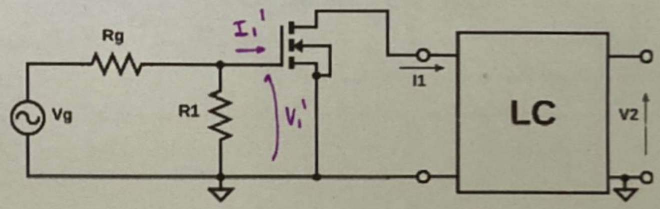
1er. parcial – 30/11/2023

10 (diez)

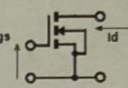
| Alumno / Legajo | Ana Nuñez 1755997 |
|---|---|
| Profesor | Mariano Llamedo |

- Identifique y numere TODAS las hojas que utilice.
- Condiciones de aprobación nota ≥ 6; promoción nota ≥ 6 y suma de notas ≥ 15.

**1)** Se desea diseñar la etapa inicial de un sistema de recepción modelado por el siguiente esquema:




La antena receptora es modelada mediante un generador real con parámetros Vg y Rg. El transistor de amplificación MOSFET cuenta con la matriz ABCD especificada por su fabricante:




$$T_{MOS} = \begin{pmatrix} G_0/G_m & 1/G_m \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

El filtro debe ser **no disipativo y pasivo.** Se debe cumplir que la transferencia V2/Vg sea **pasabanda** y de **máxima planicidad**. Se pide:

1 a) **(1 punto)** Calcule las condiciones de contorno del filtro. 1) transferencia **I1/Vg** (en la condición de carga que considere adecuada). 2) Admitancia de salida del MOS (en la condición de entrada que considere adecuada)

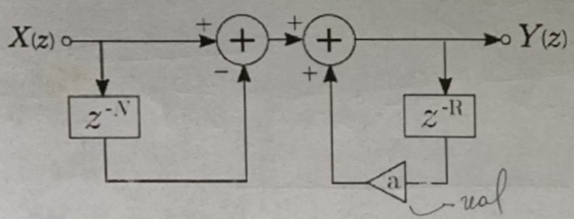
0,5 b) **(0.5 punto)** Obtenga la expresión matemática de la función transferencia que involucre **3 elementos reactivos**.

1 c) **(1 punto)** Halle la topología circuital del filtro normalizado (resistencia de carga unitaria y pulsación angular central unitaria). **Nota:** Considere un **generador real** adecuado si no resolvió **a).**

1 d) **(1 punto)** Calcule el valor de los componentes de la red.

1 $\frac{V_2}{V_g}$ e) **(1 punto)** Verificar la síntesis por algún método estudiado en esta materia. Responda: ¿Se podría verificar por MAI esta transferencia?. Admitancia No

**2)** Para el esquema de la figura, se pide:

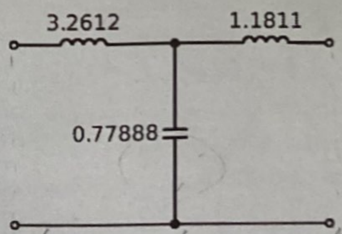



1 **a) (1 punto)** Halle la transferencia **H(z) para a=-1 y R=2**. Calcule: 1) el diagrama de polos y ceros y la respuesta en frecuencia de 2) módulo y 3) retardo. N = 4

1 **b) (1 punto)** Modifique los coeficientes para que se comporte como un filtro **notch**. N = 4

1 **c) (1 punto)** Si **N=8** calcule R para que tenga una transferencia del mismo tipo que el filtro de **a)**. Responda: ya
1)¿Son filtros recursivos? 2)¿En qué se diferencian ambos filtros? 3) ¿Ha cambiado su costo computacional?
cant de sumas y mult

**3)** Se precisa analizar el siguiente filtro ecualizador de impedancias conectado entre sendos tramos de guías de onda de 75Ω y 150Ω de referencia, operando en un ancho de banda de 1 GHz. Se cuenta con la siguiente red normalizada como referencia:




