



Quadern d'exercicis TXC

Tecnologies de Xarxes de Computadors

**Germán Santos-Boada
Josep Solé-Pareta**

Departament d'Arquitectura de Computadors

QÜESTIÓ 1.1

Si tenim inicialitzat el protocol de comunicacions HDLC-NRM entre l'estació primària A y tres estaciones secundàries B,C y D, y totes les variables estan a zero, indica la seqüència de trames que es generaran en el següent procés suposant que és necessari fer el "poll" quan convingui.

- L'estació A dona pas a B y aquesta envia dues trames I d'informació, a continuació
- L'estació A envia una trama I a l'estació C y dona pas a que contesti
- L'estació C envia dues trames a A, y finalment
- A dona pas a D que no té res que enviar.

Indicar en cada trama la direcció, el tipus de trama que és i el valor que tenen els camps N(S), N(R) y P/F en el seu cas. Exemple:

$$B, I(1) \text{ P } (0) \xrightarrow{\quad} \xleftarrow{\quad} B, RR - F(2)$$

- a)

- b)

- c)

- d)

QÜESTIÓ 1.2

a) Amb quina trama es fa el "poll" en HDLC i amb quina trama es contesta si no es vol enviar res?. Indica en cada cas el valor del bit P/F.

a) NRM

b) ABM

b) Indica un motiu pel qual pot ser necessari enviar una trama FRMR en HDLC.

QÜESTIÓ 1.3

És compatible l'arquitectura TCP/IP amb el model de referència ISO/OSI? Justifica la resposta amb un exemple en el que hi apareguin ambdós models.

QÜESTIÓ 1.5

Indiqueu dues raons de disseny a l'hora de definir el nombre de nivells en el model OSI.

a)

b)

QÜESTIÓ 1.6

Ompliu la següent taula referent al protocol HDLC, marcant la/es possible/s relació/s corresponent entre files i columnes (concepte i trama).

	Trama amb paràmetre invàlid	Poll	Confirmació positiva	Recepció no disponible	Informació no numerada	Confirmació negativa	Select
RR							
RNR							
I							
FRMR							
UA							
REJ							

a) Quina diferència hi ha entre les dues possibles configuracions d'un enllaç punt a punt, la no balancejada (Unbalanced o Normal) i la balancejada (Balanced). Sigueu breus i concisos.

- d) Per a que es fa servir el bit P/F en la configuració balancejada?

QÜESTIÓ 1.7

Considereu una xarxa formada per una estació primària (A) i dues de secundàries (B i C), en la que s'hi està executant un protocol de nivell d'enllaç del tipus HDLC-NRM. En un moment determinat, l'estació primària A té tres trames l per enviar a l'estació B i dues per enviar a l'estació C. Per la seva banda, la C en té una per enviar a la A, però la B no en té cap. Suposant que el protocol està en l'estat de transferència de dades, la finestra de transmissió és 7 i que a totes les estacions en el moment en QÜESTIÓ (valor de partida) $K = V(R) = V(S) = 0$, ompliu la taula següent indicant les trames i els valors dels paràmetres $N(S)$ i $N(R)$. El format de la trama serà l'indicat a la documentació de l'assignatura [exemple: B,l (1)-P (0)]. Considereu que el procés es tanca un cop transferides totes les trames pendents esmentades.

[illegible]

QÜESTIÓ 1.10

A partir del següent flux de bits, indica on comença una trama HDLC i quin tipus de trama hi ha a continuació.

←...111000111000011011111100111111011110011011101111011111011...

Tipus de trama:

QÜESTIÓ 1.11

En HDLC-NRM, si un terminal rep una trama I amb $N(S) = 5$ i $N(R) = 1$ i el bit P activat ... contesta les preguntes següents:

- a) És aquest terminal una estació primària o secundària?
- b) Quin valor tenia $V(R)$ abans d'arribar la trama?
- c) Quines trames queden confirmades si la finestra és 5 i era plena (mòdul 8)?
- d) Pot enviar una trama I a continuació el terminal indicat? Indica la raó.

QÜESTIÓ 1.13

1. Escriviu a la columna del mig de la taula següent la trama HDLC que, d'entre les que s'adjunten en la columna de la dreta, es faria servir per actuar en conseqüència en cadascuna de les situacions que s'esmenten en la columna de l'esquerra.

Situació	Trama HDLC	Llista de trames HDLC
Trama rebuda amb $N(R)$ invàlid		DM
Trama rebuda fora seqüència		REJ
Trama no numerada rebuda correctament		I
Trama RR rebuda en fase desconexió		UA
Enviar confirmació quan s'està massa ocupat		FRMR
Enviar confirmació amb <i>Piggybacking</i>		RNR

2. Expliqueu breument i clara que vol dir cadascuna de les situacions que es deriven de les de l'apartat anterior.

Situació	Breu Descripció
Rebre trama amb $N(R)$ invàlid	
Rebre trama fora seqüència	
Rebre trama no numerada correcta	
Rebre trama RR quan s'està en estat de desconexió	
Enviar confirmació quan s'està massa ocupat	
Enviar confirmació amb <i>Piggybacking</i>	

QÜESTIÓ 1.14

Es vol enviar un fitxer binari de 1 Kbyte tot a uns a través d'un enllaç punt a punt controlat per un protocol HDLC-ABM. Dades: temps propagació insignificant ($= 0$), $V_t = 64$ Kbps, longitud màxima del camp d'informació de les trames $I = 256$ bytes, finestra de transmissió $= 7$ i camp FCS $= 16$ bits.

1. Considerant que es parteix de l'estat de desconexió i que no es produeix cap error durant la transmissió, dibuixeu la seqüència de trames HDLC necessària per dur a terme la transferència completa del fitxer, indicant els valors d' $N(S)$ i $N(R)$ quan calgui.

Origen

← Fletxa que indica el sentit →

Destinació

2. Calculeu el temps mínim necessari per enviar el fitxer. Nota: no us oblideu de tenir en compte l'efecte del "*bit Stuffing*".

QÜESTIÓ 1.15

Completeu la taula següent indicant pas a pas el valor dels camps $N(S)$, $N(R)$ i el bit P/F (0 desactivat, 1 activat) en un intercanvi de trames HDLC-ABM entre les estacions indicades: Suposeu que el temps de procés, transmissió i de propagació és insignificant.

Punt	$N(S)$ l'Estació A	$N(R)$	bit P/F de	Trama	Sentit	$N(S)$ l'Estació B	$N(R)$	bit P/F de
1 (exemple)	4	0	0	I	→			
2				I	→			
3				I	→			
4				I	→			
5				I	→			
6				REJ	←			
7				I	→			
8				I	→			
9				RNR	←			
10				RR	→			
11				RR	←			
12				RR	→			
13				RR	←			
14				I	→			

3. Què ha passat al punt 4?
4. Què ha passat al punt 11?
5. En quin punt s'exhaureix el temporitzador de la estació A?

Una estació combinada vol enviar un fitxer binari d' 1 Kbyte (1024 bytes) a un altra estació a través d'un enllaç punt a punt controlat per un protocol HDLC-ABM. Dades: canal *full-duplex* a $V_t = 2$ Mbps, longitud màxima del camp d'informació de les trames $I = 256$ bytes, finestra de transmissió = 7, camps d'adreces 8 bits i FCS 16 bits.

- | Origen | ← Fletxa que indica el sentit → | Destinació |
|--------------|---------------------------------|------------|
| Observacions | | |

b) Suposeu ara que la transmissió es realitza sense errors i que el *bit stuffing* implica un increment del 5 % dels bits que s'envien:

- a) Quantes trames d'informació (I) calen per enviar tot el fitxer. Justifiqueu breument la resposta.
- b) Calculeu el temps total necessari per realitzar tota l'operació: establir la connexió, enviar el fitxer i desconnectar.

Per a que serveix el "Flag" d'una trama HDLC? Marqueu amb una **X** la/es resposta/es correcta/es.

- Per distingir una trama de dades d'una trama de control: les de dades porten *Flag*, les de control no.
- Per delimitar les trames: indicar on comencen i on s'acababen.
- Per indicar si s'ha realitzat un "*bit stuffing*" o un "*byte stuffing*". Si s'ha realitzat un "*bit stuffing*" el contingut del *Flag* és 01111110, mentre que si s'ha realitzat un "*byte stuffing*" el contingut és 01111101
- Per a que la longitud total de les trames sigui sempre múltiple de 8.

Per controlar el flux i els errors en un enllaç de llarga distància s'utilitza un protocol HDLC. Un cop fets els càlculs necessaris s'obté que la finestra de transmissió que optimitza el rendiment de l'enllaç és $K = 25$.

- Quina particularitat hauran de tenir les trames que s'utilitzin en aquest cas?
- Sobre una configuració d'enllaç balancejada quina comanda s'haurà de fer servir per establir la connexió?

7

QÜESTIÓ 1.23

Una estació que treballa amb el protocol HDLC-NRM rep la seqüència de bits que s'indica a continuació

← 011111101001010100101101110010111110111.....01111110

- a) Indiqueu de quin tipus de trama es tracta. Justifiqueu la resposta marcant sobre la trama adjunta quin/s bit/s ho indica/quen.

← 011111101001010100101101110010111110111.....01111110

- b) De quants bits es compon el camp de les adreces? Justifiqueu la resposta i marqueu-lo sobre la trama adjunta.

← 011111101001010100101101110010111110111.....01111110

- c) S'ha aplicat el *bit stuffing*?

- ☐ Sí. Expliqueu perquè i marqueu el bit afegit sobre la trama adjunta.

← 011111101001010100101101110010111110111.....01111110

- ☐ No. Expliqueu el perquè

- Perquè el bit P/F està a 1 (marqueu-lo) i, per tant, el *bit stuffing* no es pot aplicar
- Perquè el *bit stuffing* és una tècnica antiquada, actualment s'aplica el *byte stuffing*.
- Perquè no ha calgut, ja que
- El *bit stuffing* només s'utilitza en el cas del mode ABM i no pas en el cas del NRM.

- d) Si a la finestra de transmissió de l'estació que rep aquesta seqüència hi ha tres trames pendents de confirmació, indiqueu si la trama rebuda confirma alguna d'aquestes trames i si és que sí, fins a quin número de seqüència queda confirmat? Nota es treballa amb numeració mòdul 8.

- e) Indiqueu de quin/s tipus pot ser l'estació que rep la trama i, en funció d'això, el tipus i la situació en que ha quedat l'estació que ha transmès la trama. Justifiqueu breument la resposta.

- ☐ Primària.
☐ Secundària.
☐ Combinada

- f) Indiqueu una actuació possible de la nostra estació un cop rebuda la trama en QÜESTIÓ.

QÜESTIÓ 1.24

Un transmissor emet consecutivament el caràcter F en ASCII (01100010) sense parar i sense interrupcions entre caràcter i caràcter. La representació espectral indica senyal en totes les components harmòniques. Si el receptor necessita un mínim de 10 harmònics per poder recuperar el senyal, calculeu l'amplada de banda mínima del canal necessària treballant a 19.200 bps. Per a la resolució del problema es recomana seguir els passos següents:

- a) Feu un dibuix de la codificació de canal utilitzant senyals polsos quadrats.
- b) Calculeu el temps de símbol
- c) Calculeu el període.
- d) Calculeu la freqüència fonamental

Calculeu ara l'amplada de banda requerit.

- e) Podria funcionar aquest sistema sobre una línia telefònica? Feu les matisacions que cregueu convenientes, però sigueu breus i concisos.
- f)

QÜESTIÓ 1.26

Una estació que treballa amb el protocol HDLC-ABM envia la seqüència de bits que s'indica a continuació (considereu que el camp de control és de 8 bits):

← 01111110000101011010110100101101011101111011.....01111110

- f) Indiqueu de quin tipus de trama es tracta. Justifiqueu la resposta marcant sobre la trama adjunta quin/s bit/s ho indica/quen.

← 01111110000101011010110100101101011101111011.....01111110

- g) De quants bits es compon el camp de les adreces? Justifiqueu la resposta i marqueu-lo sobre la trama adjunta.

← 01111110000101011010110100101101011101111011.....01111110

- h) S'ha aplicat el *bit stuffing*?

Expliqueu perquè i indiqueu com queda la trama després de ser tractada pel receptor

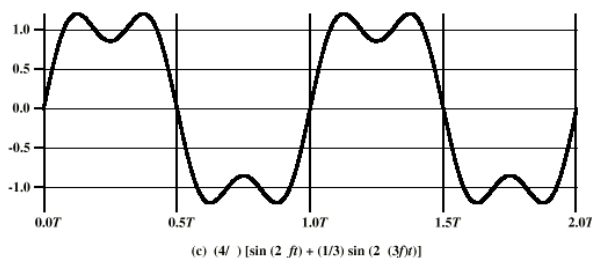
← 01111110000101011010110100101101011101111011.....01111110

- i) Fixeu-vos que es tracta d'una comanda que demana una resposta immediata del receptor. Indiqueu com sap que això és així.

- j) Si la estació receptora està ocupada, quina trama retornarà? Especifiqueu de quina trama es tracta i la codificació del camp de control d'aquesta trama.
- k) A partir d'aquest moment, quina estació pot originar un *disconnect*. Indiqueu les raons.

QÜESTIÓ 1.27

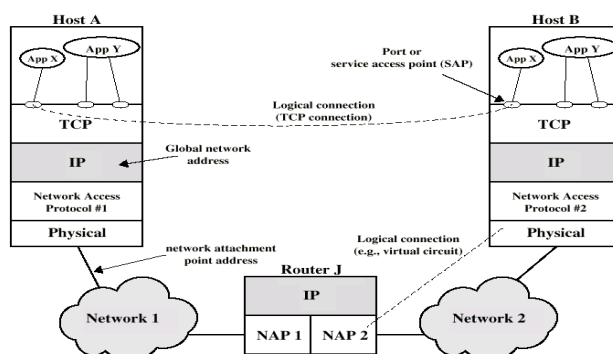
Per provar un canal vocal volem transmetre de forma continua un senyal com el que indiquem a la figura a la velocitat de transmissió de 2400 bps.



