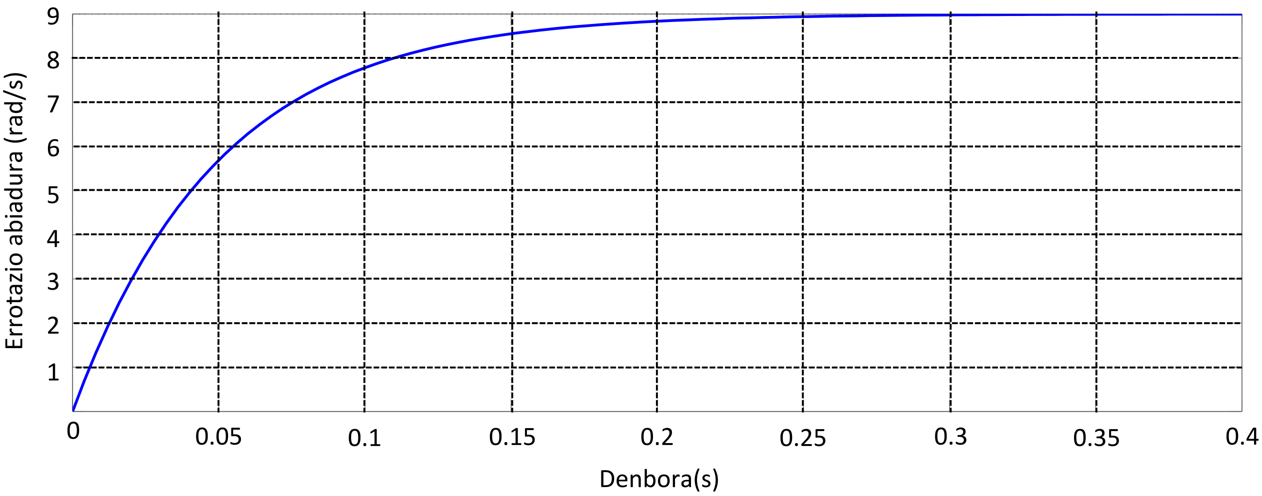
Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa Escuela Técnica Superior de Ingeniería Bilbao eman ta zabal zazu Universidad del país vasco / Euskal herriko unibertsitatea	**AUTOMATIKA ETA KONTROLA**	**Ikasturtea: 2014/2015** **2015/Ekaina/17**
	Izena ________________ 1. Abizena ________________ 2. Abizena ________________	**Iraupena:** 2 ordu 30 min **Taldea**

1. ARIKETA (%40)

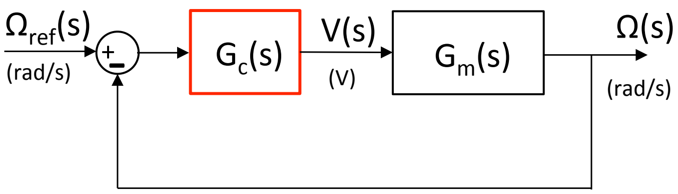
Induzituaren harilduan 1 voltioko sarrera ezartzean zaionean motor bati, 1.1 Irudian erakusten den ω(t) abiaduraz erantzuten du.



