

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ

Senyals i Sistemes I

Exàmen Final - 21 de Juny de 2002

Duració: 3 hores

No es permet l'ús de calculadores, llibres i/o apunts. Les respostes als diferents exercicis s'han d'entregar en fulls separats

Problema 1

L'esquema de la Fig. 1 està format pels següents sistemes:

- 1) sistema escalador $z_1(t)=x(at)$ que permet seleccionar un valor del paràmetre a pertanyent al marge $0.5 \leq a \leq 1$
- 2) sistema rectificador $z_2(t)=|z_1(t)|-C$ amb $C \geq 0$
- 3) sistema lineal, invariant i estable amb resposta impulsional $h(t)$

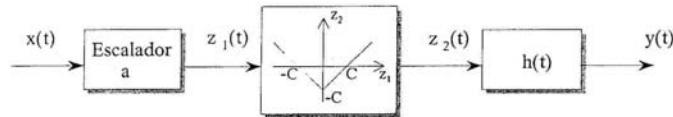


Fig. 1

- a) Obtingui la relació entrada sortida $y(t)=T[x(t)]$.
- b) Analitzi justificadament les propietats de linealitat, invariància, causalitat i estabilitat del sistema rectificador $z_2(t)=T[z_1(t)]$. Aquest esquema es vol utilitzar com a compresor de senyals sinusoidals quan $h(t)$ es correspon amb un filtre passa-baixes.
- c) Considerant com a senyal d'entrada $x(t)=\cos(2\pi f_0 t)$, es demana:
 - c.1) Calculi i dibuixi acuradament $Z_1(f)$ i $Z_2(f)$.
 - c.2) Definiu la resposta impulsional $h(t)$ del filtre ideal passa-baixes i el valor de C que permet obtenir a la sortida $y(t)=A \cdot \cos(2\pi f_1 t)$. Quant val f_1 ?
 - c.3) Quin marge de valors de f_1 es poden aconseguir a la sortida?
 - c.4) Calculi l'autocorrelació $R_{z_1}(\tau)$.
- d) Si es considera $x(t)=\cos(2\pi f_0 t)$ i $h(t)=k \left[\Pi(2af_0 t - 0.5) \cos(4\pi af_0 t - \pi) \right]$, es demana:
 - d.1) (a) Calculi $y(t)$.
 (b) Quin efecte té ara el valor de C sobre l'expressió de $y(t)$?
 (c) Per $k=4af_0 A$, expressi $y(t)$ en funció de la sortida de l'apartat anterior $y_c(t)=A \cdot \cos(2\pi f_1 t)$.
 (d) En relació al filtre ideal avaluat anteriorment, quin avantatge suposa l'ús d'aquest filtre?
 - d.2) Per $a=0.5$ i $k=2f_0$, expressi $y(t)$ en funció de l'entrada $x(t)$. Expressi justificadament la correlació creuada $R_{yx}(\tau)$ i l'autocorrelació $R_y(\tau)$ en funció de $R_x(\tau)$.

Problema 2

L'esquema de la Fig. 2.a representa un modulador en banda lateral inferior que adapta el senyal $x(t)$ per poder ser transmès. Suposi que l'ampla de banda del senyal verifica $B_x < \frac{f_0}{2}$ i que $H_1(f) = \Pi\left(\frac{f}{2f_0}\right)$.

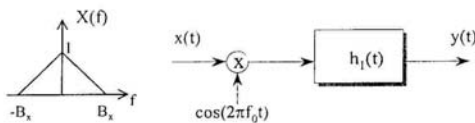


Fig. 2.a

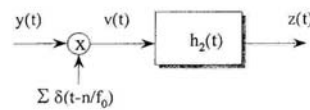


Fig. 2.b

- a) Descrigui el funcionament del sistema modulador. Per això dibuixi justificadament el senyal $Y(f)$.
- b) Proposi un sistema similar a l'anterior (fent ús d'oscil·ladors, multiplicadors i filtres) que permeti demodular el senyal, o sigui, recuperar el senyal $x(t)$ a partir de $y(t)$.

