere beteko litzatekeen. Ezekoan, diseinatu eskakizun biak beteko litzatekeen kontrolagailurik errazena.

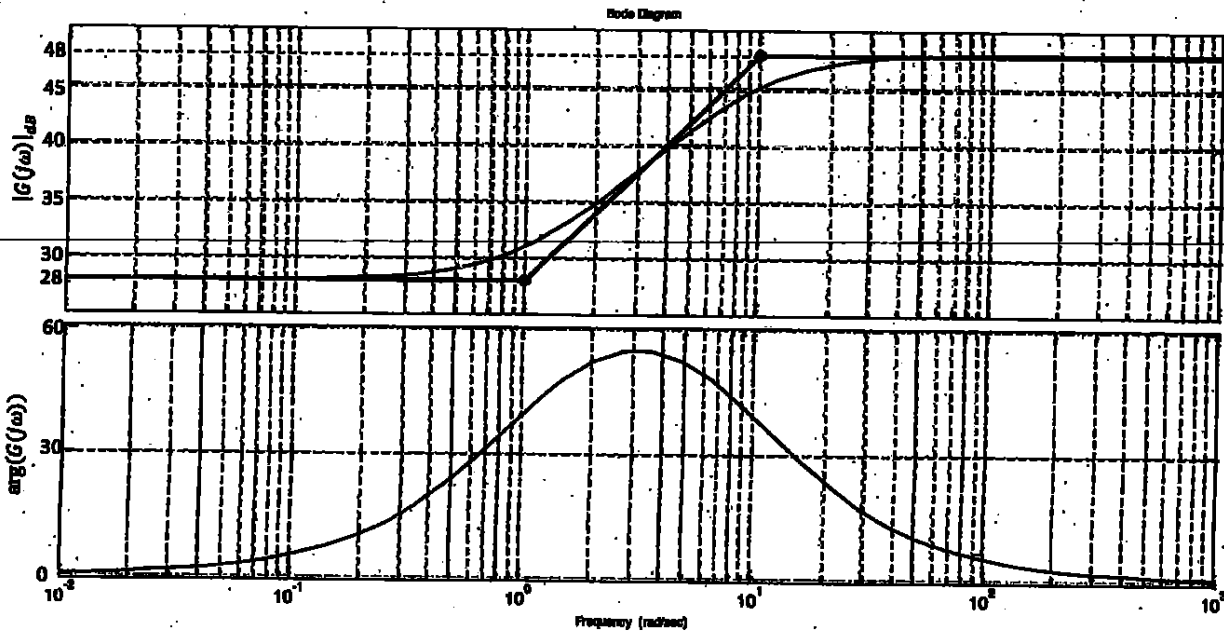
 <p>Unibertsitatea del pais vasco</p>	<p>Izena _____</p> <p>1. Abizena _____</p> <p>2. Abizena _____</p>	<p>Ikasturtea: 2015/2016</p> <p>2016/01/18</p>
		<p>Iraupena:</p> <p>2 ordu 30 min</p>
		<p>Taldea</p>

Sistema berrelikatu honetan (2.1 Irudia), osagaiak kontrolagailua $G_c(s)$, eragingailua $G_a(s)$ eta planta $G_p(s)$ dira.



2.1 Irudia: Sistema berrelikatuaren bloke-diagrama

2.2 Irudian kontrolagailu-eragingailu multzoaren ($G_c(s)G_a(s)$) maiztasun-erantzuna ikus daiteke, Bode diagramaren bidez adierazia

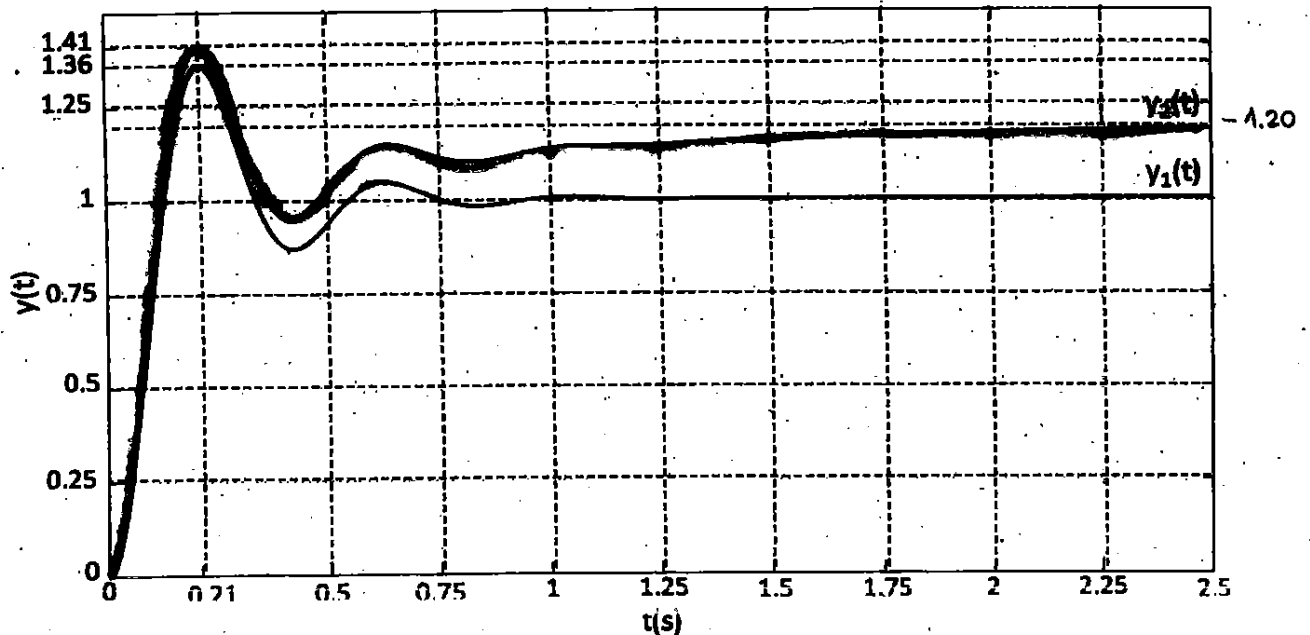


2.2 Irudia: Kontrolagailu-eragingailu multzoaren Bode diagrama

Begizta ibriko sistemaren espaloi-erantzuna, zerorik gabeko bigarren ordenako sistemaren berdina da. 2.3 Irudian, grafiko berean bi erantzun gainezarri dira, $y_1(t)$ eta $y_2(t)$:

