

XARXES (GEINF) CURS 2014/15
Primer examen parcial teoria i problemes (17 de novembre de 2014)

Nom: _____

DNI: _____

La duració de l'examen és de 2 hores.

No es poden utilitzar apunts.

Test (5 punts)

OPCIÓ A

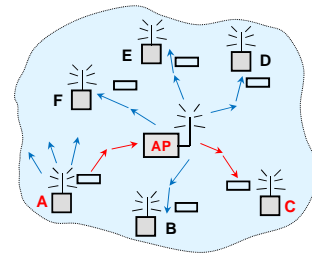
Una resposta correcta suma 0.500 punts, una incorrecta resta 0.125 punts, i una no contestada suma zero. Fes servir la taula que tens a sota (les respostes que no estiguin a la taula no es comptaran).

Respostes

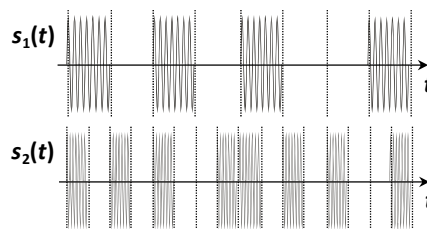
1)	a	b	c	d
2)	a	b	c	d
3)	a	b	c	d
4)	a	b	c	d
5)	a	b	c	d
6)	a	b	c	d
7)	a	b	c	d
8)	a	b	c	d
9)	a	b	c	d
10)	a	b	c	d

- 1) El camp de control d'error d'un protocol és 1 bit de paritat (parella). Quina és FALSA?
 - a. Es poden detectar totes les situacions d'error d'1 bit, 3 bits, 5 bits... n bits (n imparell).
 - ☒ b. Es poden detectar totes les situacions d'error de 2 bits, 4 bits, 6 bits... n bits (n parell).
 - c. No es pot corregir cap situació d'error d'1 bit, 2 bits, 3 bits... n bits (n qualsevol).
 - d. Si es rep el missatge 1011001 (el darrer bit és el de paritat), es decidirà que és correcte.
- 2) Una aplicació de correu electrònic està estructurada en 3 capes, la capa d'Aplicació de Correu Electrònic (ACE), la de Transport Fiable (TF) i la de Xarxa (X) no fiable. Quina és FALSA?
 - a. El servei de la capa X és portar paquets entre estacions, el de TF és portar paquets entre "processos d'aplicació" (i de manera fiable) i el d'ACE enviar i rebre correus electrònics.
 - b. Els camps "adreces origen i destí" d'un paquet de X identifiquen les entitats de TF origen i destí, i juntament amb els camps "adreces origen i destí" d'un paquet de TF identifiquen les entitats d'ACE origen i destí (o "processos d'aplicació").
 - ☒ c. El camp "informació" d'un paquet d'ACE conté un paquet de TF, i alhora el camp "informació" d'un paquet de TF conté un paquet de X.
 - d. Els serveis de la capa d'ACE es construeixen d'acord amb el protocol d'ACE i fent servir els serveis de la capa de TF (a través de la interfície de la capa de TF).
- 3) Quant a l'arquitectura d'una xarxa/aplicació distribuïda o pila de protocols, quina és FALSA?
 - a. L'arquitectura és el conjunt de serveis de cada capa i els protocols de cada capa.
 - b. Dos processos es poden comunicar si tenen la mateixa arquitectura.
 - ☒ c. Les interfícies de cada capa formen part de l'arquitectura.
 - d. L'arquitectura que es fa servir a Internet s'anomena "arquitectura TCP/IP".
- 4) Quant al control d'errors que fa una capa o protocol, quina és FALSA?
 - a. Hi ha protocols que tenen mecanismes de detecció i correcció (p.e., TCP).
 - b. Hi ha protocols que si detecten un missatge erroni, el descarten (p.e., UDP o *Ethernet*).
 - ☒ c. Hi ha protocols que fan detecció i correcció perquè sempre funcionen sobre una capa inferior fiable (p.e., HTTP).
 - d. Hi ha protocols que no fan detecció ni correcció perquè suposen que alguna capa superior ja s'encarregarà del control d'error (p.e., IPv6).

