

**XARXES (GEINF)    CURS 2015/16**  
**Recuperació del primer examen parcial de teoria i problemes (10 de febrer de 2016)**

Nom: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_

La duració de l'examen és d'1.5 hores.

No es poden utilitzar apunts.

**Test (5 punts)**

**OPCIÓ A**

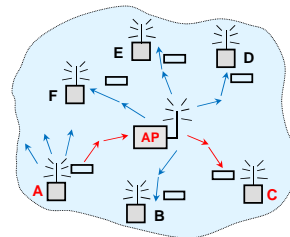
Una resposta correcta suma 0.500 punts, una incorrecta resta 0.125 punts, i una no contestada suma zero. Fes servir la taula que tens a sota (les respostes que no estiguin a la taula no es comptaran).

Respostes

1)	a	b	c	d
2)	a	b	c	d
3)	a	b	c	d
4)	a	b	c	d
5)	a	b	c	d
6)	a	b	c	d
7)	a	b	c	d
8)	a	b	c	d
9)	a	b	c	d
10)	a	b	c	d

- 1) Quant als mecanismes de correcció d'error ARQ i FEC, quina és FALSA?
- a. Amb ARQ, quan el destí detecta un missatge erroni o perdut, li demana a l'origen que li reenvii; amb FEC, el destí tot sol fa la correcció a partir del que ha rebut.
  - ☒ b. Tant FEC com ARQ afegeixen uns bits extra (segons un codi de control d'error), però en general FEC necessita afegir-ne menys que ARQ.
  - c. Amb ARQ el retard en el lliurament augmenta, mentre que amb FEC no.
  - d. FEC no necessita que hi hagi un camí de tornada (del destí a l'origen) i ARQ sí.
- 2) Un senyal  $s_T(t)$  amb un espectre  $S_T(f)$  passa a través d'un sistema amb resposta freqüencial  $H(f)$  (veieu la figura). Quina és FALSA?
- a. Aquest sistema és un amplificador amb un guany (lineal) de 100.
- b. La resposta freqüencial del sistema és passa-banda, centrada al voltant de la freqüència  $f_s$ .
- c.  $s_T(t)$  és un senyal passa-banda, amb  $S_T(f)$  centrat al voltant de la freqüència  $f_p$ .
- ☒ d.  $s_T(t)$  no patirà distorsió.
- 
- 3) Quant als mecanismes de correcció ARQ de parada i espera i ARQ continu ( $t_{AT}$  és el temps d'anada i tornada, i  $T_{ix}$  és el temps de transmissió d'un paquet d'informació), quina és FALSA?
- a. A l'ARQ continu cal afegir-li un mecanisme per controlar el ritme d'enviament de la font.
  - b. Si  $t_{AT}$  és semblant a  $T_{ix}$ , tots dos aconseguirien una velocitat efectiva  $v_{ef}$  semblant.
  - c. A l'ARQ de parada i espera no cal afegir-li un mecanisme de control de flux ja que el té implícit.
  - ☒ d. Si  $t_{AT}$  és força més gran que  $T_{ix}$ , l'ARQ de parada i espera és més eficient (velocitat efectiva  $v_{ef}$  més "propera" a la velocitat de la font  $r_{br}$ ) que l'ARQ continu.
- 4) Si al missatge inicial de 3 bits 011 se li afegeix un camp de control d'error CRC basat en el polinomi generador  $x^4 + x^2 + x + 1$ , quin és el missatge final que s'envia?
- a. 0110111
  - b. 01101001
  - c. 011101
  - ☒ d. 0111001

- 5) A la xarxa de difusió sense fils de la figura (amb un "Punt d'Accés" AP) l'estació A envia un paquet a l'estació C. La velocitat de transmissió  $r_b$  és 50 Mbps, la velocitat de propagació  $v_p$  és  $3 \cdot 10^8$  m/s, la distància entre una estació qualsevol i l'AP és 15 m i la longitud del paquet és 250 bytes. Si no hi ha col·lisió i es considera que el temps de processament i en cua a l'AP és zero, quin és el retard del paquet?

