Segundo Parcial 5R1 **22-06-2.010**

Segundo parcial 5R1 02/11/10.

Dado el siguiente sistema:

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

Puntaje

Se pide lo siguiente:

1- Determinar $M\phi$ y MG 3

2- Establecer mediante Nyquist si el sistema es estable. 3

3- Corregir el sistema para que tenga un $t_{s2\%} = 8$ seg. y un $|K_p| = 6$. 3

4- Diseñar el compensador electrónico. $(1k\Omega < R < 1M\Omega)$ 1

1745QO

92,10
74,7
1240

...uciones Segundo parcial 5R1 02/11/10

1

1) $$G(s)H(s) = \frac{s+2}{s^2-1} = \frac{s+2}{(s-1)(s+1)} = \frac{2\,(0{,}5s+1)}{(-1)\,(-s+1)(s+1)}$$

$$G(j\omega)H(j\omega) = \frac{2}{(-1)}\;\frac{(1+j0{,}5\omega)}{(1-j\omega)(1+j\omega)}$$

$$|G(j\omega)H(j\omega)| = \frac{2}{|-1|}\;\frac{|1+j0{,}5\omega|}{|1-j\omega|\,|1+j\omega|} = \frac{2}{|-1|}\;\frac{\sqrt{1+0{,}25\omega^2}}{\sqrt{1+\omega^2}\,\sqrt{1+\omega^2}}$$

$$|G(j\omega)H(j\omega)| = \frac{2}{|-1|}\;\frac{\sqrt{1+0{,}25\omega^2}}{(1+\omega^2)}$$

$$|G(j\omega)H(j\omega)|_{dB} = 20\log 2 + 10\log(1+0{,}25\omega^2) - 20\log 1 - 20\log(1+\omega^2).$$

$$\boxed{|G(j\omega)H(j\omega)|_{dB} = 6{,}02 + 10\log(1+0{,}25\omega^2) - 20\log(1+\omega^2)}$$

$$\angle G(j\omega)H(j\omega) = \angle 2 + \angle 1+j0{,}5\omega - \angle -1 - \angle 1-j\omega - \angle 1+j\omega$$

$$\angle G(j\omega)H(j\omega) = tg^{-1}\frac{0}{2} + tg^{-1}0{,}5\omega - tg^{-1}\frac{0}{(-1)} - tg^{-1}(-\omega) - tg^{-1}\omega$$

$$\angle G(j\omega)H(j\omega) = 0^\circ + tg^{-1}0{,}5\omega - 180^\circ + \cancel{tg^{-1}\omega} - \cancel{tg^{-1}\omega}$$

$$\boxed{\angle G(j\omega)H(j\omega) = tg^{-1}0{,}5\omega - 180^\circ}$$

Para graficar (fcias) desde 0,1 a 100.

2) Análisis de baja fcia.

$$\lim_{s\to 0} \frac{s+2}{s^2-1} = \frac{2}{(-1)} = -2.$$

Análisis de alta fcia:

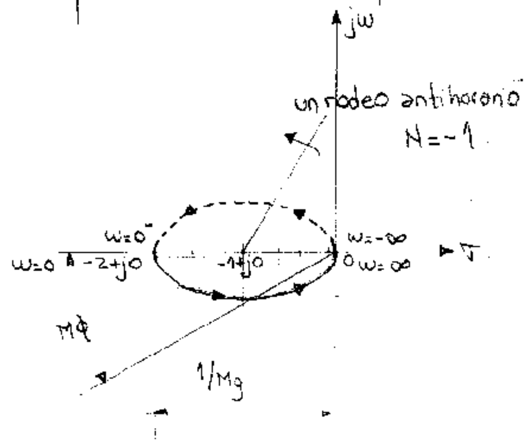
$$\lim_{s\to\infty} \frac{s+2}{s^2-1} \to \frac{s}{s^2} \to \frac{1}{s} \quad \text{con } s=j\omega.$$

$$\lim_{\omega\to\infty} \frac{1}{j\omega} \to -j0$$

Cruce a ejes.

$$G(j\omega)H(j\omega) = \frac{2+j\omega}{-\omega^2-1} = -\frac{2}{\omega^2+1} - j\frac{\omega}{\omega^2+1}$$

No hay cruces a los ejes para valores finitos.



