

Classe de problemes

Qüestions relatives a:

- 1.1 Els conceptes "Xarxa pròpia" i "Xarxa única" per als operadors de telecomunicació
- 1.2 Consulta de la web del regulador de telecomunicacions a Espanya
- 1.3 Aplicació de la regulació als operadors (titulars i dominants)
 - 2.1 Arquitectura TCP/IP versus l'arquitectura ISO/OSI
 - 2.2 Protocol HDLC

Germán Santos i Josep Solé Pareta
{german, pareta}@ac.upc.edu

Els conceptes "Xarxa pròpia" i "Xarxa única" per als operadors de telecomunicació

- Avalua els conceptes de "Xarxa pròpia" i "Xarxa única" per als operadors de telecomunicacions
- Indica els pros i els contres

Consulta a la web del regulador de telecomunicacions a Espanya

- Entreu a la web del regulador de telecomunicacions a Espanya, i un cop analitzada relaciona la informació més rellevant que creieu que es pot obtenir d'aquesta web:

<http://www.cmt.es/>

Aplicació de la regulació als operadors (titulars i dominants)

- Indica de forma resumida com s'aplica (quina repercussió té) la regulació pels operadors, segons siguin
 - Titulars (*incumbents*) o
 - Dominants

Arquitectura TCP/IP versus l'arquitectura ISO/OSI

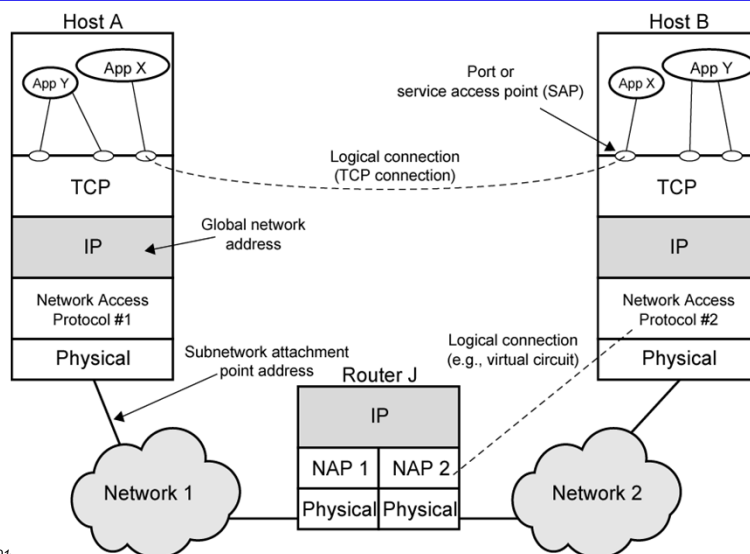
- **Qüestió 1.5 del Quadern**
Indiqueu dues raons de disseny a l'hora de definir el nombre de nivells del model OSI
- **Qüestió 1.9 del Quadern**
Aparelleu correctament els següents conceptes del model OSI traçant una fletxa de l'un a l'altre
 - Comunicació horitzontal nivell superior (N+1)
 - Comunicació vertical protocol
 - "Service Access Point" nivell
 - El nivell N Proporciona serveis al interfície
 - Execució de funcions adreça
- **Qüestió 1.3 del Quadern**
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

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

5

Operation of TCP and IP



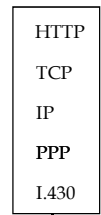
19/12/2014

6

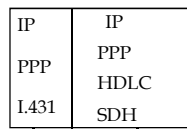
IP/SDH

- Example of an IP/SDH network using PPP-HDLC like Encapsulation

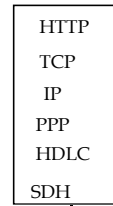
End-user PC



Router



Server



I.430: ISDN Basic Interface

I.431: ISDN Primary Interface

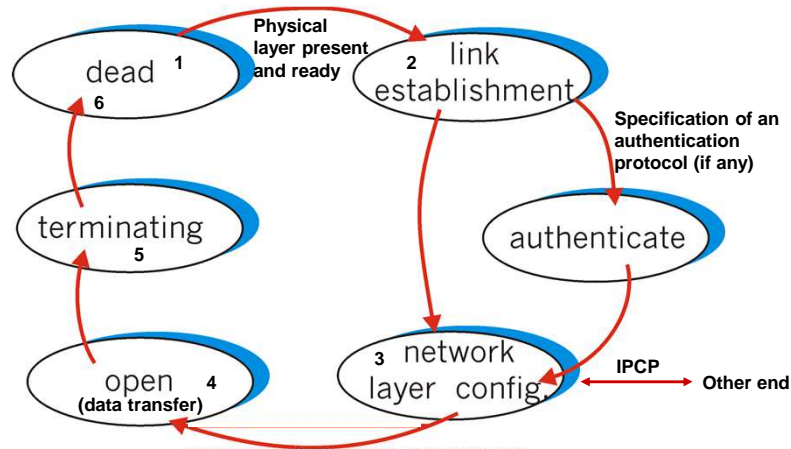
TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

