

SENYALS I SISTEMES

EXAMEN FINAL - 15 de juny de 2015

Temps per a la resolució: 3 hores

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

- La transformada de Fourier del senyal  $x(t) = \text{sinc}^2(3t) \cdot \text{sign}(t)$  és una funció real.
- 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  $t = 1 \text{ ms}$ .
- La transformada de Fourier de la funció  $x(t) = 1/t$  és  $X(f) = -j\pi \text{sign}(f)$ .
- Un senyal  $x_s(t)$  és el resultat d'aplicar un mostreig de tipus *sample & hold* a un senyal  $x(t)$  de banda limitada a 500 kHz, amb una freqüència de mostreig d'1.5 MHz. En conseqüència, és possible recuperar el senyal original  $x(t)$  a partir de  $x_s(t)$ .
- El valor eficaç de la tensió de soroll tèrmic proporcionada per una resistència de valor  $R$  en circuit obert i en una amplada de banda  $B$  és  $V_{n,ef} = \sqrt{4KTRB}$ .

**2** - (2,5 punts) En aquest problema es tracta de dissenyar un sistema de comunicació sense fils que permeti enviar un senyal de dades  $x(t)$  amb un espectre comprès entre -1 kHz i 1kHz a través d'un enllaç d'ultrasons que opera a 40 kHz. A tal efecte es disposa de:

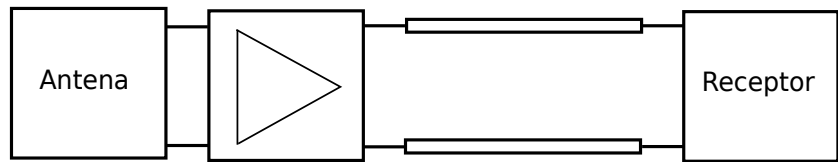
- Font de senyal  $x(t)$  (font de tensió)
- Transductors d'ultrasons de 40 kHz
- Oscil·ladors de 40 kHz i amplitud 1 V
- Multiplicadors de dues entrades i una sortida
- Amplificadors (x10 i x100)
- Filtres passabaix de 2 kHz d'amplada de banda

- Dibuixeu el diagrama de blocs del sistema dissenyat.
- Doneu l'expressió matemàtica del senyal en cadascun dels nodes del sistema:
  - En el domini del temps
  - En el domini de la freqüència (transformada de Fourier)
- Dibuixeu qualitativament l'espectre d'amplitud del senyal en cadascun dels nodes.

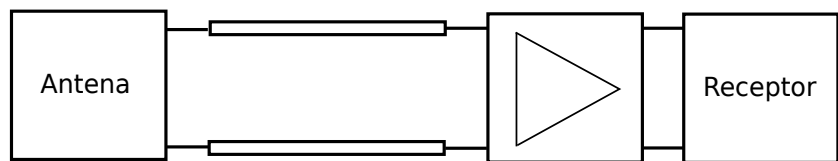
**3** - (2,5 punts) Es vol muntar una instal·lació per a la recepció de senyals de TV formada per: una antena receptora, un amplificador, una línia de transmissió, i el receptor de TV. Les característiques dels diferents dispositius es mostren a la Taula 1 ( $T = 298$  K), i es consideren dues configuracions de muntatge: la de la Figura 1 (a) i la de la Figura 1 (b). En tots els casos es treballa amb adaptació d'impedàncies.

<p><u>Amplificador</u></p> <p>Guany = 20 dB Figura de soroll = 1.8 dB</p>
<p><u>Línia de transmissió</u></p> <p>Atenuació = 5 dB Figura de soroll = 5 dB</p>
<p><u>Receptor</u></p> <p>Amplada de banda = 8 MHz SNR recomanada <math>\geq 52</math> dB</p>

Taula 1



(a)



(b)

Figura 1

Es vol estudiar quina de les dues configuracions resulta més avantatjosa. En aquest sentit,

- Calculeu la figura de soroll en dB del conjunt format per l'amplificador i la línia de transmissió en cadascuna de les configuracions.
- Determineu la potència de senyal útil en dBm que haurà de subministrar l'antena en cada cas per tenir una recepció de qualitat (considereu el soroll tèrmic a  $T = 298$  K).
- A la vista dels resultats, discutiu possibles avantatges i inconvenients de cada configuració.

**4** - (2,5 punts) Un senyal  $s(t)$  modulad en freqüència per un senyal digital  $x_1(t)$  té la següent expressió:

$$s(t) = 3 \cdot \cos(169,65 \cdot 10^6 \cdot t + 1,26 \cdot 10^6 \cdot \int_{-\infty}^t x_1(\tau) d\tau) \quad \forall, \quad x_1(t) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \Pi\left(\frac{t-nT}{T}\right) \quad , \quad T = 0,1 \text{ ms}$$

on  $a_n = 1$  quan el bit transmès correspon a un 1 lògic i  $a_n = -1$  quan el bit transmès és un 0 lògic. Es demana:

- La potència mitjana del senyal  $s(t)$ ;
- La seva freqüència instantània (en Hz) en funció del temps;
- La desviació de freqüència i les freqüències instantànies mínima i màxima;
- Representar  $x_1(t)$  i qualitativament  $s(t)$  per a la seqüència de bits  $\{1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0\}$ , corresponents a  $0 \leq n \leq 6$ .
- L'index de modulació, indicant si es tracta de FM de banda estreta o de banda ampla (preneu com a amplada de banda de  $x_1(t)$  la del lòbul principal de la transformada de  $\Pi(t/T)$ ).