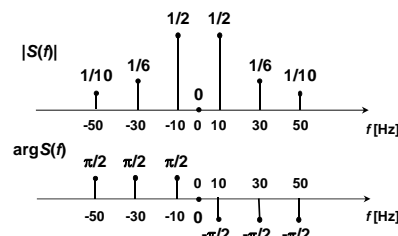


- a. 5.1  $\mu$ s.
- b. 40.1  $\mu$ s.
- c. 10.1  $\mu$ s.
- ☒ d. 80.1  $\mu$ s.

- 6) Quant al concepte de "model de referència" d'arquitectures (o piles) de protocols d'aplicacions en xarxa (o aplicacions distribuïdes), quina és FALSA?

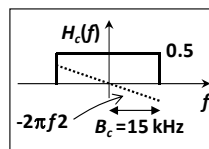
- a. Un model de referència és la "base" a partir del qual es poden definir diverses arquitectures de protocols.
- ☒ b. Un model de referència defineix els serveis de cada capa i els protocols de cada capa.
- c. El model de referència OSI (*Open Systems Interconnection*) defineix 7 capes, 3 sobre la comunicació entre "aplicacions", 1 de transport i 3 sobre la comunicació entre estacions.
- d. El model de referència de l'arquitectura de protocols TCP/IP d'Internet, el "model TCP/IP", defineix 3 capes, aplicació, transport i interxarxa (a sobre de la capa de xarxa).

- 7) Donat un senyal  $s(t)$  amb el següent espectre  $S(f)$ , quina és FALSA?



- a. El senyal conté una cosinusoide de freqüència 10 Hz, amplitud 1 i fase  $-\pi/2$ .
- ☒ b. Aquest espectre no és correcte, ja que el d'amplitud és parell i el de fase imparell.
- c. L'amplada de banda del senyal és 50 Hz.
- d. El senyal és periòdic.

- 8) Si un senyal de 2 nivells ( $E_{FD} = 2$ ) passa a través d'un cable amb la resposta freqüencial  $H_c(f)$  de la figura, quina seria la seva velocitat de transmissió màxima  $r_b$  (és a dir, sense distorsió)?



- a. 0 kbps.
- ☒ b. 30 kbps.
- c. 60 kbps.
- d. 7.5 kbps.

- 9) Es transmeten 2 senyals PSK-4 ( $E_{FD} = 2$ )  $s_1(t)$  i  $s_2(t)$ , amb freqüències portadores  $f_{p1}$  de 903 MHz i  $f_{p2}$  de 909 MHz, i velocitat de transmissió  $r_b$  de 2 Mbps, per un cable d'amplada de banda de 900 a 912 MHz, fent servir la "divisió en freqüència". Com s'han de filtrar per separar-los en el receptor?

- ☒ a. Amb un divisor i 2 filtres, un de 902.5 a 903.5 MHz per  $s_1(t)$  i un de 908.5 a 909.5 MHz per  $s_2(t)$ .
- b. Amb un filtre de 900 a 912 MHz per als dos senyals.
- c. Amb un divisor i 2 filtres, un de 901 a 905 MHz per  $s_1(t)$  i un de 907 a 911 MHz per  $s_2(t)$ .
- d. Aquests senyals no es poden separar amb filtres ja que els seus espectres es solapen.

- 10) Un senyal amb una potència  $S_{in}$  de -1 dBm passa a través d'un cable amb una atenuació  $L_c$  de 50 dB i d'un amplificador de guany  $G_a$  de 48 dB. Quina serà la potència de senyal a la sortida  $S_{out}$ ?

- a. 0 dBm.
- b. 0.002 W.
- c. 1 mW.
- ☒ d. 0.5 mW.

### Exercicis (5 punts)

Cada exercici son 2.5 punts.

1.- Un protocol de la capa de transport utilitza el mecanisme de control d'errors ARQ continu de repetició selectiva i el mecanisme de control de flux de la finestra lliscant de longitud  $k$ . Els noms i significats dels seus missatges són els següents:

PIC: petició d'inici de connexió.

PFC: petició de fi de connexió.

RP: resposta (positiva) de les peticions anteriors.

I(N): missatge d'informació número N.