1.1. Irudia Motorraren abiaduraren erantzuna

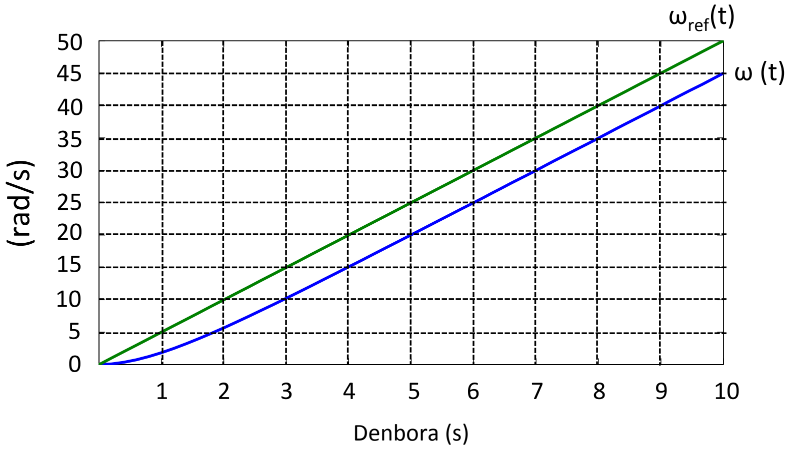
1. Lor ezazu $G_m(s) = \frac{\Omega(s)}{V(s)}$ transferentzi funtzioa.

2. Motorra berrelikadura unitario begizta baten sartuko dugu $G_c(s)$ kontrolagailua diseinatu asmoz, 1.2 Irudian erakusten den bezala. Motorra abiadura-jarraitzaile lanetan erabiltzea da helburua.



1.2 Irudia. Abiadura-jarraitzailea

Diseina ezazu, $G_c(s)$ kontrolagailu bat 1.3 Irudiko errore berdina emango duena, eta kalkula ezazu analitikoki sistemaren egonkortze-denbora %2ko irizpidea erabiliz. Justifika ezazu hartutako erabakien zergatia.



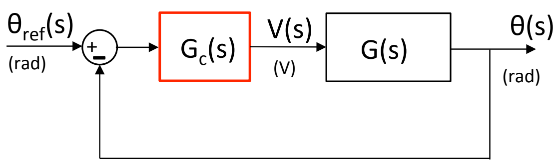
1.3 Irudia. Abiaduraren erreferentzia $\omega_{ref}(t)$ eta erantzuna $\omega(t)$

3. Orain, motor hori bera posizio-sistema bat konfiguratzeko erabili nahi da, engranajea ere duena N_1/N_2= 1/10 erlazioduna. Beraz:

$$\omega_r(t) = \frac{N_1}{N_2}\omega(t) \qquad\qquad \theta(t) = \int \omega_r(t)dt$$

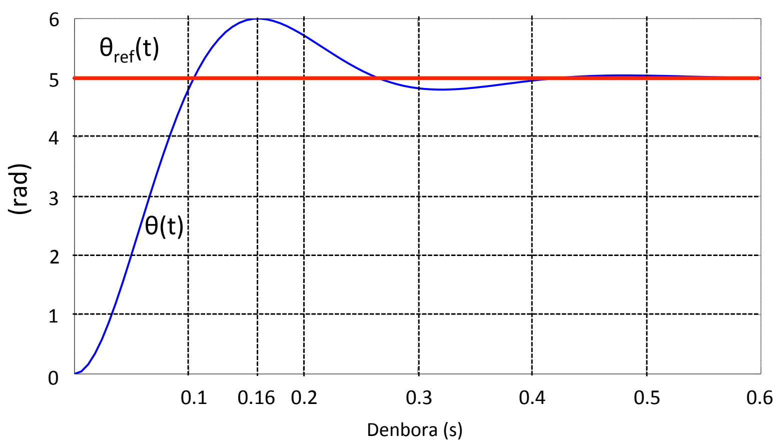
Lor ezazu $G(s) = \frac{\theta(s)}{V(s)}$ transferentzi funtzioa.

4. Orain G(s) 1.4 Irudiko kontrol-sisteman sartuko dugu:



1.4 Irudia. Posizioaren kontrol-sistema

Diseina ezazu, $G_c(s)$ kontrolagailu bat 1.5 Irudiko erantzuna lortzeko begizta itxian, eta kalkula ezazu egoera iraunkorreko errorea sarrera 5 maldadun arrapala denean. Justifika ezazu hartutako erabakien zergatia.



