

EXAMEN PARCIAL DE SENYALS I SISTEMES

5 de maig de 2017 – EPSEM - Grau en Enginyeria de Sistemes TIC

1 - (3 punts) – Proposeu exemples de sistemes que presentin les propietats enumerades a continuació. Els podeu descriure com cregueu més convenient: per la seva relació entrada-sortida, per la resposta impulsional, per la funció de transferència, per un esquema circuital, etc. Justifiqueu en cada cas per què el sistema proposat presenta aquestes propietats:

- Un sistema invariant i un sistema variant en el temps;
- Un sistema lineal i un sistema no lineal;
- Un sistema causal i un sistema no causal;
- Un sistema amb memòria y un sistema sense memòria;
- Un sistema amb distorsió i un sistema sense distorsió.

2 - (2 punts) Un problema que sovint apareix en els sistemes de comunicació sense fils, com ara els radioenllaços, és que el receptor, a més de rebre el senyal directe del transmissor, rep una ona reflectida al terra, la qual se superposa a la ona directa (Fig. 1). Es tracta del fenomen conegut com a propagació multicamí.

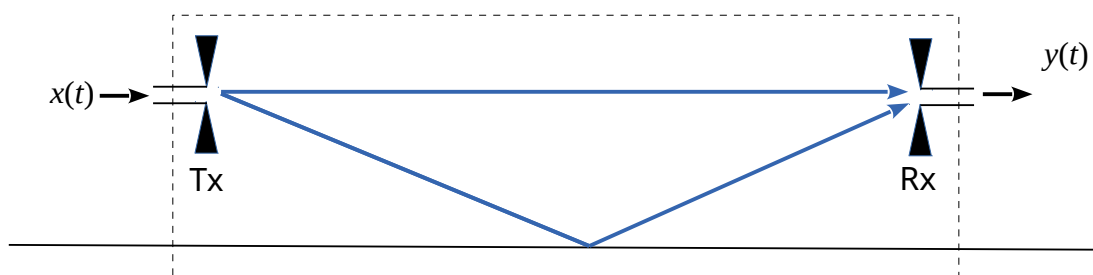


Figura 1

El radioenllaç es pot veure com un sistema amb una entrada $x(t)$ (tensió aplicada a l'antena transmissora) i una sortida $y(t)$ (tensió mesurada a la sortida de l'antena receptora). Suposeu que el sistema sense reflexió presenta una resposta impulsional $h(t)$, amb la corresponent funció de transferència $H(f)$, i que la resposta del sistema amb reflexió, sota determinades circumstàncies, es pot expressar segons

$$y(t) = x(t) * h(t) + A x(t-t_0) * h(t) ,$$

on el segon terme de la suma correspon a l'ona reflectida, A és un paràmetre relacionat amb la reflexió produïda al terra i t_0 el retard causat per la major distància recorreguda fins al receptor. Sabent que en un enllaç experimental s'ha mesurat $A = -1$ i $t_0 = 5$ ns,

- Demostreu que la funció de transferència del sistema amb reflexió es pot expressar segons $H_R(f) = H(f) \cdot F(f)$, i doneu l'expressió de la funció $F(f)$ introduïda per la reflexió.
- Representeu gràficament el mòdul de $F(f)$, indicant a quines freqüències s'assoleixen màxims i mínims.
- Doneu una explicació de quin pot ser el fenomen físic que dona lloc a la gràfica obtinguda a l'apartat anterior.

3 - (3 punts) Un amplificador de radiofreqüència té a la seva entrada un senyal de la forma

$$x(t) = s(t) + n(t),$$

on $s(t)$ és el component útil, caracteritzat per la densitat espectral de potència $G_s(f)$ representada a la Fig. 2, i $n(t)$ és soroll tèrmic amb una densitat espectral de potència

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

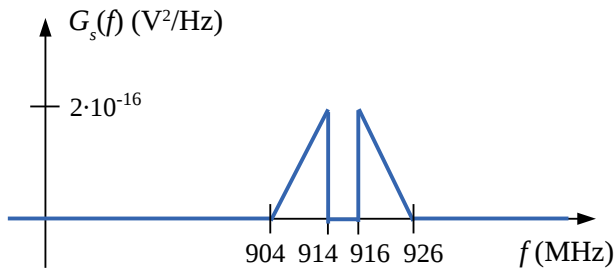


Figura 2

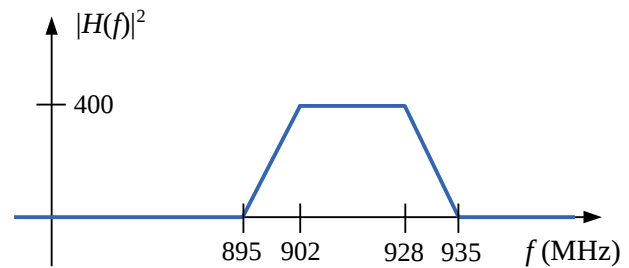


Figura 3

Sabent que l'amplificador proporciona la resposta freqüencial mostrada a la Fig. 3, 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 $NF = 3,5$ dB, repetiu els càlculs dels apartats b) i c).

4 - (2 punts) Un sistema de comunicació envia polsos Gaussians de la forma

$$x(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{5\text{ns}}\right)^2\right) \cdot \cos(2\pi 10^9 t)$$

Es demana:

- Calcular la transformada de Fourier de $x(t)$ i representar gràficament els corresponents espectres d'amplitud i de fase.
- Fer una classificació del senyal $x(t)$ atenent als resultats obtinguts, donant una estimació de l'amplada de banda que aquest ocupa.