

SENYALS I SISTEMES

EXAMEN FINAL - 20 de juny de 2017

Temps per a la resolució: 3 hores

1 - (3 punts) Un receptor de ràdio de tipus superheterodí consta del diagrama de blocs mostrat a la Figura 1. La Taula 1 resumeix les principals característiques d'alguns dels seus blocs constitutius.

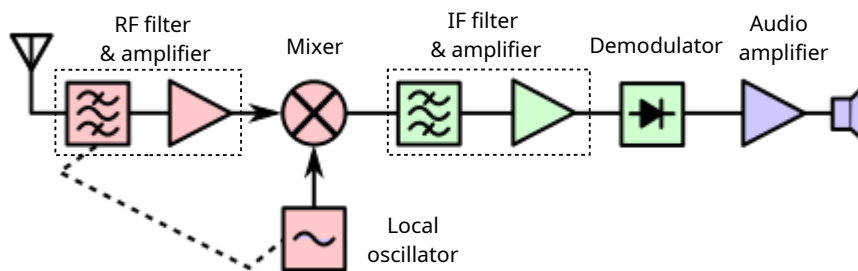


Figura 1

Taula 1

	Guany de potència (dB)	Freqüència central (MHz)	Amplada de banda (kHz)	Figura de soroll (dB)
Conjunt filtre + amplificador de RF	18.0	433.92	9800	1.3
Mesclador	0.0 (guany de potència de conversió)	-	-	11.0
Conjunt filtre + amplificador de FI	80.0	10.7	50	6.0

Es demana:

- Indiqueu la raó que justifica l'existència de cadascun dels blocs presents al receptor.
- Discutiu quins són els principals avantatges d'efectuar les operacions de filtratge i amplificació a freqüència intermèdia.
- Sabent que la freqüència portadora és major que la de l'oscil·lador local, determineu la freqüència d'aquest últim, així com la freqüència imatge.
- Calculeu la figura de soroll global del conjunt format per les etapes de RF, el mesclador i les etapes de freqüència intermèdia.
- Considerant el soroll tèrmic generat per l'antena ($K = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J / K}$, $T = 290 \text{ K}$), i sabent que, per a un funcionament adequat, el desmodulador requereix a la seva entrada una relació senyal soroll $SNR \geq 15 \text{ dB}$, determineu quina és la potència de senyal útil que, com a mínim, haurà de proporcionar l'antena.

2 - (1,5 punts) Determineu la freqüència de tall i l'ordre que ha de tenir un filtre passabaix de Butterworth per complir la plantilla d'especificacions mostrada a la Figura 2.

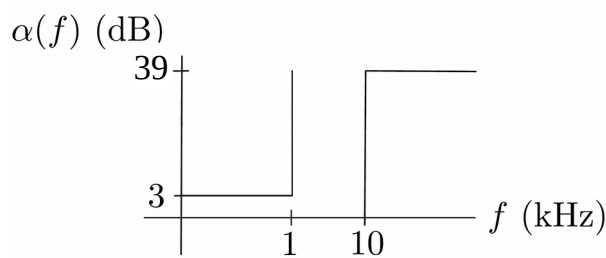


Figura 2

3 - (2,5 punts) Donat el senyal $x_s(t)$ resultant d'efectuar un mostreig ideal del senyal $x(t)$ amb un període de mostreig T_s ,

$$x_s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT_s) \cdot \delta(t - nT_s) ,$$

- Demostreu quins són els passos a seguir per obtenir la transformada de Fourier de $x_s(t)$, $X_s(f)$.
- Suposant que $x(t)$ és de banda limitada a B_x Hz, dibuixeu qualitativament l'espectre d'amplitud de $X_s(f)$, indicant quina és la corba d'amplificació que ha de tenir el filtre interpolador.
- Assumint $B_x = 100$ kHz, quina és la freqüència de mostreig $f_s = 1 / T_s$ mínima que cal utilitzar per poder recuperar $x(t)$ a partir de $x_s(t)$? Quina freqüència escolliríeu vosaltres a la pràctica? Justifiqueu ambdues respostes.

4 - (3 punts) Un senyal modulad $s(t)$ està controlat per un senyal digital segons l'expressió

$$s(t) = 4 \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \Pi\left(\frac{t - nT}{T}\right) \cdot \cos(6,283 \cdot 10^9 \cdot t) \quad \text{V}, \quad T = 100 \text{ ns}$$

on $a_n = 0$ quan la seqüència de bits transmesa és '00', $a_n = 1$ per a la seqüència '01', $a_n = 2$ per a la seqüència '10' i $a_n = 3$ per a la seqüència '11'.

- 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 $\{1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1\}$, corresponents a $0 \leq n \leq 3$.
- 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 del pols rectangular utilitzat a $s(t)$. 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 modulad $s(t)$.