ACK(N): confirmació positiva del missatge I(N) i de tots els anteriors.

Els números de seqüència no estan limitats i els missatges es numeren consecutivament (0,1,2, etc.). No hi ha confirmacions negatives. S'envia una confirmació positiva sempre que es rep correctament un missatge I. En un moment determinat una entitat de protocol A estableix la connexió amb una altra entitat B per enviar-li un fitxer, i després allibera la connexió. El fitxer es fragmenta en 8 missatges I. Tots els missatges intercanviats arriben bé, excepte el cinquè missatge I(4) que no arriba bé (es perd o es detecta erroni) el primer cop. La longitud de la finestra lliscant  $k$  és 3. Es demana el següent:

- La seqüència temporal de missatges intercanviats per les entitats A i B (poseu-hi comentaris raonant totes les accions que fan les dues entitats A i B).
- La velocitat efectiva de transmissió del fitxer.

NOTA: la velocitat de transmissió de l'enllaç de sortida de la font (A) és 10 Mbps; tots els missatges d'informació I són de 1500 *bytes* i cadascun conté 1475 *bytes* d'informació; el valor del *timeout* és de 8.4 ms; els retards dels paquets (tant d'anada com de tornada) són constants, essent el retard d'un missatge d'informació I  $D_I = 3.6$  ms i el retard dels altres missatges  $D_{altres} = 2.4$  ms; el temps de processament de les estacions és zero.

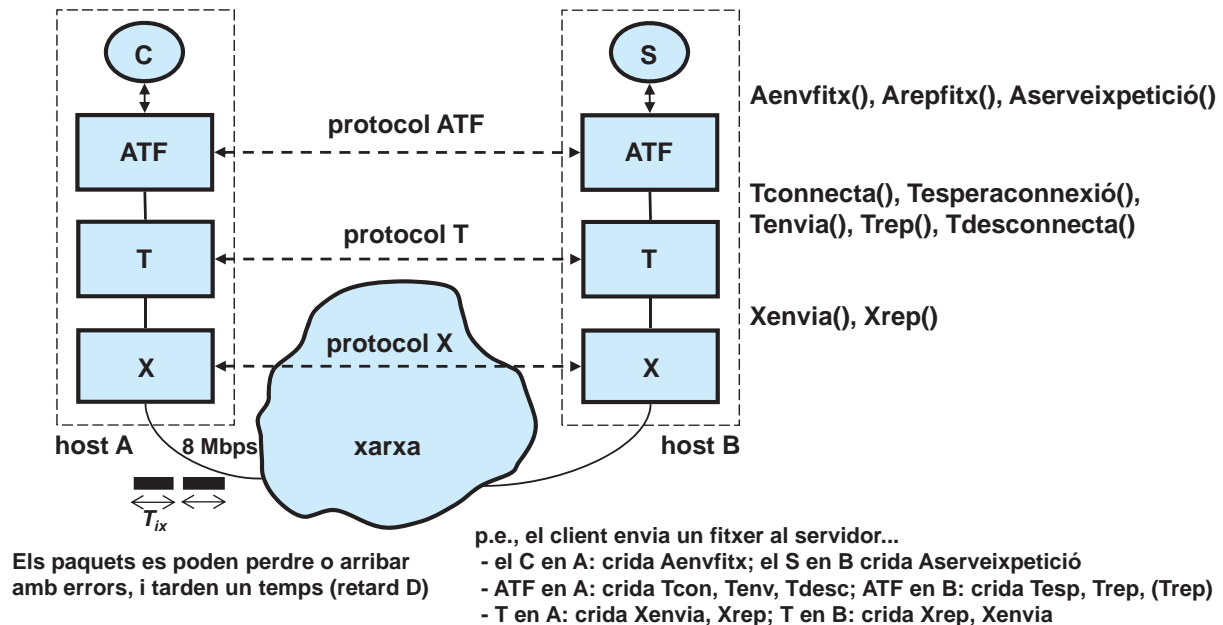
2.- Un senyal ASK-4 a la freqüència de 20 GHz transporta un canal de TV d'alta definició de 10 Mbps. Aquest senyal passa a través d'un cable i després a través d'un amplificador, sense patir distorsió. El cable té una longitud de 80 km i una atenuació de 0.5 dB/km, i l'amplificador té un guany de 38 dB. La potència del senyal a l'entrada del cable és d'1 dBm. Es demana:

- Dibuixeu el senyal transmès  $s_T(t)$  quan transporta el missatge ...10000111... (indiqueu el temps entre símbols  $T_s$ , la velocitat de senyalització  $r_s$ , etc.), i dibuixeu el seu espectre  $S_T(f)$  (indiqueu l'amplada de banda  $B_T$ , la posició, etc.).
- Dibuixeu una possible resposta freqüencial del cable  $H_c(f)$  i de l'amplificador  $H_a(f)$  (indiqueu les amplades de banda  $B_c$  i  $B_a$ , la posició, etc.).
- La potència del senyal a la sortida de l'amplificador.

NOTA: l'eficiència espectral  $E_{fD}$  d'un senyal ASK-4 és 2.

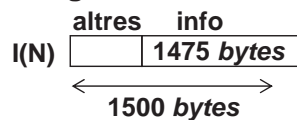
## E1 (i)

- Es tracta d'una aplicació de transferència de fitxers, amb arquitectura (~ TCP/IP):
  - Aplicació de Transferència de Fitxers (ATF): transfereix fitxers (C-S o P2P)
  - Transport (T): permet que múltiples processos d'aplicació s'enviïn i rebin missatges d'informació; a més, aquí és orientada a la connexió i fiable.
  - Xarxa (X): envia i rep missatges d'informació entre estacions; aquí és no orientada a la connexió i no fiable



## E1 (ii)

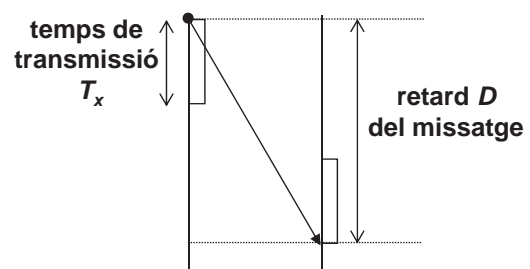
- El protocol T és orientat a la connexió i utilitza ARQ amb ACKs (i no NAKs), per corregir els paquets perduts i erronis de la xarxa:
  - els ACKs són acumulatius!
  - les causes de retransmissió són expiracions de *timeout* però no NAKs!
  - els #seqüència no estan limitats
- El fitxer es fragmenta en 8 missatges-I idèntics:



longitud del fitxer:  $1475 \cdot 8 = 11800$  bytes

Els altres missatges en general són molt més curts...

- Els temps els posem en funció del temps de transmissió  $T_{ix}$  d'un missatge-I:
  - $T_{ix} = 1500 \cdot 8 / (10 \cdot 10^6) = 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 1.2 \text{ ms}$
  - $D_I = 3.6 \text{ ms} (= 3 \cdot T_{ix})$
  - $D_{altres} = 2.4 \text{ ms} (= 2 \cdot T_{ix})$
  - $t_{AT} = D_I + D_{ack} = 3.6 + 2.4 = 6 \text{ ms} (= 5 \cdot T_{ix})$
  - $timeout = 8.4 \text{ ms} (= 7 \cdot T_{ix})$



2 divisions =  $T_{ix}$  (=1.2 ms)

Indica que la finestra és plena, és a dir, que hi ha  $k = 3$  missatges  $I(N)$  pendents de confirmar

En rebre ACK(0) queden  $I(1)$  i  $I(2)$  pendents de confirmar, i per tant envia 1 nou  $I(N)$ : envia  $I(3)$

El **timeout d' $I(4)$**  expira i llavors comença "**SR-4 en transmissió**": només reenvia  $I(4)$ , i continua enviant, si la finestra ho permet, és clar (aquí finestra: no)

El **timeout d' $I(5)$**  expira i llavors comença "**SR-5 en transmissió**"... (finestra: no)

El **timeout d' $I(6)$**  expira i llavors comença "**SR-6 en transmissió**"... (finestra: no)