1.5 Irudia. Begizta itxian lortu beharreko erantzuna

1.ARIKETA (%40)-SOLUZIOA

1. ATALA (%10)

$$\boxed{G_m(s)=\frac{\Omega(s)}{V(s)}=\frac{K}{s\tau+1}=\frac{9}{0.05s+1}\,\frac{rad/s}{V}}$$

2. ATALA (%40)

$$\boxed{G_c(s)=\frac{1}{180}\left(\frac{s+20}{s}\right)}$$

$$\boxed{t_s=4\tau=4s}$$

3.- ATALA (%10)

$$\boxed{\begin{array}{l}\Omega_r(s)=\dfrac{N_1}{N_2}\Omega(s)\rightarrow\dfrac{\Omega_r(s)}{\Omega\ (s)}=\dfrac{N_1}{N_2};\\ \theta(s)=\dfrac{\Omega_r(s)}{s}\rightarrow\dfrac{\theta(s)}{\Omega_r(s)}=\dfrac{1}{s};\\ G(s)=\dfrac{\theta(s)}{V(s)}=\dfrac{\theta(s)}{\Omega_r(s)}\cdot\dfrac{\Omega_r(s)}{\Omega(s)}\cdot\dfrac{\Omega(s)}{V(s)}=\dfrac{1}{s}\cdot\dfrac{1}{10}\cdot\dfrac{K}{s\tau+1}=\dfrac{0.9}{s(s0.05+1)}\end{array}}$$

4.- ATALA (%40)

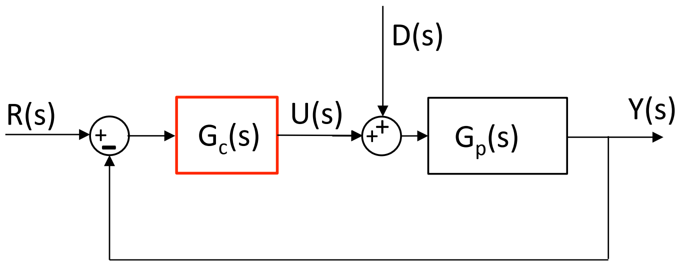
$$\boxed{G_c(s)=K_c=27.03}$$

Eta 5 maldako arrapala sarrerari jarraitzean emango lukeen iraunkorreko errorea:

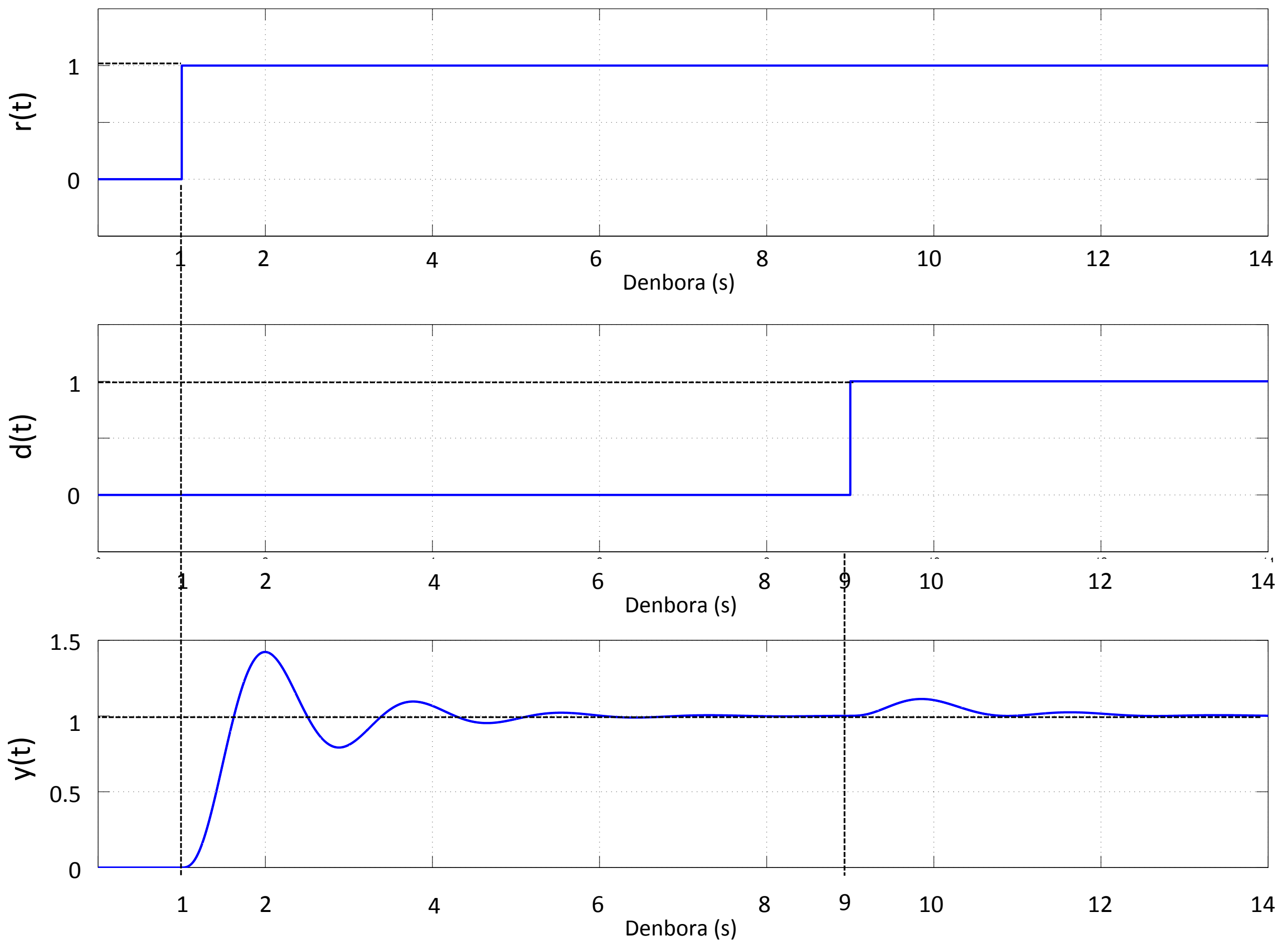
$$\boxed{e_v=\frac{1}{k_v}\rightarrow k_v=\lim_{s\to 0}\ s\cdot K_c\cdot\frac{0.9}{s(s0.05+1)}=24.32\rightarrow e_{ss}=\frac{5}{24.32}=0.2\ \ rad}$$

2. ARIKETA (%30)

2.1 Irudiko kontrol-sisteman, kontrolagailua PID motakoa da baina ez dakigu zein algoritmo erabili den, ezta bere parametroei emandako balioa ere. Plantaren (G_p) irabazpen estatikoa 0.5 dela jakina da eta egindako esperimentu batzuetan erregistratutako informazioa dago. Horietako esperimentu baten lortutako datuak aurkeztu dira 2.2 Irudian: erreferentzia eta perturbazio sarreren eboluzioa alde batetik, eta bestetik, kontrolatutako aldagaiaren erantzuna sarrera horiei.