- Calculeu el temps de símbol
- Calculeu el valor del període T
- Calculeu la freqüència fonamental
- Calculeu el nombre d'harmònics que arriben al receptor

QÜESTIÓ 1.28

En una xarxa de comunicacions que s'adapta a l'arquitectura de la figura:

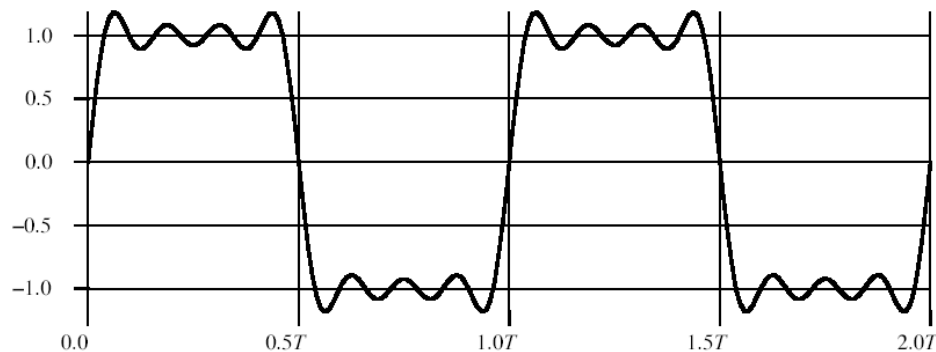


- Si la xarxa (*Network*) 1 es una xarxa ISDN, quin protocol utilitzaríeu entre el *Network Access Protocol* 1 i el NAP 1? Justifiqueu breument la resposta.

- b) Si la xarxa (*Network*) 2 es una xarxa Frame Relay, quin protocol utilitzaríeu entre el *Network Access Protocol* 2 i el NAP 2? Justifiqueu breument la resposta.
- c) Què identifica l'adreça utilitzada en cadascun dels nivells de l'arquitectura TCP/IP dels Host A i B de la figura?
- L'adreça del nivell TCP identifica...
 - L'adreça del nivell IP identifica...
 - L'adreça del nivell NAP identifica...

QÜESTIÓ 1.30

Per un medi de transmissió enviem un senyal quadrat com el de la figura de forma contínua, on un pols positiu indica un "1" i un pols negatiu un "0".

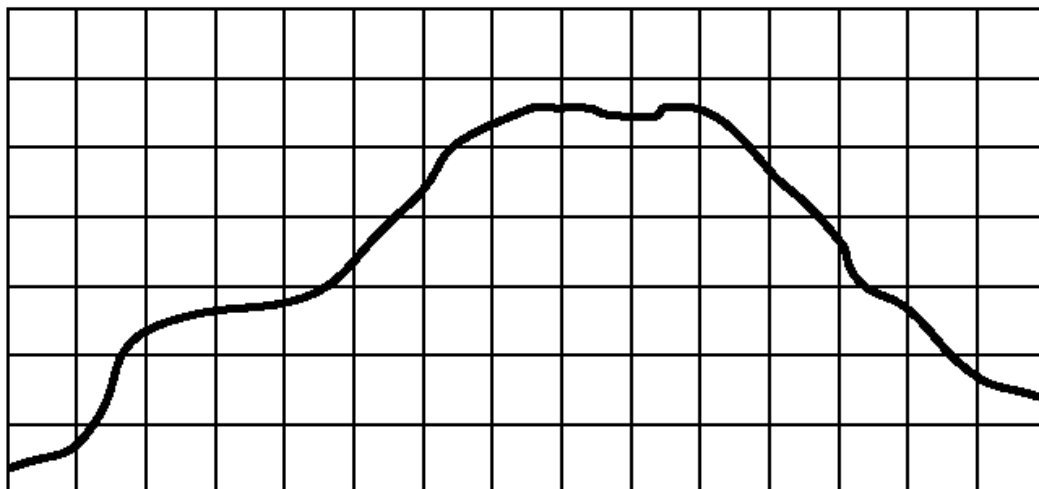


(b) $(4/\pi) [\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi(3f)t) + (1/5) \sin(2\pi(5f)t) + (1/7) \sin(2\pi(7f)t)]$

- a) Feu una representació gràfica (diagrama de barres) de l'espectre del senyal.
- b) Si la velocitat de transmissió és de 64 Kbps calculeu el període del senyal.
- c) Calculeu l'amplada de banda mínima del medi de transmissió per tal que el senyal arribi a la seva destinació sense cap deformació.
- d) Podríem fer servir un fil de telèfon per transmetre el senyal en aquestes condicions?. Justifiqueu breument la resposta.

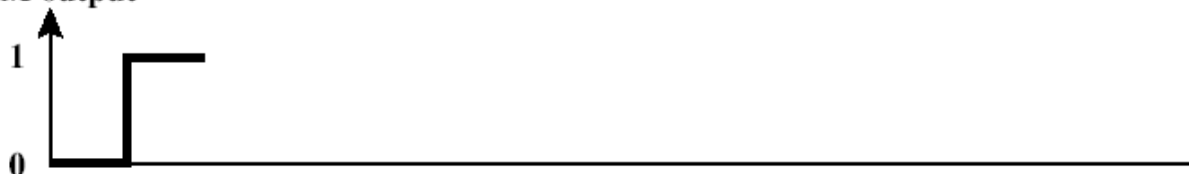
QÜESTIÓ 1.31

La forma d'ona analògica de la figura es vol codificar amb modulació Delta. El període de mostratge i l'alçada de l'esglaió es mostra com una quadrícula:



a) Completeu la sortida del codificador de modulació Delta indicada al gràfic següent:

DM output



- b) Si el senyal analògic mostrat té un espectre entre 0 Hz i 7 KHz, quina és la velocitat de sortida del codificador?
- c) Si el codificador hagués estat PCM amb 256 nivells, quina seria la velocitat de sortida en aquest cas?
- d) Analitzeu les avantatges i les desavantatges dels dos sistemes de codificació digital (DM i PCM) en aquest cas concret.

QÜESTIÓ 1.32

Una estació primària que treballa amb el protocol HDLC-NRM envia la seqüència de bits que s'indica a continuació (Números de seqüència mòdul 8)

←

01111110000101011010110100011110001011010111011111011.....01111110

1. Indiqueu de quin tipus de trama es tracta. Justifiqueu la resposta marcant sobre la trama adjunta quin/s bit/s ho indica/quen.

←

01111110000101011010110100011110001011010111011111011.....01111110

2. Indiqueu la seqüència de bits corresponent a l'adreça de la estació de destí.

←
0111111000010101101011010001111000101101011101111011.....01111110

3. Fixeu-vos que aquesta trama fa una doble funció (Poll i Select) Expliqueu breument el perquè i marqueu el bit que posa en evidència aquest fet.

←
0111111000010101101011010001111000101101011101111011.....01111110

4. Quines són les possibles respostes que pot generar la estació secundària? Expliqueu breument cadascuna de les possibilitats.
5. Indiqueu el valor de N(R) per a qualsevol dels casos de l'apartat anterior.
6. Haurà d'anar el bit P/F activat? Justifiqueu breument la resposta

QÜESTIÓ 1.33

- a) Relaciona amb una fletxa els conceptes següents tots ells relatius al protocol HDLC.

	Transmet respostes
	Té el control de l'enllaç
Estació primària	Transmet comandaments
Estació secundària	Rep comandaments
Estació combinada	Rep respostes
	Transmet i rep comandaments
	Configuracions balancejades (equilibrades)

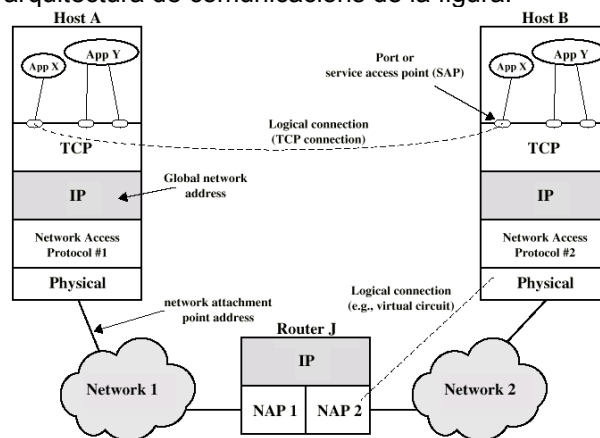
- b) Doneu un exemple en el que en una comunicació HDLC-ABM sigui necessari que una estació envii una trama REJ. Indica els valors de N(R) i N(S) a les trames que hi intervinguin.



- c) Si una estació primària en un enllaç HDLC-NRM envia sis trames d'informació (I) seguides a una estació secundària i el camp V(S) val 010 abans de la primera trama, si el bit P està activat a la sisena trama I. Quin valor tindrà el camp N(R) de la trama que tornarà la secundària i quina trama pot ser?
- d) Quina longitud ha de tenir el camp de control de les trames HDLC en una comunicació via satèl·lit?. Especifiqueu-ho per als diferents casos (trames I, S, U) i justifiqueu breument la resposta.

QÜESTIÓ 1.34

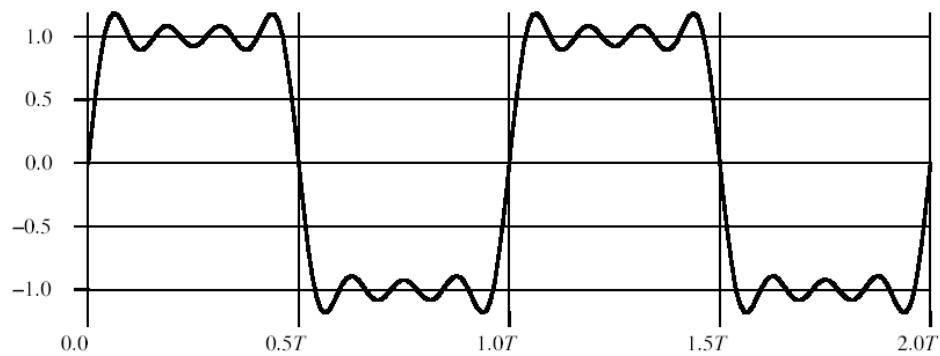
A la vista del model d'arquitectura de comunicacions de la figura:



- Calculeu el nombre de bits que físicament rebrà el Router J si un cop establerts tots els procediments de connexió dels diferents nivells una aplicació X del Host A envia 100 octets. Per fer això indica tots els encapçalaments necessaris des de les dades d'usuari fins als bits que físicament arribaran al Router (xarxa) suposant que les capçaleres TCP/IP tenen 20 octets cada una, el NAP1 és HDLC-ABM i la "network 1" és un circuit punt a punt.
- Un model de comunicacions com l'indicat involucra a tres agents: aplicacions, computadors i xarxes. Identifiqueu cada un d'ells amb els nivells corresponents.
 - Aplicacions:
 - Computadors (terminals dels extrems):
 - Xarxes.
- Comenteu de forma breu i clara el significat de l'adreça en cada nivell.
 - TCP
 - IP
 - NAP

QÜESTIÓ 1.35

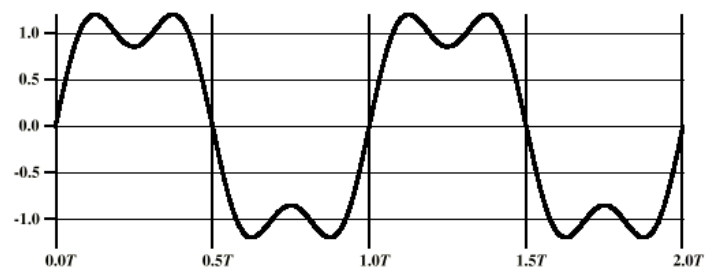
Si tenim un sistema de transmissió digital sobre canal vocal que disposa d'un ampla de banda efectiu de 3,1 KHz i fem una transmissió d'una ona quadrada con la de la figura, quina és la màxima velocitat de transmissió que podem aconseguir? (considereu que el símbol 1.0 equival a un "1" i el símbol -1.0 equival a un "0")



$$(b) \frac{4}{\pi} [\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi(3f)t) + (1/5) \sin(2\pi(5f)t) + (1/7) \sin(2\pi(7f)t)]$$

- Determineu l'ampla de banda del senyal
- Calculeu la freqüència fonamental per adaptar al màxim el senyal al sistema
- Calculeu el període del senyal
- Calculeu el temps de símbol
- Calculeu la velocitat de transmissió

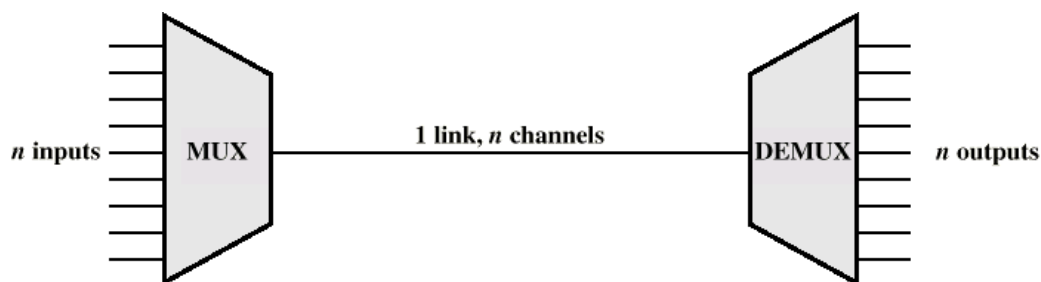
QÜESTIÓ 1.38



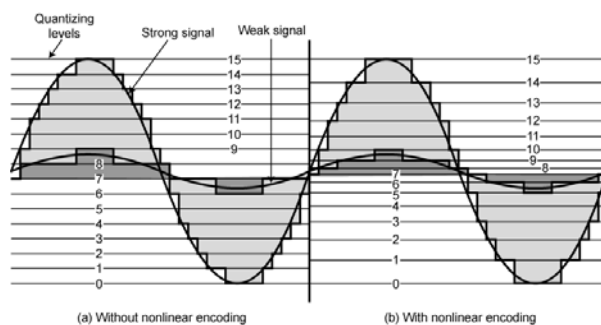
$$(c) \frac{4}{\pi} [\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi(3f)t)]$$

- Feu el diagrama que reflecteixi la distribució del senyal indicat, per freqüències. Expliqueu les raons que fan que el dibuixeu discret i no continu.
- Té component contínua?. Expliqueu la raó.
- Si volem enviar aquest senyal per un parell telefònic a 64 Kbps, es podrà recuperar a l'altra extrem exactament igual?
- I si es tracta d'un parell telefònic amb canal vocal?

