Problema 1

a. El primer operacional está en una configuración no inversora de ganancia $H_1(s) = 1 + \dfrac{100}{RCs} = \dfrac{s + 100\omega_0}{s}$, donde $\omega_0 = \frac{1}{RC}$.

El segundo operacional está en una configuración inversora de ganancia $H_2(s) = -\dfrac{Ls + \frac{1}{Cs}}{R + Ls + \frac{1}{Cs}} = -\dfrac{s^2 + \omega_0^2}{s^2 + \omega_0 s + \omega_0^2}$

Finalmente $H(s) = H_1(s)H_2(s) = -\dfrac{(s + 100\omega_0)(s^2 + \omega_0^2)}{s(s^2 + \omega_0 s + \omega_0^2)}$

b. La transferencia de lazo abierto da $G_{OL}(s) = -k.H(s) = -L(s)$

Hacemos el diagrama de Bode de $L(j\omega)$

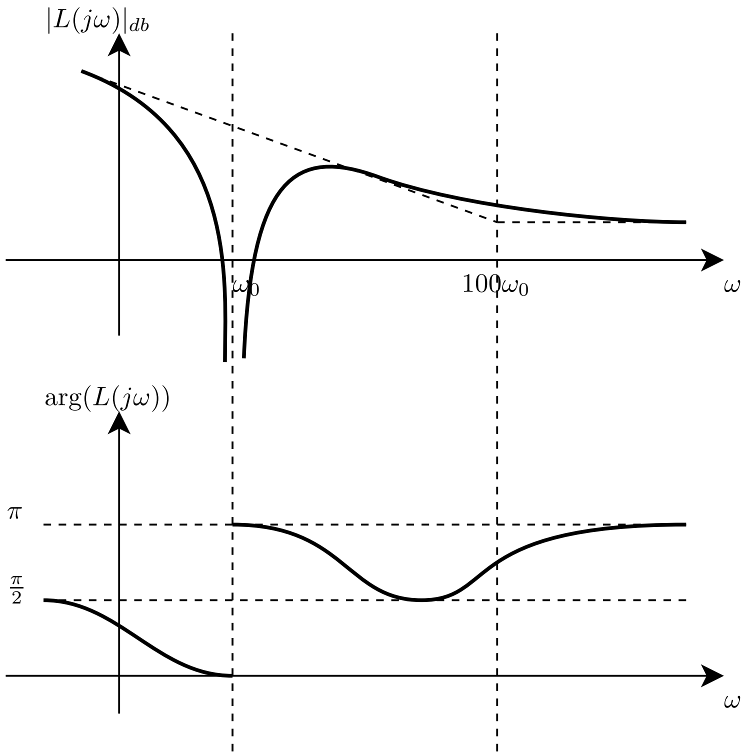

Figura 1: Diagrama de Bode

Con esa información hacemos el diagrama de Nyquist que se muestra en la figura 2:

El número de polos encerrado por la curva $\mathcal{C}$ es 0. Por lo tanto por el criterio de Nyquist para que el sistema sea estable $N = 0$.

Por lo tanto para que el sistema sea estable $k > 1$.

c. La transferencia de lazo cerrado es $G_{CL} = \dfrac{H(s)}{1 + kH(s)}$

d. $G_{CL}^0 = \lim\limits_{s \to 0} G_{CL}(s) = \dfrac{1}{k}$

e. Como k está en el denominador para que G_{CL}^0 sea máximo, k debe ser lo más chico posible, como $k > 1$ el límite inferior es cuando $K \to 1$. Es decir $\boxed{G_{max} = 1}$

f. $G_{CL}^0 = 0{,}5 \quad \Rightarrow \quad k = 2$

i) $\lim\limits_{t \to 0} v_o(t) = \lim\limits_{s \to \infty} \dfrac{s \times G_{CL}(s)}{s} = \lim\limits_{s \to \infty} G_{CL}(s) = \dfrac{-1}{1-2} = 1$

ii) Cómo el sistema es estable puedo usar régimen sinusoidal.

$$G_{CL}(100j\omega_0) = \frac{H(100j\omega_0)}{1 + kH(100j\omega_0)}$$

$$H(100j\omega_0) \simeq -\frac{1+j}{j} = -1 + j \qquad \Rightarrow \qquad G_{CL}(100j\omega_0) \simeq \frac{-1+j}{1 + 2(-1+j)} = \frac{-1+j}{-1+2j} = 0{,}63\angle + 18{,}5^{\circ}$$