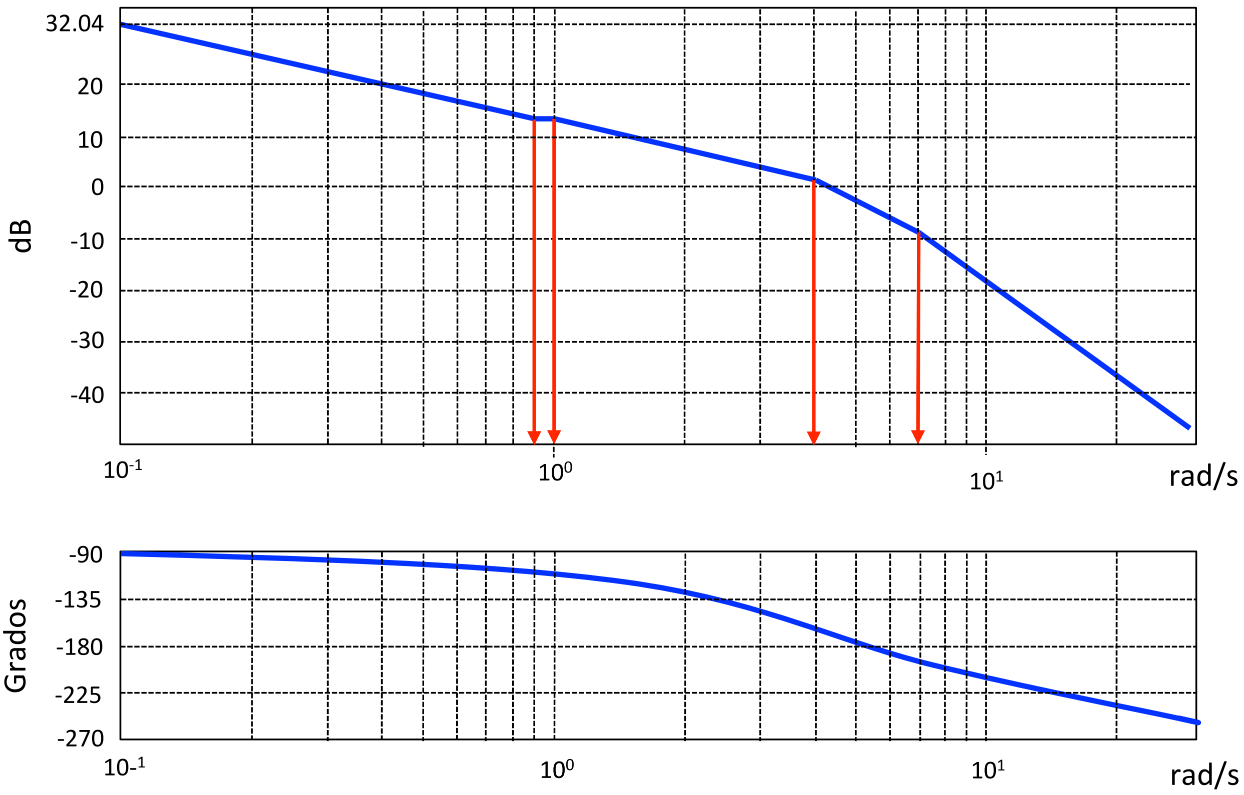


2.1 Irudia. Kontrol-sistema



2.2 Irudia. r(t), d(t) eta y(t) aldagaien bilakaera

2.3 Irudian, begizta irekiko sistemaren Bode diagrama daukagu, esperimentu horretan erabilitako kontrolagailua barne.



2.3 Irudia. Begizta irekiko sistemaren Bode diagrama

1. Zein da egoera iraunkorreko errorea, erreferentzia $R(s) = \frac{1}{s}$ eta perturbazioa $D(s) = \frac{e^{-9s}}{s}$ direnean?.

2. Zein izango da egoera iraunkorreko errorea, perturbaziorik gabe, erreferentzia arrapala unitarioa bada?.

3. Identifika ezazu begizta irekiko sistemaren transferentzi funtzioa.

4. Ondoriozta ezazu zein den $G_c(s)$ kontrolagailuaren transferentzi funtzioa. Adieraz itzazu bere parametroaren balioak ere.