QÜESTIÓ 1.42



- a) Si el link és un enllaç que treballa a 2.048 Kbps (2 Mbps) dins de la jerarquia PCM, calculeu el nombre de canals telefònics tributaris que es podran multiplexar si es tracta d'un multiplexor síncron. Expliqueu el càlcul.
- b) La veu digitalitzada dels canals telefònics segueixen el model PCM segons s'indica a la figura



Expliqueu el concepte de la codificació no lineal que s'aplica.

QÜESTIÓ 1.45

Marqueu amb una **X** la/les resposta/es correcte/es. Expliqueu breument el perquè de la/les resposta/es marcades.

- a) La modulació QAM
- ☐ És una modulació de senyals digitals basada en la variació de la freqüència i l'amplada d'un senyal analògic anomenat portador
 - ☐ És una modulació de senyals analògics basada en la variació de la fase i la freqüència d'un senyal digital anomenat portador
 - ☐ És una modulació de senyals digitals basada en la variació de la amplada i la fase d'un senyal analògic anomenat portador
 - ☐ És un sistema de modulació molt eficient donat la seva capacitat de codificació de diferents símbols identificables en front del soroll.

Breu explicació:

- b) La codificació digital PCM no té una separació uniforme de nivells donat que així:
- ☐ Aconsegueix velocitats de transmissió superiors.
 - ☐ L'escala logarítmica es més fàcil d'implementar a nivell hardware.
 - ☐ El nivells baixos de senyal seran menys sensibles al soroll.
 - ☐ Es respecta el criteri de Nyquist.

Breu explicació:

c) Els sistemes de multiplexació TDM

- ☐ Permeten millorar l'aprofitament de l'ampla de banda del medi de transmissió en relació als sistemes FDM.
- ☐ Permeten que un canal tributari treballi amb tot l'ampla de banda del medi durant un temps limitat de forma periòdica.
- ☐ Exigeixen un protocol de nivell 2 per col·locar els canals tributaris en el flux de la línia.
- ☐ Fan servir una freqüència diferent per cada canal.

Breu explicació:

d) La commutació de paquets

- ☐ Commuta espacial i temporalment els fluxos PCM
- ☐ Origina un retard variable en els paquets en funció de la càrrega de la xarxa.
- ☐ Pot treballar en mode circuit virtual o en mode datagrama.
- ☐ Sempre permet que els paquets arribin a la seva destinació desordenats.

Breu explicació:

QÜESTIÓ 2.2.1

Volem contractar una connexió permanent a través d'una xarxa Frame Relay de manera que ens garanteixi la transmissió en bones condicions d'un flux mitjà de 200 trames de 256 octets cada 2 seg.

1. Calculeu el valor del CIR que hem de contractar?
2. Calculeu el valor de Bc amb el que s'ha de configurar el supervisor de la nostre connexió.
3. Calculeu el valor de Be amb el que s'ha de configurar el supervisor de la nostre connexió per poder gaudir de la transmissió d'un flux de trames en excés de 25 trames de 256 octets (també cada 2 segons).

QÜESTIÓ 2.2.2

Si un node d'una xarxa Frame Relay (2 octets adreça) rep una trama com la que indiquem a continuació:

← 011111101000000010001001paquetIP100010011100110101111110

on el paquet IP és de 1000 octets.

a) Indica amb una **X** quina és la resposta correcta:

- ☐ No hi ha cap mena de congestió.
- ☐ Hi ha congestió en el circuit virtual de transmissió.
- ☐ Hi ha congestió en el circuit virtual de sentit contrari.
- ☐ Hi ha congestió en tots dos sentits.
 - Per què? (quin bit ho indica?)

b) Si en arribar a un determinat node de la xarxa, la cua on s'ha de guardar aquesta trama està plena:

- ☐ Es tractarà de fer lloc a la cua afectant exclusivament al propi circuit virtual.
- ☐ La trama es perd.

- ❑ Es tractarà de fer lloc a la cua encara que afecti a d'altres circuits virtuals.
- ❑ El node la emmagatzemarà en una cua auxiliar.
 - Per què? (quin bit ho indica?)

c) Si durant l'últim segon el terminal origen ha enviat a la xarxa les trames següents:

```

← 011111101000000010001001paquetIP100011011100110101111110
← 011111101000000010001001paquetIP100010111100110101111110
← 011111101000000010001001paquetIP100010001100110101111110
← 011111101000000010001001paquetIP100010011110110101111110
← 011111101000000010001011paquetIP100011111100111011111110
← 011111101000000010001011paquetIP111010011100111011111110

```

i la velocitat de transmissió de la línia és de 64 Kbps, quin és el cabdal CIR que té contractat?

d) Si hi ha tres terminals a 64 Kbps connectats una xarxa Frame Relay formant una xarxa amb circuits virtuals permanents amb interconnexió total, fes un esquema indicant amb traç seguit les connexions físiques i amb línies a traços els circuits virtuals.

QÜESTIÓ 2.2.3

Un proveïdor de serveis d'Internet (ISP) està dissenyant la seva xarxa, de manera que per un cantó ha de decidir la capacitat de connexió Frame Relay que ha de contractar a la companyia operadora que el connectarà a Internet per a tenir la garantia de donar un servei de qualitat als seus clients, i per l'altre, ha d'aconsellar als seus clients el tipus de connexió a instal·lar. Considereu que el nombre total de clients que espera tenir l'ISP és com a màxim de 600, i s'estima que el nombre de clients concurrents (accedint simultàniament) serà de 250. També s'estima que el nombre mitjà de pàgines WEB descarregades per client i per hora sigui de l'ordre de 18 (considereu que la mida mitjana de les pàgines WEB és de 80 KBytes).

- a) Calculeu el la capacitat de transmissió necessària per client
- b) Indiqueu el valor mínim del CIR de la connexió Frame Relay que es contractaria si no s'imposa cap nivell de qualitat de servei (només es vol que el sistema funcioni). Què podria passar si es contracta aquest CIR?
- c) Calculeu el valor mínim del CIR de la connexió Frame Relay per garantir el servei al nombre de clients concurrents estimat.
- d) Calculeu valor del CIR que garanteixi la màxima qualitat (que garanteixi el servei requerit per els clients en el pitjor dels casos).
- e) Indiqueu el valor que posaries a la velocitat física de la línia Frame Relay i per què.
- f) Feu un esquema de la xarxa completa indicant els clients, la xarxa d'accés finalment escollida, l'ISP, la xarxa Frame Relay i Internet.

QÜESTIÓ 2.2.4

Suposeu que es té un accés $V_t = 2$ Mbps a una xarxa Frame Relay amb un CIR determinat (B_c/T). En el cas que es transmet sense interrupció, calculeu el nombre mitjà de trames que es marcaran amb $DE = 1$ abans d'entrar a la xarxa per a cadascun dels casos següents. Justifiqueu breument les respostes.

- a) $T = 1$ seg. i $B_c = 2$ Mbit
- b) $T = 1$ seg., $B_c = 0$ i $B_e = 2$ Mbit
- c) $T = 2$ seg. i $B_e = B_c = 2$ Mbit
- d) $T = 2$ seg. i $B_e = B_c/2 = 1$ Mbit

QÜESTIÓ 2.2.5

Un terminal de dades està connectat en una xarxa Frame Relay a 64 Kbps. Si el terminal té contractat un CIR de 48 Kbps, quantes trames es poden perdre dins la xarxa si envia un fitxer de dades de 6 Kbytes de forma contínua (sense interrupció)? Suposeu que totes les trames que sobrepassen B_c es marquen amb $DE = 1$ i que damunt del LAPF- Core no hi ha cap altre protocol. Nota: per arribar a la resposta seguiu els passos següents (a, b, c i d):

- a) Dibuixeu la trama LAPF-Core considerant el valor més petit possible per cadascun dels camps de control i 1000 bytes per al camp de dades.
- b) Calculeu el nombre de trames necessàries per enviar tot el fitxer complet.
- c) Calculeu el nombre de trames senceres per segon que es transmeten (recordeu que es transmet de forma contínua).
- d) Calculeu el nombre màxim de trames per segon que es poden transmetre sense violar el CIR especificat.

Ara contesteu la pregunta formulada:

QÜESTIÓ 2.2.6

És raonable contractar una línia Frame Relay amb $CIR = 0$?

- a) Sí, si les meves dades no són importants i es poden perdre.
- b) Sí. Com que en realitat utilitzo FR per accedir a Internet sense qualitat de servei, tant se val.
- c) No, ja que no tindrè ample de banda efectiu.
- d) No, ja que $CIR = 0$.no té sentint.

QÜESTIÓ 2.2.9

Una comunicació de dades genera una mitjana de 256 Kbps i una velocitat màxima de 384 Kbps. S'utilitza un accés Frame Relay a 1Mbps per a la transmissió. Suposeu $T_c = 1$ segon.

1. Si desitgem garantir només la velocitat mitjana, quin CIR hem de sol·licitar ?
2. Si desitgem que pel rang de velocitats entre la velocitat mitjana i la màxima es marquin (amb el bit DE) les trames FR, quins valors de CIR, B_c i B_e hem de posar ?
Nota: Si se supera la velocitat màxima, s'han de descartar trames.

QÜESTIÓ 2.2.12

En un accés Frame Relay a 512 Kbps utilitzat per accedir a Internet.

- Calculeu el valor de B_c per tal de garantir en un circuit virtual un CIR de 64 Kbps, suposant $T = 4$ segons
- Calculeu la longitud màxima de la ràfega (quantitat de bits seguits) que es pot transmetre sense violar el CIR i, amb aquest valor, calculeu el nombre de trames de 256 octets (inclosa la capçalera) seguides (sense interrupció) que es poden transmetre sense violar el CIR?
- Calculeu el valor de B_e que s'ha de contractar si es vol que totes les trames que excedeixin el valor calculat anteriorment entrin a la xarxa FR marcades amb el bit $DE = 1$ (no es vol que es descarti cap trama que excedeixi el CIR).

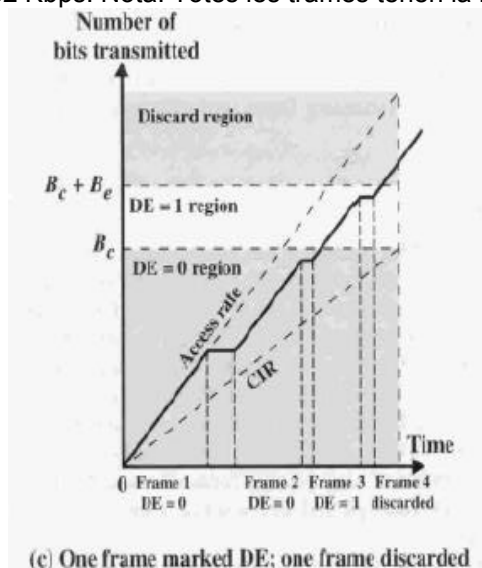
QÜESTIÓ 2.2.15

Si es vol controlar el cabdal d'un circuit virtual Frame Relay amb un CIR = 32 Kbps que està treballant amb un circuit físic a 128 Kbps:

- Calculeu el valor de B_c per al cas de $T = 2$ seg
- Calculeu el valor de B_e si es vol que aproximadament un 10 % de la informació (independentment de la longitud de les trames) entri a la xarxa amb trames marcades amb el $DE = 1$.
- Comenteu si té sentit disposar d'una línia física amb una velocitat de transmissió superior al CIR si només hi ha un sol circuit virtual.

QÜESTIÓ 2.2.16

En una xarxa Frame Relay LAPF Core, calculeu la longitud màxima del camp d'informació de les trames de dades i el màxim valor de B_c i B_e per a que es doni el cas indicat la figura adjunta (dues trames sense marcar i una marcada amb el bit $DE = 1$). Considereu un temps referència $T = 2$ segons, una velocitat de transmissió de l'accés (access rate) $V_t = 64$ Kbps i un CIR = 32 Kbps. Nota: Totes les trames tenen la mateixa longitud.



Per fer aquest càlcul, seguiu la següent seqüència de preguntes

- Dibuixeu el format de les trames.
- Calculeu el valor de B_c .
- Calculeu la màxima grandària del camp d'informació de les trames.
- Calculeu el valor de B_e .

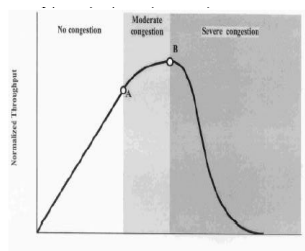
QÜESTIÓ 2.2.17

Un node d'una xarxa Frame Relay rep una trama LAP-F Core com la que s'indica a continuació:

← 01111110 00111100 11100010 11111011100011001 0101000000101001 01111110

Nota: Vigileu la posició relativa de cada bit que és sempre ← 1 2 3 4 5 6 7 8 i tingueu en compte que els espais en blanc són només per facilitar la identificació dels camps.

