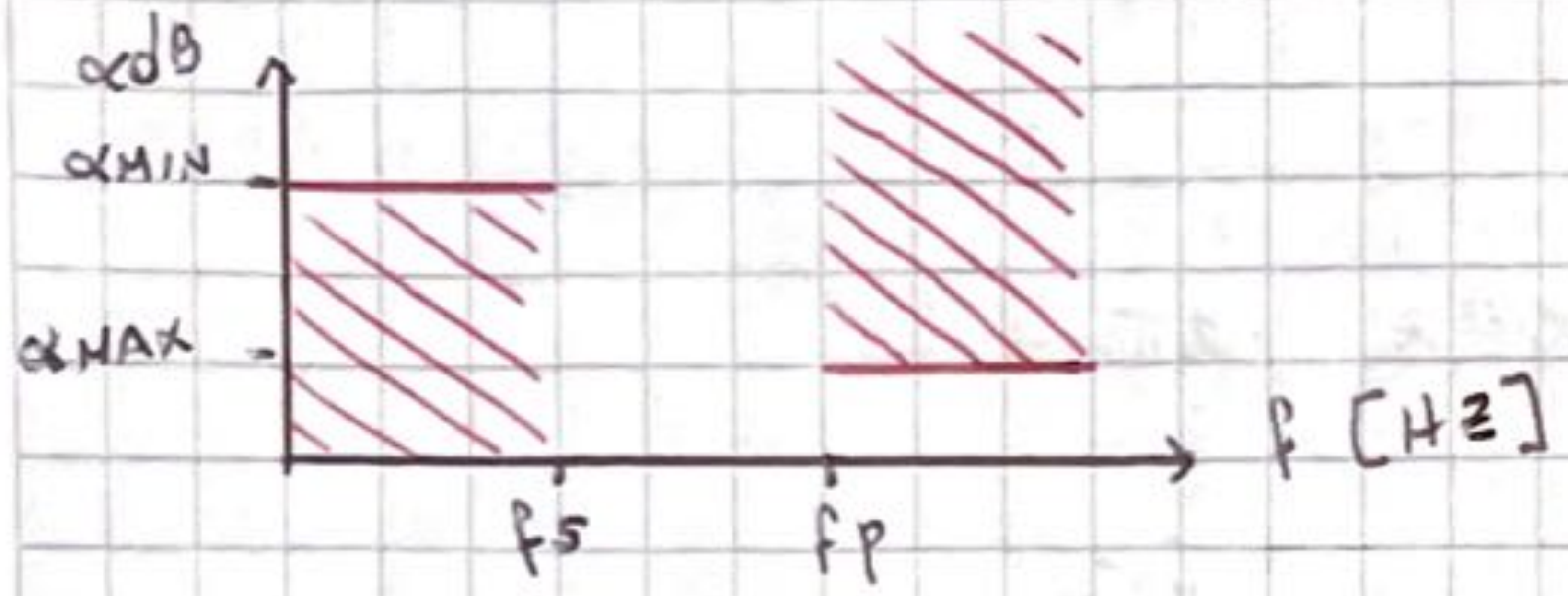
Giuliana Ruffa

TP 2

HOJA Nº

FECHA

④ A partir de la siguiente plantilla, sabiendo que:



$\alpha_{máx} = 1\ dB$

$\alpha_{min} = 35\ dB$

$f_p = 3500Hz$ y $f_s = 1KHz$

1) Obtener polos y ceros para máxima planicidad en la banda de paso.

2) Comparar con los polos obtenidos en el ejercicio 3.3.

3) Implementar el circuito con estructuras pasivas adaptadas mediante buffers.

4) Utilizando una norma de impedancia $Z_N = 1K$, obtenga el valor de los componentes.

5) Active las bobinas utilizando una estructura con OPAMPs.

Resolución:

1) Partimos de α_{MAX} y α_{MIN} para determinar el error "ε" y el orden "n" de nuestro filtro.

Recordamos que, para máxima planicidad:

- $|T(\omega)|^2 = \dfrac{1}{1+\varepsilon^2\omega^{2n}}$

- $\alpha_{MÁX} = \alpha_{[dB]}(\omega_p) = -20\log\left|\dfrac{1}{\sqrt{1+\varepsilon^2}}\right|$

o sea: $\varepsilon^2 = 10^{\alpha_{MÁX}/10} - 1. = 10^{1/10} - 1$

NOTA

Despejamos entonces: $\boxed{\varepsilon^2 = 0,2589}$

Y como $\alpha_{MIN} = 10 \log (1 + \varepsilon^2 \omega_s^{2n})$, iteramos para despejar n.

* Normalizamos con $\Omega_p = 1000Hz \cdot 2\pi$

$\cdot\ \omega_p = 3500 Hz / \Omega_p = 1.$ $\longrightarrow$ Pasa altos.

$\cdot\ \omega_s = 1000 Hz / \Omega_p = 3,5$

Luego, para $n = 4$:

$$35\ dB \leq 10 \log (1 + (0,2589)^2 \cdot (3,5)^{2n}) \rightarrow 37,65 dB.$$

Comenzamos diseñando el pasabajos y luego lo convertimos.