7

IP/SDH

- Link initialization:
 - PPP Link Control Protocol (LCP)



17/12/2014

8

Protocol HDLC

• Qüestió 1.1 del Quadern

Consider a communication session among a primary station A and three secondary stations B, C and D, which is initiated via the HDLC-NRM protocol. Also consider that all the variables are zero. Show the sequence of frames that are generated in the following situations:

- Station A invites B to transmit, and B sends two information frames (I) to A
- Station A sends an I frame to station C and invite C to transmit
- Station C send two frames to A
- Station A invites D to transmit, but d has no information to send

Note: For each frame indicate the address, the frame type, the "poll/select", and the sequence numbers

– Example:

I(1) P (0) ----->
 <----- B, RR – F (2)



Taller #1

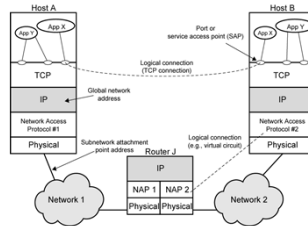
Qüestions relatives:

1.1 Protocol HDLC
 1.2 Anàlisi espectral

Germán Santos i Josep Solé Pareta
 {german, pareta}@ac.upc.edu

Protocol HDLC

- Qüestió 1.34 del Quadern
A la vista del model d'arquitectura de comunicacions de la figura:



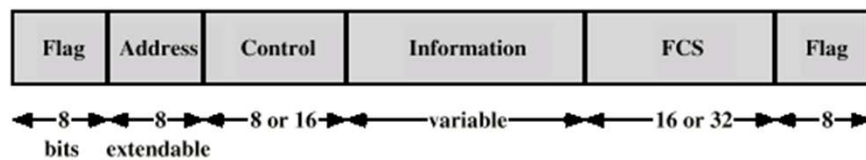
- a) Calculeu el nombre de bits que físicament rebrà el Router J si un cop establerts tots els procediments de connexió dels diferents nivells una aplicació X del Host A envia 100 octets. Per fer això indica tots els encapsalaments necessaris des de les dades d'usuari fins als bits que físicament arribaran 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

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

11

HDLC Frame Structure



(a) Frame format

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

12

Protocol HDLC

- Qüestió 1.34 (cont.)
 - b) 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
 - c) Comenteu de forma breu i clara el significat de l'adreça en cada nivell
 - TCP
 - IP
 - NAP

Protocol HDLC

- Qüestió 1.2 del Quadern

What kind of frames shall we use to do "poll" in HDLC and what frame is the answer if there is not information to send?

 - a) In the case of NRM?
 - b) In the case of ABM?

For what kind of reasons would it be necessary sending a FRMR frame in HDLC

Protocol HDLC

• Qüestió 1.1 del Quadern

Consider a communication session among a primary station A and three secondary stations B, C and D, which is initiated via the HDLC-NRM protocol. Also consider that all the variables are zero. Show the sequence of frames that are generated in the following situations:

- Station A invites B to transmit, and B sends two information frames (I) to A
- Station A sends an I frame to station C and invite C to transmit
- Station C send two frames to A
- Station A invites D to transmit, but d has no information to send

Note: For each frame indicate the address, the frame type, the "poll/select", and the sequence numbers

– Example:

I(1) P (0) ----->
<----- B, RR - F (2)

Protocol HDLC

• Qüestió 1.7 del Quadern

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 I 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, els valors de partidade $K = V(R) = V(S) = 0$.

Ompliu la taula següent indicant les trames i els valors dels paràmetres N(S) i N(R). Per indicar el format de les trames feu servir l'acronímia habitual (exemple: B,I (1)-P (0)). Considereu que el procés es tanca un cop transferides totes les trames pendents esmentades

Trama estació A	Sentit	Trama estació B o C	Breu justificació

Protocol HDLC

• Qüestió 1.7 (Cont.)

