Circuits i Sistemes Lineals
Exercicis Tema 5

Enginyeria de Sistemes TIC (iTIC)
EPSEM - UPC

Pere Palà
Rosa Giralt

Novembre de 2025

Sobre la dificultat dels exercicis: Els exercicis sense cap indicació són simples exercicis d'aplicació de coneixements. Els que requereixen alguna aportació extra, s'identifiquen amb un o més símbols "$\star$". A més símbols, major dificultat conceptual.

5 Resposta freqüencial de circuits i sistemes lineals

Exercici 5.1 [Diagrames de Bode] Dibuixeu els diagrames asimptòtics de Bode de guany corresponents als circuits descrits per les funcions de xarxa següents. Indiqueu qualitativament el traçat de la corba real i especifiqueu amb detall el valor que pren als colzes del diagrama.

Repetiu el procés per als diagrames asimptòtics de fase.

a. $H_1(s) = \dfrac{(s+1)}{(s+10)(s+100)}$

b. $H_2(s) = \dfrac{(s+1)}{s(s+100)}$

c. $H_3(s) = \dfrac{(s-10)}{(s+1)(s+20)}$

Exercici 5.2 [Conceptes bàsics de filtres] Donada la següent funció de xarxa, contesteu les següents preguntes:

$$H(s) = \frac{24s}{s^2 + 12s + 900}$$

a. Quin tipus de filtre és?

b. Quina és la seva freqüència de ressonància?

c. Quan valen ξ, Q i BW?

d. Dibuixeu l'assímptota i la corba real d'aquest filtre indicant quan val el seu màxim.

EXERCICI 5.3 [Filtratge $\star$] Suposem un senyal que és un cosinus d'amplitud 1 V i pulsació $\omega_i = 1000$. Aquest senyal el passem per un comparador que té el nivell de comparació a 0 i que està alimentat a $\pm V_{cc} = \pm 5$ V (suposeu que $\pm V_{sat} = \pm V_{cc}$). El senyal quadrat obtingut a la sortida el voldrem filtrar per tal d'obtenir un senyal sinusoïdal de freqüència triple de la del cosinus original.

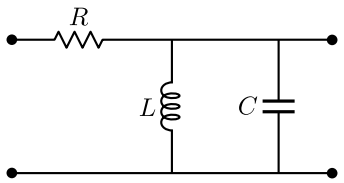
Per tal de saber l'espectre del senyal quadrat de la sortida del comparador, considereu que els coeficients de la sèrie complexa de Fourier d'un senyal quadrat que va de 0 a 1 V són els següents: $C_0 = 0.5$, $C_1 = 0.318$, $C_2 = 0$, $C_3 = -0.106$, $C_4 = 0$ i $C_5 = 0.0636$. Recordeu que podeu fer servir la propietat de linealitat.

En base a tot això, contesteu les següents qüestions:

a. Dibuixeu l'espectre del senyal de sortida del comparador, indicant amb detall cada component freqüencial.

b. Calculeu la Q i la ω_0 del filtre necessari per tal que al passar-hi el senyal de sortida del comparador obtinguem un senyal sinusoïdal de freqüència $3\omega_i$ i aconseguim que tots els harmònics indesitjats siguin com a mínim 100 vegades inferiors a l'harmònic desitjat, és a dir, -40 dB per sota.

c. Dissenyeu un filtre RLC com el de la figura següent que compleixi aquestes condicions.



EXERCICI 5.4 [Diagrama de Bode] Per la següent funció de xarxa, dibuixeu el diagrama assimptòtic de guany i de fase. Pel de guany, indiqueu amb detall per on passa la corba real.

$$H(s) = -8 * 10^7 \frac{s}{(s+20)(s+200)(s+2000)}$$

EXERCICI 5.5 [Filtratge] Un determinat senyal periòdic amb $\omega_1 = 10$ té uns coeficients de Fourier: $C_0 = 2$, $C_1 = C_{-1} = 1$, $C_2 = C_{-2} = 2$, $C_3 = C_{-3} = 1$, $C_4 = C_{-4} = 2$ i la resta de coeficients valen 0.

a. Dissenyeu un filtre que permeti obtenir un senyal sinusoïdal de $\omega = 20$ i d'amplitud 4 V. Es requereix que tots els harmònics estiguin 40 dB per sota de l'harmònic principal. Calculeu els valors de ω_o, Q i H_{max} per tal que aquest filtre compleixi els requeriments especificats.

b. Indiqueu quina seria la funció de xarxa del filtre. Dibuixeu l'assímptota i la corba real d'aquest filtre indicant quan val el seu màxim.