Entonces:

$$|T(j\omega)|^2 = \frac{1}{1+\varepsilon^2 \omega^{2n}} = \frac{1}{1+0,2589 \cdot \omega^8}$$

Si $s = j\omega \rightarrow \omega = s/j$, luego:

$$T(s) = \sqrt{\frac{1}{1+0,2589 \left(\frac{s}{j}\right)^8}}$$

Mediante herramientas matemáticas obtenemos que:

$$|T(s)|^2 = T(s) \cdot T(-s) =$$

$$|T(s)|^2 = \frac{1}{0,2589} \cdot \frac{1}{(s^2 - 2,188s + 1,4)(s^2 - 0,9s + 1,4)(s^2 + 0,9s + 1,4)(s^2 + 2,19s + 1,4)}$$

Giuliana Ruffa | TP2 | HOJA Nº | FECHA

Por lo tanto, nos quedamos con $T(s)$:

$$T(s) = \frac{1}{\sqrt{0,26}} \cdot \frac{1,4}{(s^2+2,19s+1,4)(s^2+0,9s+1,4)} \cdot \frac{1}{1,4}$$

Sus polos y ceros:

$$\boxed{P_{1,2} = -0,453 \pm 1,0938j \quad y \quad P_{3,4} = -1,0938 \pm 0,453j}$$

es decir, los del semiplano negativo.

Transformamos a pasa-altos:

$s = 1/p$

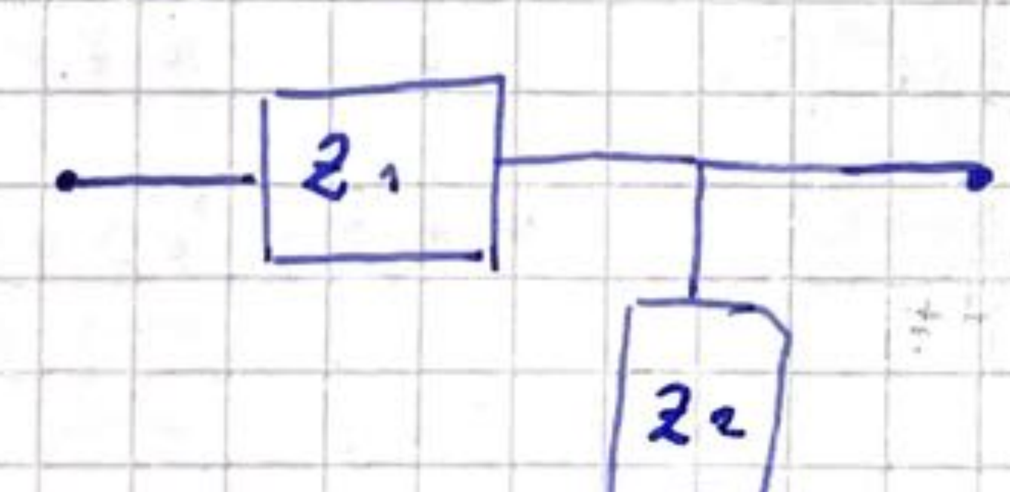
$K = 1,97$

Luego: $T(s) = \dfrac{1,4 \cdot s^2}{(1,4s^2+2,19s+1)} \cdot \dfrac{1,4s^2}{(1,4s^2+0,9s+1)} \cdot \dfrac{1}{1,4\sqrt{0,26}}$

$$\boxed{T(s) = \frac{1}{\sqrt{0,26}} \cdot \frac{s^2}{(s^2+1,56s+1/1,4)} \cdot \frac{s^2}{(s^2+0,64s+1/1,4)}}$$

3) Proponemos 2 filtros de 2do orden en cascada. Como se trata de estructuras pasivas, despreciamos K.

Luego, planteamos.



