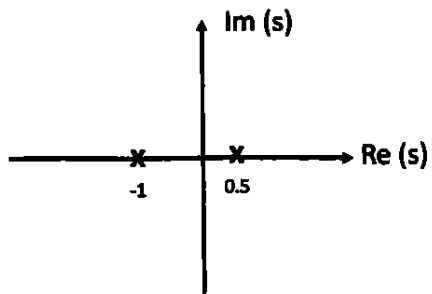
	Nombre _____ Izena _____	Ikasturtea: 2013/2014 2014/Ekaina/27
	1º Apellido _____ 1 Deltura _____	Iraupena: 2ordu 45min
	2º Apellido _____ 2 Deltura _____	Taldea



1. PROBLEMA - (10%) Sistema berralikatu baten begizta Irekiko transferentzi funtzioak ondorengo polo eta zeroak ditu.



Erantzun ezazu, arrazoituz, ondorengo baleztapenak egiazkoak ala faltsuak diren:

- a. Sistema hau egonkortzea posible da, P kontrol proportzionala erabiliz.
- b. Sistema hau egonkortzea posible da, PD kontrolagailuaren bidez.

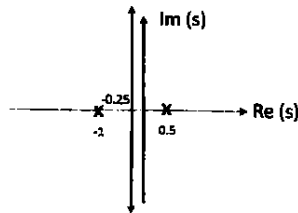
Hecho

a) P kontroladorea

$$G_{BA}(s) = G_c(s)G_p(s) = K_c \frac{K}{(s+1)(s-0.5)}$$

Transferentzi funtzioaren poloen kokapena bakarrik dugu (ez irabazpena), hortaz, metodo analitikoa erabili ordez komenigarriagoa da erabiltzea erroen kokapen geometrikoa:

- $n=2$ polo eta $m=0$ zero
- $n=2$ polo \Rightarrow 2 adar ditu EKG
- Ardatz errealean $(-1, 0.5)$ tartean
- Asintotak: $n-m=2$
 - $\sigma = \frac{-1+0.5}{2} = -0.25$
 - $\theta_{1,2} = \frac{(2k+1)\pi}{2} = \pm 90^\circ$



Hortaz, ikusten denez, K_c batetik aurrera begizta itxiko poloak erdiplano negatiboak kokatzen dira, sistema egonkortuz.

a) PD kontroladorea

$$G_{BA}(s) = G_c(s)G_p(s) = K_c(1 + T_d s) \frac{K}{(s+1)(s-0.5)}$$

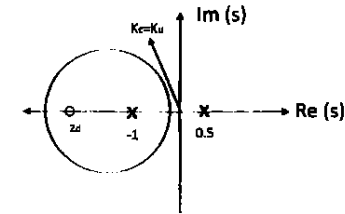
Transferentzi funtzioaren poloen kokapena bakarrik dugu (ez irabazpena), hortaz, metodo analitikoa erabili ordez komenigarriagoa da erabiltzea erroen kokapen geometrikoa.

Bestalde PD-ak txertatzen duen zeroa hainbat posiziotan kokatu dezakegu. Zeroa < -1 bada:

- $n=2$ polo eta $m=1$ zero
- $n=2$ polo \Rightarrow 2 adar ditu EKG
- Ardatz errealean $(-\infty, z_d)$ tartean eta $(-1, 0.5)$ tartean

• Asintotak: $n-m=1$

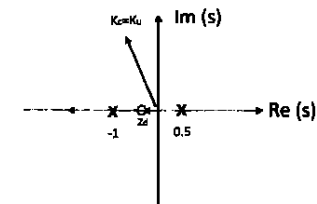
- $\sigma = \frac{z_d - 1 + 0.5}{2}$
- $\theta_1 = \frac{(2k+1)\pi}{1} = \pm 180^\circ$




Hortaz, ikusten denez, K_c batetik aurrera begizta itxiko poloak erdiplano negatiboak kokatzen dira, sistema egonkortuz.

Zeroa $(-1, 0)$ tartean badago:

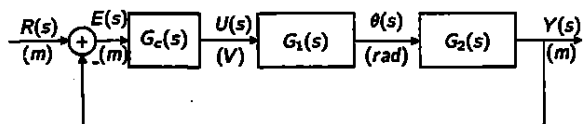
- $n=2$ polo eta $m=1$ zero
- $n=2$ polo \Rightarrow 2 adar ditu EKG
- Ardatz errealean $(-\infty, -1)$ tartean eta $(z_d, 0.5)$ tartean
- Asintotak: $n-m=1$
 - $\sigma = \frac{z_d - 1 + 0.5}{2}$
 - $\theta_1 = \frac{(2k+1)\pi}{1} = \pm 180^\circ$



Hortaz, ikusten denez, K_c batetik aurrera begizta itxiko poloak erdiplano negatiboak kokatzen dira, sistema egonkortuz.

	ikasturtea: 2013/2014 2014/Ekaina/27
	Iraupena: 2ordu 45min
Nombre _____ Izena _____ 1º Apellido _____ 1 Deitura _____ 2º Apellido _____ 2 Deitura _____	Taldea _____

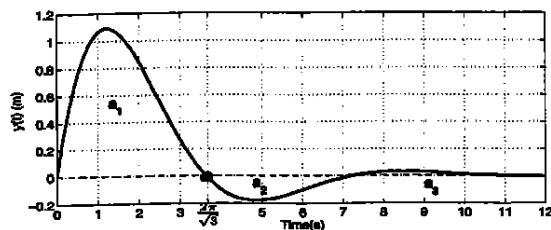
2. PROBLEMA - (30%) Ondorengo irudien erakusten dena desplazamenduaren kontrolerako sistema bat da, eragingailu elektriko batek, $G_1(s)$, eta sistema mekaniko batek, $G_2(s)$, osatua. Horrela, eragingailurako sarrera-tentsioak, $u(t)$ (V), erroztazio-mugimendua sorraraziko du, θ (rad), eta honek sistema mekanikoari eragingo dio bere lrtteeran translazioa sorraraziz, $y(t)$ (m).



