

# Examen de Comunicacions Analògiques i Digitals

## EET, 16/04/2018, 15:00

### I. INDICACIONS

- 1) NO pot utilitzar cap aparell electrònic, ni en la seva funcionalitat horària.
- 2) Està permès únicament l'ús de rellotge analògic. Si no en disposa d'un, pregunti l'hora al professor.
- 3) No es pot abandonar l'aula amb l'enunciat. Enunciat i Resolució es publicaran a Atenea després de l'examen.
- 4) No es pot abandonar l'aula durant la realització de l'examen.
- 5) **TEMPS DISPONIBLE: 2 h. 40 min.**

### II. PREGUNTES

- 1) Tenim dues variables aleatòries independents  $X$  i  $Y$  amb la mateixa funció de densitat de probabilitat  $f_X(x) = f_Y(x) = \alpha e^{-\beta|x|}$  (exponencial bilateral)..

**Es demana:**

- a) Calculi la potència  $P_Z$  de la variable  $Z = XY$  en funció de la potència  $P_X$  de la variable  $X$ .
- b) Calculi la potència  $P_X$  de la variable  $X$ , deixant el resultat en funció d' $\alpha$  i  $\beta$ . Utilitzi que la integral indefinida  $\int x^2 e^x dx$  és de la forma  $\int x^2 e^x dx = (ax^2 + bx + c)e^x + d$ . Determini també el valor de les constants  $a$ ,  $b$  i  $c$ .
- 2) Un senyal aleatori  $X(t)$  (modulació AM) ve definit per l'expressió:

$$X(t) = (A + \mu b(t)) \cos(2\pi f_0 t + \Phi) \quad (1)$$

on  $A$ ,  $\mu$ ,  $f_0$  són constants,  $\Phi$  és una variable aleatòria distribuïda uniformement en  $[0, 2\pi)$  i  $b(t)$  és un senyal aleatori estacionari de mitja zero, densitat espectral de potència  $S_b(f) = \frac{P_b}{2B_b} \Pi\left(\frac{f}{2B_b}\right)$  i estadísticament independent de  $\Phi$ .

**Es demana:**

- a) Calculi la funció d'autocorrelació  $R_X(t + \tau, t)$  del senyal  $X(t)$  en funció de l'autocorrelació del senyal  $b(t)$  i de la resta de paràmetres.
- b) Calculi la funció d'autocorrelació promig  $\overline{R}_X(\tau)$  del senyal  $X(t)$  i la seva potència  $P_X$ .
- c) Calculi l'espectre de densitat de potència  $S_X(f)$  de  $X(t)$ . Dibuixi l'espectre i indiqui en el dibuix totes les freqüències i nivells significatius. Pel dibuix tingui en compte que  $f_0 > B_b$ .
- 3) A l'entrada d'un receptor tenim el següent senyal,

$$Y(t) = \sqrt{\frac{G_T}{L_c}} \cdot X(t - t_d) + w(t) \quad (2)$$

on  $X(t)$  és un senyal de densitat espectral de potència  $S_X(f) = S_{\max} \cdot \frac{|f|}{B_x} \cdot \Pi\left(\frac{f}{2B_x}\right)$  i  $w(t)$  és un senyal de soroll de densitat espectral de potència  $S_w(f) = \frac{1}{2} N_0$ . Els paràmetres  $G_T$  i  $L_c$  són, respectivament, el guany de potència del transmissor i l'atenuació de potència del canal. El paràmetre  $t_d$  és el retard del canal.

**Es demana:**

- a) Dibuixi l'esquema del receptor que ens permet recuperar el senyal  $X(t)$  (degradat per soroll). Indiqui i dibuixi les respostes freqüencials de tots els filtres de l'esquema del receptor.
- b) Calculi la relació senyal a soroll SNR amb la que es recupera el senyal  $X(t)$ .
- c) Si  $X(t)$  fos un senyal pas banda, amb  $X(t) = A(t) \cos(2\pi f_c t)$  i  $A(t)$  un senyal banda base amb espectre de densitat de potència  $S_A(f) = \frac{P_A}{B_A} \Lambda\left(\frac{f}{B_A}\right)$ , dibuixi el receptor que permet recuperar una versió sorollosa del senyal banda base  $A(t)$ . Indiqui i dibuixi les respostes freqüencials de tots els filtres de l'esquema del receptor pas banda.