$y_1(t)$: $r(t)$ erreferentzia espaloi unitarioa denean

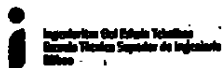
$y_2(t)$: $r(t)$ espaloi unitarioa eta $d(t)$ 5 anplitudeko espaloia direnean



2.3 Irudia: Sistema berrelkatuaren erantzunak: $y_1(t)$ ($r(t)$ espaloi unitarioa denean) eta $y_2(t)$ ($r(t)$ espaloi unitarioa eta $d(t)$ 5 anplitudeko espaloia direnean)

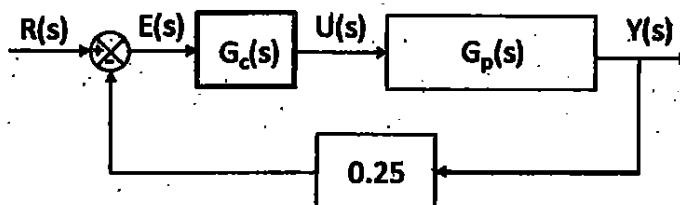
Jakina da eragingailuaren eredia lehenengo ordenakoa dela eta irabazpena 5. .

1. Justifikatu zein motako sistema berrelkatua den, grafikoetatik ateratako informazioan oinarrituta soilik, transferentzi funtzioak kalkulatu barik.
2. Lortu kontrolagailuaren eragingailuaren eta plantaren transferentzi funtzioak. Azaldu ondo zein izan den jarraitu duzun prozedura eta justifikatu zein kontrolagailu mota identifikatu duzun.
3. Kalkulatu sistema berrelkatuaren errore koefiziente estatikoak K_p , K_v eta K_a .
4. Kalkulatu iraunkorreko errorearen balioa $r(t)$ 10 anplitudeko espaloia denean eta $d(t)$ perturbazioak -0.1 balio konstantea duenean.

 Ingeniaritza eta Informatika Fakultatearen Zuzendaritza Berria 48940 Leioa	Izena _____ 1. Abizena _____ 2. Abizena _____	Ikasturtea: 2015/2016 2016/01/18
		Iraupena: 2 ordu 30 min
		Taldea

3.1 Irudiko sistema berrelikatuari buruzko zenbait informazio ezagutzen dugu. Konkretuki:

- $G_p(s)$ plantaren Bode diagramak, erreala eta asintotikoa (3.2 Irudia).
- Sistema berrelikatuaren Erroen Tokia (3.3 Irudia).
- Begizta irekiko transferentzi funtzioaren Bode diagrama, erreala eta asintotikoa (3.4 Irudia).
- Begizta itxiko transferentzi funtzioaren Bode diagrama, erreala eta asintotikoa (3.5 Irudia).
- Begizta itxiko sistemaren espaloi unitario erantzuna (3.6 Irudia).