1 **a) (1 punto)** Definir los parámetros S, indicando su significado tecnológico. Calcularlos para el filtro pedido con una **resistencia de referencia adecuada a cada puerto.** Definir si la de 75 es del puerto 1 o del 2 (van a estar normalizados

1 **b) (1 punto)** Determine si se trata de un filtro Butterworth según indica el fabricante. **Justifique utilizando algún parámetro S**. Averigue la frecuencia de corte. ¿El nivel de impedancia del filtro es

los niveles * el adecuado para operar con el nivel requerido? **Justifique utilizando algún parámetro S**.

0,5 **c) (0.5 punto)** Determine el valor de los componentes de la red para operar a las condiciones de trabajo..

$C^0 = \frac{1}{522 R\omega}$

HOJA Nº 1

FECHA

Ana Nuñez 1755997

1) $T_{MOS} = \begin{bmatrix} G_0/G_m & 1/G_m \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$

$\frac{V_2}{V_g}$ pasabanda max plan

$I_{g_{MOS}} = 0$

a) $T = \begin{cases} V_1' = A V_1 + B I_1 \\ I_1' = C V_1 + D I_1 \end{cases}$

$-BI = AV_1$

$\frac{I}{V_1} = \frac{A}{B}$

$\frac{I_1}{V_g}$ Asumo $R_1 = R_g$

Como no circula corriente en el gate del MOS, $V_1' = \frac{V_g}{2}$

$\left.\frac{V_1'}{I_1}\right|_{V_1=0} = \frac{1}{g_m}$ $\left.\frac{I_1}{V_1'}\right|_{V_1=0} = g_m$ $\left[\left.\frac{I_1}{V_g}\right|_{V_1=0} = \frac{2 g_m}{2}\right]$

Admitancia de salida: $\frac{I}{V_1}$

$I_1' = Y_{11} V_1' + Y_{12} V_1$

$(-I_1) = Y_{21} V_1' + Y_{22} V_1 \longrightarrow \left.\frac{(-I_1)}{V_1}\right|_{V_1'=0} = Y_{22} \longrightarrow \left[\left.\frac{I_1}{V_1}\right|_{V_1'=0} = \frac{A}{B} = G_0\right]$

b) $T(s) = \frac{k s^2}{\underbrace{s^3 + 2s^2 + 2s + 1}}$

Butter 3er orden

Para que sea pasabanda tengo que tener ceros en cero y en infinito. No especifica simetría

c) $I_1 = I_g - \frac{V_1}{R_g} \Longrightarrow$

$V_2 = I_1 Z_{21} + I_2 Z_{22}$

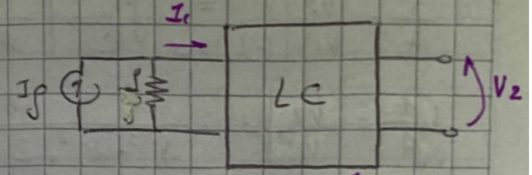
$V_1 = I_1 Z_{11} + I_2 Z_{12}$

$\left.V_1\right|_{I_2=0} = I_1 Z_{11}$

$I_1 = I_g - \frac{I_1 Z_{11}}{R_g}$

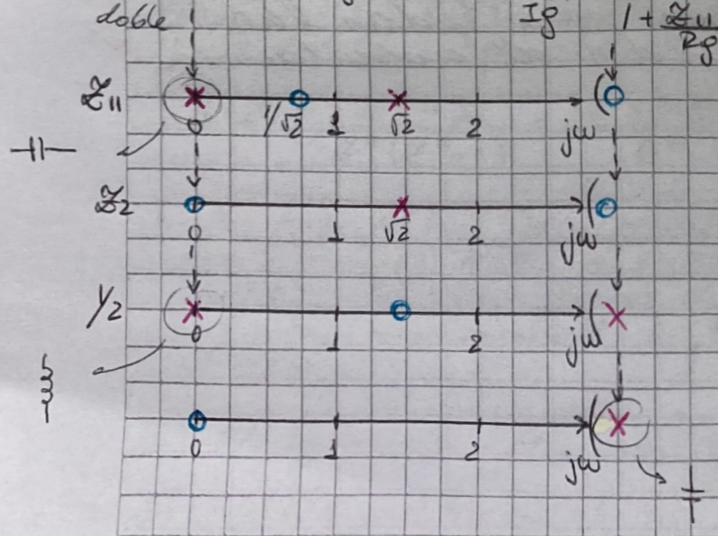
$I_g = I_1 \left(1 + \frac{Z_{11}}{R_g}\right)$