En rebre ACK(6) ja no queda cap  $I(N)$  pendent de confirmar, i per tant pot enviar 3 nous  $I(N)$ : s'envia  $I(7)$

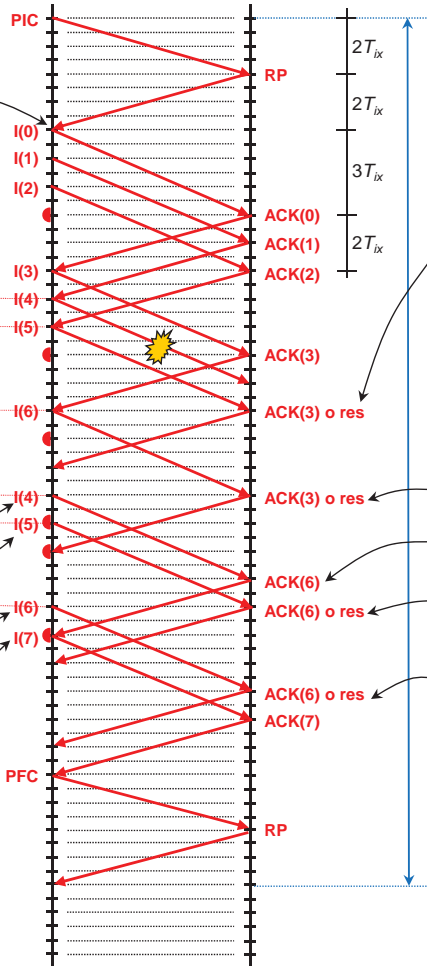
8 bits per byte  
bytes d'info a cada  $I(N)$   
nombre de  $I(N)$

$$v_{ef} = \frac{\text{bits del fitxer}}{\text{temps total}} = \frac{8 \cdot 1475 \cdot 8}{37.2 \text{ ms}} = 2.537 \text{ Mbps}$$

Comença la transmissió continua

Cap d'aquests timeouts expira

timeout  $I(5)$   
timeout  $I(4)$   
timeout  $I(3)$   
timeout  $I(2)$   
timeout  $I(1)$   
timeout  $I(0)$



### Repetició Selectiva finestra $k = 3$

$I(4)$  no arriba bé, és a dir, o bé es perd o bé arriba erroni

Espera  $I(4)$  i ...

(si  $I(4)$  perdut) rep bé  $I(5)$ ...

(si  $I(4)$  erroni) rep un missatge erroni que descarta, i després rep bé  $I(5)$

En resum, en els dos casos, **espera  $I(4)$  i rep bé  $I(5)$** . Llavors comença "**SR-4 en recepció**": no hi ha NAKs, envia un ACK(3) duplicat (els ACK són "acumulatius") o bé no envia res, i es guarda  $I(5)$  que s'ha rebut bé... Farà això fins que rebí bé  $I(4)$

Li falta  $I(4)$ , es guarda  $I(6)$ , i envia un ACK(3) duplicat o bé res

Rep bé  $I(4)$ , i com que ara sí té  $I(4)$ ,  $I(5)$  i  $I(6)$ , envia ACK(6)