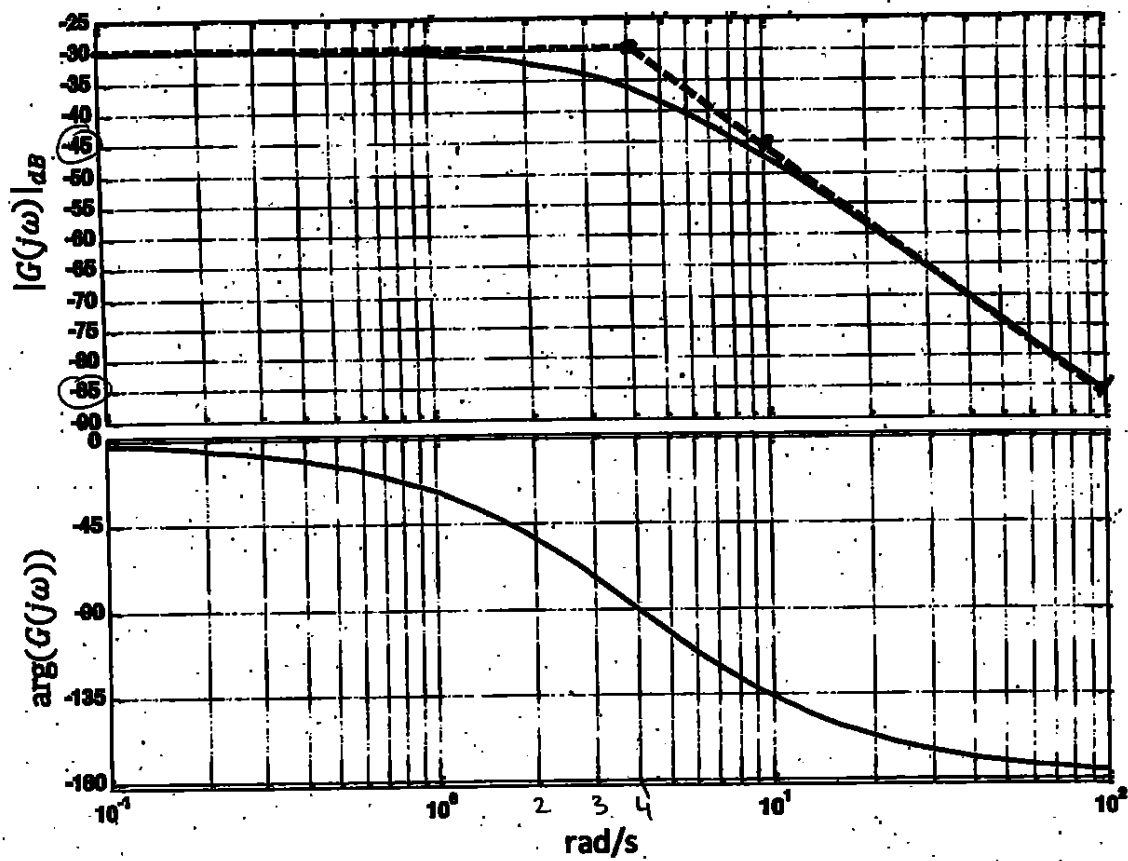


3.1 Irudia. Kontrol-sistema berrelikatua

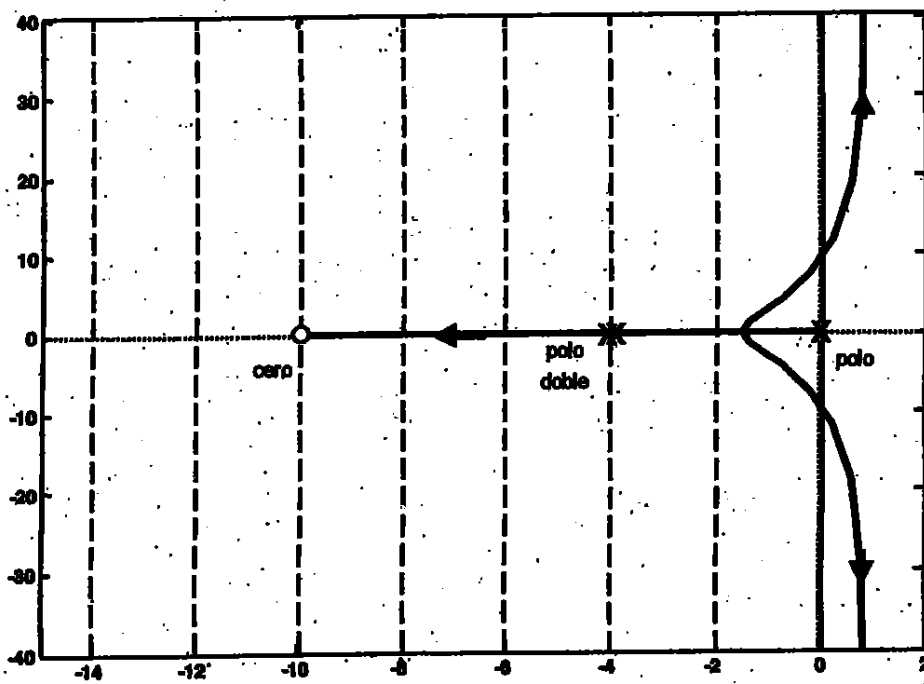
Eskatzen dena:

1. Identifikatu $G_p(s)$, plantaren transferentzi funtzioa, eta azaldu zelan lortu duzun.
2. Identifikatu $G_c(s)$, kontrolagailuaren transferentzi funtzioa, eta azaldu zelan lortu duzun.
3. Aztertu grafikoki sistema berrelikatuaren egonkortasuna, irabazpenaren eta fasearen tarteen (MG eta MF) bidéz adieraziz. Sistema egonkorra bada, noraino handi daiteke irabazpena sistema ezegonkor barik? Sistema ezegonkorra bada, zelan egonkor daiteke?

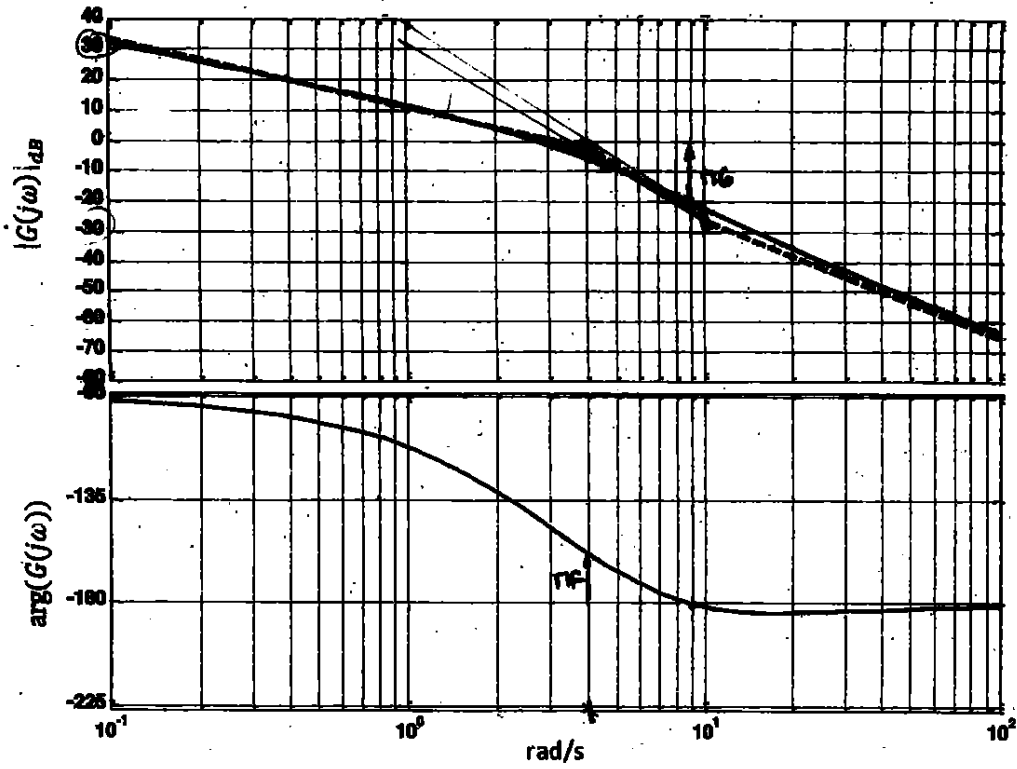
OHARRA: Atal bakoitzean, zein grafiko erabiltzen den eta informazioa zelan lortzen den ondo azaldu behar da.