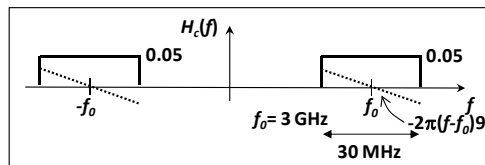
- 5) A la xarxa de difusió sense fils de la figura (amb un "Punt d'Accés" AP) l'estació A envia un paquet a l'estació C. La velocitat de transmissió r_b és 50 Mbps, la velocitat de propagació v_p és $3 \cdot 10^8$ m/s, la distància A-AP i la distància C-AP és 15 m i la longitud del paquet és 250 bytes. 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?



- 6) Si els senyals ASK-2 de la figura, $s_1(t)$ i $s_2(t)$, tenen velocitats de transmissió r_{b1} i r_{b2} , i amplades de banda B_{T1} i B_{T2} , respectivament, quina és CERTA?



- a. r_{b1} és major que r_{b2} i B_{T1} és major que B_{T2} .
b. r_{b1} és menor que r_{b2} i B_{T1} és major que B_{T2} .
c. r_{b1} és major que r_{b2} i B_{T1} és menor que B_{T2} .
(d) r_{b1} és menor que r_{b2} i B_{T1} és menor que B_{T2} .
- 7) Es disposa d'un cable d'atenuació 3 dB. Si la potència del senyal d'entrada és S_{in} i la de sortida és S_{out} , quina és CERTA?
- a. S_{in} és 3 dB més petita que S_{out} .
b. Si S_{in} és 0.5 W llavors S_{out} és 1 W.
(c) Si S_{in} és 2 W llavors S_{out} és 30 dBm.
d. Si S_{in} és 3 dBW llavors S_{out} és -30 dBm.
- 8) Un senyal $s_{in}(t) = 7\cos(2\pi 10t - \pi/2) + 2\cos(2\pi 20t + 3\pi/2)$ [ms] passa a través d'un cable que no el distorsiona sinó que el retarda 0.05 ms i l'atenua de manera que el senyal a la sortida $s_{out}(t)$ es redueix a una desena part. Llavors, a 10 kHz i 20 kHz, la resposta freqüencial del cable $H_c(f)$ (d'amplitud $|H_c(f)|$ i de fase $\arg H_c(f)$) és
- a. $|H_c(10)| = |H_c(20)| = 0.1$, $\arg H_c(10) = \pi$, $\arg H_c(20) = 2\pi$.
b. $|H_c(10)| = |H_c(20)| = 10$, $\arg H_c(10) = \pi$, $\arg H_c(20) = \pi$.
(c) $|H_c(10)| = |H_c(20)| = 0.1$, $\arg H_c(10) = -\pi$, $\arg H_c(20) = -2\pi$.
d. $|H_c(10)| = |H_c(20)| = 0.1$, $\arg H_c(10) = -2\pi$, $\arg H_c(20) = -5\pi$.
- 9) Un senyal PSK-8 ($E_{FD} = 3$) amb freqüència portadora f_p de 17 GHz i velocitat de transmissió r_b de 6 Mbps es transmet a través d'un cable amb resposta freqüencial $H_c(f)$ (figura). Quina és FALSA?
- (a) No hi ha distorsió ja que dins la seva amplada de banda, $H_c(f)$ és plana en amplitud i lineal en fase.
b. L'amplada de banda del senyal és 2 MHz.
c. L'atenuació del cable és aproximadament 26 dB.
d. El senyal és un "senyal passa-banda" i el cable té una "resposta freqüencial passa-banda".