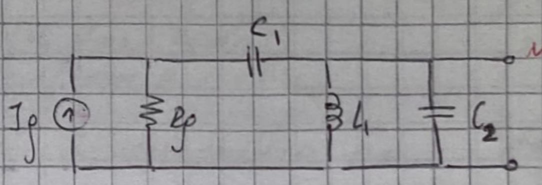
$\frac{V_2}{I_g} = \frac{Z_{21}}{1 + \frac{Z_{11}}{R_g}}$




$\left[\text{Si } R_g = 1, \frac{V_2}{I_g} = \frac{Z_{21}}{1 + Z_{11}}\right]$

$Z_{21} = \frac{s^2}{s^3 + 2s}$ $Z_{11} = \frac{2(s^2 + 1/2)}{s(s^2 + 2)}$




La condición de medición es $I_2 = 0$, tengo que terminar en derivación. El generador es real, por lo tanto, puedo empezar en serie

NOTA Para poder decir que $R_g = 1$, tengo que decir que $G_0 = 1/R_g = 1$

d) $Z_2 = Z_{11} - \frac{k_0}{s}$   $k_0 = \lim_{s \to 0} \frac{2(s^2+1/2)}{s(s^2+2)} \cdot s = \frac{1}{2}$   $2 = C_1$

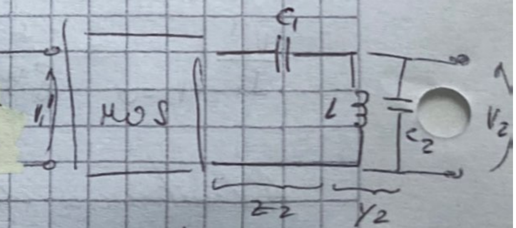
$Z_2 = \frac{2s^2+1-s^2/2-1}{s^2(s^2+2)} = \frac{3}{2}\,\frac{s}{s^2+2}$

$Y_4 = \frac{1}{Z_2} - \frac{k_0'}{s}$   $k_0' = \lim_{s \to 0} \frac{2}{3}\,\frac{s^2+2}{s} \cdot s = \frac{4}{3}$   $\left[\frac{3}{4} = L\right]$

$Y_4 = \frac{2}{3}\,\frac{s^2+2}{s} - \frac{4}{3s} = \frac{2}{3}s + \frac{4}{3s} - \frac{4}{3s} = \frac{2}{3}s$   $\left[C_2 = \frac{2}{3}\right]$

e) ~~No podría verificar con MAI porque la transferencia del filtro es una~~

$T = \begin{bmatrix} \frac{g_o}{g_m} & \frac{1}{g_m} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1/sC_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ sC_2 + \frac{1}{sL} & 1 \end{bmatrix}$




$T = \begin{bmatrix} \frac{g_o}{g_m} & \frac{g_o}{g_m} \cdot \frac{1}{sC_1} + \frac{1}{g_m} \\ — & — \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ sC_2 + \frac{1}{sL} & 1 \end{bmatrix}$

$\left.\frac{V_1'}{V_2}\right|_{(-I_2)=0} = A$

$A = \frac{g_o}{g_m} + \frac{g_o + sC_1}{g_m sC_1} \cdot \frac{s^2LC_2+1}{sL} = \frac{1}{g_m}\left[\frac{s^2LC_2g_o + s^3C_1C_2L + g_o + sC_1}{s^2C_1L} + g_o\right]$

