

SENYALS I SISTEMES

EXAMEN FINAL - 17 de juny de 2024

Temps: 3 hores

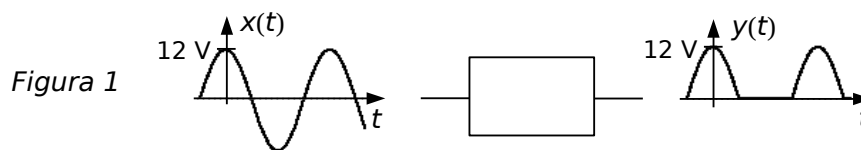
**1** - (2,5 punts) Indiqueu quines de les següents afirmacions són CERTES i quines FALSES. Justifiqueu la resposta.

- El sistema caracteritzat per  $h(t) = 7 \cdot e^{-2(t+1)} \cdot u(t-1)$  és un sistema causal.
- En una modulació de freqüència de banda ampla (WBFM) amb un índex de modulació  $\beta = 10$  i una desviació de freqüència  $f_{\Delta} = 2$  MHz, l'amplada de banda del senyal modulat és, aproximadament,  $B_s \approx 4,4$  MHz.
- Una forma de millorar la figura de soroll global d'un conjunt d'etapes connectades en cascada és augmentar el guany de la darrera etapa.
- A igual freqüència de tall, un filtre de Butterworth d'ordre inferior presenta major atenuació dins la banda de pas i menor atenuació fora de la banda de pas que un filtre d'ordre superior.
- En un receptor superheterodí on  $f_0$  és la freqüència portadora del senyal rebut,  $f_{OL}$  la freqüència de l'oscil·lador local i  $f_I$  la freqüència intermèdia, la freqüència imatge es troba a:

$$f_{imatge} = f_{OL} - f_I, \text{ si } f_0 < f_{OL}$$

$$f_{imatge} = f_{OL} + f_I, \text{ si } f_0 > f_{OL}$$

**2** - (2,5 punts) En aquest problema es tracta d'estudiar el senyal de sortida  $y(t)$  d'un rectificador de mitja ona (Fig. 1) que té a la seva entrada un senyal sinusoidal de la forma  $x(t) = 12 \cdot \cos(2\pi \cdot 50 \cdot t)$  V.



- Calculeu la potència mitjana del senyal rectificat  $y(t)$ .
- Doneu una expressió matemàtica compacta del senyal bàsic de  $y(t)$ ,  $y_b(t)$ .
- A partir de l'expressió obtinguda a l'apartat anterior, calculeu la transformada de Fourier de  $y(t)$  i dibuixeu amb detall l'espectre d'amplitud del senyal rectificat, indicant la magnitud del component continu i la dels 3 primers harmònics.
- Sovint un rectificador s'utilitza com a circuit previ per a la generació d'una tensió d'alimentació constant. Valoreu quin tant per cent de la potència total suposen el component continu i cadascun dels tres primers harmònics.
- Per tal d'obtenir el component continu de  $y(t)$  es proposa utilitzar un filtre passabaix de primer ordre d'amplificació màxima igual a la unitat. Determineu la freqüència de tall a -3 dB que ha de tenir aquest filtre si es vol que introdueixi una atenuació igual a 26 dB a la freqüència del primer harmònic.

**3** - (2,5 punts) Un amplificador de radiofreqüència proporciona la resposta freqüencial mostrada a la Fig. 2.

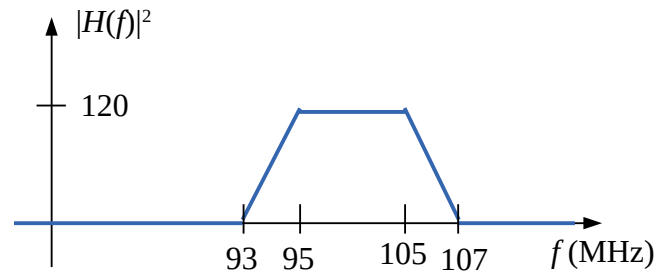


Figura 2

El senyal d'entrada és de la forma  $x(t) = s(t) + n(t)$ , on  $s(t)$  és el component útil

$$s(t) = 2 \cdot 10^{-6} \cdot \cos(2\pi \cdot 102 \cdot 10^6 \cdot t) \text{ V}$$

i  $n(t)$  és soroll tèrmic, caracteritzat per la densitat espectral de potència

$$G_n(f) = \eta/2, \quad \eta = 8 \cdot 10^{-19} \text{ V}^2 / \text{Hz}.$$

Determineu:

- La potència de senyal útil a la sortida.
- La potència de soroll a la sortida.
- La relació senyal soroll a la sortida expressada en dB i, a la vista del resultat, valoreu si les condicions són favorables per a fer un post-processament adequat del senyal.
- Suposant ara que, a més de les característiques especificades, l'amplificador presenta una figura de soroll  $NF = 3,5 \text{ dB}$ , repetiu els càlculs dels apartats b) i c).

**4** - (2,5 punts) Considereu la modulació digital definida per l'expressió

$$s(t) = 5 \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \Pi\left(\frac{t-nT}{T}\right) \cdot \cos(2,513 \cdot 10^9 \cdot t) \text{ V}, \quad T = 200 \text{ ns}$$

on  $a_n = 1$  quan el bit transmès correspon a un u lògic i  $a_n = 0$  quan el bit transmès és un zero lògic.

- Indiqueu (amb tots els atributs possibles) de quin tipus de modulació es tracta, així com la velocitat de transferència de dades en bit/s.
- Representeu gràficament  $s(t)$  per a la seqüència de bits  $\{1, 0, 1, 1, 0, 1, 0\}$ , corresponents a  $0 \leq n \leq 6$ .
- Determineu l'índex de modulació i la potència mitjana del senyal  $s(t)$ , sabent que els dos valors lògics són equiprobables.

El càlcul de l'espectre de  $s(t)$  en general és complicat, entre altres factors perquè depèn de quina és la seqüència de bits transmesa. Es pot arribar a demostrar, però, que aquest espectre té relació directa amb l'espectre d'un sol pols. En aquest sentit,

- Calculeu la transformada de Fourier del senyal generat per a  $n=0$  amb  $a_0=1$ , i representeu-ne gràficament i amb detall l'espectre d'amplitud.
- Feu una estimació de l'amplada de banda en Hz ocupada pel senyal modulat  $s(t)$ .