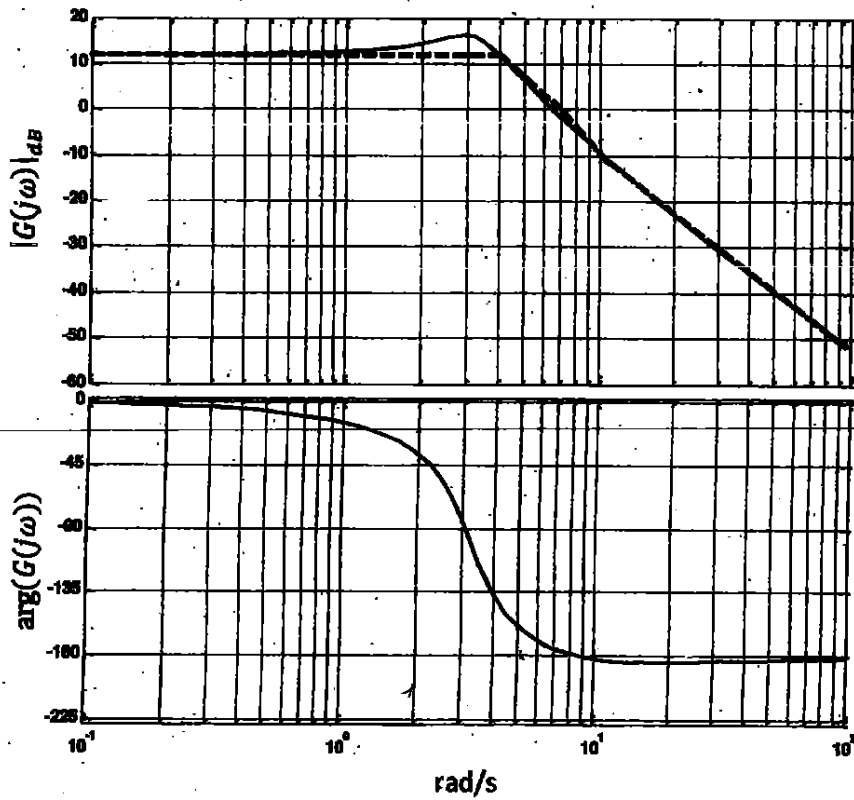
3.2 Irudia. $G_p(s)$ plantaren Bode diagramak (erreala eta asintotikoa)



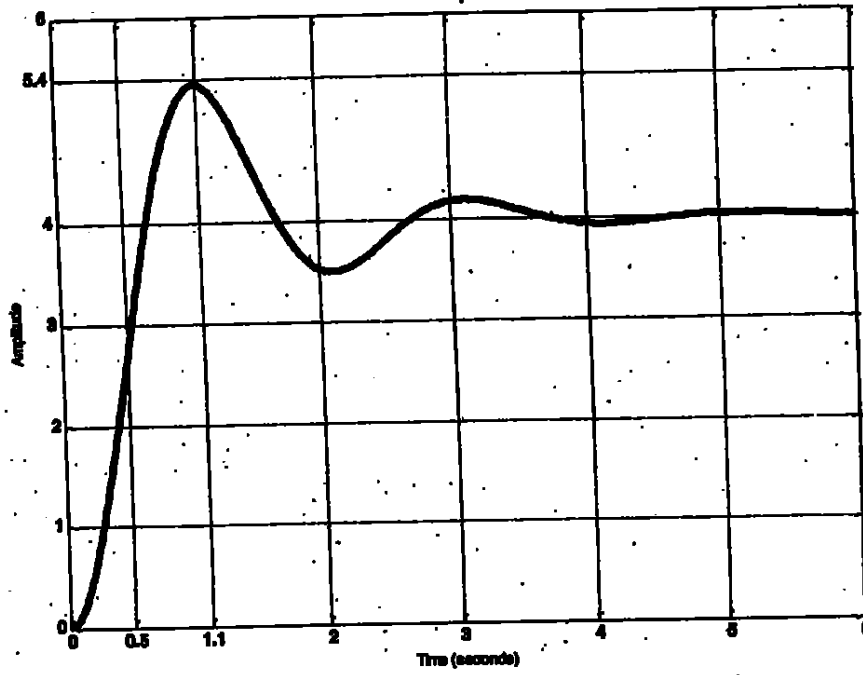
3.3 Irudia. Sistema berrelikatuaren Erroen Tokia