$G(j0,5)H(j0,5) = -1,6-j0,4$

$G(j1)H(j1) = -1-j0,5$

$G(j0,1)H(j0,1) = -0,2-j1,98$

$G(j1,5)H(j1,5) = -0,62-j0,46$

$G(j2)H(j2) = -0,4-j0,4$

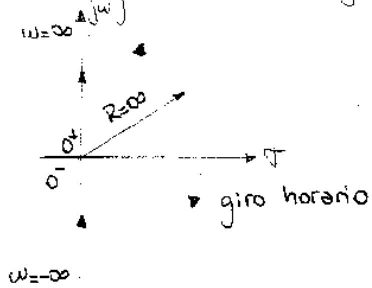
$G(j5)H(j5) = -0,08-j0,19$

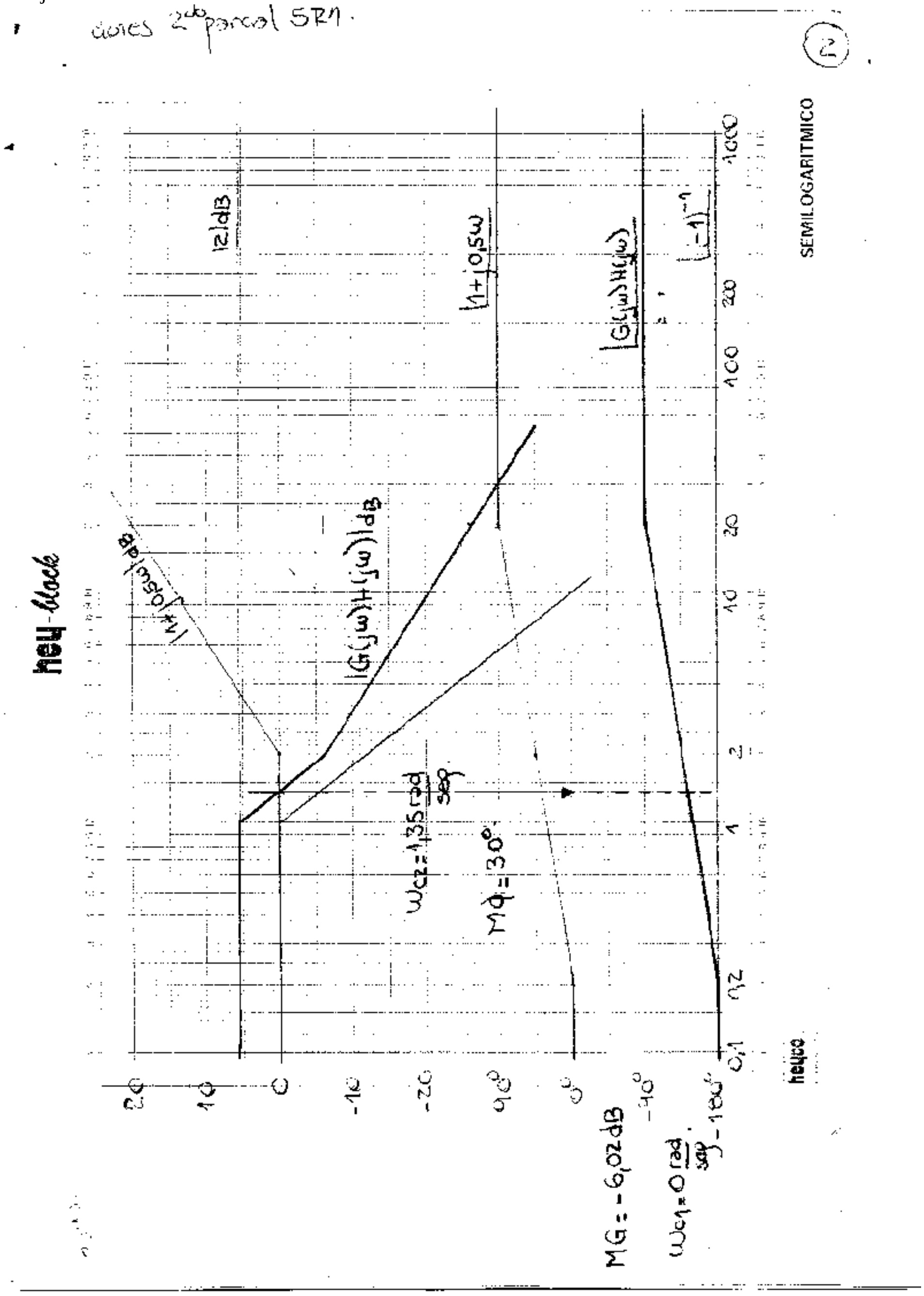
$\frac{1}{Mg} = 2$; $Mg = 0,5$

$|Mg|_{dB} = -6,02\,dB$

$M\varphi = 29^\circ$

Se elige el contorno de Nyquist que se muestra (no hay singularidades al origen ni en el eje jω)




datos 2do parcial 5R1
SEMILOGARITMICO
|Z|dB
|1+j0,5ω|
|G(jω)H(jω)|
|G(jω)H(jω)|dB
|1+j0,5ω|dB
ωc2 = 1,35 rad/seg
MΦ = 30°
MG = -6,02 dB
ωc1 = 0 rad/seg
hey-black
heyco

• ...ciones 2^{do} parcial 5R1. (3)

Del gráfico $N=-1$ (antihorario); $P=1$ (polo de lazo abierto con parte real positiva).

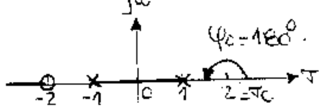
$N = Z - P$; $Z = N + P = -1 + 1 = 0$ $\boxed{\text{es estable}}$