- 10) Es volen transmetre tres senyals FSK-4, cadascun amb una amplada de banda de 100 MHz i una freqüència portadora f_{p1} , f_{p2} i f_{p3} , respectivament, a través d'un cable amb una amplada de banda entre 500 i 800 MHz, fent servir la "divisió en freqüència". Quina és CERTA?
- a. Si $f_{p1} = 550$ MHz, $f_{p2} = 600$ MHz, i $f_{p3} = 650$ MHz, la transmissió és possible.
b. Si $f_{p1} = 700$ MHz, $f_{p2} = 800$ MHz, i $f_{p3} = 900$ MHz, la transmissió és possible.
c. No hi ha cap combinació de valors de f_{p1} , f_{p2} i f_{p3} , per fer possible la transmissió.
(d) Si $f_{p1} = 550$ MHz, $f_{p2} = 650$ MHz, i $f_{p3} = 750$ MHz, la transmissió és possible.

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 9 missatges I. Tots els missatges intercanviats arriben bé, excepte el cinquè missatge I(4) que no arriba bé (es perd o es detecta error) 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 la font (A) és 10 Mbps; tots els missatges 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 $D_I = 3.6$ ms i el retard dels altres missatges $D_{altres} = 2.4$ ms; el temps de processament de les estacions és zero.

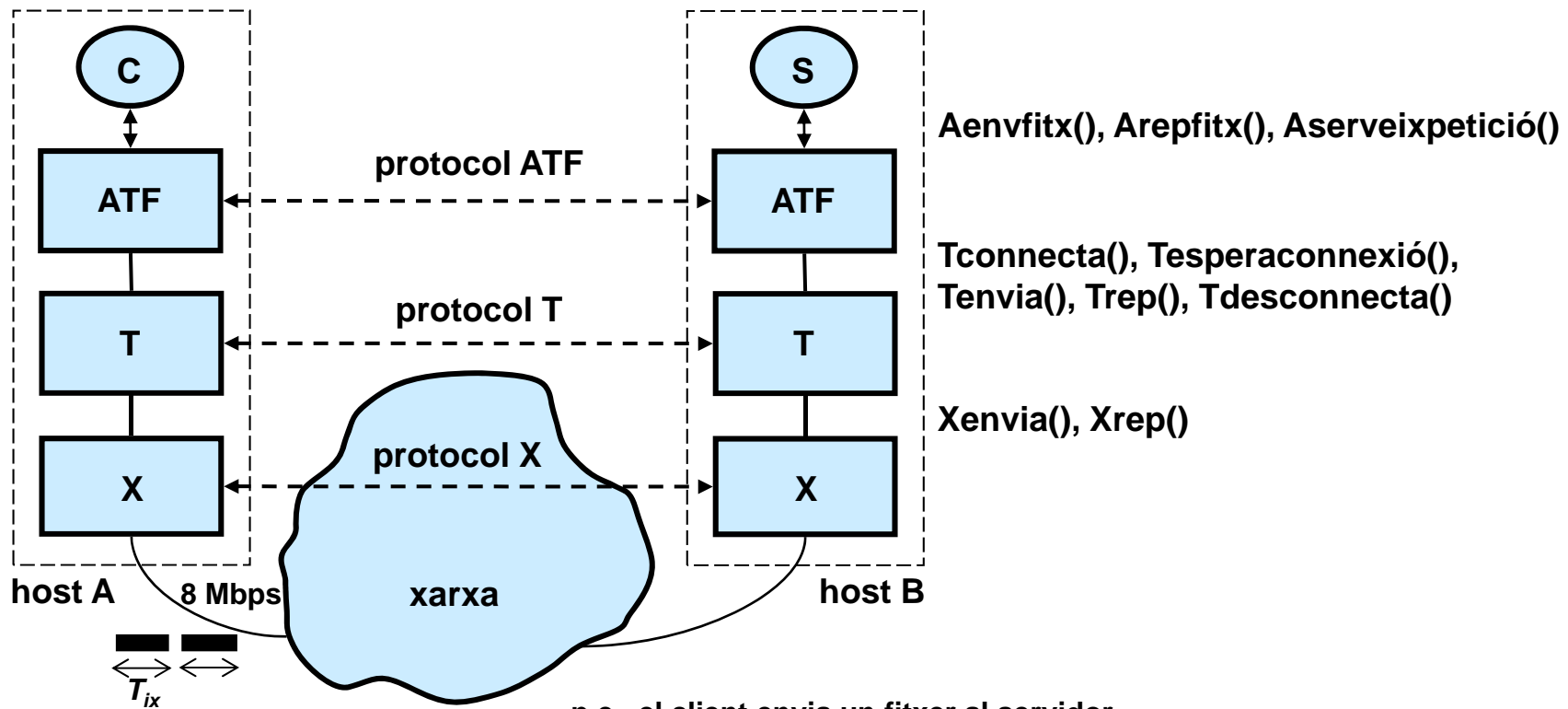
2.- Un senyal ASK-4 a la freqüència de 20 GHz transporta un canal de TV d'alta definició de 10 Mbps. Aquest senyal passa a través d'un cable i després a través d'un amplificador, sense patir distorsió. El cable té una longitud de 80 km i una atenuació de 0.5 dB/km, i l'amplificador té un guany de 38 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 del senyal B_T , la posició, etc.).
- Dibuixeu una possible resposta freqüencial del cable $H_c(f)$ i de l'amplificador $H_a(f)$.
- 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