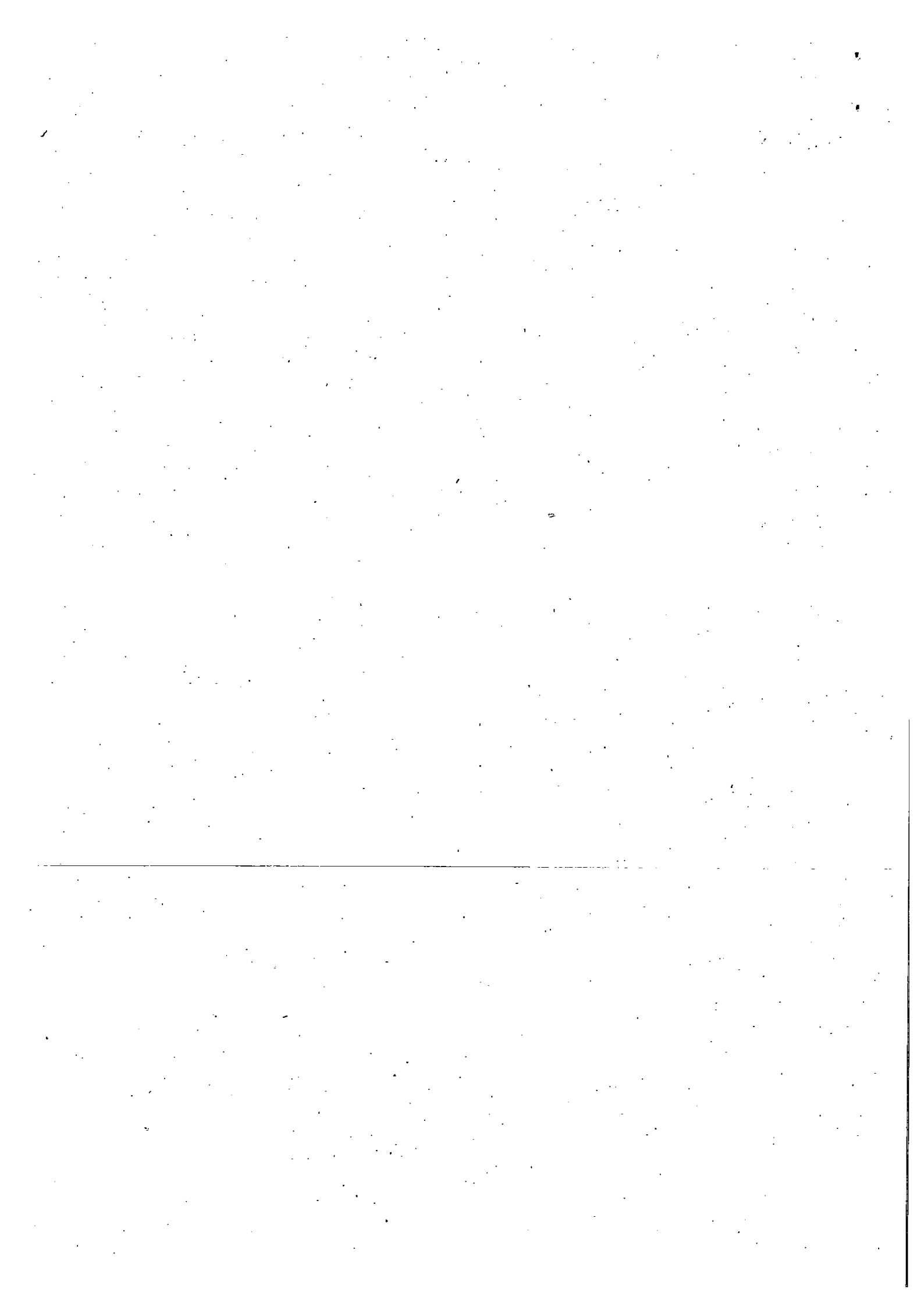
3.4 Irudia. Begizta irekiko transferentzi funtzioaren Bode diagrama (erreala eta asintotikoa)



3.5 Irudia. Begizta itxiko transferentzi funtzioaren Bode diagrama (erreala eta asintotikoa)

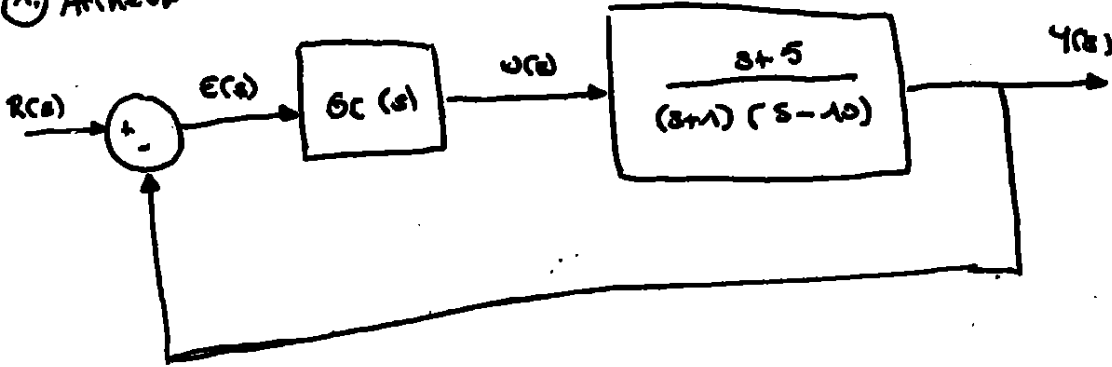


3.6 Irudia. Begizta ibiko sistemaren espaloi unitario erantzuna



2016/01/19

(A) Arifketa



1) Manakah sistem yang lebih unggul? Error Toluca dan justifikasi
 K_c -ren dan bobot - tartetan dan sistem yang sama.