5. Azter ezazu sistema berrelikatuaren egonkortasuna, balio esanguratsuenak Bode diagraman bertan adieraziz.

6. Kontrolagailuaren irabazpenaren zein baliok eramango du sistema hau egonkortasunaren mugara?.

2.ARIKETA %(30)-SOLUZIOA

1.-ATALA (%10)

$$e_{ss} = e_{ssR} + e_{ssD} = 0$$

2. ATALA (%10)

$e_{ssv} = 0.25$

3. ATALA (%20)

$$G(s)H(s) = G_c(s)G_p(s) = \frac{4\left(1+\frac{s}{0.9}\right)}{s(1+s)\left(1+\frac{s}{4}\right)\left(1+\frac{s}{7}\right)} = \frac{124.4(s+0.9)}{s(s+1)(s+4)(s+7)}$$

4. ATALA (%20)

$$G_c(s) = \frac{K_c(1+T_i s)}{T_i s} = \frac{8.88(s+0.9)}{s}$$

5. ATALA (%20)

$\mathrm{MG} = 4\ \mathrm{dB}$

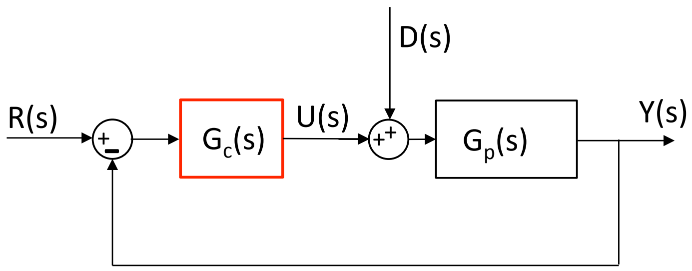
$\mathrm{MF} = 30°$

6. ATALA (%20)

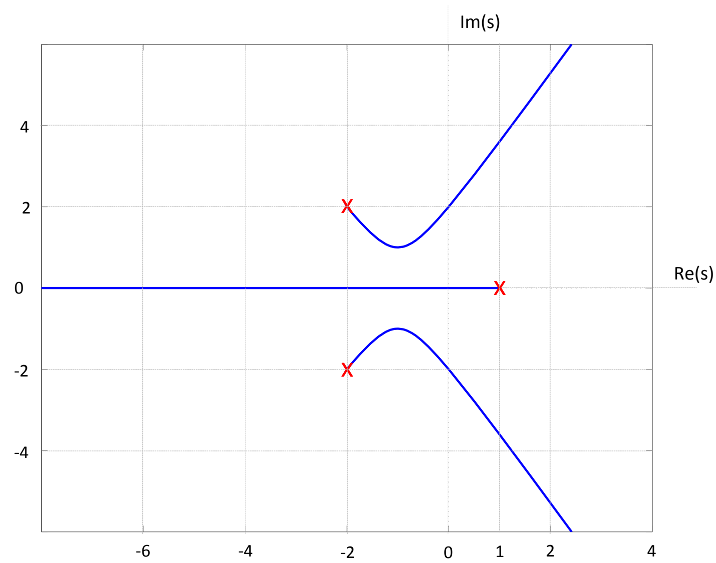
$\mathrm{K_c} = 14$

3. ARIKETA (%30)

3.1 Irudian $G_p(s)$-ri dagokion kontrol-sistema eta 3.2 Irudian sistema berrelikatuaren Erroen Tokia erakusten dira. $G_p(s)$-ren irabazpenaren balio absolutua 1 da.



3.1 Irudia. Kontrol-sistema



3.2 Irudia. Erroen Tokia

1. Identifika ezazu $G_p(s)$ planta.

2. Kalkula ezazu zein den begizta itxiko sistemaren egonkortasuna bermatuko duen K_c–ren balio tartea. Arrazoiak eman.

3. Justifika ezazu, emaitzaren Erroen Tokia marraztuz, zein irizten duzun dela PID motako kontrolagailurik errazena egonkortasunaren tarte hori handitzeko

3. ARIKETA (%30%)-SOLUZIOA

1.- ATALA (%20)

$$G_P(s) = \frac{8}{(s-1)((s+2)^2+4)} = \frac{8}{s^3+3s^2+4s-8}$$

2.- ATALA (%30)

$$1 < K_c < 2{,}5$$

3.- ATALA (%50)

Sistemaren egonkortze tartea handitzeko, ETG-ren adarrak ezkerreruntz mugitzea beharrezkoa da. Horretarako, kontrolagailuan zeroak txertatu behar ditugu. Hortaz, kontroladorerik sinpleena PD kontroladorea izango da, kontrol proportzionalari, akzio deribatzaile bat txertatzen duena.