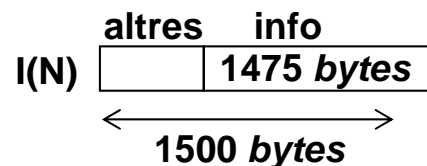
Els paquets es poden perdre o arribar amb errors, i tarden un temps (retard D)

p.e., el client envia un fitxer al servidor...

- el C en A: crida Aenvfitx; el S en B crida Aserveixpetició
- ATF en A: crida Tcon, Tenv, Tdesc; ATF en B: crida Tresp, Trep, (Trep)
- T en A: crida Xenvia, Xrep; T en B: crida Xrep, Xenvia

E1 (ii)

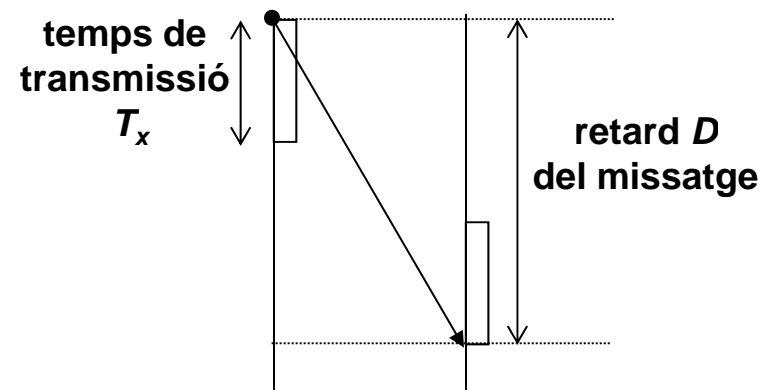
- El protocol T és orientat a la connexió i utilitza ARQ amb ACKs (i no NAKs), per corregir els paquets perduts i erronis de la xarxa:
 - els ACKs són acumulatius!
 - les causes de retransmissió són expiracions de *timeout* però no NAKs!
 - els #seqüència no estan limitats
- El fitxer es fragmenta en 9 missatges-I idèntics:



longitud del fitxer: $1475 \cdot 9 = 13275 \text{ bytes}$

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:
 - $T_{ix} = 1500 \cdot 8 / (10 \cdot 10^6) = 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 1.2 \text{ ms}$
 - $D_I = 3.6 \text{ ms} \quad (= 3 \cdot T_{ix})$
 - $D_{altres} = 2.4 \text{ ms} \quad (= 2 \cdot T_{ix})$
 - $t_{AT} = D_I + D_{ack} = 3.6 + 2.4 = 6 \text{ ms} \quad (= 5 \cdot T_{ix})$
 - $timeout = 8.4 \text{ ms} \quad (= 7 \cdot T_{ix})$