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

poles $\rightarrow \begin{cases} s_1 = -1 \\ s_2 = 10 \end{cases}$
 zero $\rightarrow s_3 = -5$

$$1 + GH = 1 + K_c \cdot \frac{s+5}{(s+1)(s-10)} \cdot 1 = s^2 - 9s - 10 + K_c(s+5) = 0$$

$$\boxed{s^2 + (K_c - 9)s + (5K_c - 10) = 0}$$

$K_c > 9$ $K_c > 2$

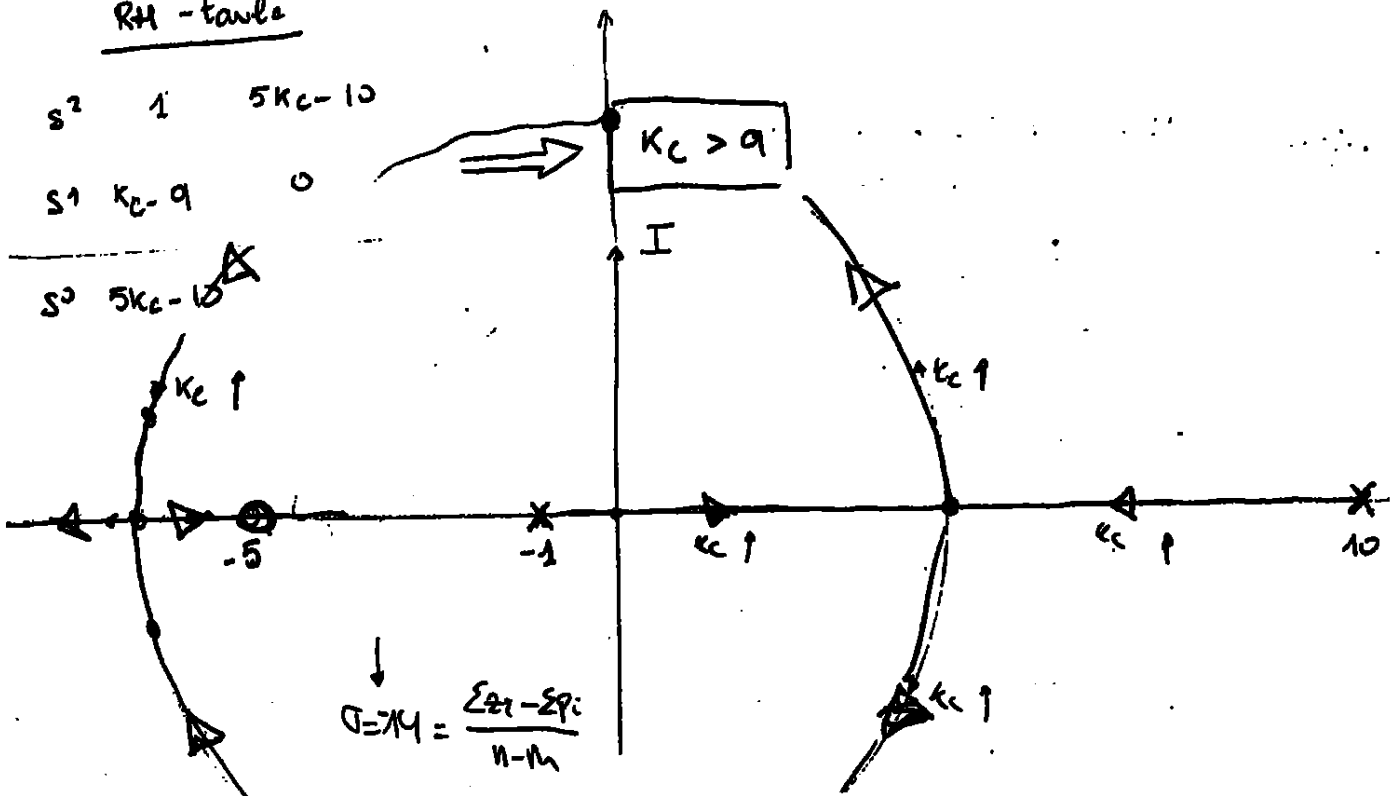
Kol justifikasi part b (tan khar dir
 dan gain dan nilai.

RH - table

$$s^2 \quad 1 \quad 5K_c - 10$$

$$s^1 \quad K_c - 9 \quad 0$$

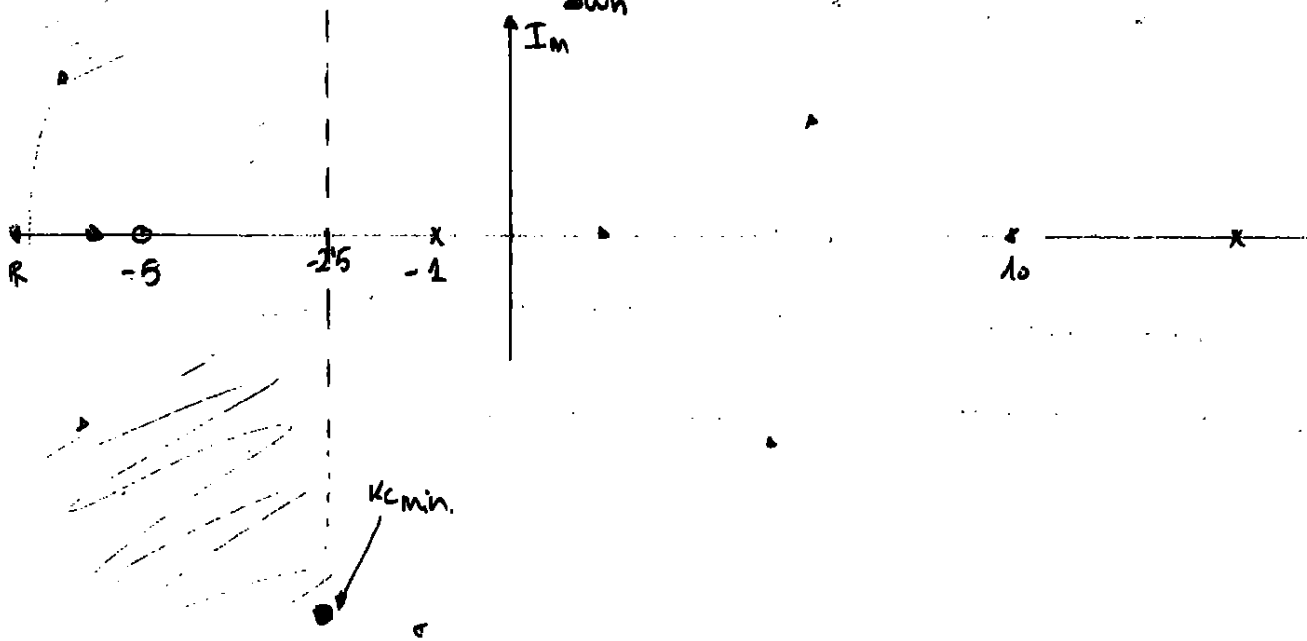
$$s^0 \quad 5K_c - 10$$



$$\sigma = \eta = \frac{\sum z_i - \sum p_i}{n - m}$$

2) Diseinain kontrolagailu ahelik eta eraketa, espala erreferentzia-santirari erantzutean egunkortze denbora (%2 irp.) 1'6 s edo txiki. dela.