Fabrikatzaileak emandako parametroen arabera, $G_1(s)$ eragingailuaren eredu matematikoa lortu da,

$$2\dot{\theta}(t) + 20\theta(t) = u(t)$$

Era berean, $G_2(s)$ sistema mekanikoak ondorengo erantzuna ematen duela jakin da, bere θ sarreraren 1 rad anplitudeko inpultsua ezartzen zaionean.



$a_1=2.326$
 $a_2=0.381$
 $a_3=0.055$

¼-ko moteladura-eriazioa eta egoera iraunkorreko errore nulua bermatzen duen kontrolagailurik sinpleena diseina ezazu, pausu guztiak justifikatuz.

SINTONIZAZIO-TAULAK

ZIEGLER-NICHOLS BEGIZTA IREKIAN

Kontrolagailu mota	K_c	T_i	T_d
P	$\frac{1}{K} \frac{\tau}{t_m}$	-	-
PI	$\frac{0.9}{K} \frac{\tau}{t_m}$	$3t_m$	-
PID	$\frac{1.2}{K} \frac{\tau}{t_m}$	$2t_m$	$0.5t_m$

ZIEGLER-NICHOLS BEGIZTA ITXIAN

Kontrolagailu mota	K_c	T_i	T_d
P	$0.5K_u$	-	-
PI	$0.4K_u$	$0.8T_u$	-
PID	$0.6K_u$	$0.5T_u$	$0.125T_u$

$$G_1(s) = \frac{1}{2s + 20} = \frac{0.5}{s + 10}$$

$$G_2(s) = \frac{2}{s^2 + s + 1}$$

Kontroladorea: PI, Ziegler-Nichols begizta itxian erabili behar da.

$$K_u = 111$$

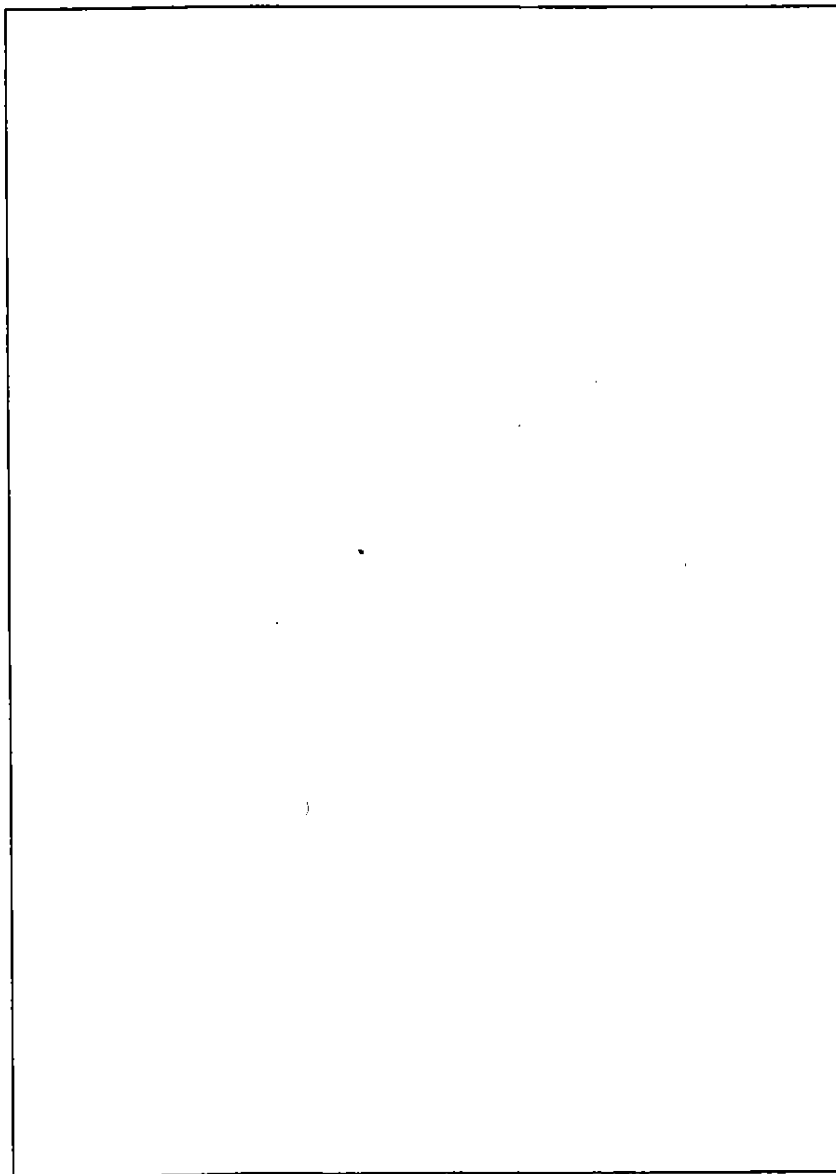
$$T_u = \frac{2\pi}{\omega_n} = 2\pi/\sqrt{11} \text{ seg}$$