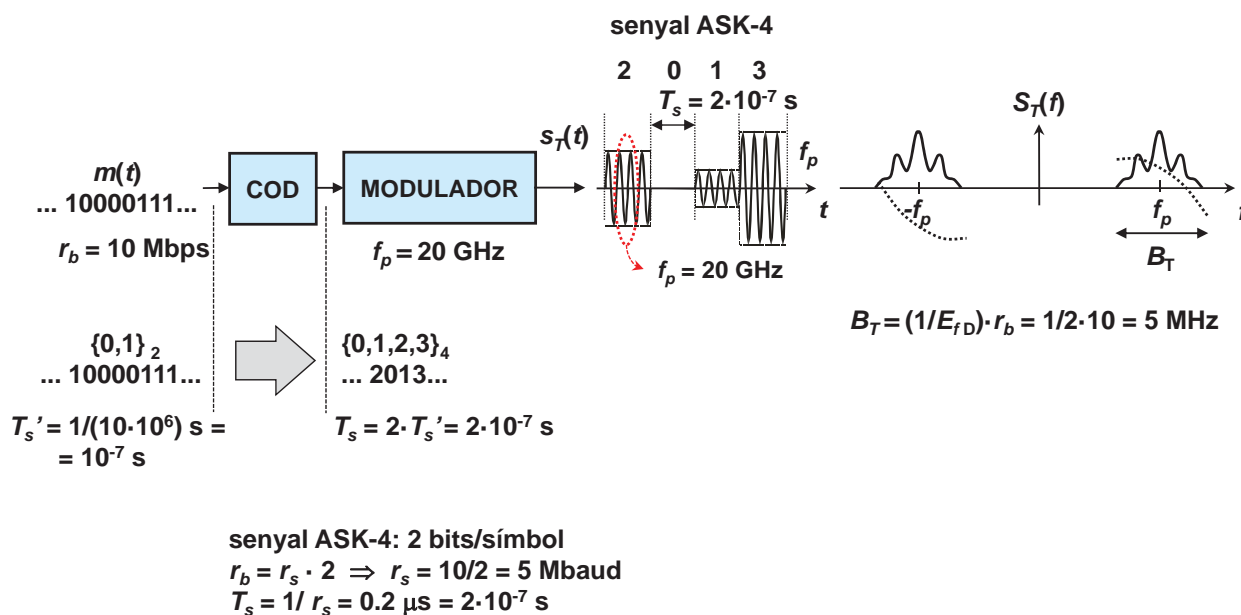
Rep un duplicat d' $I(5)$ , el descarta, i envia un ACK(6) duplicat o bé res

Rep un duplicat d' $I(6)$ , el descarta, i envia un ACK(6) duplicat o bé res

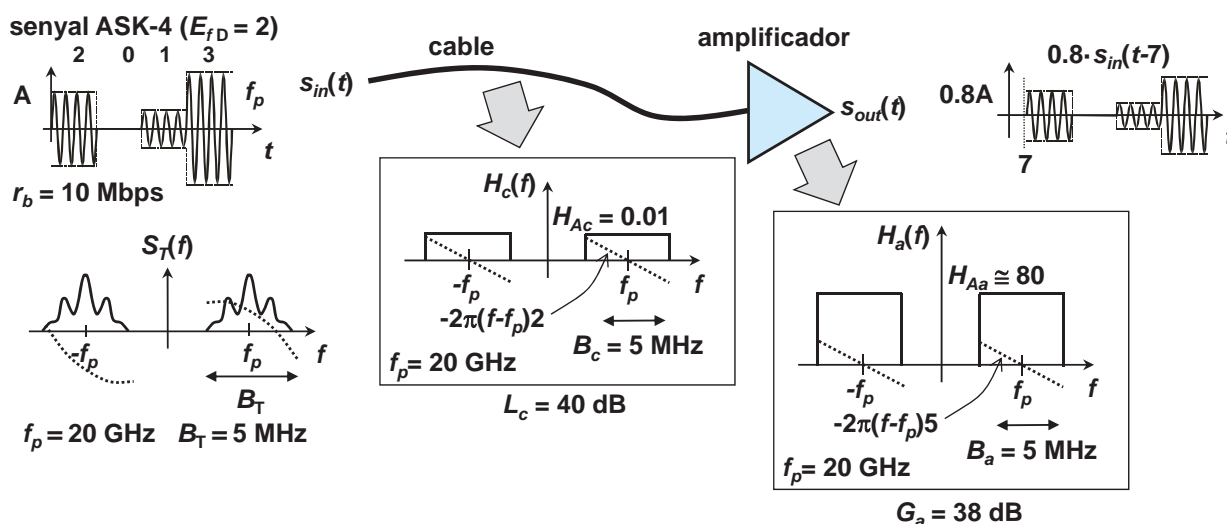
Missatges  $I(N)$  rebuts:  
0,1,2,3,ERR/res,5,6,4,5,6,7

temps total =  $31 \cdot T_{ix} = 37.2 \text{ ms}$

## E2: senyal i espectre



## E2: respostes freqüencials



Si no hi ha distorsió,  $B_c$  i  $B_a$  han de ser  $\geq B_T = 5 \text{ MHz}$ , p.e., 5 MHz; i passa-banda, a  $f_p = 20 \text{ GHz}$