$$t_s \leq 16 \text{ s} \rightarrow t_s = \frac{4}{\delta \omega_n} \leq 16 \rightarrow \delta \omega_n \geq 2.5$$



• P kontrolagailua erabiliz nahiko da eraketa digutse baldintzak betetzeko:

$$G_{bc}(s) = \frac{K \cdot G_p}{1 + K \cdot G_p} = \frac{K \cdot (s+5)}{(s+1)(s-10) + K(s+5)} = \frac{K(s+5)}{s^2 + (K_c - 9)s + (5K_c - 10)}$$

$$s^2 + \omega_n s + \omega_n^2 = s^2 + (K_c - 9)s + (5K_c - 10) \rightarrow \begin{cases} \delta \omega_n = 2.5 \\ K_c - 9 = 2 \cdot 2.5 \rightarrow K_c > 14 \end{cases}$$

3) Gairidiletara %15koa iraketa nahiko da.

$$\Gamma_p = 0.15 \rightarrow \delta = 0.717 \rightarrow \theta = 58.8^\circ$$

$$s^2 + 2\delta \omega_n s + \omega_n^2 = s^2 + (K_c - 9)s + (5K_c - 10) \rightarrow \begin{cases} \delta = 0.517 \approx 0.5 \\ \omega_n = K_c - 9 \\ \omega_n^2 = 5K_c - 10 \rightarrow K_c = 17 \end{cases}$$

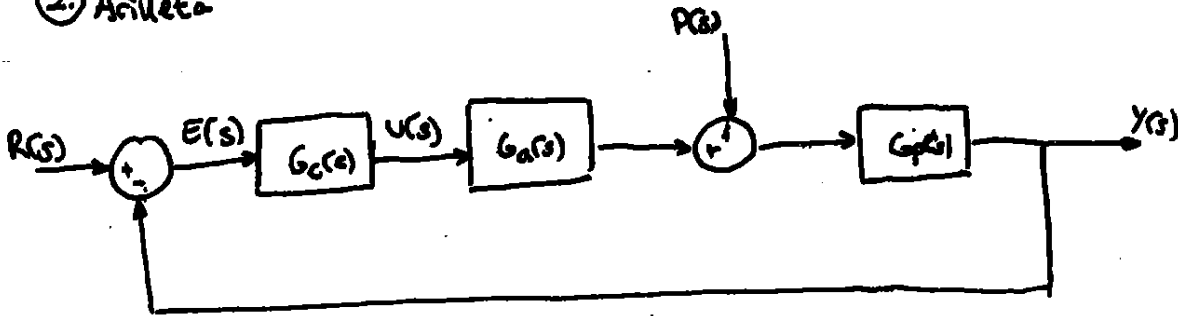
$$\rightarrow s = -4.5 \pm \frac{\sqrt{50}}{2} \Rightarrow \text{oso gertu dago } s(R) \text{ eta } s_{\text{era}} = -5$$

• Orduan hobe iraketa da PD kontrolagailu bat erabiltzea.

$$G_c(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{T_d} \cdot s \right) \rightarrow T_d = 1$$

$$1 + 64 = (s-10) + K(s+5) = (1+K)s + (5K-10) = 0 \rightarrow K > 2$$

② Arileta



⊗ BODE $G_c \cdot G_a$

⊗ $G_{bc}(s) \rightarrow$ ~~1. ordena~~
 \rightarrow 2. ordena.

⊗ $G_a(s) \rightarrow$ 1. ordena eta inaktu 5

$G_a(s) = \frac{5}{1+0.1s} \Rightarrow G_c(s) = 5 \cdot (s+1)$

1) Justifikatu zein motako sistema bereizkatua den, grafiketarik ezratu. Informazioan oinarrituta ezaldu, trazu- funtzioak kalkulatu ezaldu.

BODE $\rightarrow G_c \cdot G_a$

$G_c G_a = \frac{K \left(\frac{s}{10} + 1\right)}{\left(\frac{s}{10} + 1\right)}$ non $28 = 20 \log K \rightarrow K = 25 \cdot 12$

$G_c G_a = \frac{25 \cdot 12 (s+1)}{(s+10)}$

Multiplicata $G_c G_a = \frac{250 (s+1)}{(s+10)}$

$y_d(t) \equiv r(t)$ erref. espazio unitario $\rightarrow G_{bc}(s) \Big|_{D=0} = \frac{G_c \cdot G_a \cdot G_p}{1 + G_c G_a \cdot G_p}$

$\frac{250}{s^2 + 10s + 250}$

$\pi_p = \frac{y(tp) - y_{ss}}{y_{ss}} = \frac{1.36 - 1}{1} = 0.36$

$\delta = \sqrt{\frac{\ln^2 \pi_p}{\pi^2 + \ln^2 \pi_p}} = 0.309$

$\omega_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1 - \delta^2}} = 0.21 s \rightarrow \omega_n = 45.73 \frac{rad}{s}$