Datu hauetan oinarrituta taulara jo eta PI kontroladorea diseina dezakegu:

$$K_c = 0.4K_u = 44.4$$

$$T_i = 0.8T_u = \frac{1.6\pi}{\sqrt{11}} \text{ seg}$$

$$G_c(s) = 44.4 \left(1 + \frac{1}{1.6\pi/\sqrt{11} s} \right)$$



 <p>Universidad del País Vasco</p> <p>Baselari Herriak unibertsitateak</p>	<p>Nombre _____</p> <p>Izena _____</p>	Ikasturtea: 2013/2014 2014/Ekaina/27
	<p>1ºApellido _____</p> <p>1. Deltura _____</p>	Iraupena: 2ordu 45min
	<p>2ºApellido _____</p> <p>2. Deltura _____</p>	Taldea

3. PROBLEMA - (30%) Sistema baten transferentzi funtzioa honako hau da:

$$G(s) = \frac{s - 2}{(s + 1)(s + 5)}$$

Esatzen dena zera da:

- Begizta itxiko sistema egonkorra lortzeko ahaleginean, berrelikadura bidezko ahalik eta kontrol sistematik errazena diseinatu nahi da. Azal ezazu egindako kontrolagailuaren hautua eta bila ezazu bere parametroen balizko balioen tartea.
- Hortaz gainera, sistema berrelikatuaren egonkortze-denbora 3 segundo edo txikiagoa (%5eko Irizpidea) izatea nahi bada, froga ezazu aurreko ataleko kontrolagailu horrek balio duen edo ez. Ezezkoan, hauta ezazu baldintza biak beteko dituen kontrolagailurik errazena eta kalkula ezazu zeintzuk izan behar diren bere parametroen balio-tarteak espezifikazio horiek bete ahal izateko.

