ELO270 – S2 2015 – Control #4 – 14 de diciembre de 2015

Problema 4.1 (10 puntos) *Considere un lazo de control en que la transferencia de lazo abierto es*

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

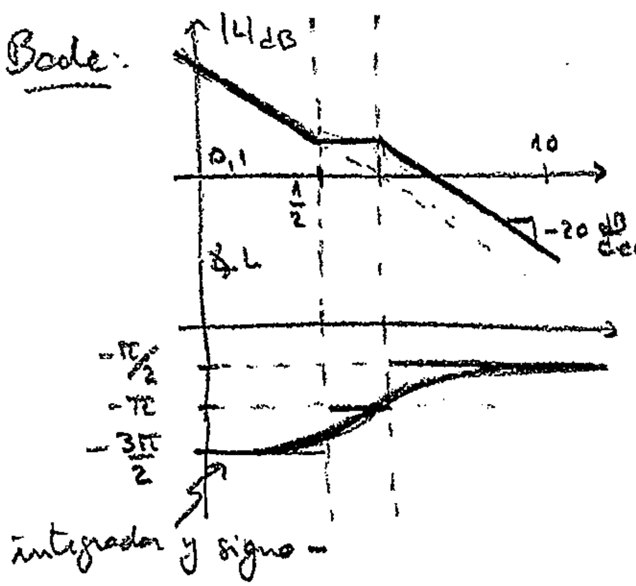
y en que no hay cancelaciones. Determine si el lazo es internamente estable, fundamentando claramente su respuesta.

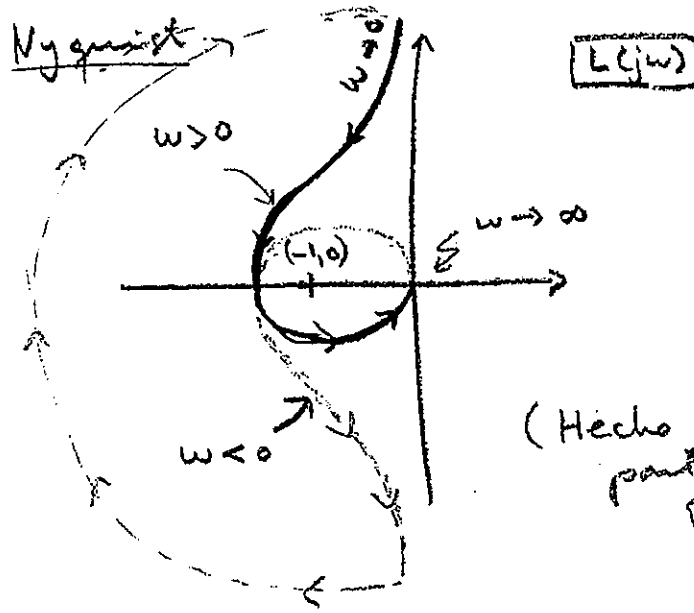
Podemos analizar la estabilidad (nominal) del lazo sin considerar el retardo y luego verificar si hay estabilidad ROBUSTA

La transferencia $\overset{\text{nominal}}{\text{de lazo}}$ abierto, en la forma de Bode, es

$$L_0(s) = G_0(s)\,C(s) = \frac{-\left(\frac{s}{1/2}+1\right)}{s\,(-s+1)}$$

Las frecuencias de corte son
$\omega_{c1} = 1/2$ y $\omega_{c2} = 1$





(Hecho a partir del Bode)

(b) En el diagrama de Nyquist, se observa que si se evalúa $L_0(\varepsilon) = \dfrac{2\varepsilon+1}{\varepsilon(\varepsilon-1)} < 0$
$\uparrow$
$0<\varepsilon \ll 1$

Por tanto el Nyquist da la vuelta por ∞ por el <u>lado izquierdo</u>

Esto implica que $N=-1$ (una vuelta en sentido antihorario) y $P=1$ (un polo inestable en $L(s)$) $\Rightarrow$ $Z = N+P = 0$ ¡no hay polos de lazo cerrado inestables!

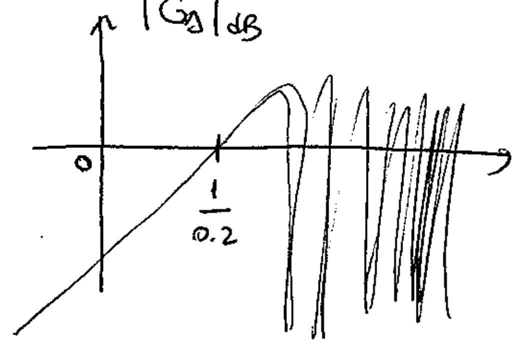
* Si se calcula $A_{cl}(s) = s^2+s+1 \Rightarrow s_{1,2} = -\frac{1}{2} \pm j\frac{\sqrt{3}}{2}$ ¡lazo estable!

Para analizar la estabilidad robusta verificamos si se cumple la condición

$$|T_o||G_\Delta| < 1 \qquad \forall \omega$$

Al despreciar el retardo tenemos que

$$G_\Delta = \frac{G - G_o}{G_o} = 1 - e^{-0.2s} \Rightarrow$$

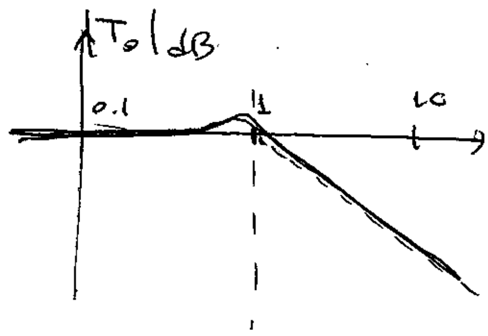


es decir, $|G_\Delta|$ se hace no despreciable a partir de $\frac{1}{0.2} = 5 \left[\frac{rad}{s}\right]$

Si calculamos ahora la sensibilidad nominal complementaria

$$T_o = \frac{G_o C}{1 + G_o C} = \frac{2s+1}{s(s-1)+2s+1} = \frac{2s+1}{s^2+s+1}$$

Por tanto el ancho de banda de T_o es aproximadamente $1 \left[\frac{rad}{s}\right]$



En conclusión $|T_o||G_\Delta| < 1$ y el lazo de control ("verdadero") si es estable.