

SENYALS I SISTEMES

EXAMEN FINAL - 21 de juny de 2019

Temps per a la resolució: 2,5 hores

1 - (2 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 aquesta freqüència 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

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

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

- a) La màxima potència de soroll admissible a l'entrada del receptor en els següents casos:
 - a1) $d = 384000 \text{ km}$ (distància de la Terra a la Lluna)
 - a2) $d = 78000000 \text{ km}$ (mínima distància de la Terra a Mart)
- b) La màxima velocitat de transmissió de dades que es pot aconseguir en cada cas.

2 - (2 punts) En un receptor de ràdio es vol amplificar el senyal d'entrada 36 dB, per a la qual cosa es disposa de dos amplificadors per connectar en cascada amb les següents característiques:

Amplificador model A	Amplificador model B
Guany: 12 dB	Guany: 24 dB
Figura de soroll: 1,2 dB	Figura de soroll: 3,5 dB

Es tracta de determinar quin és l'ordre de col·locació més adequat. En aquest sentit:

- a) Determineu el factor de soroll que correspon a cadascuna de les dues configuracions possibles i, a la vista dels resultats, indiqueu quina resulta més avantatjosa, si l'opció A-B o la B-A.

- b) Considereu ara la possibilitat de connectar en cascada 3 amplificadors del model A, i valoreu si aquesta combinació és millor o pitjor que les anteriors.
-

3 - (4 punts) Un sistema de comunicació envia àudio (20 Hz - 20 kHz) a través d'un canal de ràdio amb una freqüència de portadora $f_0 = 433.92$ MHz. El transmissor (Figura 1) incorpora un convertidor analògic a digital (A/D) que mostreja el senyal d'àudio a una freqüència f_s i el codifica en forma de senyal digital generant 16 bits per mostra. El senyal digital actua com a entrada del modulador, i el senyal modulat passa per un amplificador de potència abans de ser enviat per l'antena transmissora.

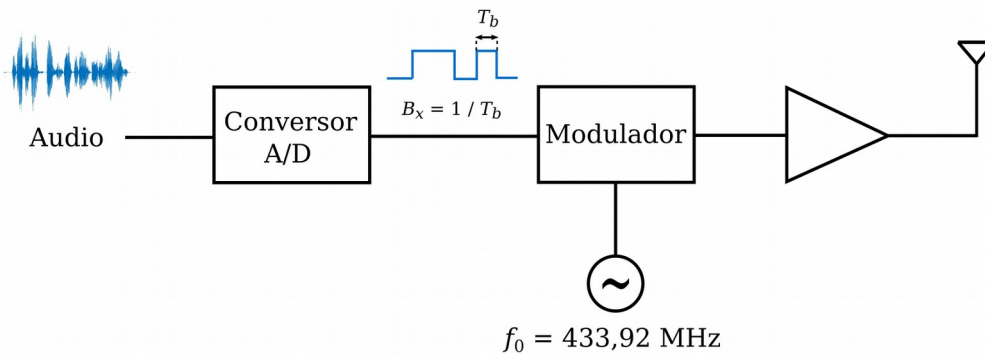


Figura 1

Es demana:

- a) Determineu quina és la freqüència de mostreig f_s que com a mínim ha d'utilitzar el convertidor A/D per tal de no perdre informació.

Assumint a partir d'ara una freqüència de mostreig $f_s = 48$ kHz,

- b) Determineu la velocitat de transferència de bits del sistema.

Es tracta a continuació d'avaluar les prestacions proporcionades per diferents tipus de modulació, transmetent la potència més alta possible sense que el senyal modulat pateixi distorsió. En aquest sentit,

- c) Sabent que l'amplificador suporta una amplitud de tensió màxima sense distorsió a la sortida de 3 V, i que l'amplada de banda del senyal digital es pot suposar igual a l'invers del temps de bit, $B_x = 1/T_b$, ompliu els espais de la taula annexa (pàgina següent) amb la informació que correspongui.
- d) Indiqueu un avantatge i un inconvenient associat a la utilització de cadascuna de les modulacions considerades.

El receptor d'aquest sistema de comunicació és de tipus superheterodí i utilitza un oscil·lador local de freqüència $f_{ol} = 423,22$ MHz.

- e) Dibuixeu un diagrama de blocs del receptor, identificant clarament cadascun dels blocs.
- f) Determineu el valor de la freqüència intermèdia (FI). Quina ha de ser l'amplada de banda del filtre de FI?
- g) Doneu el valor de la freqüència imatge.

Tipus de modulació	Amplitud del senyal portador*, A (V)	Potència mitjana del senyal modulad, P_s (V ²)	Amplada de banda del senyal modulad, B_s (Hz)
AM de doble banda lateral amb portadora, índex de modulació $m = 100\%$			
AM de doble banda lateral amb portadora suprimida			
FM de banda estreta, índex de modulació $\beta = 0,2$			
FM de banda ampla, índex de modulació $\beta = 5$			

* A la sortida de l'amplificador

4 - (2 punts) Donat el senyal periòdic de la Figura 2 i el corresponent espectre d'amplitud de la Figura 3, determineu el valor de les magnituds A, B, C, f_1 i f_2 .

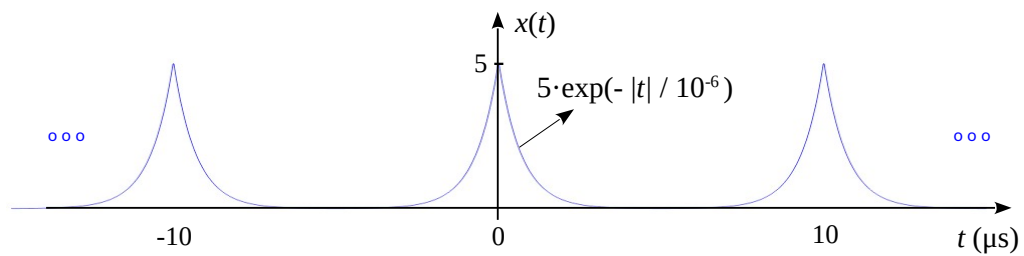


Figura 2

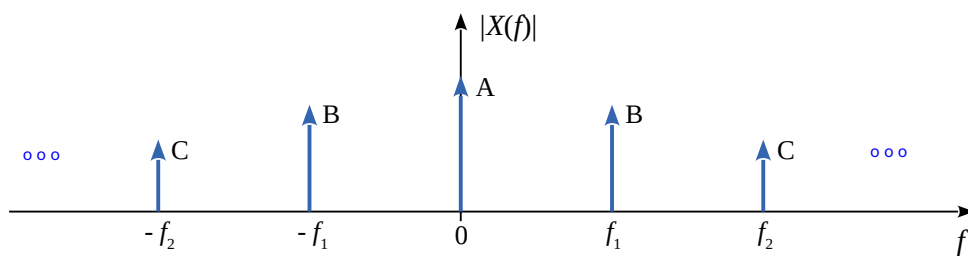


Figura 3