- Indiqueu els mecanismes de control de congestió que estan activats i justifiqueu breument la resposta.
- Indiqueu amb una creu (X) sobre el gràfic següent en quin punt creieu que es troba la xarxa. Expliqueu-ne la raó.



- Si la cua de sortida del node està molt plena quin bit modificarà el node?. Marqueu-lo sobre la seqüència següent i expliqueu el significat d'aquesta modificació.

← 01111110 00111100 11100010 11111011100011001 0101000000101001 01111110

- Si a l'entrada de la xarxa hem fet servir un *Leaky Bucket* en el que la unitat de temps triada és 0,5 seg i el CIR contractat és de 64 Kbps, calculeu el nombre mínim de trames iguals que aquesta transmeses abans de que la trama entrés a la xarxa dins de la unitat de temps.

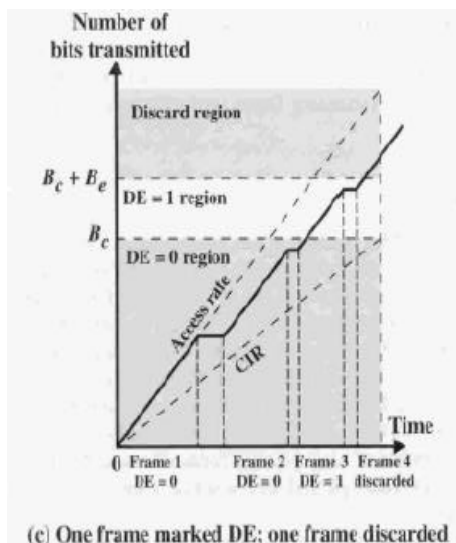
QÜESTIÓ 2.2.18

En una xarxa Frame Relay LAPF Core, es dona el cas de que el CIR = 32 Kbps està calculat per tal que un circuit virtual només pugui enviar, com a màxim, dues trames sense marcar durant T_c . Considereu que totes les trames tenen la mateixa longitud, $T_c = 1$ s i una velocitat de transmissió de l'accés (access rate) $V_t = 128$ Kbps.

- Dibuixeu el format de les trames I.
- Calculeu el valor de B_c .
- Calculeu la longitud màxima possible del camp d'informació de les trames.
- Calculeu el temps en el que el circuit virtual no transmet res. Feu un dibuix que reflecteixi aquesta situació.

QÜESTIÓ 2.2.19

En un accés a 128 Kbps d'una xarxa Frame Relay LAP-F Core amb un control de la congestió per un determinat circuit virtual com l'indicat a la figura



(c) One frame marked DE; one frame discarded

(Fixeu-vos que hi ha dues trames admeses, una de marcada i una de descartada)

- Calculeu el valor de B_c per un CIR de 32 Kbps, si $T_c = 2$ segons.
- Si l'esquema indicat reflecteix un interval determinat T_c , i totes les trames són iguals, calculeu el valor mínim de la trama LAP-F per que es compleixi el fet de que hi hagi dues trames admeses, una de marcada i una altra de descartada.
- Calculeu el valor mínim de B_e .
- Indiqueu el valor màxim teòric de bits enviats a la zona de trames descartades, pel damunt del qual no té sentit cap més valor.

QÜESTIÓ 2.2.21

Marqueu amb una X la o les respostes correctes. Expliqueu breument la o les respostes marcades.

- De què depèn la màxima velocitat de transmissió d'un medi de transmissió?

- ☐ Exclusivament de l'ample de banda disponible.
- ☐ Del mètode de modulació
- ☐ De la relació senyal – soroll i de l'ample de banda
- ☐ Del nombre d'harmonics que hi pot haver dins l'ample de banda.

Explicació:

- La codificació digital PCM no té una separació uniforme de nivells donat que:

- ☐ L'escala logarítmica és més fàcil d'implementar
- ☐ Els nivells baixos de senyal seran menys sensibles al soroll
- ☐ Aconsegueix velocitats de transmissió inferiors.
- ☐ El criteri de Nyquist ho exigeix per què no hi hagi cap pèrdua de senyal.

Explicació:

- En relació als multiplexors estadístics:

- ☐ El rendiment per terminal pot ésser superior a un multiplexor PCM.
- ☐ La suma dels canals tributaris és igual a la velocitat de transmissió de la línia.
- ☐ És necessari un protocol de nivell 2 per col·locar els canals tributaris en el flux de la línia.
- ☐ Són adients per terminals tributaris que envien dades de forma permanent.

Explicació:

- d. En una xarxa Frame Relay:
- ☐ El CIR d'un circuit virtual pot valer zero.
 - ☐ Té sentit que un circuit virtual Frame Relay únic en una connexió tingui un CIR molt inferior a la velocitat de transmissió de la línia.
 - ☐ És il·lògic que una connexió Frame Relay tingui CIR diferents en els dos sentits.
 - ☐ La suma dels CIR dels circuits virtuals no pot ser superior a la velocitat física de la línia.

Explicació:

QÜESTIÓ 2.2.22

- a. Si una companyia operadora Frame Relay LAPF Core vol controlar que un usuari no superi el CIR contractat, de quins medis compta per això. Expliqueu-ho i feu un dibuix del mecanisme.
- b. Dimensioneu el mecanisme de control per un accés a 128 kbps i un CIR de 32 kbps amb un $T_c = 2$ segons, amb la condició de que no es pugui rebutjar cap trama.

QÜESTIÓ 2.2.23

Una empresa vol utilitzar el protocol Frame Relay per connectar quatre delegacions que treballen amb xarxes d'àrea local TCP/IP amb un ordinador central, tots ells ubicats en llocs diferents. La companyia operadora que ofereix el servei indica que l'accés físic no serà amb ISDN, sinó que utilitzarà circuits punt a punt fins als commutadors Frame Relay.

- a) Feu un esquema de la xarxa plantejada, identificant tots els elements propis de l'arquitectura Frame Relay.
- b) Si es vol tenir la possibilitat de connectar tots amb tots en qualsevol moment, i la velocitat física de la línia que ens ofereix la companyia operadora és de 128 Kbps, quin CIR recomanaries contractar?. Expliqueu-ho i feu un dibuix dels virtuals circuits.
- c) Si fos un sistema centralitzat en l'ordinador central, com variaria el cas anterior?
- d) Calculeu, en aquest últim cas per cada delegació, el valor de B_c de la funció de policia de la xarxa per un $T_c = 2$ segons.
- e) Si no es volgués perdre cap trama FR a l'entrada, quin valor donaries a B_e ?

QÜESTIÓ 2.2.24

- a) Per quina raó està limitada la velocitat de transmissió en un canal vocal?:
- ☐ No està limitada, depèn exclusivament del modem.
 - ☐ Per la modulació emprada.
 - ☐ Perquè la relació senyal soroll impedeix augmentar il·limitadament els nivells de modulació
 - ☐ Perquè ha d'haver com a mínim el doble d'harmònics que la màxima freqüència del senyal

Explicació:

- b) La codificació digital PCM digitalitza un senyal analògic sobre canal vocal a 64 Kbps perquè:
- ☐ Fa servir una escala logarítmica.

- ☐ Codifica 8 bits cada 125 microsegons.
- ☐ Codifica 8 bits per mostra amb ritme de mostres que segueix el criteri de Nyquist.
- ☐ L'ampla de banda utilitzat és de 3,1 KHz. i no de 4 KHz.

Explicació:

c) El sistema de modulació QAM:

- ☐ Modula en fase i amplada seguint un model de punts representats per un vector.
- ☐ Utilitza un sistema de punts codificats amb menys bits dels que pertoca.
- ☐ Necessita el protocol HDLC en mode ABM
- ☐ És adient per sincronitzar terminals amb modem.

Explicació:

d) En una xarxa Frame Relay:

- ☐ El CIR d'un circuit virtual pot ser més gran que la velocitat de transmissió física de la línia
- ☐ Si indiquem el CIR en bits per segon el temps de mesura ha de ser 1 segon.
- ☐ No té sentit que una connexió Frame Relay tingui CIR diferents en els dos sentits.
- ☐ La suma dels CIR dels circuits virtuals pot ser superior a la velocitat física de la línia.

Explicació:

QÜESTIÓ 2.2.25

Dimensioneu els paràmetres del Leaky Bucket (B_c i B_e) per controlar un CIR de 64 Kbps sobre una línia a 128 Kbps amb un temps de mesura de 1,5 segons i comptant que en mitjana les trames marcades han de ser el 50 % de les que no puguin entrar i suposant que es transmet de forma continuada.

- a) Calculeu B_c
- b) Calculeu B_e
- c) Dibuixeu el bucket amb els valors límits calculats

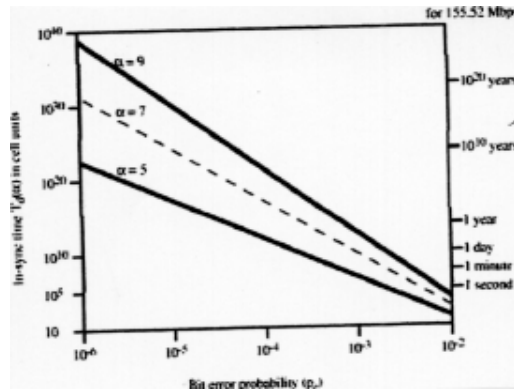
QÜESTIÓ 2.3.10

a) Quin factor intrínsec del format de les cel·les ATM afecta a la seva eficiència d'una forma permanent i constant? (justifica la resposta)

b) Quantifiquem aquesta influència (calculeu el percentatge de reducció del rendiment a causa d'aquest factor).

QÜESTIÓ 2.3.12

Com s'ha d'interpretar aquesta gràfica? (què ens diu?)



- El nombre de cel·les correctes per sincronitzar depèn de la taxa d'error.
- El temps de sincronització depèn de la taxa d'error.
- El temps per a la pèrdua de sincronització depèn de la taxa d'error.
- Com més cel·les es poden sincronitzar, menor és la taxa d'error.
- Cap de les anteriors. La interpretació correcta és:

QÜESTIÓ 2.3.13

Calculeu el PAD necessari per a una AAL 5 CPCS-PDU que ha de transportar 1336 octets?

QÜESTIÓ 2.3.16

Dibuixeu una trama SONET OC-1 indicant el nombre de files i de columnes de cadascun dels seus camps.

QÜESTIÓ 2.3.17

Si contractem un octet (byte) del contenidor d'aquesta trama (és a dir que ens assegurem que podem posar 8 bits en cadascuna de les trames SONET/SDH que es transmeten des de la central a la que estem connectats), de quina velocitat de transmissió neta estem disposant? Justifiqueu la resposta.

QÜESTIÓ 2.3.18

Quants usuaris com nosaltres poden transmetre simultàniament sobre un canal SONET OC-1? Justifiqueu la resposta.

QÜESTIÓ 2.3.19

- Expliqueu com funciona la sincronització (delineació) de cel·les ATM en cadascun dels dos casos següents (sigueu breus i concisos):
 - ATM directament sobre nivell físic (TDM pur).
 - ATM sobre SDH.
- En el cas concret d'ATM sobre SDH:
 - Dibuixeu un contenidor (trama) STM-1 SDH.
 - Com s'allotgen les cel·les ATM en els contenidors SDH? (marqueu amb una **X** la/es resposta/es que us semblin correctes:
 - ☐ Tal com arriben, sense cap més criteri ni consideració
 - ☐ Pseudoaleatòriament segons un codi conegut per els terminals dels dos extrems d'un trajecte (*path*) SDH.
 - ☐ Respectant que l'interval entre cel·les ATM sigui un múltiple del temps de cel·la. És a dir, cel·les buides i cel·les plenes i per files

- Respectant que l'interval entre cel·les ATM sigui un múltiple del temps de cel·la. És a dir, cel·les buides i cel·les plenes, però per columnes
- c) Calculeu el camp de dades (*payload*) disponible en un contenidor (trama) STM-1 SDH per a la transmissió de cel·les ATM. Quantes cel·les ATM hi caben ?

QÜESTIÓ 2.3.21

Disposem d'un accés d'usuari STM-1 (SDH).

1. Feu un esquema de la trama STM-1, indicant les columnes de les capçaleres.
2. Quin és el nombre d'octets de dades de la trama SDH ?
3. Quin és el nombre total d'octets de la trama SDH ?
4. Quin és el rendiment de la trama (octets dades/octets trama en percentatge) ?
5. Quina és la velocitat efectiva (bps de dades) ?
6. Si aquest accés d'usuari SDH dona suport a un servei de xarxa ATM, indiqueu quin és el nombre d'octets de dades sobre ATM que transporta una trama STM-1.
7. Quin és el rendiment total (considerant ATM sobre SDH)?
8. Quina n'és la velocitat efectiva ?

QÜESTIÓ 2.3.31

A través d'una xarxa ATM s'ha establert una connexió de canal virtual bidireccional per comunicar dos equips Frame Relay. Dades: Velocitat d'accés a ATM = 155'52 Mbps, CIR = 2 Mbps.

- a) Dibuixeu un esquema de la situació diferenciant els dispositius FR, els equips d'adaptació a ATM i la xarxa ATM, i emplaçant la velocitat d'accés a ATM i el CIR als punts corresponents.
- b) Proposeu una manera per a que la xarxa ATM pugui identificar les cel·les que porten segments de trames que excedeixen el CIR (és a dir segments de trames FR amb el bit DE = 1) i així poder-les descartar en cas de congestió.
- c) Proposeu una manera per indicar als terminals FR, de forma explícita, que s'ha trobat o no congestió a la xarxa ATM. És a dir, proposeu una manera de marcar (a 0 o a 1) el bit FECN de les trames FR.
- d) Quin dispositiu dels l'esquema que heu dibuixat a l'apartat (a) serà l'encarregat de realitzar les funcions proposades als apartats (b) i (c)? Justifiqueu breument la resposta.