3) Intentamos lograr ajustar la ganancia para lograr las condiciones dinámicas.

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

Veamos el trazado del L.R.

- L.R. sobre el eje real.



- Asíntotas: una $\varphi_0 = 180°$; $\sigma_c = \dfrac{\sum Re[p] - \sum Re[z]}{p-z} = \dfrac{1-\cancel{1}-(-2)}{2-1}$

$$\boxed{\sigma_c = 2}$$

- Punto de bifurcación

$$1 + K\,\frac{s+2}{s^2-1} = 0 \;\therefore\; K = -\frac{s^2-1}{s+2}$$

$$\frac{dK}{ds} = -\frac{2s(s+2)-(s^2-1)}{(s+2)^2} = -\frac{2s^2+4s-s^2+1}{(s+2)^2} = 0$$

$$s^2+4s+1=0$$

$$s_{1-2} = \frac{-4\pm\sqrt{16-4}}{2} = \frac{-4\pm 3{,}46}{2}$$

$s_1 = -0{,}27$ $(K=0{,}54)$ $\quad s_2 = -3{,}73$ $(K=7{,}46)$.

– Análisis de Routh.

$$1 + K\frac{s+2}{s^2-1} = 0 \quad ; \quad s^2 - 1 + Ks + 2K = 0 .$$
$$s^2 + Ks + (2K-1) = 0 .$$

s^2	1	$2K-1$
s	1	
s^0	$2K-1$	

$2K_c - 1 = 0$.

$2K_c = 1$.