$y_{ss} = K \cdot r \rightarrow K = \frac{y_{ss}}{r} = \frac{1}{1} = 1$

$\frac{2474}{s^2 + 9.72s + 2474} = \frac{G_p \cdot \frac{25 \cdot 12 (s+1)}{(s+10)}}{1 + G_p \cdot \frac{25 \cdot 12 (s+1)}{(s+10)}} = \frac{G_p \cdot 25 \cdot 12 \cdot (s+1)}{(s+10) + G_p \cdot 25 \cdot 12 (s+1)}$

$G_{bc}(s) \Big|_{D=0} = \frac{2474}{s^2 + 9.72s + 2474}$

$G_p(s) = \frac{0.959}{(s+1) \cdot s}$

Multiplicata $\frac{1}{s(s+1)}$

$\rightarrow s^2 + 9.72s + 2474 = (s+10)(s+x) + 2474 \rightarrow x = 0$

- Trasf-funtzioei hurbilketa bat egin dugu, hobeto lan egiteko:

$$G_c G_a(s) = \frac{250(s+1)}{(s+10)} \quad ; \quad G_c(s) \Big|_{D=0} = \frac{250}{s^2 + 10s + 250}$$

$$G_p(s) = \frac{1}{s(s+1)} \quad ;$$

- $G_p(s)$ integradore bat dauka, ordena \rightarrow 1go notakoa da

- Gainera $y_1(t)$ funtzioa jarraitzen du perfektu inolako errorenik edukieta ordenan, BODE Diagrama begiratu hasten denek leku zuzen batekin inolako maldaketarik, ez dago integradore. Ordenan, beraz (eta beraz) integradore $G_p(s)$ egin behar da. \rightarrow 1go notakoa

1) Eto $D(s)$ sailera \rightarrow ereduak \rightarrow $G_p(s)$ itxipit.

2) Leku kontrolagailu-erregulazioaren eta plantaren trf.-funtzioak.

$$G_c G_a(s) = \frac{250(s+1)}{(s+10)} \quad ; \quad G_p(s) = \frac{1}{s(s+1)} \quad \oplus \quad G_c(s) \text{ } \wedge \quad G_a(s)$$

3) Kalkulatu benelaketaren errore-koef. estatikoak. (K_p , K_v eta K_a)

$$\left\{ \begin{aligned} K_p &= \lim_{s \rightarrow 0} G(s) H(s) = \infty \\ K_v &= \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot G(s) H(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{250(s+1)}{(s+10)} \cdot \frac{1}{s(s+1)} \right] = \frac{25}{10} \\ K_a &= \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s) H(s) = \frac{0}{1} \end{aligned} \right.$$

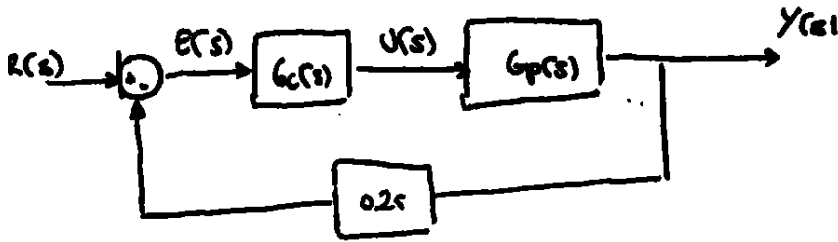
4) Kalkulatu iraultzailearen erroren balioa $r(t)$ ko anp. espazio eta $d(t)$ -0.1 ur

$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot E(s) = e_{SR} + e_{SSD} = \lim_{s \rightarrow 0} \left[\frac{-1.5}{1 + \frac{250}{s(s+1)(s+10)}} \cdot \frac{-0.1}{s} \right] = \frac{0.1 \cdot 10 \cdot 1}{250} = \frac{1}{250}$$

$$E(s) = R(s) - Y(s) = R(s) - [G_p \cdot D(s)]$$

$$E(s) = \frac{1}{1 + G_c G_a} [R(s) - G_p D(s)]$$

3) Aktultra



1) Identifikasi $G_p(s)$ fungsi.

3.2 Indis → BODE Diagrama ($G_p(s)$)

$$G_p(s) = \frac{k}{(\frac{s}{4} + 1)^2} = \frac{k \cdot 4^2}{(s+4)^2}$$

non $-30 = 20 \cdot \text{Log} k \rightarrow k = 0.032$

$G_p(s) = \frac{0.512}{(s+4)^2}$

$\frac{1}{4} \text{ dB/dk}$ mld. • Hasieran melda 0 daida eta K aten dezahp. et dageselan inlaku integroberie.

2) Identifikasi $G_c(s)$ fungsi.

3.4 Indis → BODE Diagrama ($G_{BA}(s)$)

$$G_{BA}(s) = \frac{4 \cdot (\frac{s}{10} + 1)}{s (\frac{s}{4} + 1)^2} = \frac{6.4 (s+10)}{s (s+4)^2} = G_c(s) \cdot G_p(s) \cdot U(s)$$

$$\frac{6.4 (s+10)}{s (s+4)^2} = \frac{0.512}{(s+4)^2} G_c(s) \cdot 0.2s \rightarrow G_c(s) = \frac{50 (s+10)}{s}$$

3) Astero grafiku sistema berrekotasuna epnortasuna (π_F eta π_G).

Grafiku → $\begin{cases} \pi_F = 20^\circ \\ \pi_G = 20 \text{ dB} \end{cases} \Rightarrow \pi_F > 0 \wedge \pi_G > 0 \Rightarrow \underline{\underline{\text{EGUNKORRA}}}$

→ Norain ego daiteu irabazpena sist. zengor kotu barik? → K_{max} ?

→ $\pi_G = 20 \log K_{\text{er}}$

→ $20 = 20 \log K_{\text{er}} \rightarrow \underline{\underline{K_{\text{er}} = 10}}$