QÜESTIÓ 2.3.33

Indica de forma individual el significat de cadascun del 3 bits que integren el camp PTI a la capçalera de les cel·les ATM.

- a)
- b)
- c)

QÜESTIÓ 2.3.39

- Indiqueu la raó per la que una fibra òptica no és aprofitable en tot l'espectre de la llum. Explica-ho.
- Calculeu la màxima distància que hi pot haver entre dues estacions ATM connectades a través d'una fibra òptica de 62.5 micres de diàmetre (fibra multimode) si la màxima atenuació permesa és 11 dB. Considereu que la fibra òptica introdueix una atenuació de 0'3 dB per Km i que els connectors de les estacions introdueixen una pèrdua de 0'5 dB.

QÜESTIÓ 2.3.40

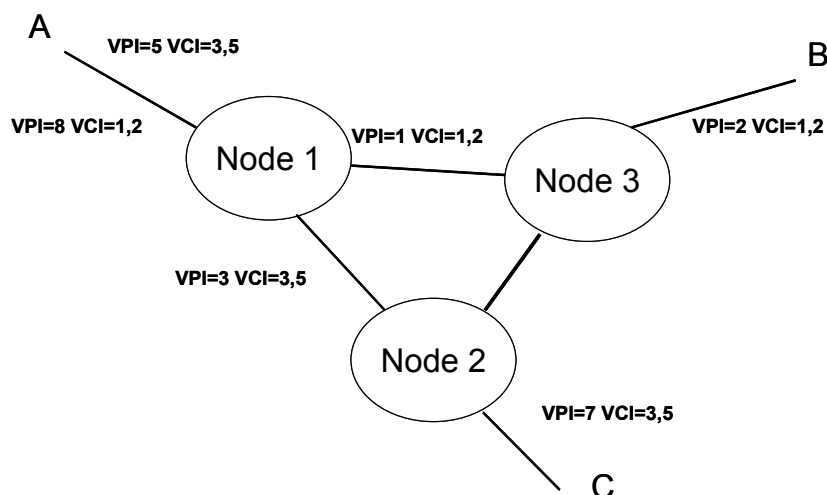
- Quantes cel·les ATM pot transportar un contenidor SDH STM-1 (cada 125 microsegons)?
- Que passa quan una cel·la no cap sencera en el contenidor SDH?
- Per un enllaç físic només hi ha establert un circuit virtual ATM que treballa a velocitat més baixa que la del nivell SDH, com s'ompliran els contenidors SDH durant els temps morts entre cel·les?

QÜESTIÓ 2.3.41

- A la vista de la xarxa ATM de la figura, ompliu les taules input-output dels nodes de commutació considerant que els circuits virtuals estan establerts entre A i B, i A i C

Node 1		Node 2		Node 3	
Input	Output	Input	Output	Input	Output

Figura:



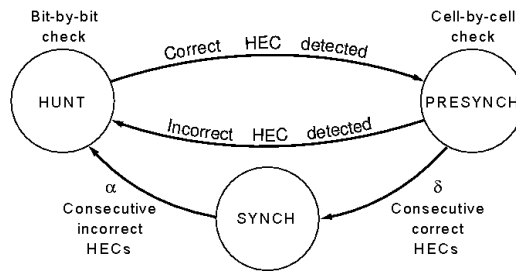
- Es tracta de nodes de commutació VP o VC? Justifiqueu breument la resposta.

QÜESTIÓ 2.3.42

- Calculeu el màxim nombre de cel·les ATM per segon que es poden enviar en un sistema SDH STM-1 a 155.52 Mbps. Acompanyeu la resposta amb un esquema de les trames SDH.
- Com s'identifiquen les cel·les buides. Indica el valor de la capçalera.

QÜESTIÓ 2.3.43

- a) Expliqueu, de la manera més breu possible, els tres estats per aconseguir el sincronisme en xarxes ATM.



- b) Calculeu el valor d' α (*consecutive incorrect HECs*) a 155.52 Mbps per un temps de pèrdua de sincronisme d'un any (aproximadament) amb una taxa d'error de $10E^{-5}$. Expliqueu-ne el resultat.

QÜESTIÓ 2.3.44

- a) Considerant les components del retard en xarxes ATM, relaciona amb una fletxa els paràmetres indicats amb la component del retard afectat:

Nombre de mostres per cel·la	
Distància entre nodes	retard de paquetització
Velocitat de transmissió	retard de propagació
Velocitat de propagació	retard d'espera a les cues
Ocupació de les cues dels nodes	

- b) Considereu una xarxa ATM que treballa a una velocitat de transmissió de 155.52 Mbps i que transmet mostres de senyal de veu digitalitzat a 64 Kbps. Si el màxim retard extrem a extrem admès és de 24 ms, calculeu el màxim retard de transferència admissible.

QÜESTIÓ 2.3.45

- a) En una connexió ATM sobre SDH STM-1 (155.52 Mbps), calculeu el retard que pot introduir la capçalera del contenidor sobre una determinada cel·la ATM (feu un dibuix explicatiu).

- b) Repetiu aquest càlcul sobre STM-4 (622.08 Mbps) (feu un dibuix)

- c) Considereu cel·les que ocupen la mateixa posició en dos contenidors virtuals diferents.

- Implica aquest fet que hi ha alguna relació entre aquestes cel·les? Justifiqueu la resposta.

- Te alguna importància que els dos contenidors siguin consecutius (estiguin separats 125 microseg)? Justifiqueu la resposta.

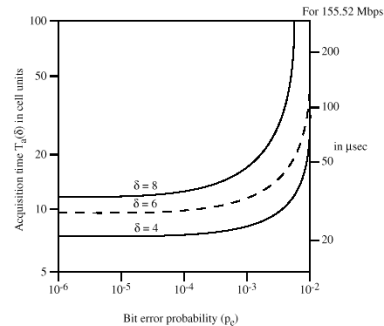
QÜESTIÓ 2.3.48

- a) Calculeu el màxim nombre de cel·les ATM per segon que es poden enviar en un sistema SDH STM-4 a 622.08 Mbps.

b) Feu un esquema del contenidor virtual propi dels sistemes SDH STM-4 a 622.08 Mbps indicant la distribució de les capçaleres i del camp de dades (payload).

QÜESTIÓ 2.3.49

a) Expliqueu, de la manera més breu possible, el diagrama de sincronització de xarxes ATM adjunt.



b) Calculeu el valor de *consecutive correct HECs* a 155.52 Mbps per a que no se superi un temps de establiment del sincronisme de (aproximadament) 30 microsegons per al cas d'una taxa d'error de $10E^{-5}$.

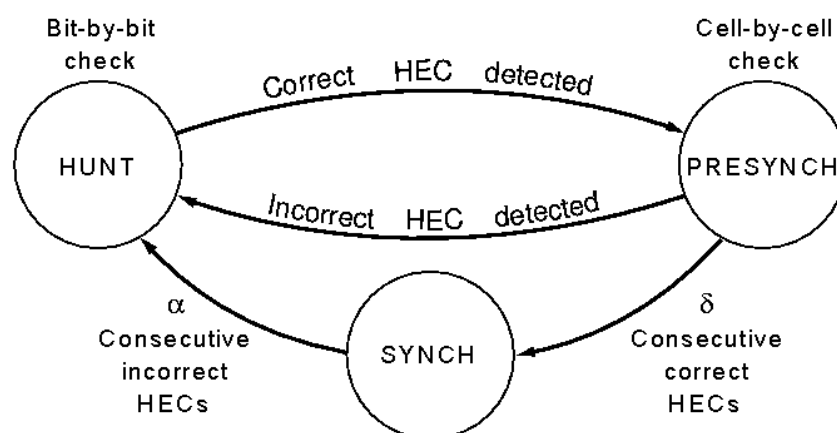
QÜESTIÓ 2.3.50

En una xarxa ATM sobre SDH, la velocitat de transmissió és 155,52 Mbps i només hi ha un circuit virtual establert que està transmetent amb una categoria de servei CBR a 4 Mbps.

- Calculeu el nombre aproximat de cel·les ATM buides per contenidor virtual SDH que s'estan enviant.
- Dibuixeu el format de les cel·les buides i especifiqueu-hi el contingut concret de les capçaleres.

QÜESTIÓ 2.3.54

Un dels problemes més corrents per resoldre en xarxes és sincronitzar les unitats de dades. Les xarxes ATM treuen profit de la baixa taxa d'errors per aconseguir això.



- Expliqueu en què es basa aquest procés descrivint a més a més els tres estats del dibuix
 - Hunt
 - Presynch

- Synch

Indiqueu valors numèrics que suportin aquesta teoria amb una taxa d'error de bit de $10E-07$.

- b) A 155.52 Mbps i taxa d'errors de bit de $10E-06$, calculeu el nombre de cèl·lules correctes seguides que són necessàries per sincronitzar la xarxa en 25 microsegons.

QÜESTIÓ 3- 4.1

Un proveïdor de serveis d'Internet (ISP) està dissenyant la seva xarxa, de manera que per un cantó ha de decidir la capacitat de connexió ATM que ha de contractar a la companyia operadora que el connectarà a Internet per a tenir la garantia de donar un servei de qualitat als seus clients, i per l'altre, ha d'aconsellar als seus clients el tipus de connexió a instal·lar. Considereu que el nombre total de clients que espera tenir l'ISP és com a màxim de 7000, i s'estima que el nombre de clients concurrents (accedint simultàniament) serà de 3000. També s'estima que el nombre mitjà de pàgines WEB descarregades per client i per hora sigui de l'ordre de 18 (considereu que la mida mitjana de les pàgines WEB és de 80 KBytes).

- a) Calculeu la capacitat de transmissió necessària per client
- b) Tenint en compte, no només la velocitat de transmissió estrictament necessària per accedir al servei de WEB estimat, sinó també que la navegació sigui el més ràpida possible, què els aconsellàrieu als clients. Justifiqueu la resposta tenint en compte consideracions pràctiques reals.
- c) Calculeu el valor mínim de la capacitat del circuit virtual de la connexió ATM que l'ISP ha de contractar a la companyia operadora per garantir el servei d'accés a Internet al nombre de clients concurrents que s'esperen.
- d) Calculeu capacitat del circuit virtual a contractar si es vol garantir la màxima qualitat (aquell que en el pitjor dels casos garanteix el servei quan tots els clients accedeixen simultàniament).
- e) Indiqueu el valor que posaries a la velocitat física de la línia ATM i per què.
- f) Feu un esquema de la xarxa completa indicant els clients, la xarxa d'accés finalment escollida, l'ISP, la xarxa ATM i Internet.

QÜESTIÓ 3- 4.2

Teòricament i com a màxim, quants canals de TV analògics (6 Mhz) i quantes converses telefòniques (4 khz) es poden establir en una xarxa de dispersió HFC?

QÜESTIÓ 3- 4.4

Indiqueu quantes subportadores de més farà servir un mòdem ADSL a 2 Mbps respecte al mateix mòdem ADSL a 256 Kbps (considereu que les condicions de la línia són les òptimes)?

Justifica la teva resposta:

QÜESTIÓ 3- 4.5

Quan es pot produir una col·lisió en el protocol de dades en una xarxa HFC en el mode d'accés reservat?

- a) mai
- b) en les comanda de *minislot* de pujada
- c) en el canal de baixada
- d) En el procés de càlcul del RTC(Round Trip Correction)
- e) cap de les respostes anteriors

QÜESTIÓ 3- 4.6

Volem calcular el rendiment màxim d'una línia ADSL a 2 Mbps a l'hora de transmetre un paquet IP de 1500 octets (capçalera IP inclosa):

- Dibuixeu la pila de protocols, des del nivell físic fins al nivell IP del punt d'accés ADSL (router ADSL amb interfície d'usuari Ethernet) indicant els protocols de cada nivell.
- Calculeu la redundància (*overhead*) que s'introdueix des del nivell IP cap avall (IP exclòs) sense tenir en compte la formació de la multitrama.
- Calculeu la redundància (*overhead*) que s'introdueix en la formació la multitrama ADSL formada però exclusivament per trames amb dades *interleaving* (sense capçalera per trama).
- Calculeu el rendiment total (bits paquet IP sobre bits totals transmesos).

QÜESTIÓ 3- 4.11

En una xarxa d'accés calculeu el temps que transcorre des que una estació vol transmetre fins que ho aconsegueix (suposeu que no hi ha col·lisió).

Considereu que la estació està a 1 Km de la capçalera, que tant la petició com la resposta ocupen un minislots, que el temps de procés a la estació és nul i utilitzeu els paràmetres MAC en el cas de treballar en mode *reservation access*.

- Identifiqueu els paràmetres MAC que es necessiten per fer aquest càlcul.
- Feu un esquema temporal del procés d'assignació de recursos (comanda-resposta) entre la capçalera i el cablemodem de l'estació en QÜESTIÓ (interval de resolució de conflictes).
- Calculeu el temps de transmissió de les unitats de transferència (minislots).
- Ara calculeu el temps total d'accés al medi.

QÜESTIÓ 3- 4.13

En un accés ADSL

- Calculeu el nombre màxim de subportadores necessàries per poder rebre un canal de TV a 4 Mbps si el sistema QAM de modulació treballa a 8 bits per símbol ($V_t = 2W \log_2 N$, essent W l'amplada de banda del canal i N el nombre de nivells de modulació).
- Calculeu en aquestes condicions la màxima velocitat de transmissió en el dos sentits (multiplexació FDM).
- Expliqueu com afecta la distància entre mòdems ADSL en la màxima velocitat obtinguda i la raó per la qual els valors calculats a l'apartat anterior difereixen dels estàndards d'ADSL.