SINTONIZAZIO-TAULAK

ZIEGLER-NICHOLS BEGIZTA IREKIAN

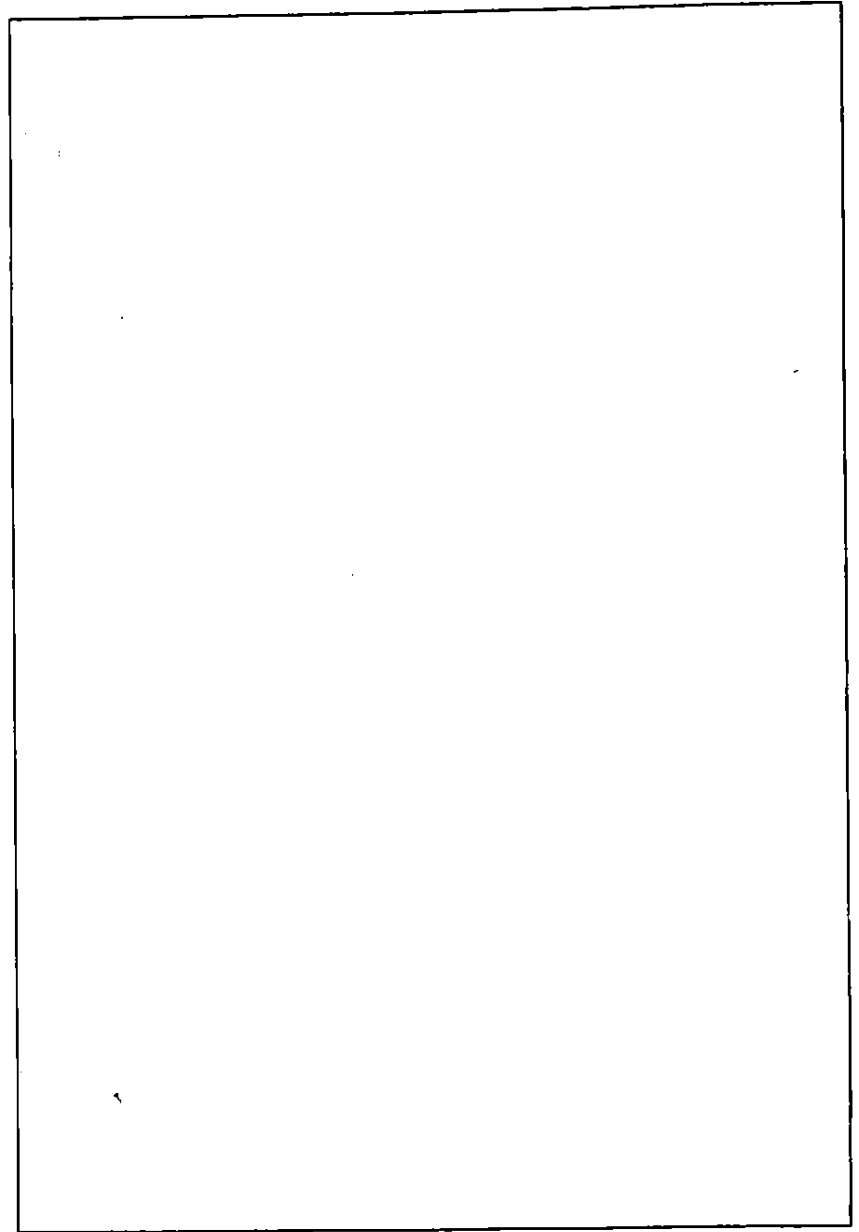
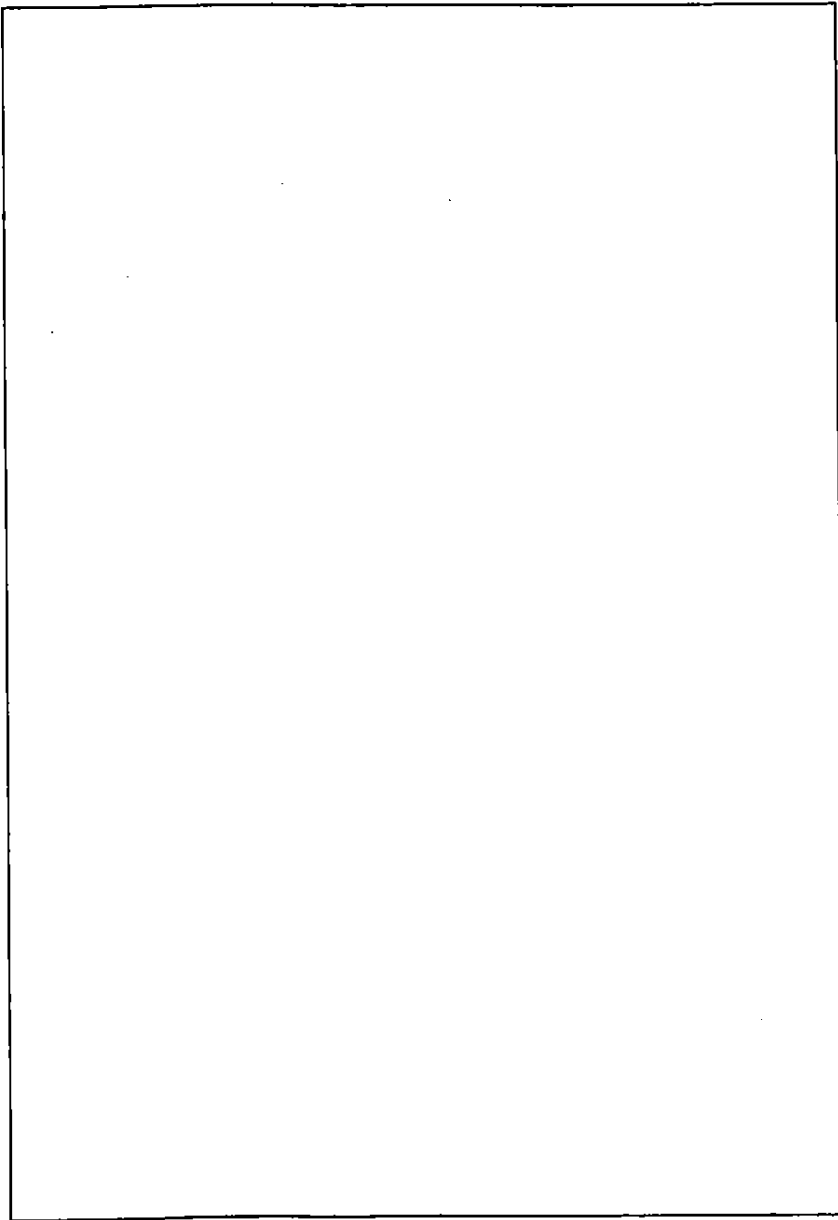
Kontrolagailu mota	K_c	T_i	T_d
P	$\frac{1}{K} \frac{\tau}{t_m}$	-	-
PI	$\frac{0.9}{K} \frac{\tau}{t_m}$	$3t_m$	-
PID	$\frac{1.2}{K} \frac{\tau}{t_m}$	$2t_m$	$0.5t_m$


ZIEGLER-NICHOLS BEGIZTA ITXIAN

Kontrolagailu mota	K_c	T_i	T_d
P	$0.5K_u$	-	-
PI	$0.4K_u$	$0.8T_u$	-
PID	$0.6K_u$	$0.5T_u$	$0.125T_u$

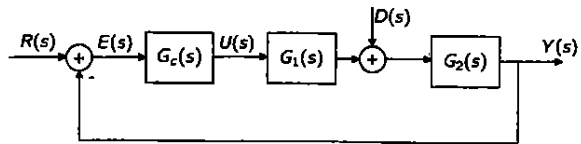
a) P kontroladorea egonkortuko du sistema baldin eta $K_c \in (0, 2.5)$

