

## EXAMEN PARCIAL DE SENYALS I SISTEMES

13 de maig de 2022 – EPSEM - Grau en Enginyeria de Sistemes TIC

Temps: 1h 45m

**1** - (3 punts) – Una empresa fabrica un sistema digital de transmissió de dades, on el senyal generat pel transmissor respon a l'expressió

$$x(t) = 5 \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \cdot p(t - nT_b) \quad \text{V} \quad , T_b = 1 \mu\text{s}$$

essent  $a_n = 1$  quan el bit transmès correspon a un 1 lògic i  $a_n = 0$  quan el bit transmès és un 0 lògic.  $T_b$  representa el temps emprat per transmetre cada bit. L'evolució del senyal dins cada període de bit queda definida per la funció  $p(t)$ , coneguda com a pols conformador. El sistema és configurable, de manera que permet generar 3 tipus diferents de pols conformador:

$$\text{Pols A: } p(t) = \Pi\left(\frac{t}{1 \mu\text{s}}\right)$$

$$\text{Pols B: } p(t) = \Lambda\left(\frac{t}{10 \text{ ns}}\right)$$

$$\text{Pols C: } p(t) = \Pi\left(\frac{t}{1 \mu\text{s}}\right) \cos(5,655 \cdot 10^9 t)$$

Es demana:

- Representeu gràficament per a cada tipus de pols conformador el senyal  $x(t)$  quan la seqüència de bits transmesa és  $\{1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1\}$ , corresponent a  $0 \leq n \leq 5$ .
- Calculeu la transformada de Fourier de cadascun dels polsos conformadors, A, B i C.
- Representeu gràficament els corresponents espectres d'amplitud, indicant-hi el valors més rellevants.

L'empresa vol saber si els senyals que el seu sistema és capaç de generar són compatibles amb 3 tipus diferents de canal de comunicació a través dels quals els senyals es podrien enviar. Amb aquesta finalitat, us ha encarregat a vosaltres fer l'estudi. Les característiques dels canals es resumeixen a la següent taula:

Tipus de canal	Tipus de resposta freqüencial	Banda de pas
C1	Passabaix	$0 \leq f \leq 10 \text{ MHz}$
C2	Passabaix	$0 \leq f \leq 1 \text{ GHz}$
C3	Passabanda	$800 \text{ MHz} \leq f \leq 1 \text{ GHz}$

- d) A partir de la informació obtinguda als apartats anteriors, ompliu la següent taula de compatibilitat, indicant "SI" per a aquelles combinacions de pols conformador i tipus de canal que siguin compatibles, i "NO" per a aquelles que no ho siguin. Expliqueu el criteri utilitzat per omplir la taula.

	Pols A	Pols B	Pols C
C1			
C2			
C3			

**2** - (4 punts) - Una sonda espacial envia dades a una estació terrestre amb una freqüència portadora de 10 GHz. Aplicant coneixements de sistemes de radiofreqüència i tenint en compte la potència transmesa i el guany de les antenes, s'ha determinat que la potència de senyal útil proporcionada per l'antena receptora depèn de la distància  $d$  en metres de la sonda a la Terra segons l'equació

$$P_R = \frac{1,5 \cdot 10^6}{d^2} \text{ (W)} .$$

La sonda transmet una modulació digital amb una amplada de banda  $B_s = 2f_b$ , on  $f_b$  és la velocitat de transmissió de dades en bit/s, sent capaç de variar aquest paràmetre segons les necessitats. D'altra banda, el receptor ajusta en tot moment l'amplada de banda de recepció  $B$  a la del senyal rebut,  $B = B_s$ . Les diferents fonts de soroll (tèrmic, atmosfèric i còsmic) produeixen a la sortida de l'antena receptora una densitat espectral total de potència

$$G_n(f) = \eta / 2 = 5 \cdot 10^{-21} \text{ W / Hz}.$$

Es vol fer un estudi de les prestacions que ofereix el sistema en dues situacions diferents, concretament a les distàncies:

Cas 1:  $d = 384000$  km (distància de la Terra a la Lluna)

Cas 2:  $d = 78000000$  km (mínima distància de la Terra a Mart)

Sabent que el receptor terrestre requereix una relació senyal soroll a la seva entrada (= sortida de l'antena)  $SNR \geq 18$  dB, es demana:

- La màxima potència de soroll admissible a l'entrada del receptor en cada cas.
- Els corresponents valors eficaços de la tensió de senyal útil i de soroll a l'entrada del receptor en les pitjors condicions de recepció (impedància d'entrada = 50  $\Omega$ ).
- La màxima velocitat de transferència de dades que es pot aconseguir en cada cas.
- Sabent que la primera etapa del receptor terrestre és un amplificador amb un guany de 14 dB seguit d'un filtre amb un guany de 19 dB, i que en les condicions de recepció les figures de soroll d'aquestes etapes per separat són 2,5 dB i 6,5 dB, respectivament, determineu quina serà la mínima relació senyal-soroll admissible en dB a la sortida del filtre.
- Determineu la potència total de soroll a la sortida del filtre, i d'aquesta, quina part correspon a l'afegida pel conjunt amplificador-filtre.

**3** - (3 punts) Indiqueu quines de les següents afirmacions són CERTES i quines FALSES. Justifiqueu la resposta.

- a) La transformada de Fourier del senyal  $x(t) = \text{sinc}^2(3t) \cdot \text{sign}(t)$  és una funció real.
- b) El sistema caracteritzat per  $h(t) = 7 \cdot e^{-2(t+1)} \cdot u(t-1)$  és un sistema causal.
- c) A un sistema caracteritzat per la resposta impulsional  $h(t) = \Pi\left(\frac{t-0,5 \text{ ms}}{1 \text{ ms}}\right)$  se li aplica una entrada  $x(t) = \Pi\left(\frac{t}{1 \text{ ms}}\right)$ . Llavors, la sortida pren el seu valor màxim en  $t = 1 \text{ ms}$ .
- d) La transformada de Fourier de la funció  $x(t) = 1 / t$  és  $X(f) = -j \pi \text{sign}(f)$ .
- e) 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.