QÜESTIÓ 3- 4.15

Calcula la eficiència (bits d'informació en relació als bits transmesos) d'una transmissió d'un paquet IP de 1500 octets en una xarxa d'accés ADSL a 256 kbps si les trames ADSL porten exclusivament tràfic "*interleaved*" (sense *overhead* a les trames ADSL).

QÜESTIÓ 3- 4.16

A la taula següent, marca amb una creu els conceptes indicats relacionats amb els tres modes de connexió de la telefonia en una xarxa HFC.

	Superposat	RF a la cantonada	RF a la llar
Parell telefònic a la llar			
Canal de 450 a 480 Mhz.			
Telefonia en coaxial d'accés			
Telefonia en FO d'accés			
Telefonia multiplexada en backbone de FO			

QÜESTIÓ 3- 4.22

Ompliu la taula següent amb els acrònims corresponents que indiquen les diferències entre GPRS i UMTS

	GPRS	UMTS
Modulació Ràdio		
Velocitat de transmissió (Kbps)		
Arquitectura Xarxa d'accés ràdio		
Protocol accés a la xarxa troncal (<i>Core Network</i>)		

QÜESTIÓ 3- 4.30

a) Parlant de PON, marqueu amb una creu (X) quina/es de les següents afirmacions és/són correcta/es

- ☐ És una xarxa mixta de fibra òptica i cable coaxial.
- ☐ És una xarxa de fibra òptica que es basa en una arquitectura punt multipunt.
- ☐ És una tècnica d'accés a un medi compartit de fibra òptica
- ☐ És una xarxa que aprofita xarxes existents.
- ☐ El component clau és l'splitter actiu que permet utilitzar els protocols ATM o Ethernet

b) Com està resolt el problema de les col·lisions?

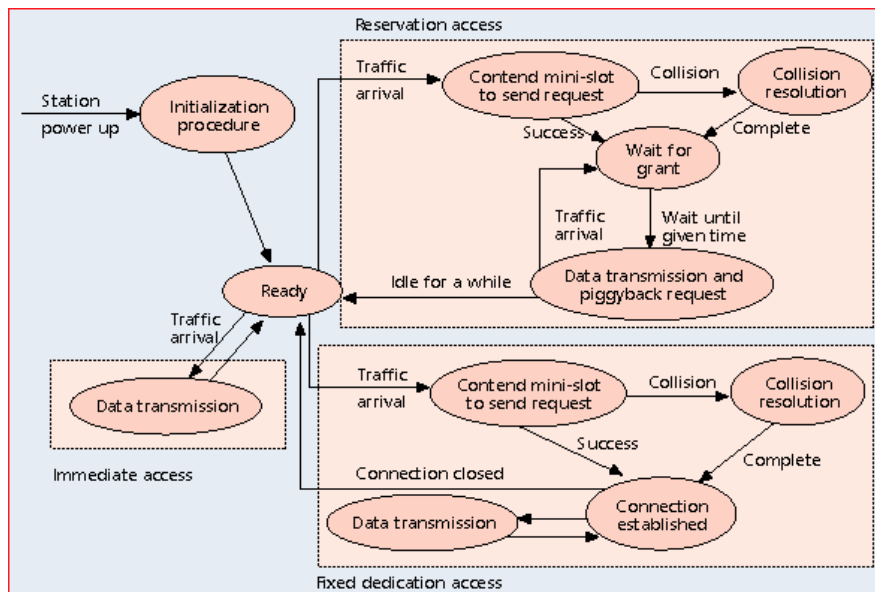
QÜESTIÓ 3- 4.31

a) Calculeu el valor del camp Length de la CPCS-PDU si es transmet un paquet IP de 1150 octets per una xarxa d'accés ADSL.

b) Determineu el nombre de cèl·lules ATM que caldran.

QÜESTIÓ 3- 4.32

En una xarxa HFC 802.14 por haver-hi diferents sistemes de gestió de l'accés al canal de dades com els indicats a la figura



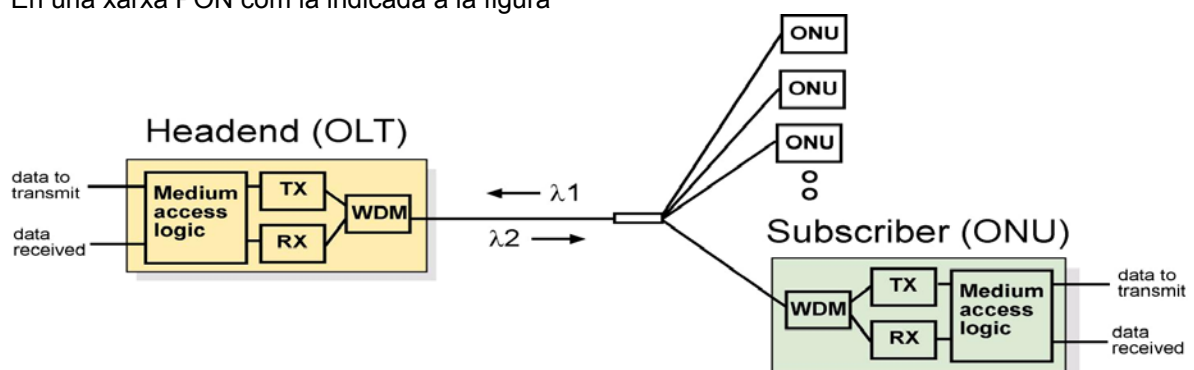
a) Expliqueu pas a pas i de forma telegràfica els tres sistemes :

1. Immediate access
2. Reservation access
3. Fixed dedication access

b) Indiqueu les aplicacions possibles de cada mètode.

QÜESTIÓ 3- 4.37

En una xarxa PON com la indicada a la figura

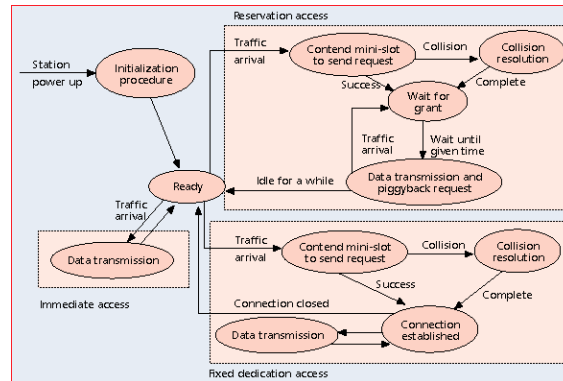


a) Expliqueu el procés que garanteix que no hi ha col·lisions.

b) Com s'assegura que les ONU's tenen la mateixa base de temps i per què cal que sigui així?. Feu un dibuix que suporti l'explicació.

QÜESTIÓ 3- 4.39

En una xarxa HFC 802.14 es poden fer servir tres models d'accés com els indicats a la figura



a) Indiqueu els trets més importants de cada un i els avantatges i inconvenients de cada un per ser utilitzats per una operadora :

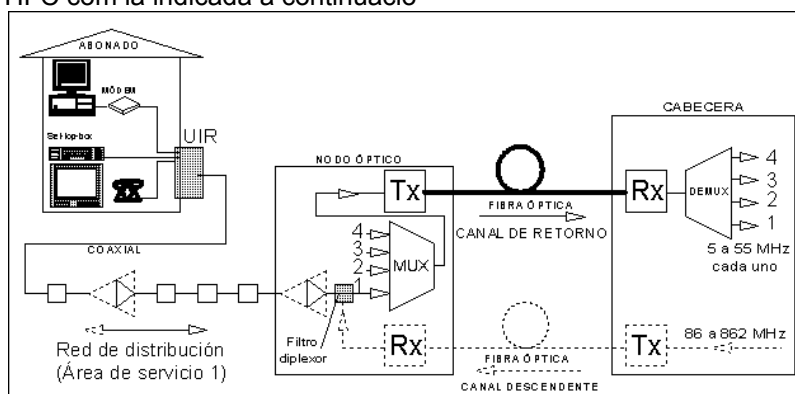
1. Immediate acces
2. Reservation access
3. Fixed dedication access

b) Quins factors limiten la velocitat de transmissió de dades per un modem cable en una xarxa HFC 802.14?. Indiqueu-los i expliqueu els canvis que caldria fer part d'una operadora per millorar els resultats, si això fos possible en cada cas.

Factor	Explicació	Forma de obviar-lo

Qüestió 3- 4.41

En una xarxa HFC com la indicada a continuació



- a) Si diem que hi ha congestió a la xarxa de distribució de l'àrea de servei 1, a què ens referim?
- b) Com pot resoldre l'operadora del servei els problemes de congestió?
- c) Si treballem amb el protocol 802.14, quins sistemes d'accés al canal de retorn tenim disponibles?. Expliqueu les diferències.

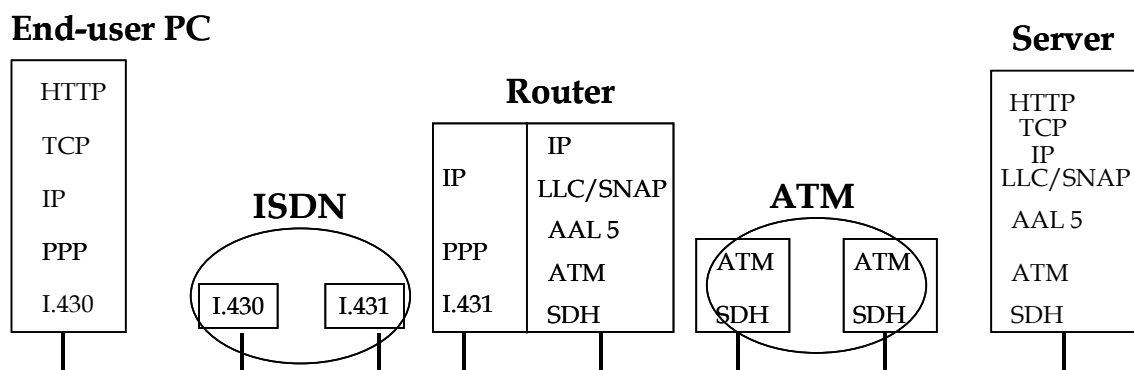
- d) Quins elements de la xarxa indicada executaran el protocol 802.14?. Expliqueu-ho.
- e) Com pot enviar video on demand (videoclub remot) un operador HFC?. Compareu-lo com ho fa un operador ADSL (Imagenio).
- f) Calculeu el temps necessari per enviar 10 Mbytes de dades sense interrupció en el sentit xarxa - usuari suposant que s'està en la fase de transmissió de dades (*data transmission*). Per fer-ho, aneu contestant els següents apartats tenint en compte que només cal que considereu els protocols indicats a l'enunciat (utilitzarem ATM i no el MAC de la 802.14).
- 1 Calculeu el nombre total de paquets IP necessaris per encapsular aquestes dades si es fan servir paquets IP amb una longitud màxima del camp de dades de 1000 octets i capçalera de 20 octets.
 - 2 Calculeu el total de cel·les ATM necessàries per transmetre les dades si es fa servir el "multiprotocol encapsulation over AAL5" amb encapsulació LLC/SNAP.
 - 3 Identifiqueu els paràmetres del protocol MAC 802.14 que caldrà fer servir (cal veure a les transparències de classe la llista de paràmetres 802.14).
 - 4 Si hi ha 5 usuaris treballant simultàniament i la nostra estació està a 4 quilòmetres de la capçalera de la xarxa, feu el càlcul del temps demanat a l'enunciat tenint en compte que les dades aniran en ranures de dades (*Data Slots*) que inclouen una capçalera de 6 octets.

Qüestió 3- 4.42

- a) Feu un dibuix esquemàtic d'una xarxa GPRS indicant els elements que participen en la transmissió de dades entre un terminal mòbil IP i una xarxa IP (Internet). Indiqueu els protocols que farem servir en cada tram.
- b) Indiqueu els elements que s'afegeixen a una xarxa GSM per convertir-la en GPRS explicant les seves funcions.

QÜESTIÓ 5.2

Sobre l'esquema de xarxa de la figura indiqueu-hi el punt on se situaria el nivell MPLS donades un seguit d'hipòtesis que vosaltres mateixos podeu establir. (ISDN és la xarxa telefònica fixe)



Llista d'hipòtesis: Digueu quines hipòtesis heu establert.

QÜESTIÓ 5.3

1. Què és MPLS? Marqueu la/es resposta/es que us sembli/n correcta/es amb una **X**.
 - a) És un protocol.
 - b) És una tecnologia.
 - c) És una manera d'encapsular tràfic de qualsevol protocol de nivell de transport (TCP o UDP).
 - d) És una manera d'encapsular tràfic de qualsevol protocol de nivell de xarxa (IP, etc.).
 - e) És una tècnica de transport de dades basada en la commutació de paquets mode circuit virtual.
 - f) Totes les anteriors
 - g) Cap de les anteriors
2. Feu un dibuix que il·lustri la posició de la tecnologia MPLS en el model de referència ISO/OSI.

QÜESTIÓ 5.6

Indiqueu el contingut de la capçalera d'una cel·la ATM en un domini MPLS amb etiquetes ATM

QÜESTIÓ 5.7

Dibuixeu la PDU AAL5 amb 3 etiquetes MPLS i un datagrama IP. Indiqueu el valor de l'etiqueta de nivell superior en el mode d'etiquetes ATM.

QÜESTIÓ 5.8

Marqueu la/les resposta/es que us sembli/n correcta/es en cadascun dels apartats següents.