Atenuació  $L_c$  del cable (80 km, 0.5 dB/km) i guany  $G_a$  de l'amplificador

$$L_c = 80 \cdot 0.5 = 40 \text{ dB, lineal } L_c = 10^{40/10} = 10^4 \quad G_a = 38 \text{ dB, lineal } G_a = 10^{38/10} = 10^{3.8}$$

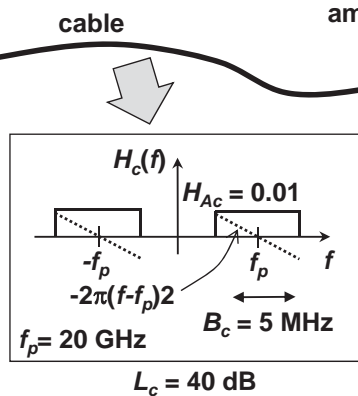
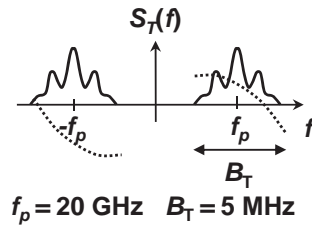
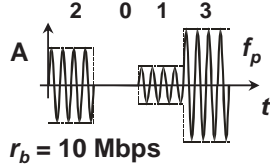
La resposta freqüencial d'amplitud ha de ser plana i de valor  $H_{Ac}$  pel cable i  $H_{Aa}$  per l'amplificador

$$L_c = 1/H_{Ac}^2, L_c = 10^4 \Rightarrow H_{Ac} = 10^{-2} = 0.01 \quad G_a = H_{Aa}^2, G_a = 10^{3.8} \Rightarrow H_{Aa} \approx 80$$

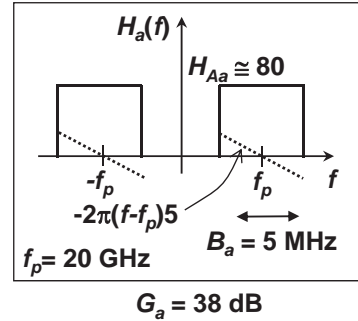
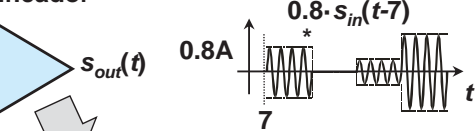
La resposta freqüencial de fase ha de ser lineal, amb pendents ( $\Rightarrow$  retards) qualsevol, p.e., 2 i 5

## E2: potència a la sortida si $S_{in}$ és 1 dBm

senyal ASK-4 ( $E_{fD} = 2$ )



amplificador



$$\left. \begin{aligned} \text{en lineal } L &= \frac{S_{in}}{S_{out}} & S_{out} &= S_{in} \frac{1}{L} \\ G &= \frac{S_{out}}{S_{in}} & S_{out} &= S_{in} G \end{aligned} \right\} \quad S_{out} = S_{in} \frac{1}{L_c} G_a \Rightarrow S_{out}[\text{mW}] = S_{in}[\text{mW}] \frac{1}{10^4} 10^{3.8} = 10^{1/10} 10^{-0.2} = 10^{-0.1}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{en dBs } L[\text{dB}] &= 10 \cdot \log_{10}(L) & S_{out}[\text{dBm}] &= S_{in}[\text{dBm}] - L[\text{dB}] \\ G[\text{dB}] &= 10 \cdot \log_{10}(G) & S_{out}[\text{dBm}] &= S_{in}[\text{dBm}] + G[\text{dB}] \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} S_{out}[\text{dBm}] &= S_{in}[\text{dBm}] - L_c[\text{dB}] + G_a[\text{dB}] \\ S_{out}[\text{dBm}] &= S_{in}[\text{dBm}] - 40 + 38 \end{aligned}$$

$$* 0.8^2 \cong 10^{-0.2}$$

$$S_{out}[\text{dBm}] = 1 - 2 = -1$$