- c) Suposi que el senyal $y(t)$ s'aplica a l'entrada de l'esquema de la Fig. 2.b on $H_2(f) = 2\left[\frac{f}{2B_x}\right]$, dibuixi $V(f)$ i $Z(f)$. Quina funció fa aquest esquema?
- d) Sigui un senyal $y(t)$, que verifica $Y(f) \neq 0$ per $\frac{f_0}{2} < |f| < f_0$, i es mostreja a F_s mostres/segon per tal d'obtenir un senyal $v(t)$.
- d.1) A quina mínima F_s es pot mostrear $y(t)$ per tal de verificar el Teorema de Mostratge?
- d.2) Si es mostreja $y(t)$ a la freqüència $F_s = f_0$, és possible recuperar $y(t)$ a partir de $v(t)$? En cas afirmatiu, proposi un possible esquema per recuperar $y(t)$.

Problema 3

A la Fig.3 es mostren parcialment les funcions d'atenuació obtingudes amb les aproximacions de Butterworth, Chebychev, invers de Chebychev i el·líptic. Són els filtres d'ordre mínim que verifiquen unes determinades especificacions. Es dona el cas de que l'ordre requerit dels filtres és el mateix per a totes les aproximacions.

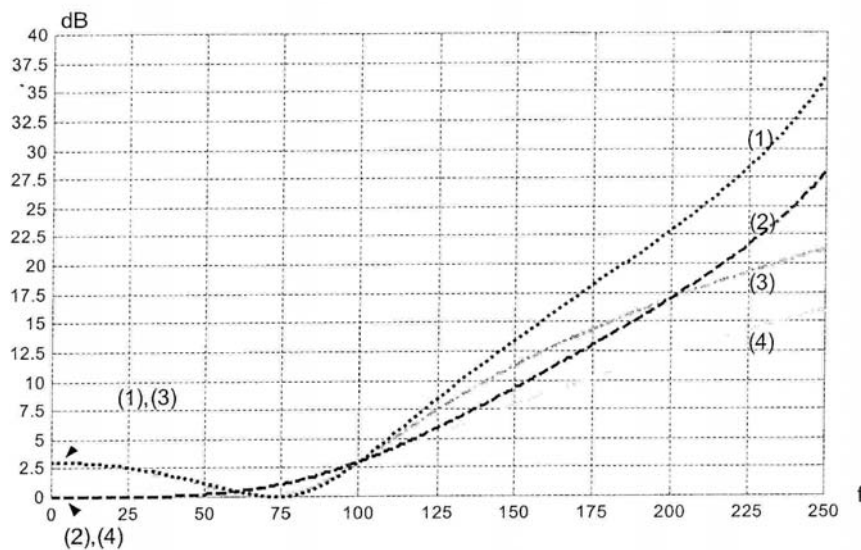


Fig. 3

Contesti justificadament les següents preguntes (no s'avaluaran les respostes correctes no justificades):

- A quina aproximació es correspon cada corba (1), (2), (3), (4)?
- Quin és l'ordre dels filtres?
- Sota quines especificacions creu que s'han dissenyat els filtres?
- Quina de les aproximacions tindrà un millor comportament de fase?
- Quin és el nombre i la posició aproximada dels zeros d'atenuació i de transmissió de cada aproximació?
- Quant val aproximadament cadascuna de les corbes de la figura per $f=1000$, $f=2000$ i $f \rightarrow \infty$?
- On són els zeros de la funció de transferència $H(s)$ per cadascuna de les aproximacions?
- A partir del filtre invers de Chebychev i mitjançant transformació de freqüència, es vol obtenir un filtre pas banda amb una banda de pas de 1000 a 1100 Hz. Doni l'expressió de la transformació de freqüència. Dibuixi acuradament l'atenuació i el mòdul de la resposta freqüencial del pas banda. Quan valdria l'ampla de banda del filtre si el mesuréssim entre dos zeros de transmissió?
- A partir del filtre de Butterworth i mitjançant transformació de freqüències, es vol obtenir un filtre pas alt amb una freqüència de tall a 3 dB de 1000 Hz. Doni l'expressió de la transformació de freqüència. Doni l'expressió del mòdul de la resposta freqüencial i de la funció de transferència del filtre pas alt.