- a) Referent a MPLS (Multiprotocol Label Switching), en general:
 - a) El valor de la primera etiqueta de l'*stack* d'una trama MPLS es manté fix durant tot el trajecte a través dels LSRs que formen un LSP.
 - b) El valor de la primera etiqueta de l'*stack* d'una trama MPLS es va canviant en cadascun dels LSRs que formen un LSP d'acord amb el que diu la taula de ruta fixada en la fase d'establiment de l'LSP en QÜESTIÓ.
 - c) Les etiquetes es van canviant en cadascun dels LSR que formen un LSP de forma aleatòria.
 - d) Cap de les anteriors, ja que MPLS igual que IP funciona en mode datagrama i no utilitza etiquetes.
- b) En el cas particular d'MPLS a través d'una xarxa ATM nativa (encapsulació ATM *Shim Header*):
 - e) El valor de la primera etiqueta de l'*stack* d'una trama MPLS es manté fix durant tot el trajecte a través dels commutadors ATM que formen un VCC.
 - f) El valor de la primera etiqueta de l'*stack* d'una trama MPLS es va canviant en cadascun dels commutadors ATM que formen un VCC d'acord amb el que diu la taula de ruta fixada en la fase d'establiment del VC en QÜESTIÓ.
 - g) Les etiquetes es van canviant de forma aleatòria en cadascun dels commutadors ATM que formen un VCC.
 - h) Cap de les anteriors, ja que MPLS igual que IP funciona en mode datagrama i no utilitza etiquetes.

QÜESTIÓ 5.10

Calculeu l'amplada de banda disponible respecte a la nominal en una xarxa IP/MPLS/ATM/SDH

Dades:

Longitud mitjana dels paquets IP = 475 octets

Pila d'etiquetes MPLS = 1 nivell

Amplada de banda nominal = 622 Mbps

Recordeu que la redundància d'STM-4 són 333 octets afegits per cada 9387 octets útils

Expresseu el resultat en la taula següent:

Resultat	Bw nominal	Percentatge de banda útil	Bw disponible
IP/MPLS/ATM/SDH	622 Mbps		

QÜESTIÓ 5.13

MPLS aprofita el millor d'ATM i ho integra als dispositius IP. Considerant similituds entre ATM i MPLS, marqueu amb una **X** les afirmacions que considereu certes.

- i. Com en ATM, el format de les trames MPLS es de longitud fixa, però en aquest cas la capçalera és de 32 bits i el camp de dades de 1500 octets.
- ii. Com en ATM, MPLS es una tecnologia de commutació de paquets modalitat circuits virtuals, amb la diferència que els circuits virtuals MPLS s'anomenen LSPs (*Label Switched Paths*).
- iii. Així com en ATM hi ha dos nivells de circuits virtuals (VPs i VCs), a MPLS es poden definir diversos nivells de LSPs a base d'utilitzar la tècnica del *Label Stacking* (apilament d'etiquetes).
- iv. Com en ATM, MPLS també requereix un nivell d'adaptació per tal de tractar diferent els paquets UDP/IP dels TCP/IP.

QÜESTIÓ 5.18

D'entre les següents afirmacions, marqueu amb una **X** les que siguin correctes.

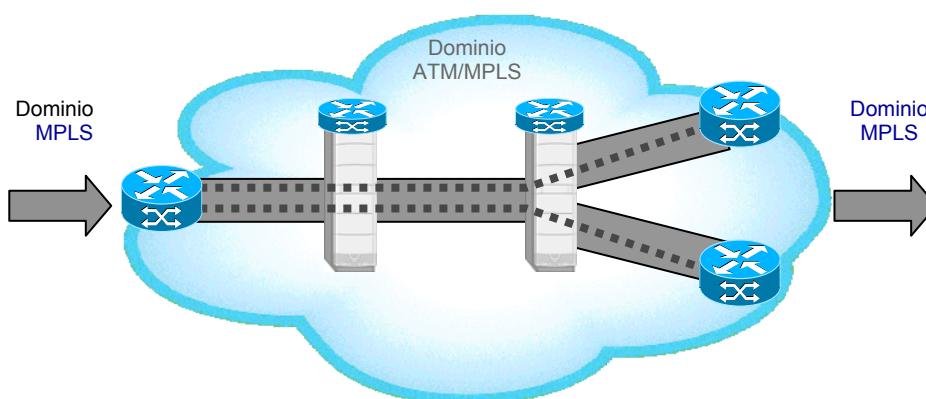
- En una xarxa ATM on els nodes de commutació tenen funcions MPLS, l'encapsulament utilitzat serà *Shim Header*.
- La funció principal d'MPLS és realitzar un encapsulament de nivell 3.
- L'etiqueta en les xarxes MPLS equival a les adreces en xarxes ATM.
- En l'encapsulament MPLS, opció Frame Relay, el DLCI conté la primera etiqueta i la primera etiqueta MPLS sempre val zero.

QÜESTIÓ 5.19

- a) En una encapsulació MPLS amb l'opció d'etiquetes ATM, quin valor portarà el camp VPI/VCI de la capçalera de la primera cel·la ATM que s'origini en la transmissió d'un paquet IP?
- b) I en el mateix camp de la segona cel·la?

QÜESTIÓ 5.22

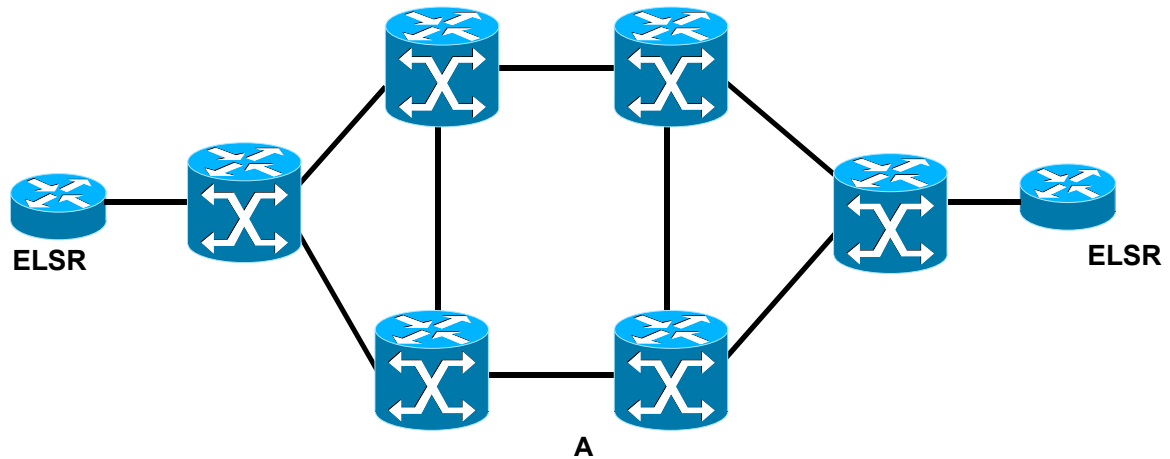
Si estem treballant en una xarxa com la indicada a la figura



- Dibuixeu el format de la trama que vol entrar a la xarxa indicant tots els camps i la seva utilitat.
- Dibuixeu el format de la unitat de dades que circularà per la xarxa indicant els camps i la seva utilitat

QÜESTIÓ 5.23

En una xarxa MPLS/ATM com la indicada a continuació

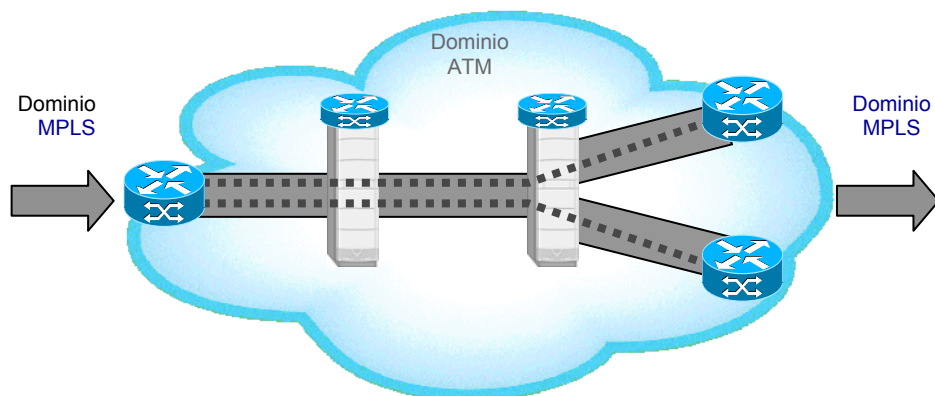


Indiqueu el procés que seguiria un paquet IP que arribés al ELSR de l'esquerra, travessés la xarxa i sortís per l'ELSR de la dreta. Contesteu les preguntes següents:

- Com s'estableix el Label Switch Path ?. Expliqueu el procés.
- Indiqueu les taules I/O dels commutadors (podeu inventar els números)
- Quina opció d'encapsulament farem servir?
- Indiqueu el valor del camp VPI/VCI de les cèl·lules ATM en el punt A de la xarxa

QÜESTIÓ 5.24

Si estem treballant en una xarxa com la indicada a la figura



- Dibuixeu el format de la trama que vol entrar a la xarxa indicant tots els camps i la seva utilitat.

- b) Dibuixeu el format de la unitat de dades que circularà per la xarxa indicant els camps i la seva utilitat
- c) Com canviaria aquesta unitat de dades si el domini de la xarxa fos ATM/MPLS. Dibuixeu-la indicant el contingut dels camps.

Qüestió 6.1

Dos routers separats geogràficament i dels que pegen terminals de dades amb interfície Ethernet estan interconnectats entre si amb una xarxa ATM.

- a) Dibuixeu un esquema de la xarxa
- b) Si l'arquitectura d'interconnexió és TCP/IP dibuixeu la torre de protocols entre dos terminals de dades remots dibuixant les connexions horitzontals (protocols). Els terminals fan servir una aplicació HTTP.

Qüestió 6.2

- a) Com es calcula la finestra òptima de transmissió en Go-Back-n? Calcula aquest valor si les trames de dades són de 256 octets, les trames ACK són de 20 octets, la $V_t = 2048$ Kbps, la distància de separació dels terminals és de 300 Km utilitzant fibra òptica i la velocitat de propagació és la de la llum 3×10^8 Km/s.
- b) El protocol HDLC-ABM treballa amb Go-Back-N. Indica un exemple on calgui utilitzar la trama REJ indicant els valors de N(S), N(R), P/F en cada cas. La connexió HDLC està feta i no cal desconnectar (només la fase de transmissió de dades).

Terminal A

Terminal B

Qüestió 6.3

- a) Relacioneu l'ampla de banda d'un medi de transmissió i les components freqüencials (freqüències) que porta un senyal. Com influeix aquest aspecte en el reconeixement del senyal pel receptor?
- b) Calculeu la màxima velocitat de transmissió que es podrà utilitzar sobre un canal vocal (300-3400 Hz) treballant amb un senyal periòdic de polsos quadrats, codificat binari 1 dalt, binari 0 baix (el senyal és ...0101010101...), com aquest $s(t) = (4/\pi) \times [(\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi(3f)t)]$

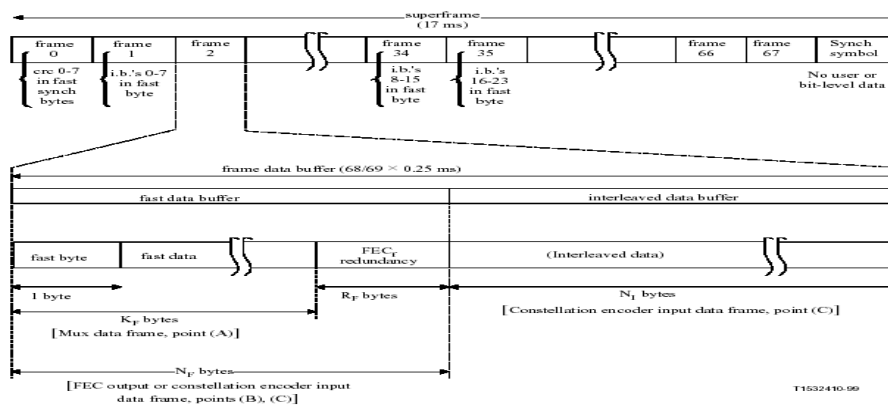
Qüestió 6.4

Per digitalitzar la veu telefònica farem servir el mètode PCM

- a) Defineix el concepte de mostreig i en què es basa
- b) Expliqueu per què triem 8 bits per a codificar cada un dels nivells.
- c) Raons per les que es fa servir la codificació (quantificació) no lineal
- d) Si l'ampla de banda de la veu que volem digitalitzar és de 7,5 KHz (de 0 a 7,5 KHz és veu d'alta qualitat), calculeu la velocitat de transmissió de sortida del codificador PCM.
- e) Té sentit utilitzar PCM quan enviem la veu per Internet? Expliqueu-ho.

Qüestió 6.5

En un accés ADSL a nivell físic la informació s'envia en format de supertrama com la indicada a continuació:



- Quants bits es poden enviar en cada trama (frame) si la línia física va a 6 Mbps (downstream)
- I en cada supertrama (superframe)?
- Quina diferència a nivell pràctic pot haver entre utilitzar Fast Data o Interleaved Data en les trames?

Qüestió 6.6

En una xarxa d'accés amb tecnologia HFC DOCSIS utilitzem trames MAC del següent tipus: Data: 6 octets de capçalera + dades ; Request: 6 octets ; Autorització: 30 octets. Si el temps de propagació és de 10 microsegons, la velocitat de transmissió de baixada de 40 Mbps i la de pujada de 4 Mbps, calculeu el temps total requerit en l'enviament d'un paquet IP de 300 octets si no hi ha errors ni col·lisions.