$A = \frac{1}{g_m}\left[\frac{s^3C_1C_2L + s^2LC_2g_o + sC_1 + g_o + s^2C_1Lg_o}{s^2C_1L}\right]$   $g_o = 1$   $C_1 = 2$   $L = \frac{3}{4}$   $C_2 = \frac{2}{3}$

$\frac{1}{A} = \left.\frac{V_2}{V_1'}\right|_{(-I_2)=0} = \frac{g_m}{C_2}\left[\frac{s^2}{s^3 + s^2\frac{(C_1+C_2)}{C_1C_2} + \frac{s}{C_2L} + \frac{1}{C_1C_2L}}\right]$   $V_1' = \frac{V_g}{2}$

$\frac{V_2}{V_g'} = \frac{\cancel{2}\,g_m}{\cancel{2}} \cdot \frac{s^2}{s^3 + s^2 \cdot 2 + 2s + 1}$   verifica   $k = g_m$

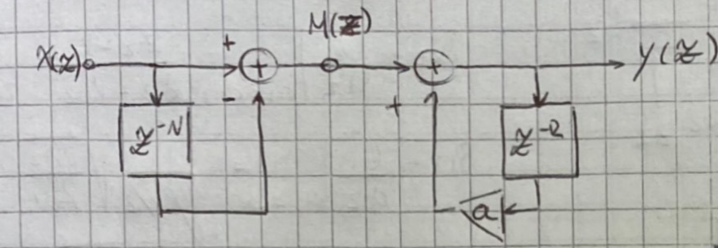
La MAI se puede utilizar para todas las transferencias que no sean de admitancia

HOJA Nº 2

FECHA

Ana Nuñez

2)




$M(Z) = X(Z)(1 - Z^{-N})$

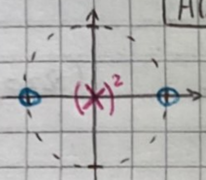
$Y(Z) = M(Z) + Y(Z)aZ^{-R}$

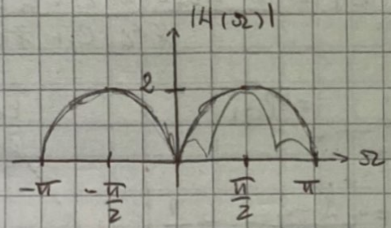
$\frac{Y(Z)}{X(Z)} = H(Z) = \frac{1 - Z^{-N}}{1 - aZ^{-R}}$

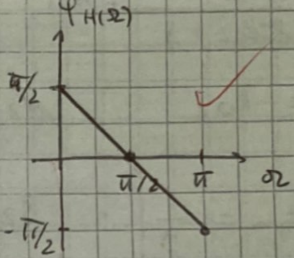
a)

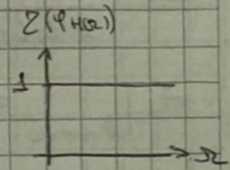
Para $a = -1$ y $R = 2$, $N = 4$

$H(Z) = \frac{1 - Z^{-4}}{1 + Z^{-2}} = \frac{Z^4 - 1}{Z^2(Z^2+1)} = \frac{Z^2 - 1}{Z^2}\Big|$ FIR $\quad H(\Omega) = \frac{e^{2j\Omega} - 1}{e^{2j\Omega}}$