ETG-a PD-aren zeroaren txertaketaren ondorioz aldatuko da. Gutxi-gora-beherako adierazpen grafikoan oinarrituz:

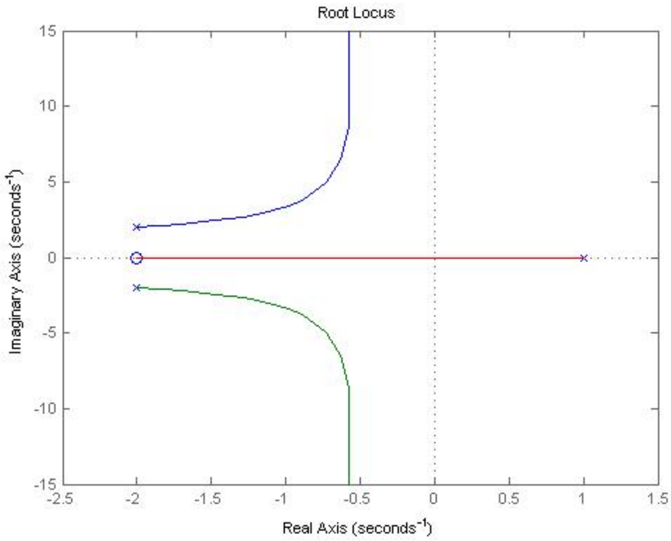
a. Adar kopurua=n=3
b. Asintota kopurua=n-m=2
c. Asintoten angelua ardatz errealarekiko:
   $\theta_k = \frac{2k+1}{n-m}180^o$, k=0 → $\theta_0 = 90^o$; k=1 →$\theta_1 = 270^o = -90^o$
d. Asintotak ardatz erreala ebazten duten puntua:

$$\sigma = \frac{\sum Z - \sum P}{n-m} = \frac{z_i - 2 - 2 + 1}{2} = \frac{z_i - 3}{2}$$

Non $z_i > -3$ bada, orduan ebazte puntua erdiplano negatiboan kokatuko da, hots, asintoten angelua 90º denez, polo guztien kokapena erdiplano negatiboan egongo da edozein Kc-rentzako. Gainera zeroa egonkorra izatea nahi badugu: $-3 < z_i < 0$

e. Ardatz errealeko atalak:.
   $(-z_i, 1)$

ETG-a z=-2 (Td=0,5) bada, adibidez, orduan $\sigma = \frac{2-2-2+1}{2} = -0{,}5$



Egonkortasuna Kc eta Td-n oinarrituta aztertuz R-H-en bidez,

Ekuazio karakteristikoa:

$$1 + K_c \frac{8K_c(1 + T_d s)}{(s-1)(s^2 + 4s + 8)} = 0$$

$$s^3 + 3s^2 + (4 + 8K_cT_d)s + 8K_c - 8 = 0$$

s^3	→	**1**	**4+8K_cT_d**
s^2	→	3	$8K_c$-8
s^1	→	$\frac{20 + 24K_cT_d - 8K_c}{3}$	0
s^0	→	$8K_c$-8	0

Fila s^0: $8K_c - 8 > 0 \rightarrow K_c > 1$

Fila s^1: $20 + 24K_cT_d - 8K_c > 0 \rightarrow T_d > \frac{K_c - 2{,}5}{3K_c}$

Orduan, $T_d > 0$ izateko , $K_c > 2{,}5$