$\boxed{K_c = 0,5}$

$K < K_c$ inestable con un polo con Re[+]

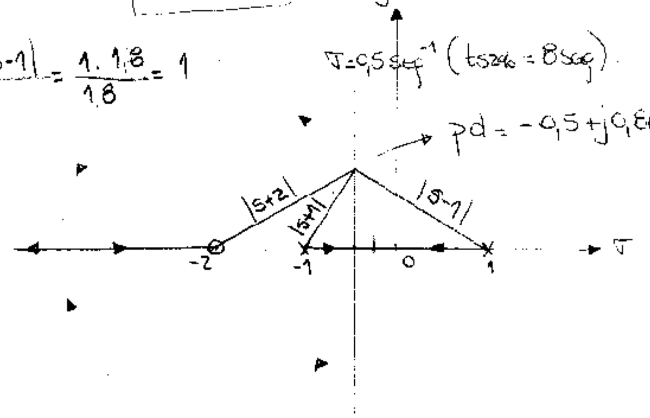
$K > K_c$ estable.

Corte al eje ecuación auxiliar $s^2 + 2K_c - 1 = 0$.

$s^2 + 2 . 0,5 - 1 = 0 \quad \therefore \quad s^2 = 0$.

$\boxed{s_{1-2} = 0}$ cruce a eje $j\omega$.

$$K = \frac{|s+1||s-1|}{|s+2|} = \frac{1 . 1,8}{1,8} = 1$$



Las condiciones dinámicas de diseño son: $t_{s2\%} = \frac{4}{\sigma} = 8\,seg$.

$$\sigma = \frac{4}{8\,seg} = 0,5\ seg^{-1}$$

Dado que la condición transitoria corta al LR se puede ajustar K .

...iones 2do parcial 5R1. (4)

con $K=1$. $s^2+s+1=0$.

$$s_{1-2}=\frac{-0{,}5\pm j\sqrt{1-4}}{2}=-0{,}5\pm j\,0{,}87.$$

Con $k=1$.

$$K_p=\lim_{s\to 0} G(s)H(s)=\lim_{s\to 0}\frac{s+2}{s^2-1}=-2$$

Compensamos en atraso

$$K_p=\lim_{s\to 0}\frac{s+2}{s^2-1}\cdot\frac{s+z_c}{s+p_c}=-2\cdot\frac{z_c}{p_c}=-6 \qquad \boxed{\frac{z_c}{p_c}=3}$$

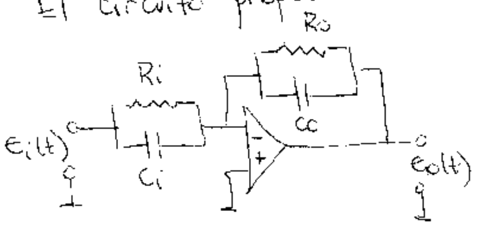
$$0{,}05<z_c<0{,}25 \quad \text{elegimos } z_c=0{,}06.$$

$$p_c=\frac{0{,}06}{3}=0{,}02.$$

Así el compensador con ganancia incluida $(K=1)$ es.

$$G_c(s)=\frac{s+0{,}06}{s+0{,}02}$$

4) El circuito propuesto es:



+ inversor y etapas separadoras

$$Z_i(s)=\frac{1}{\frac{1}{R_i}+sC_i}=\frac{R_i}{1+R_iC_is}=\frac{1}{C_i}\,\frac{1}{s+\frac{1}{R_iC_i}}$$

$$\frac{E_o(s)}{E_i(s)}=-\frac{Z_o(s)}{Z_i(s)}. \quad ; \quad Z_o(s)=\frac{1}{C_o}\,\frac{1}{s+\frac{1}{R_oC_o}}$$

$$\frac{E_o(s)}{E_i(s)} = -\frac{C_i}{C_o}\,\frac{s + \frac{1}{R_iC_i}}{s + \frac{1}{R_oC_o}} \quad ; \quad \frac{C_i}{C_o} = 1 \qquad R_iC_i = 16{,}67$$

$$R_oC_o = 50$$

$$\boxed{R_o = 100\,k\Omega} \qquad C_o = \frac{5\cancel{0}}{10\cancel{0} \cdot 10^3} = \boxed{500\,\mu F = C_o}$$

$$\boxed{C_i = 500\,\mu F} \qquad R_i = \frac{16{,}67}{500\,\mu F} = \boxed{33{,}33\,k\Omega = R_i}$$