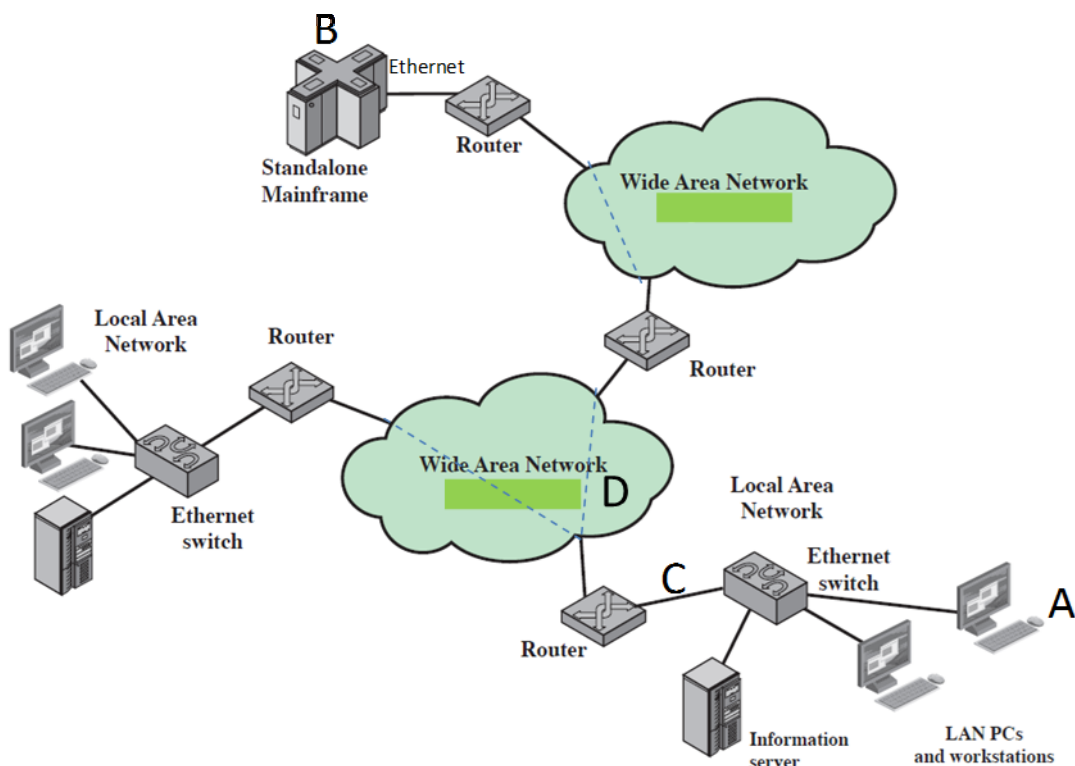
Qüestió 6.7

Contesteu marcant amb un cercle si és cert o fals (**C / F**) afegint el comentari que justifiqui la resposta.

- MPLS és un protocol d'etiquetes basat en el model de circuits virtuals (**C / F**)
- El protocol DOCSIS 3.0 suposa una millora sobre els protocols anteriors que permet ampliar la distància màxima per connectar terminals en una xarxa HFC (**C / F**)
- Les trames Ethernet s'empaqueten sense modificacions en el protocol GEM de GPON (**C / F**)
- La 802.1ah (PBB) està justificada per reduir les taules de routing en el troncal d'una xarxa ethernet (**C / F**)
- Les trames GPON de pujada (Upstream) porten informació de la ocupació de les cues dels diferents serveis per a que l'OLT pugui decidir quina quantitat de throughput ha d'autoritzar (**C/F**)
- Els terminals PC connectats en una xarxa HFC amb el protocol DOCSIS cal que incorporin un protocol de seguretat a nivell d'enllaç donat que es tracta d'una xarxa compartida (**C / F**)
- El mode Immediate access és el més eficient pels usuaris en una xarxa HFC (**C / F**)
- En MPLS, agregar dos LSP en base a posar una etiqueta comú és lo mateix que fer label stacking (**C / F**)

Qüestió 6.8

En una xarxa de computadors, com la indicada en el dibuix, el terminal A vol accedir a una Web que resideix al computador B (a les Wide Area Network només cal saber que hi ha un enllaç amb un protocol HDLC de nivell 2 sobre PDH i que permet la connectivitat entre els routers)



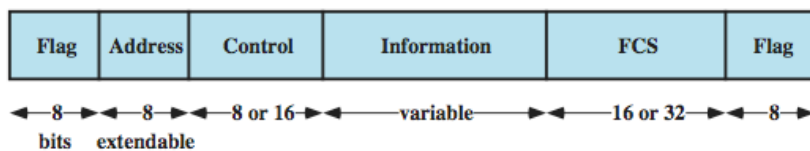
Feu un dibuix de l'arquitectura de protocols (torre de protocols) entre A i B, indicant les comunicacions horitzontals.

A Eth Switch Router Router Router B

Si segueix el model TCP/IP, quins tipus d'adreces caldrà considerar? Expliqueu el seu significat i la seva utilitat.

Indiqueu el format de la unitat de dades en el punt C i en el punt D. Expliqueu-ho.

Si a la Wide Area Network amb el protocol HDLC treballem a 2048 Kbps i amb un camp d'informació fixe de 250 bytes, calculeu el valor mínim de la finestra de transmissió del protocol si la distància entre els terminals és de 600 Kms. (velocitat de propagació 300×10^3 Km/s)



(a) Frame format

Qüestió 6.9

En el protocol HDLC, expliqueu les diferències entre ABM i NRM.

En la inicialització d'un protocol HDLC-ABM es pot fer servir SABM o SABME. Quina és la diferència? En quin medi de transmissió seria convenient fer servir SABME i perquè?

Si dos terminals estan connectats amb HDLC-ABM feu un esquema temporal de l'intercanvi de trames per enviar un fitxer de 1024 bytes des de la inicialització de l'enllaç fins la desconnexió total. Llargària màxima del camp d'Informació de les trames de dades 256 octets. Caldrà indicar la utilització d'un REJ. Indiqueu els valors de N(R), N(S), P/F a les trames.

Qüestió 6.10

En un sistema de transmissió de dades es pot augmentar la velocitat de transmissió augmentant el nombre de nivells del senyal amb el mateix temps de símbol. Expliqueu fent un dibuix en què es basa aquesta característica i com es relaciona la velocitat de transmissió amb la velocitat de modulació.

No obstant aquest augment té un límit. Expliqueu per què.

Calculeu la màxima velocitat de transmissió d'un canal vocal (300-3400 Hz) amb una relació senyal/soroll SNR de 30 db. Hi ha alguna possibilitat de superar aquesta velocitat? Expliqueu-ho.

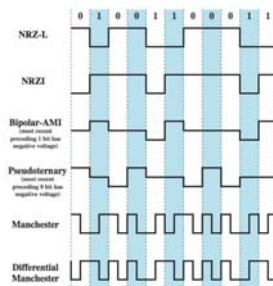
A què es deguda la distorsió (deformació) d'un senyal a la sortida d'un sistema de transmissió de dades? En quines condicions aquesta deformació farà que no funcioni bé el sistema?

Calculeu l'ampla de banda mínim per a que no hi hagi distorsió d'un canal de transmissió de dades a 64 Kbps treballant amb un senyal periòdic de polsos quadrats, codificat binari 1 dalt, binari 0 baix (el senyal és ...01010101...), com aquest

$$s(t) = [(4/\pi) \times (\sin(2\pi ft) + (1/3)\sin(2\pi(7f)t)]$$

Qüestió 6.11

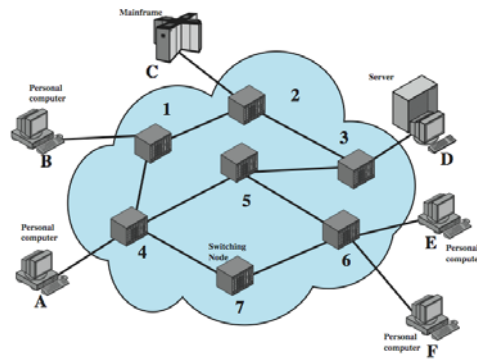
- a) Expliqueu el criteri de generació (com es forma un 1 i un 0 binari) dels codis de canal indicats.



- b) Perquè han estat creats i què determina la utilització d'un codi o d'un altra?
- c) Calculeu la velocitat de sortida d'un codificador digital PCM amb 256 nivells que actua sobre un senyal analògic entre 20 Hz-20 KHz (música digital). Quina seria la velocitat si el codificador fos Delta? Expliqueu les avantatges i inconvenients d'un cas i l'altra.

Qüestió 6.12

En una xarxa de computadors com la indicada a continuació



- a) Si els commutadors són de circuits (circuit switching) feu un esquema temporal (temps de dalt a baix) i calculeu el temps que es trigaria en enviar 1 Mbyte (inclou tot tipus de protocols) entre A i D. Velocitat transmissió en els links = 1920 Kbps, temps de propagació negligible. No es considera el temps d'establiment i desconnexió del circuit.

Node → A 4 5 3
D
Temps ↓

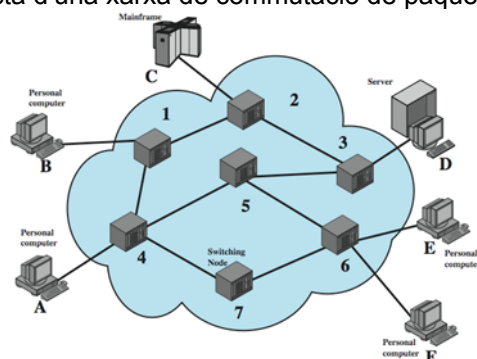
- b) Repetiu l'apartat anterior en el cas de commutació de paquets (datagrama packet switching) si el fitxer es divideix en quatre paquets i les cues estan buides.

Node → A 4 5 3
D
Temps ↓

- c) Si dividim el fitxer en més paquets, variarà el temps calculat en l'apartat anterior?. Poseu un exemple que ho demostrï i expliqueu com influeix la llargària del paquet en aquest càlcul.
- d) A la vista dels resultats compareu la commutació de circuits i de paquets.

Qüestió 6.13

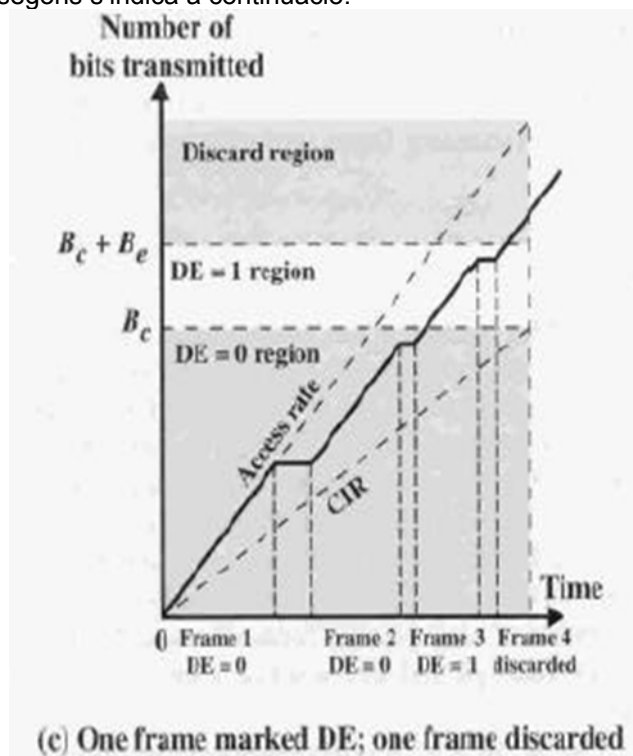
Si la xarxa indicada es tracta d'una xarxa de commutació de paquets



- a) Dibuixeu la torre de protocols (terminal que accedeix a una web) entre F i D si es tracta d'una xarxa de commutació Frame Relay amb accés Frame Relay (utilitzeu el camí més curt en nombre de nodes).
- b) Repetiu l'apartat anterior si es tracta d'una xarxa ATM
- c) En aquest cas si volem enviar un paquet IP de 500 bytes, calculeu el PAD i indiqueu quantes cèl·lules caldrà enviar? (Farem servir AAL5)

Qüestió 6.14

En un sistema de control de la congestió a la entrada d'una xarxa es té un mecanisme Leaky Bucket que treballa segons s'indica a continuació:

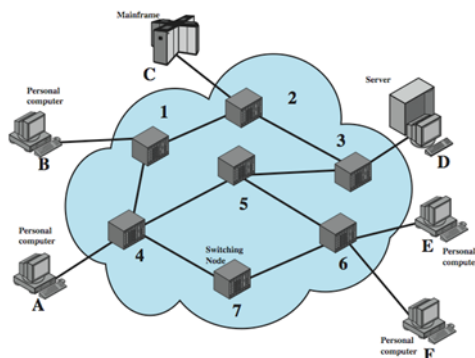


Si el temps de referència de control $T_c = 2$ seg, el CIR és de 256 Kbps, $B_e = \frac{1}{4} B_c$ i fem les trames iguals, calculeu una llargària de la trama (frame) per a que es doni el cas indicat a la figura.

Si volguéssim utilitzar un mecanisme similar per controlar un determinat tràfic d'entrada en la xarxa NEBA amb un accés ADSL2+ a 1 Mbps de pujada amb un $T_c = 1,5$ seg amb $B_e = 0$ quin valor posaríem a B_c ?

Qüestió 6.15

En una xarxa IP com la indicada a continuació els nodes de commutació de la xarxa són routers IP interconnectats amb carrier ethernet, l'accés del terminal A és ADSL amb DSLAM / IP i el mainframe (host) C es connecta amb accés carrier ethernet. Fixeu-vos que el node 4 és també el node de sortida de la xarxa ADSL cap a la xarxa IP (entre A i 4 hi ha dispositius)



- Feu un dibuix dels elements que intervien entre A i el node 4.
- Indiqueu el protocol stack de comunicacions entre el terminal A i el C (seguiu la ruta més curta en nombre de nodes).

- c) Si el que busquem en la connexió és la mínima latència, què triaríem en la supertrama ADSL (fast data o interleaved)?. Expliqueu les raons.