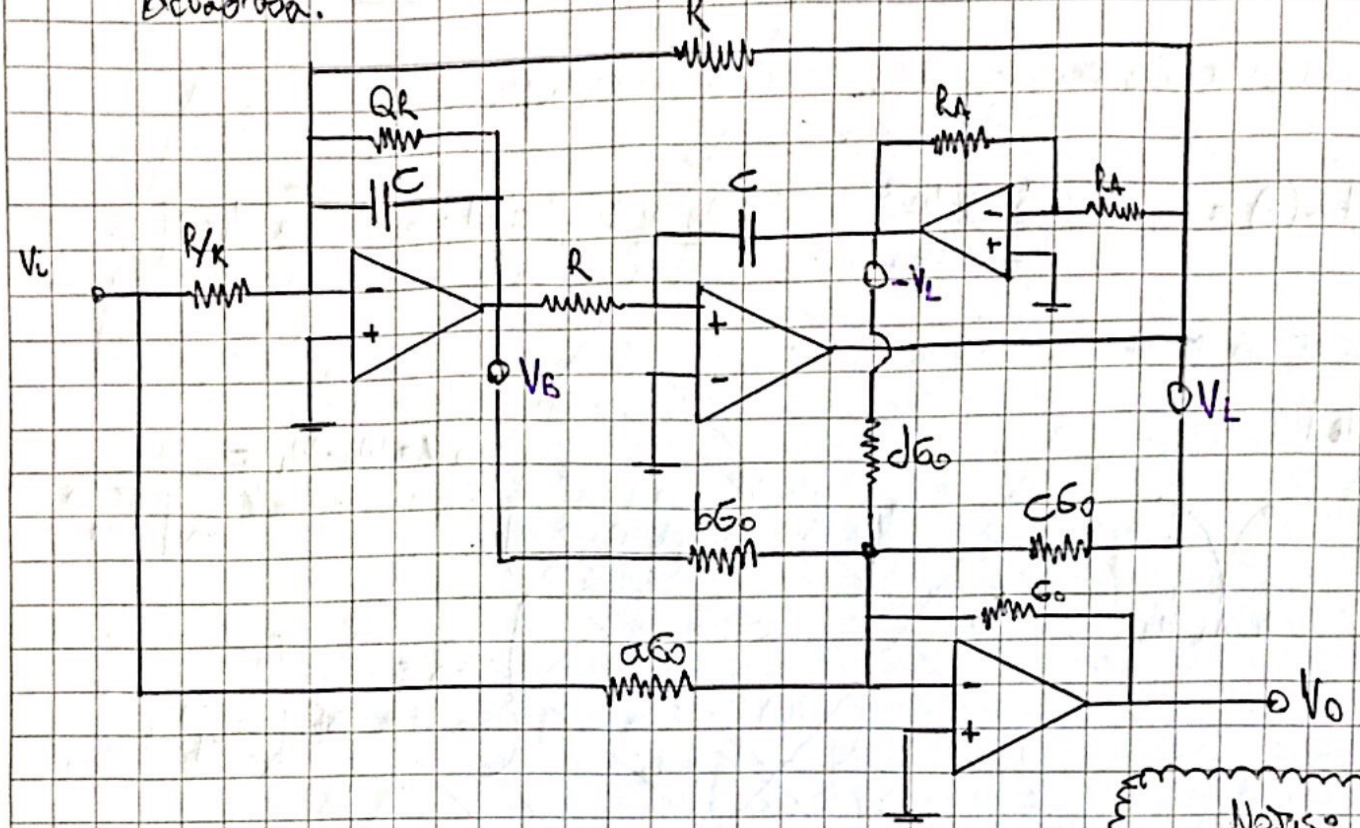
TP3 - Ejercicio 8

a) A partir de la estructura Åckerberg-Mossberg, Hallar una estructura bicuadrada.