b) PD kontroladorea behar da, non, $K_c \in (0, 4/3)$ eta $T_d = 1$ seg

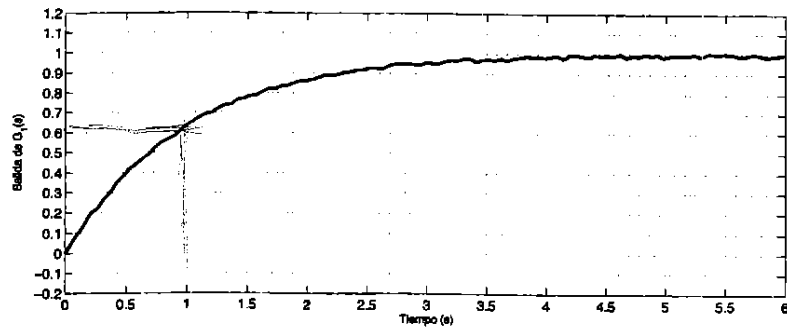


	Ikasturtea: 2013/2014 2014/Ekaina/27
	Iraupena: 2ordu 45min
	Taldea
Nombre _____ Izena _____ 1º Apellido _____ 1 Deitura _____ 2º Apellido _____ 2 Deitura _____	

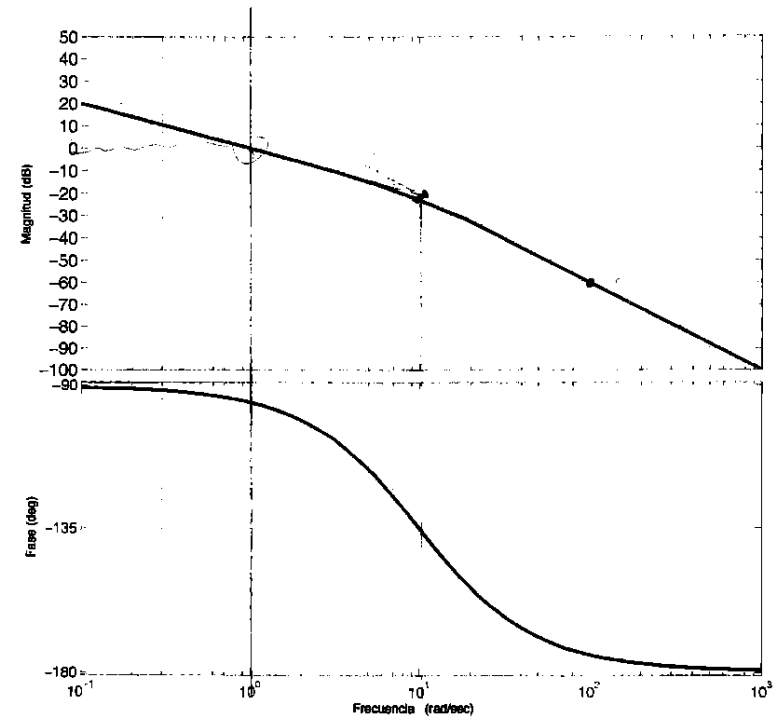
4. PROBLEMA - (30%) Ondorengo sistema berrelikatuan kontrolagailua proportzionala da:



Jakin denez, $G_1(s)$ sistemak ondorengo maila unitario erantzuna ematen du,



Bestalde, $G_2(s)$ sistemak ondorengo maiztasun-erantzuna eman duela jakin da ere,