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

Comença la transmissió contínua

Cap d'aquests timeouts expira

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)

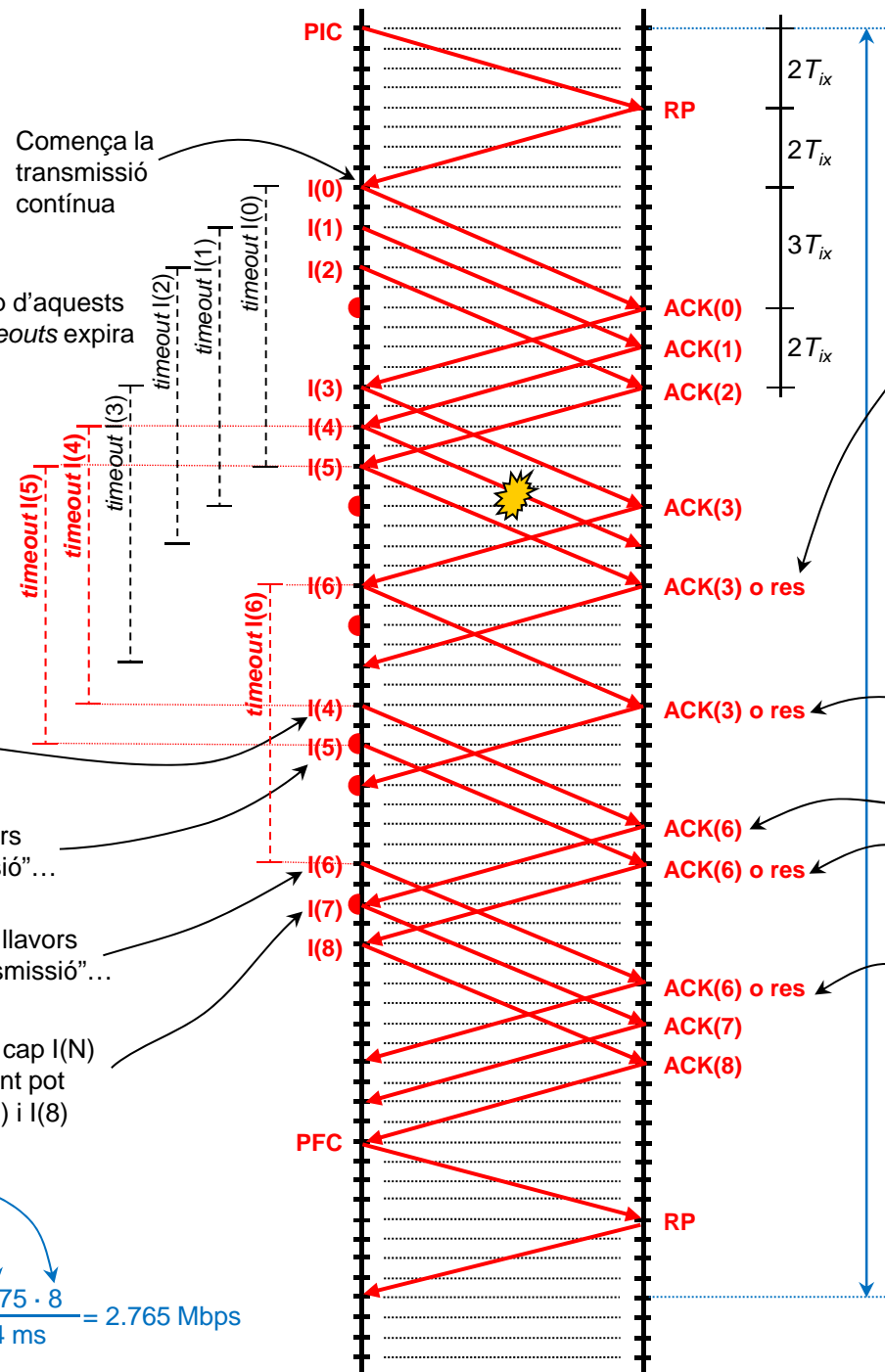
El **timeout d' $I(5)$** expira i llavors comença "**SR-5 en transmissió**"... (finestra: no)