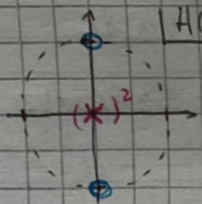



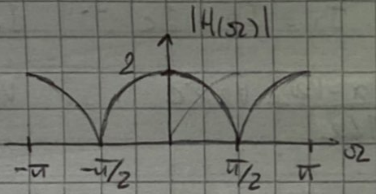



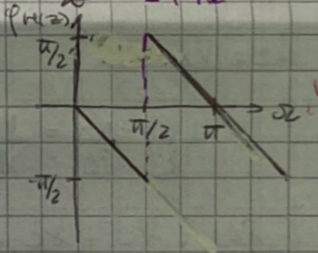

FIR: fase lineal
retardo de

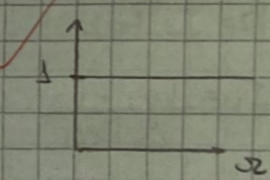
b) Propongo $a = 1$

$H(Z) = \frac{1 - Z^{-4}}{1 - Z^{-2}} = \frac{Z^4 - 1}{Z^2(Z^2 - 1)} = \frac{Z^2 + 1}{Z^2}\Big|$ FIR $\quad H(\Omega) = \frac{e^{2j\Omega} + 1}{e^{2j\Omega}}$



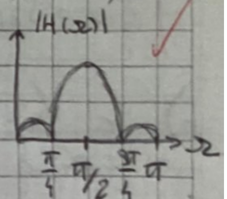

c) $N = 8 \quad H(Z) = \frac{1 - Z^{-8}}{1 - aZ^{-2}} \qquad Z^8 - 1$

$W^4 = Z^8$
$W = Z^2$

Manteniendo los valores de a y 2 del ejercicio 1, logro anular los ceros de $\frac{\pi}{2}$ logrando un pasabanda.

$H(Z) = \frac{Z^8 - 1}{Z^6(Z^2 - 1)} = \frac{(Z^4+1)(Z^2-1)}{Z^6}$


$(Z^4+1)(Z^2-1)$




Si son

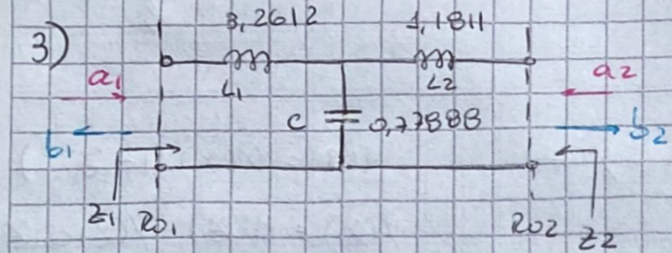
I) No son filtros recursivos ya que todos los polos de H(Z) se encuentran en el origen. Por más que el diagrama en bloques sugiera recursividad, lo que lo determina es el H(Z).

II) El segundo filtro es más selectivo

III) El costo computacional no cambia ya que la cantidad de operaciones es la misma. El segundo filtro va a requerir más memoria porque tiene que guardar más coeficientes.

NOTA

3)




$S_{11} = \dfrac{b_1}{a_1}\Big|_{a_2=0} = \dfrac{Z_1 - R_{o1}}{Z_1 + R_{o1}}$ coef reflexión 1

$S_{22} = \dfrac{b_2}{a_2}\Big|_{a_1=0} = \dfrac{Z_2 - R_{o2}}{Z_2 + R_{o2}}$ coef reflexión 2

$S_{12} = \dfrac{b_1}{a_2}\Big|_{a_1=0} = \dfrac{V_1}{v_{g2}/2}\sqrt{\dfrac{R_{o2}}{R_{o1}}}$ coef de transf. inversa

$S_{21} = \dfrac{b_2}{a_1}\Big|_{a_2=0} = \dfrac{V_2}{v_{g1}/2}\sqrt{\dfrac{R_{o1}}{R_{o2}}}$ coef de transmisión directa

$Z_1 = (R_{o2} + sL_2) \,||\, 1/sC + L_1 s$

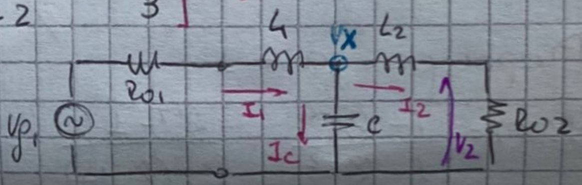
$Z_1 = \dfrac{1}{sC + \dfrac{1}{R_{o2}+sL_2}} + sL_1$

