

## Trabajo Práctico N° 4 - Respuestas

### Cuplas y filtros elementales

- 1) En el caso de los dipolos de la fase mínima, la variación de la fase está acotada dentro de ciertos valores.

En el caso de los dipolos de fase máxima, la fase varía en todo el rango de 0 a  $2\pi$ .

2) –

3) a) –

b) Se demuestras que  $H_1$  es de fase mínima, entonces  $H_2$  es de fase máxima y viceversa.

c) Si  $|Z_0| < 1$ , entonces  $|1/Z_0^*| > 1$ .

4) a) –

b) Un filtro con un único polo se puede utilizar para dejar pasar (o “seleccionar”) una única frecuencia. Si llamamos  $\rho = 1 + \epsilon$ , entonces mientras más pequeño sea  $\epsilon$ , mejor será la selección del filtro.

c) –

d) Como  $f_S = 250 \text{ Hz} \equiv \omega_S = 2\pi$ , entonces  $f_p = 250 \text{ Hz} \equiv \omega_p = \frac{2}{5}\pi$ . Luego, quiero que  $|H(f_0)| = 100$ . Sé que el filtro con un sólo polo con módulo  $\rho = 1 + \epsilon$  cumple que  $|H(f_p)| = \frac{1}{\epsilon}$ . Entonces, como son dos polos, tomo  $\rho = 1.1$ .

Por otro lado, para que los coeficientes de la función de transferencia sean reales, simplemente debo tomo el segundo filtro como el conjugado del primero:

$$H(Z) = \frac{1}{Z - Z_p} \frac{1}{(Z - Z_p)^*}, \quad \text{con } Z = 1.1 e^{-i2\pi/5}.$$

5) a) –

b) –

c) Al aplicar este filtro a una señal discreta de la cual  $Z_p$  es un cero, el filtro cancelará este cero y lo convertirá en su recíproco conjugado.

d)

$$H_1(Z) = \frac{i Z - 2i}{2 Z - i/2}, \quad H_2(Z) = -\frac{i Z + 2i}{2 Z + i/2}.$$

Mediante estos dos filtros en cascada se obtiene la ondícula equivalente  $(4, 0, 1)$ .

- 6) a) El numerador es de *retardo puro*, y el filtro es similar a un filtro con un solo polo.
- b) El cero cancela parcialmente al polo, no obstante el efecto del polo domina en el filtro.
- c) El cero está ubicado en la posición de *pasa todo* (con cambio de fase).
- d) El efecto del cero domina al del polo y produce un *filtro ranura*.
- e) El cero está ubicado sobre el círculo unidad y produce un fuerte *filtro ranura* (*notch filter*).
- f) El cero es parcialmente cancelado por el polo produciendo un débil *filtro ranura* similar al caso con el cero dentro del círculo unidad.
- g) El cero y el polo se cancelan exactamente y producen un filtro *pasa todo* sin cambio de fase ( $H(Z) = 1$ ).
- h) El cero se ubica por afuera del polo produciendo lo que se denomina un *filtro de un polo sobre un pedestal*, que está dominado por el polo.