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 $I(7)$ i $I(8)$

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

$$v_{ef} = \frac{\text{bits del fitxer}}{\text{temps total}} = \frac{9 \cdot 1475 \cdot 8}{38.4 \text{ ms}} = 2.765 \text{ Mbps}$$



Repetició Selectiva finestra $k = 3$

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

ACK(N) "acumulatiu"

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 duplicat (ACK(3)) o bé no envia res, i es guarda tots els $I(N)$ que arriben bé ($I(5)$)

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

Ara sí té $I(4)$, $I(5)$ i $I(6)$: envia ACK(6)

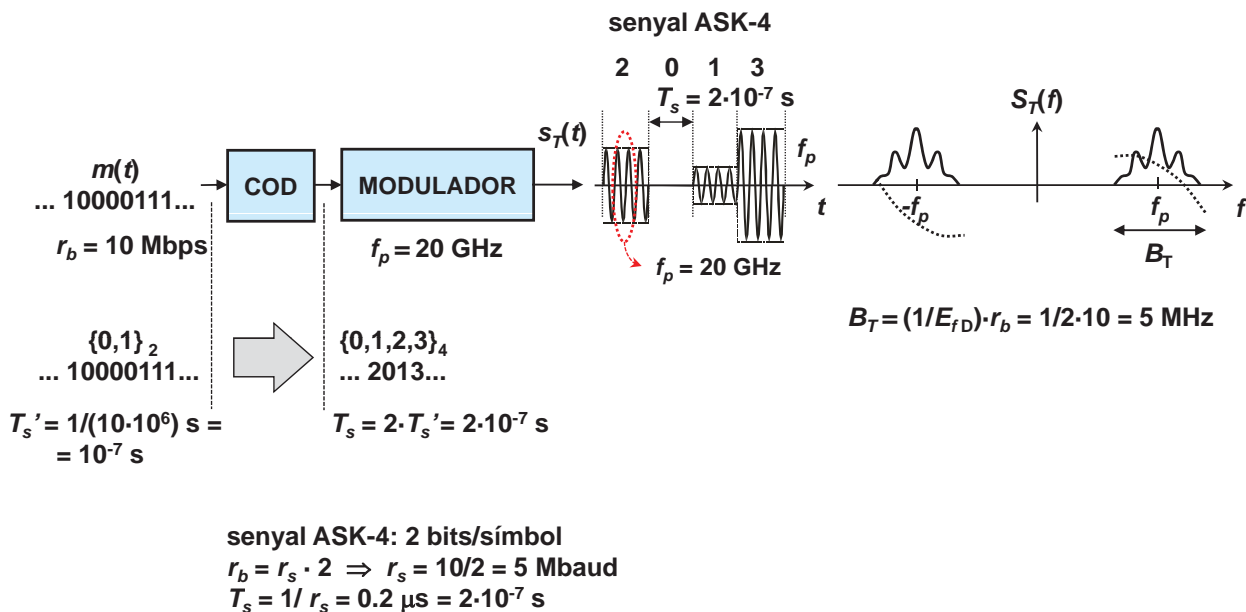
Rep un duplicat d' $I(5)$, el descarta, i envia un ACK(6) duplicat o bé res