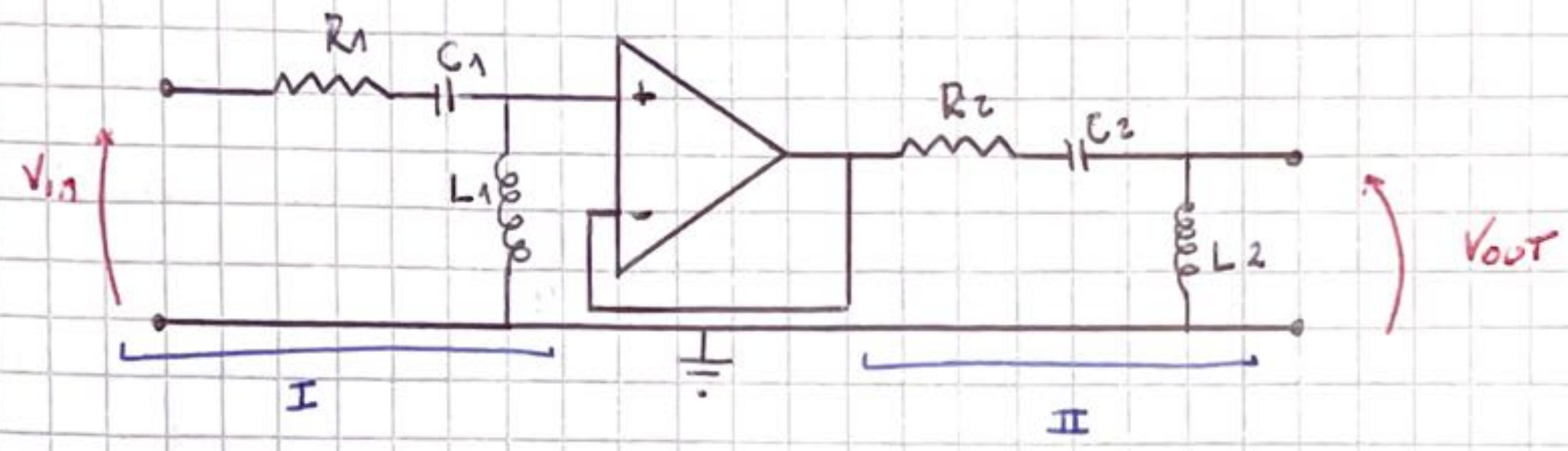
$$T(s) = \frac{s}{s^2+s\frac{R}{L}+LC} \cdot Z_2$$

$Z_2 = Ls$, para un filtro pasa altos.

$$T(s) = \frac{s^2}{s^2+s\frac{R}{L}+LC}$$

NOTA

Entonces:



Calculamos:

(I) $T(s) = \dfrac{s^2}{s^2 + \frac{R_1}{L_1}s + L_1C_1} = \dfrac{s^2}{s^2 + 1{,}56s + 1/1{,}4}$

(II) $T(s) = \dfrac{s}{s^2 + \frac{R_2}{L_2}s + L_2C_2} = \dfrac{s^2}{s^2 + 0{,}64s + 1/1{,}4}$

I) Adoptamos $R_1 = 1K\Omega$.

Entonces: $\begin{cases} R_1/L_1 = 1{,}56 \rightarrow L_1 = 641\ H \\ L_1C_1 = 1/1{,}4 \rightarrow C_1 = 1{,}11\ mF \end{cases}$

II) Adoptamos $R_2 = 1K\Omega$:

Entonces: $\begin{cases} R_2/L_2 = 0{,}64 \rightarrow L_2 = 1562{,}5 \\ L_2C_2 = 1/1{,}4 \rightarrow C_2 = 4{,}57 \times 10^{-4}\ F \end{cases}$

4) Normalizamos a partir de $\Omega z = 1k\Omega$.

Obtenemos:

- $R_1' = R_1/\Omega z = 1.$
- $L_1' = L_1/\Omega z = 641 \times 10^{-3}\ H$
- $C_1' = C_1 . \Omega z = 1{,}1 F$
- $R_2' = R_2/\Omega z = 1.$
- $L_2' = L_2/\Omega z = 1562{,}5\ mH.$
- $C_2' = C_2 . \Omega z = 457\ mF.$

NOTA

Giuliana Ruffa | TP 2 | HOJA Nº | FECHA

5) Para activar L_1 y L_2, utilizamos GICs.

- $L_1 = 641\,H$.

Adoptamos: $\begin{cases} Z_1 = 1/641\,F \\ Z_2 = 1K\Omega \\ Z_3 = 1K\Omega \\ Z_4 = 1K\Omega \\ Z_5 = 1K\Omega \end{cases}$ $\rightarrow$ $Z_{L_1} = \dfrac{Z_2 Z_4}{Z_1 Z_3 Z_5} = \dfrac{1}{\frac{1}{641S}} = 641S$

- $L_2 = 1562{,}5H$.

Adoptamos: $\begin{cases} Z_1 = 1/1562{,}5F \\ Z_2 = 1K\Omega \\ Z_3 = 1K\Omega \\ Z_4 = 1K\Omega \\ Z_5 = 1K\Omega \end{cases}$ $\rightarrow$ $Z_{L_2} = \dfrac{Z_2 . Z_4}{Z_1 . Z_3 . Z_5} = \dfrac{1}{1/1562{,}5S} = 1562{,}5S$

BONUS:

- Valores de la red normalizados en frecuencia e impedancia:

$\begin{cases} \Omega z = 1K\Omega \\ \Omega w = 1000 . 2\pi\ Hz \end{cases}$

- $R_1' = 1\Omega$
- $R_2' = 1\Omega$
- $L_1' = 641 \times 10^{-3}\,H$
- $L_2' = 1562{,}5\,mH$.
- $C_1' = 1{,}1F$.
- $C_2' = 457\,mF$.

NOTA

Desarrollo de la función para simulación:

$$T(s) = \frac{1}{\sqrt{0,26}} \cdot \frac{s^4}{s^4 + 2,25^3 + 2,43s^2 + 1,57s + 0,51}$$

NOTA