En régimen entonces $\boxed{v_o(t) = 0{,}63V\cos(100\omega_0 t + 18{,}5^{\circ})}$

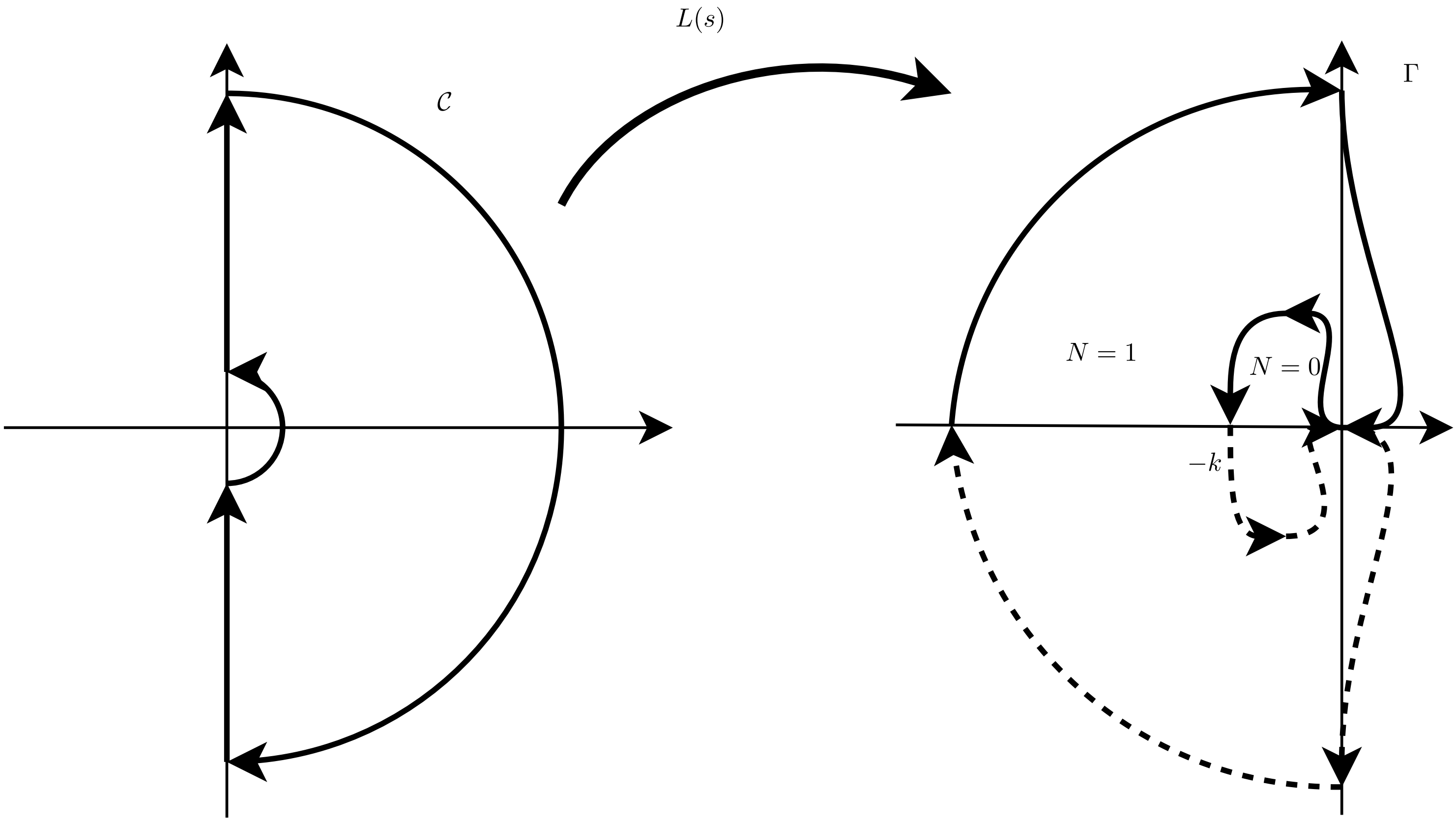

Figura 2: Diagrama de Nyquist