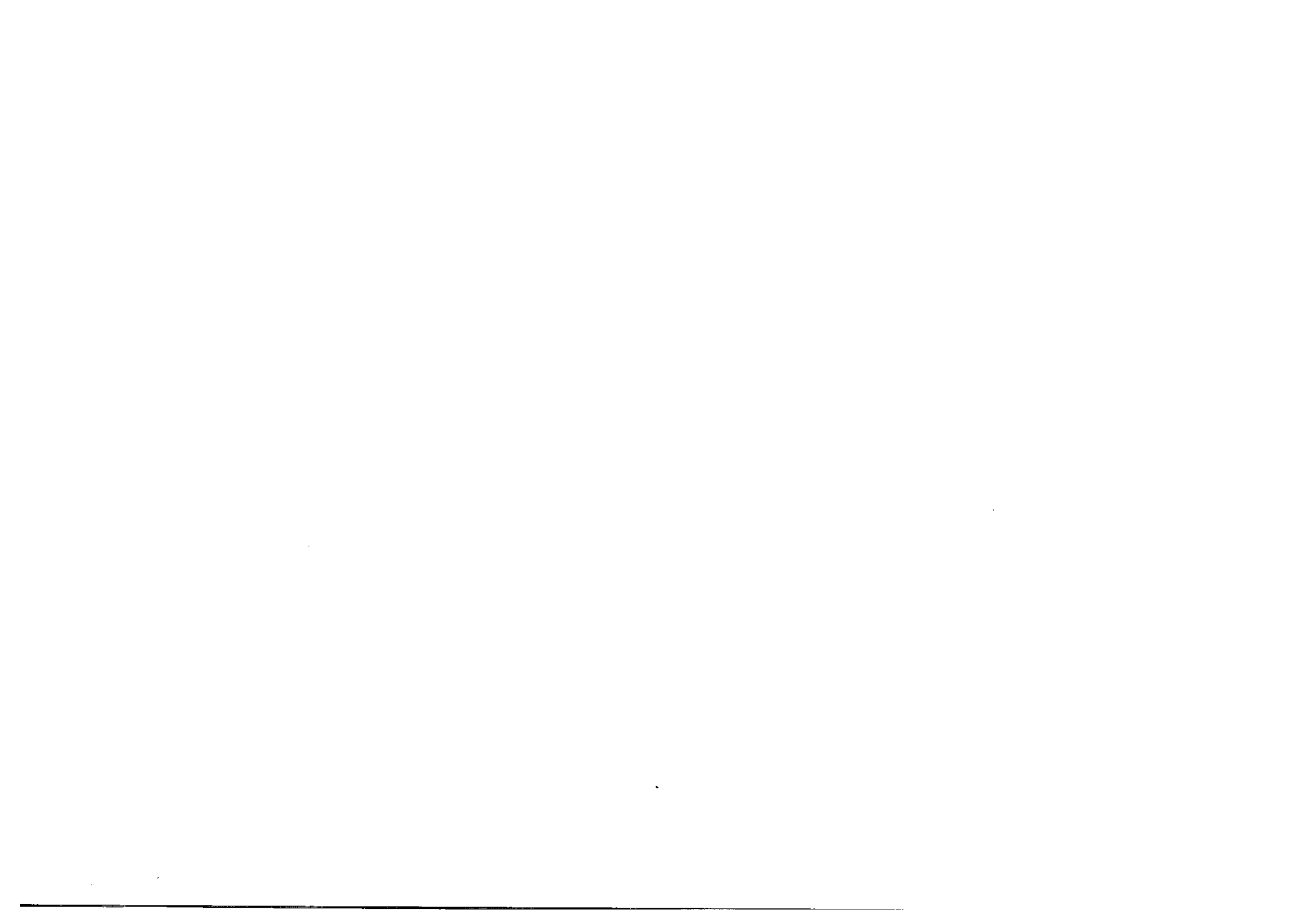


Azter ezazu eta kalkulatu egoera iraunkorreko errorearen balioa kontrolagailuaren irabazpenaren untzio bezala adieraziz, $r(t)$ erreferentzian 2 anplitudeko maila eta $d(t)$ perturbazioan 0.5 anplitudeko maila ezartzean.

$$G_1(s) = \frac{1}{1+s}$$

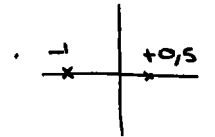
$$G_2(s) = \frac{1}{s(0.1s+1)}$$

$$e_{ss} = e_{ssr} + e_{ssd} = 0 + \frac{-0.5}{K_c} = \frac{-0.5}{K_c}$$

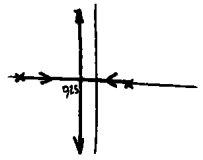


JUNIO 2014

⓪



a) P erbiliz, egonkorta? EGIA

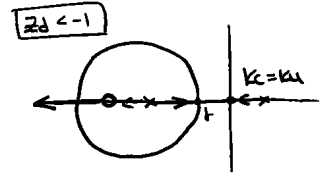


$n=2 \rightarrow 2$ adar ① $(0,5, \infty)$
 $m=0$ ② $(-1, \infty)$

Ardatz erreakzio $\rightarrow (-1, 0,5)$ Polo bat eskuraren.

$n-m = 2$ ASINTOTA
 $\sigma = \frac{-1+0,5}{2} = 0,25$
 $\theta_{1,2} = \frac{(2k+1)\pi}{2} = \pm 90$

b) PD? \rightarrow zero. EGIA

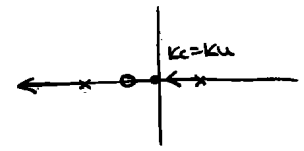


$n=2 \rightarrow 2$ adar ① $(0,5, ?)$
 $m=1$ ② $(-1, ?)$

Ardatz erreakzio $\rightarrow (-1, 0,5)$
 $(-\infty, z_d)$

$n-m = 1$ ASINTOTA
 $\sigma = \frac{-z_d - 1 + 0,5}{2}$
 $\theta_{1,2} = \pm 180$

$-1 < z_d < 0$



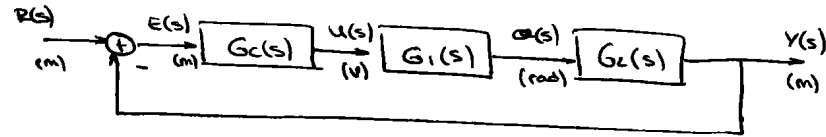
Ardatz erreakzio $\rightarrow (-z_d, 0,5)$
 $(-\infty, -1)$

Ikusten duge ke batenik aurrera, polok erdi plano negatiboan kokatzen direla. Beraz, sist egonkorra



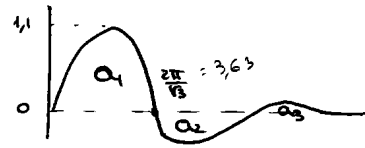
$G_1(s) \rightarrow$ elektronika

$G_2(s) \rightarrow$ mekhanika



$$G_1(s) \rightarrow 2\dot{\Theta}(t) + 20\Theta(t) = U(t)$$

$G_2(s) \rightarrow$ Θ sarnen 1 rad amplitudako inputbua ezartzen.



$$a_1 = 2,326$$

$$a_2 = 0,381$$

$$a_3 = 0,055$$

$$M_p = 1/4$$

$$e_{ss} = 0$$

Kontrolapilw sinplena?