$Z_1 = \dfrac{R_{o2}+sL_2}{s^2L_2C + sCR_{o2} + 1} + sL_1 \qquad Z_1 = \dfrac{s^3L_1L_2C + s^2L_1CR_{o2} + s(L_1+L_2) + R_{o2}}{s^2L_2C + sCR_{o2} + 1}$

$Z_1\big|_{s\to 0} = R_{o2} \qquad Z_2\big|_{s\to 0} = R_{o1} \qquad R_{o1} = 1,\ R_{o2} = 2 \qquad (\Omega z = 75\Omega)$

$\left[S_{11} = \dfrac{2-1}{2+1} = \dfrac{1}{3}\right] \qquad \left[S_{22} = \dfrac{1-2}{1+2} = -\dfrac{1}{3}\right]$

$\left[\underbrace{S_{12} = S_{21}}_{\text{red pasiva}} = \dfrac{V_2}{v_{g1}/2}\sqrt{\dfrac{R_{o1}}{R_{o2}}}\right]$




$V_2 = I_2 R_{o2} \qquad I_2 = \dfrac{V_x - V_2}{sL_2} \qquad I_1 = I_2 + I_c \qquad I_c = V_x sC$

$I_1 = \dfrac{v_{g1} - V_x}{R_{o1}+sL_1} \qquad \dfrac{v_{g1} - V_x}{R_{o1}+sL_1} = \dfrac{V_2}{R_{o2}} + V_x sC \qquad V_x = I_2 sL_2 + V_2$

$\dfrac{v_{g1}}{R_{o1}+sL_1} = V_2\left(\dfrac{1}{R_{o2}} + \dfrac{sL_2}{R_{o2}}\cdot sC + sC + \dfrac{sL_2}{R_{o2}(R_{o1}+sL_1)} + \dfrac{1}{R_{o1}+sL_1}\right)$

$v_{g1} = \dfrac{V_2}{R_{o2}}\left(R_{o1} + sL_1 + s^2L_2CR_{o1} + s^3L_1L_2C + sCR_{o1}R_{o2} + s^2L_1CR_{o2} + sL_2 + R_{o2}\right)$

$\dfrac{V_2}{v_{g1}} = R_{o2}\,\dfrac{1}{s^3L_1L_2C + s^2C(L_1R_{o2} + L_2R_{o1}) + s(L_1+L_2+CR_{o1}R_{o2}) + R_{o1}+R_{o2}}$

$\dfrac{V_2}{v_g} = 2\cdot\dfrac{1}{3s^3 + 6s^2 + 6s + 3} = \dfrac{2}{3}\,\dfrac{1}{s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$

$\left[S_{12} = S_{21} = \dfrac{4}{3}\sqrt{\dfrac{1}{2}}\,\dfrac{1}{s^3 + 2s^2 + 2s + 1}\right]$

b) Se trata de un Butter pasabajos de 3er orden, esto nos lo indica $S_{21}$, la transferencia directa.

$\omega_0^2 = 1 \qquad f_c = \dfrac{\omega_0}{2\pi} = \dfrac{1}{2\pi}$ Si se normalizó por $\Omega\omega = 2\pi\,1GHz$, $f_c = 1GHz$

El filtro no está adaptado ya que $S_{11}$ y $S_{22}$ no tienden a cero

NOTA

HOJA Nº 3

FECHA

Ana Nuñez

$\Omega z = 75\Omega$
$\Omega\omega = 2\pi\, 1\,GHz$

c) $C^{\circ} = \dfrac{C}{\Omega z\, \Omega\omega} = 1,65\,pF$

$L_1^{\circ} = L_1 \dfrac{\Omega z}{\Omega\omega} = 39\,uHy$

$Z_{01} = 75\Omega$
$Z_{02} = 150\Omega$

$L_2^{\circ} = L_2 \dfrac{\Omega z}{\Omega\omega} = 14,1\,uHy$