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

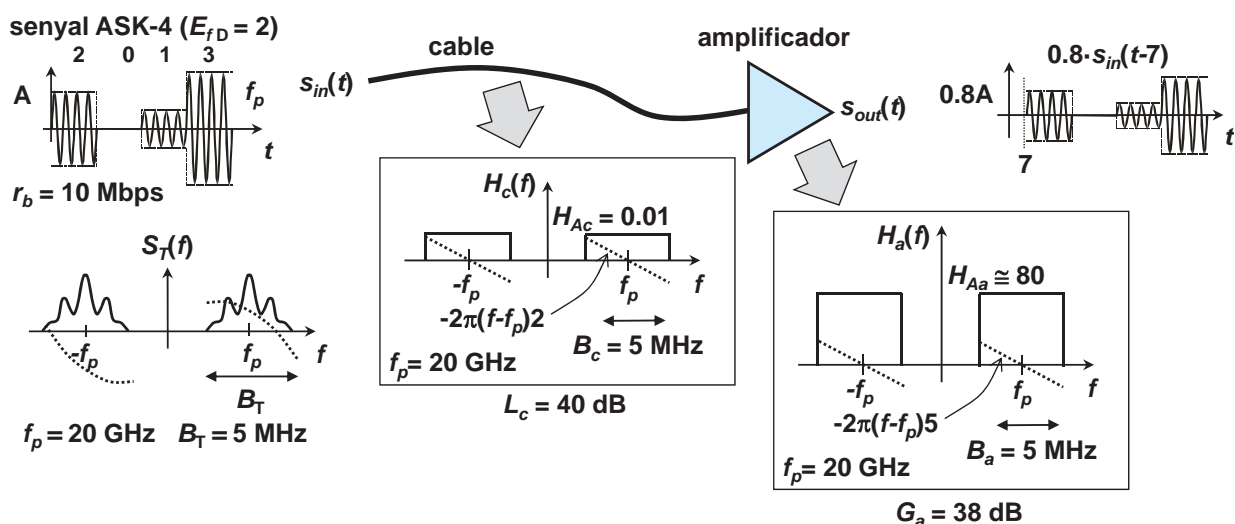
Missatges $I(N)$ rebuts:
0,1,2,3,ERR/res,5,6,4,5,6,7,8

temps total = $32 \cdot T_{ix} = 38.4 \text{ ms}$

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 GHz

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

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

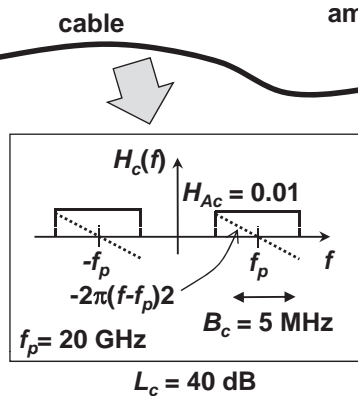
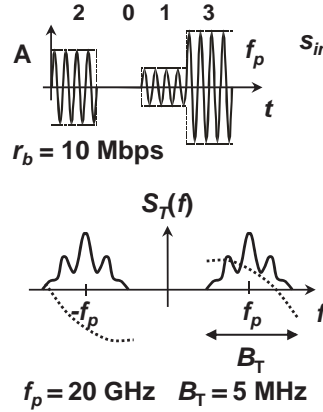
La resposta freqüencial d'amplitud ha de ser plana i de valor H_{Ac} pel cable i H_{Aa} per l'amplificador

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

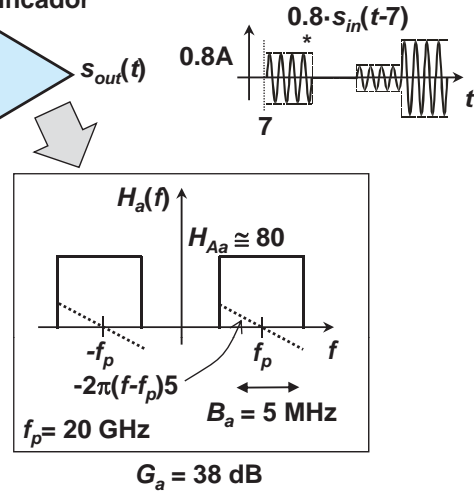
La resposta freqüencial de fase ha de ser lineal, amb pendents (\Rightarrow retards) qualsevol, p.e., 2 i 5

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

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



amplificador



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

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

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

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