(G1)

$$2s\Theta(s) + 20\Theta(s) = U(s) \rightarrow \frac{\Theta(s)}{U(s)} = \frac{1}{2s+20} = G_1(s)$$

(G2)

$$y_p = a_1 = 2,326$$

$$y_{ss} = \sum a_i = 2$$

$$M_p = \frac{y_p - y_{ss}}{y_{ss}} = 0,163 \rightarrow \delta = \sqrt{\frac{\ln M_p^2}{\ln M_p^2 + \pi^2}} = 0,5$$

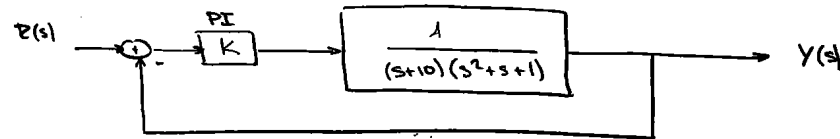
$$\epsilon_p = 3,63 = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\delta^2}} \rightarrow \omega_n = \frac{\pi}{3,63 \sqrt{1-0,5^2}} = 1$$

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{y_{ss}}{u}$$

$$G_2(s) = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2} = \frac{2}{s^2 + s + 1}$$

• $\frac{1}{4}$ mot erlaxira eskala \rightarrow 2N \rightarrow (ez dugu kurba) BITMA

• $e_{ss} = 0$ \rightarrow \int aurrean \rightarrow 1 nota \rightarrow (0 nota dugu) PI



$$G_{BC}(s) = \frac{K}{(s+10)(s^2+s+1) + K} = \frac{K}{s^3 + 11s^2 + 11s + (10+K)}$$

$$s^3 + s^2 + s + 10s^2 + 10s + 10 + K$$

s^3	1	11
s^2	11	10+K
s^1	b_1	
s^0	c_1	

$$b_1 = -\frac{1}{11} \begin{vmatrix} 1 & 11 \\ 11 & 10+K \end{vmatrix} = \frac{121 - (10+K)}{11} = \frac{111-K}{11}$$

$$c_1 = 10+K$$

LIMITE $\rightarrow \frac{111-K}{11} = 0 \rightarrow \boxed{K_{CR} = 111}$

s^3	1	11
s^2	11	121
s^1	0	
s^0	c_1	

$$\rightarrow P(s) = 11s^2 + 121 = 0 \rightarrow s_{1/2} = \pm \sqrt{\frac{-121}{11}} = \pm \underbrace{3,32}_{\omega_n} i$$

$$\boxed{T_{ce} = \frac{2\pi}{\omega_n} = 1,9}$$

PI \rightarrow TABLA

$$\boxed{K_C = 0,4 \quad K_R = 44,4}$$

$$\boxed{T_i = 0,8 \quad T_{ce} = 1,52}$$

$$PI = K_C \left(1 + \frac{T_i}{s} \right) \rightarrow$$

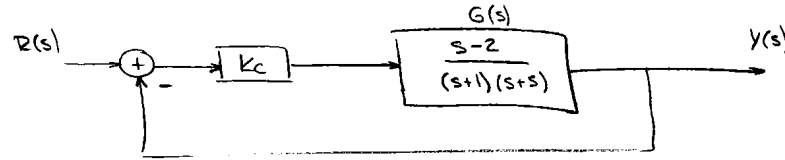
$$\boxed{PI \rightarrow G_C(s) = 44,4 \left(1 + \frac{1,52}{s} \right)}$$



$$G(s) = \frac{s-2}{(s+1)(s+5)}$$

RH

a) Berazeta itxiko sist egonkorra kontzako aldagintan, berelak bidazko kontrol sist errezera.



$$G_{bc}(s) = \frac{Kc(s-2)}{(s+1)(s+5) + Kc(s-2)} = \frac{Kc(s-2)}{s^2 + s(6+Kc) + (s-2)Kc}$$

$$\begin{array}{r|l} s^2 & 1 \quad s-2Kc \\ s^1 & 6+Kc \quad 0 \\ s^0 & b_1 \end{array}$$

$$b_1 = -1 \quad | \quad 1 \quad s-2Kc \quad | \quad s-2Kc$$

$$\text{Limite} \rightarrow b_1 = 0 \rightarrow s-2Kc = 0 \rightarrow Kc = 2,5$$

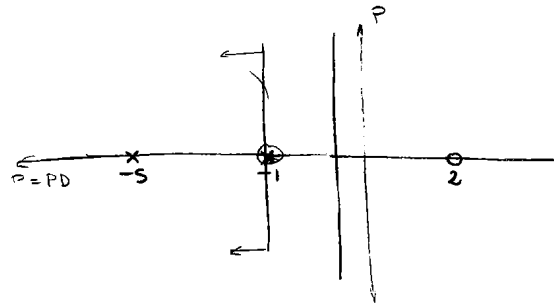
$$Kc \in (0, 2,5)$$

b) $t_{ss}(\%s) \leq 3s$ Azterketa balio du? Bestela zera?

$$t_{ss}(\%s) = \frac{3}{\delta \cdot \omega_n} \leq 3 \rightarrow \delta \cdot \omega_n \geq 1$$

$$t_{ss} = 3\tau = 3 \rightarrow \tau = 1$$

Pez du balio



PD? $\rightarrow z=0$

3) EKG

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

$$G_{BA} = G_c \cdot G(s) = \frac{K_c \cdot T_d (s + \cancel{z_d}) (s - z)}{(s + p)(s + s)} \xrightarrow{\substack{z_d = 1 \\ T_d = 1}} \frac{K_c \cdot T_d (s - z)}{s + s}$$

$$\begin{array}{l} n=2 \rightarrow 2 \text{ oder} \\ m=2 \end{array} \quad \begin{array}{l} \textcircled{1} (-5, 2) \\ \textcircled{2} (-1, -1) \end{array}$$