Notas:

$$H_L(s) = \frac{-K\omega_0^2}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

$$H_B(s) = \frac{-sKQ\frac{\omega_0}{Q}}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

Vemos que: $V_0 = a\cdot V_i + b\cdot V_B + (c-d)\cdot V_L$

$$H(s) = \frac{V_0}{V_i} = a + b\,\frac{V_B}{V_i} + (c-d)\,\frac{V_L}{V_i}$$

Reemplazando por las expresiones de las transferencias:

$$H(s) = a + \frac{b\cdot(-K\omega_0^2)}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2} + \frac{(d-c)\cdot\left(KQ\frac{\omega_0}{Q}\right)}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2} = \frac{as^2 + as\frac{\omega_0}{Q} + a\omega_0^2 - bK\omega_0^2 + (d-c)}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

reduce

$$\boxed{H(s) = \frac{as^2 + s\left(\frac{\omega_0}{Q}\right)\cdot\left[a - b\cdot(KQ)\right] + \omega_0^2\left[a - (c-d)K\right]}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}}$$

b) Con la estructura anterior, diseñar un filtro notch de 50 Hz, que presente máxima planicidad en la banda de paso y una ganancia en DC de 0 dB. La atenuación No debe ser mayor a 3 dB en un ancho de banda de 5 Hz.

Como es un notch la transferencia es $H(s) = -a \dfrac{s^2 + w_0^2}{s^2 + s\frac{w_0}{Q} + w_0^2}$

donde $c = d = 0$ y $[a - b.k.Q] = 0$ (1)

$H(s)\Big|_{s\to 0} = -a \dfrac{w_0^2}{w_0^2} \Longrightarrow \|H(s\to 0)\|_{dB} = 0\,dB$ si: $a = 1$

y

$H(s)\Big|_{s\to\infty} = -a \Longrightarrow$ si $a=1 \longrightarrow \|H(s\to\infty)\|_{dB} = 0\,dB$

sabemos que $\dfrac{1}{q} = 10^{-\frac{\alpha_{max}}{20}} \Longrightarrow \dfrac{1}{q} = 10^{-\frac{3}{20}} = 0{,}707 \Longrightarrow q^2 = 1{,}995$

Por Ecuación de Diseño de un Notch: $\boxed{Q = \dfrac{f_0}{\Delta f.\sqrt{q^2-1}} \cong 10} \Longleftrightarrow \begin{cases} f_0 = 50\,Hz \\ \Delta f = 5\,Hz \\ q^2 = 1{,}995 \end{cases}$

Solo Falta Calcular b con Eq (1)

$a - bKQ = 0 \rightarrow$ Pedimos $\boxed{K = 1/Q = 1/10} \Longrightarrow b = 1$

Calculamos R y C:

$C = 1\mu F \Longrightarrow R = \dfrac{1}{Cw_0} = 3{,}18K$

Tomamos arbitrariamente

$G_0 = 1K$ y $R_A = 1K$

$\rightarrow$ Da bien la simulación (1)

c) Nos piden un Low pass Notch de $f_0 = 230\,Hz$, con una ganancia de 3dB en la banda de paso y -30dB en alta frecuencia. Se pide máxima planicidad en la banda de paso.

En primera instancia, la transferencia debe ser:

$$H(s) = -H \frac{s^2 + \omega_z^2}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2} \quad \text{Con } \omega_z^2 > \omega_0^2$$

* Nuevamente $a - bKQ = 0$ y $Q < 1$ (Planicidad en banda)
* También tomamos $C = 0$

Adoptamos $Q = 0{,}6 < 1$ $\Longrightarrow H(s) = -a \cdot \frac{s^2 + \omega_0^2[1 + \frac{dK}{a}]}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$

Si queremos $\|H(\omega = 0)\|_{dB} = 3dB \longrightarrow a \cdot [1 + \frac{dK}{a}] = \sqrt{2}$ (1)

y

Si queremos $\|H(\omega \to \infty)\|_{dB} = -30dB \Longrightarrow a = 31{,}6 \cdot 10^{-3} \Longrightarrow dK = \sqrt{2} - a$ (1')

También debe cumplirse $bK \cdot Q = a \longrightarrow$ si $K = 1/Q \Rightarrow b = a$

Por tanto $d = Q(\sqrt{2} - a) \simeq 0{,}829$

Tomamos $C = 0{,}1\mu F \Longrightarrow R = \frac{1}{C \cdot 2\pi \cdot 230Hz} = 5{,}68K\Omega$

Adoptamos $G_0 = 10K\Omega$ y $R_A = 1K\Omega$

Nota: $\frac{1}{G_0 \cdot a} = \frac{1}{z}$ $\Longrightarrow$ en el circuito ponemos Z:

$$Z = \frac{1}{G_0 a} = \frac{R_0}{a} = \frac{10K\Omega}{31{,}6 \cdot 10^{-3}} = 315K$$