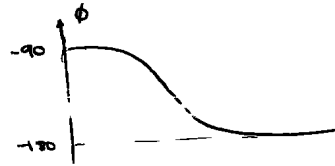
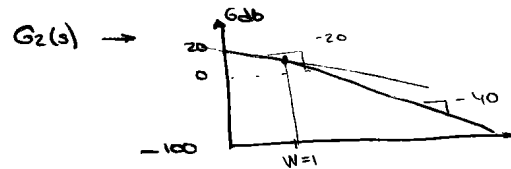
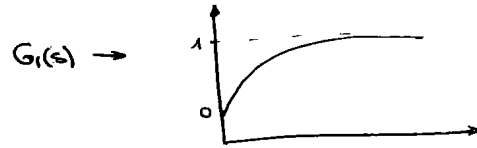
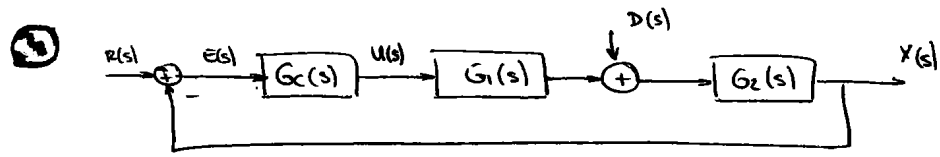
4) KALKULATI

$$T_d = 1 \rightarrow G_{BA} = \frac{K_c(s-2)}{s+s}$$

$$G_{BC}(s) = \frac{K_c(s-2)}{s+s + K_c(s-2)} = \frac{K_c(s-2)}{s(K_c+1) + (5-2K_c)} = \frac{K_c(s-2)}{s \frac{K_c+1}{5-2K_c} + 1}$$

~~$s - 2K_c = 1 - 2K_c = -4 \rightarrow K_c = 2$~~

$$1 = \frac{K_c+1}{5-2K_c} \rightarrow 5-2K_c = K_c+1 \rightarrow 4 = 3K_c \rightarrow K_c = \frac{4}{3}$$



Espora irautkorako ematea koren nerpe! $r(t) = 2 \sqrt{\quad}$ $R(s) = \frac{2}{s}$
 $d(t) = 0,5 \sqrt{\quad}$ $D(s) = \frac{0,5}{s}$

G_1 $G_1(s) = \frac{k}{Ts+1}$ $k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1}{1} = k$

$G_1(s) = \frac{1}{s+1}$

$\frac{1}{63} = \frac{y_{min}}{0} + 0,63 \frac{\Delta y}{1} = 0,63 \rightarrow t_{63} = T = 1s$

G_2 \oplus Hasieran ez da larru $\rightarrow n \cdot 90 + m \cdot 90 = -270$

ω	Molda tot	Molda aldaek	Polo / zero
0	-20dB	0	\rightarrow 1 Polo jakoni : $1/s$
10	-40dB	-20dB	\rightarrow Poloa: $\frac{1}{(s+10)} = \frac{1}{0,1s+1}$

$20 \log k = 20 \rightarrow k = 10^{\frac{20}{20}} = 10$

$G_2(s) = \frac{10}{s(s+10)} = \frac{1}{s(0,1s+1)}$

$$R(s) = \frac{2}{s} \quad D(s) = \frac{0,5}{s}$$

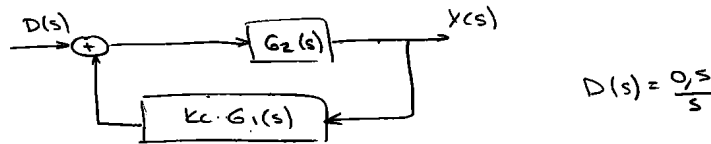
$$e_{ss} = e_{ssD} + e_{ssR}$$

• e_{ssR} $G(s) \cdot H(s) = \frac{K_c}{s(s+1)(0,1s+1)}$

1. NOTA \rightarrow \int area 1 nota \rightarrow $e_{ssR} = 0$

• e_{ssD} $E(s) = R(s) - Y(s) \cdot H(s) \Big|_{s=0} = -Y(s) = -G_D(s) \cdot D(s)$

$G_D(s)$?



$$G_D(s) = \frac{G_2}{1 + G_2 \cdot K_c \cdot G_1} = \frac{1/s(0,1s+1)}{1 + \frac{1}{s(0,1s+1)} \cdot K_c} = \frac{(s+1)}{s(0,1s+1)(s+1) + K_c}$$

$$E(s) = \frac{-0,5}{s} \cdot \frac{(s+1)}{s(0,1s+1)(s+1) + K_c}$$

$$e_{ssD} = \lim_{s \rightarrow 0} s E(s) = \frac{-0,5 \cdot (s+1)}{s(0,1s+1)(s+1) + K_c} = \frac{-0,5}{K_c}$$

$$e_{ss} = 0 - \frac{0,5}{K_c}$$