Ompliu la taula següent indicant les trames i els valors dels paràmetres N(S) i N(R). Per indicar el format de les trames feu servir l'acronímia habitual (exemple: B,I (1)-P (0)). Considereu que el procés es tanca un cop transferides totes les trames pendents esmentades

Trama estació A	Sentit	Trama estació B o C	Breu descripció
B, I (0), - (0)	→		A Selecta B per una transmissió
B, I (1), - (0)	→		A transmet a B
B, I (2), P (0)	→		A Poll B i transmissió
	←	B, RR - F(3)	B confirma. No té res més a enviar.
C, I(0), - (0)	→		A Selecta C i transmissió
C, I(1), P(0)	→		A Poll C i transmissió
	←	C, I(0) - F(2)	C confirma i transmissió
C, RR - P(1)	→		A confirma a C la trama pendent
		C, RR - F(2)	

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

Sistemes de transmissió

• Anàlisi espectral de Fourier

- Qüestió 1.24 del quadern:

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.

a) Per a la resolució del problema es recomana seguir els passos següents:

- Fer un dibuix de la codificació de canal utilitzant senyals polsos quadrats
- Calcular el temps de símbol
- Calcular el període
- Calcular la freqüència fonamental, i finalment
- Calcular ara l'amplada de banda requerit

b) Podria funcionar aquest sistema sobre una línia telefònica?

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

Transmission Characteristics of Guided Media

	Frequency Range	Typical Attenuation	Typical Delay	Repeater Spacing
Twisted pair (with loading)	0 to 3.5 kHz	0.2 dB/km @ 1 kHz	50 µs/km	2 km
Twisted pairs (multi-pair cables)	0 to 1 MHz	0.7 dB/km @ 1 kHz	5 µs/km	2 km
Coaxial cable	0 to 500 MHz	7 dB/km @ 10 MHz	4 µs/km	1 to 9 km
Optical fiber	186 to 370 THz	0.2 to 0.5 dB/km	5 µs/km	40 km

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

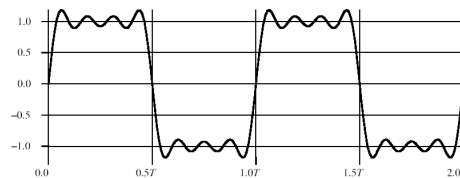
19

Sistemes de transmissió

Anàlisi espectral de Fourier

Qüestió 1.30 del quadern:

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"



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

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

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

20

Taller #2

Qüestions relatives a:

- 2.1 Sistemes de transmissió
- 2.2 Modulació digital
- 2.3 Digitalització de la veu

Germán Santos i Josep Solé Pareta
{german, pareta}@ac.upc.edu

Taller - Debat

- Medis de transmissió

Aquesta part del taller consisteix en comentar (opinar sobre) els temes que es proposen per tal de que siguin debatuts pels companys de grup en l'intercanvi del taller. Per tant el que compte són les opinions personals que provenen de l'estudi i de l'enteniment dels temes

- Fibres òptiques
 - Avantatges i desavantatges de les fibres òptiques
 - Raons de la existència de finestres
 - "Comparació de la seva capacitat amb el cable coaxial i el parell trenat
- Antenes
 - Funcionament d'una antena des de el punt de vista físic
 - Característiques d'una antena parabòlica
 - Visió directa

Modulació digital

- Comenteu breument el que sapigueu sobre els temes referents a la modulació que es proposen a continuació:
 - Modulació digital
 - a) Diferència entre transmissió banda base (digital) i banda ampla (analògic)
 - b) Objectiu de la modulació. Apliqueu aquest objectiu a la transmissió de dades
 - c) Mapa de punts en una modulació QAM
 - d) Màxima capacitat d'un canal en presència de soroll, i sense soroll?
 - e) Valor òptim de la freqüència portadora en ASK, FSK i QAM?
 - f) Diferència entre temps de símbol i temps de bit

Quadrature Amplitude Modulation

- QAM is a combination of ASK and PSK (a logical extension of QPSK)
- Consists of sending two different signals simultaneously on same carrier frequency
 - Using two copies of the same carrier shifted 90°
 - Each carrier is ASK modulated
 - Two independent signals over same medium
 - demodulate and combine for original binary output

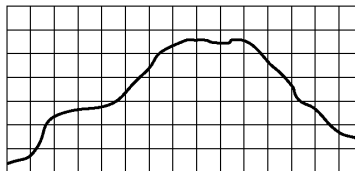
Shannon Capacity Formula

- Shannon Capacity Formula $C = B \log_2(1+SNR)$
where $SNR_{db} = 10 \log_{10}(\text{signal/noise})$

Digitalització de la veu

- Qüestió 1.31 del quadern

La forma d'onda 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:

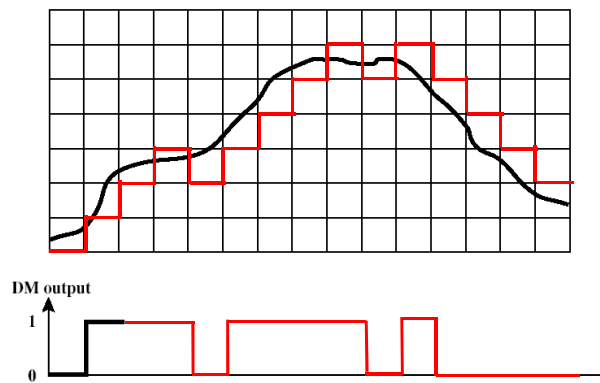


- a) Completeu la sortida del codificador de modulació Delta indicada al gràfic següent:



Digitalització de la veu

- Qüestió 1.31 solució apartat (a)



17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

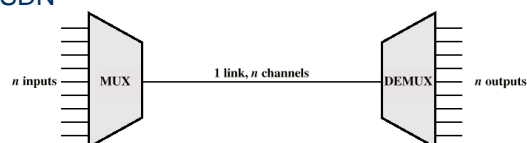
27

Digitalització de la veu

- Qüestió 1.31 del quadern (Cont.)
 - 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 1.42 del quadern

Considereu un multiplexor síncron com el de la figura. Fixeu-vos que no es tracta d'un commutador ISDN



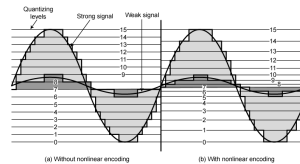
17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

28

Digitalització de la veu

- Qüestió 1.42 del quadern (Cont.)
- b) Suposant 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. Expliqueu el càlcul
- c) Si es tractés d'un multiplexor estadístic, tot i mantenint l'enllaç PCM, tindria sentit?. Expliqueu-ho
- d) Expliqueu el concepte de la codificació no lineal que s'aplica a la veu digitalitzada. Recordeu que els canals telefònics segueixen el model PCM que indica a la figura



TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

29

Nonlinear encoding

- Typically, the PCM scheme is refined using a technique known as nonlinear encoding, which means, in effect, that the quantization levels are not equally spaced. The problem with equal spacing is that the mean absolute error for each sample is the same, regardless of signal level. Consequently, lower amplitude values are relatively more distorted. By using a greater number of quantizing steps for signals of low amplitude, and a smaller number of quantizing steps for signals of large amplitude, a marked reduction in overall signal distortion is achieved, as shown in Stallings DCC8e Figure 5.18. nonlinear encoding can significantly improve the PCM SNR ratio. For voice signals, improvements of 24 to 30 dB have been achieved

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors
Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

30

Sistemes de multiplexació: CSMA

• Qüestió 3.1

La figura següent mostra un esquema simplificat de codificació CDMA consistent en 7 canals lògics tots ells basats en un codi expensor DSSS de 7 bits. Suposant que:

1. 7 fonts estan perfectament sincronitzades
2. transmeten 1 bit de dades en forma d'una seqüència de 7 bits, al receptor els senyals es combinen de manera que dos valors positius o valors negatius es reforcen, però un de positiu amb un de negatiu es cancel·len
3. per a decodificar els canals, el receptor d'un canal determinat multiplica el senyals compost que li entra pel codi d'expansió del canal en qüestió, suma el resultat i assigna un "1" als valors positius i un "0" als valors negatius

- a) Quins són els codis de expansió de tots 7 canals?
- b) Determineu la sortida qui haurà al receptor del canal 1 i el seu valor binari
- c) Determineu la sortida qui haurà al receptor del canal 2 i el seu valor binari

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

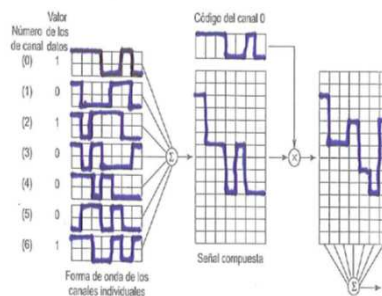
17/12/2014

31

Sistemes de multiplexació: CSMA

• Qüestió 3.1

- a) Quins són els codis de expansió de tots 7 canals?
C0 = 1110010; C1 = 0111001; C2 = 1011100; C3 = 0101110; C4 = 0010111; C5 = 1001011; C6 = 1100101
- b) Determineu la sortida qui haurà al receptor del canal 1 i el seu valor binari
C1 output = -7; bit value = 0
- c) Determineu la sortida qui haurà al receptor del canal 2 i el seu valor binari
C2 output = +9; bit value = 1



TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

32

Sistemes de commutació

- Qüestió sobre el retard en sistemes de commutació. Feu una llista dels elements que intervenen en el retard introduït per una xarxa de:
 - a) Commutació de circuits per transmetre dades (paquets de P bits)
 - b) Commutació de paquets mode circuits virtuals per transmetre veu PCM (64 Kbps)
 - c) Commutació de paquets mode *Datagrama* per transmetre dades (paquets de P bits)

Sistemes de commutació: Solució

- Qüestió sobre el retard en sistemes de commutació. Feu una llista dels elements que intervenen en el retard introduït per una xarxa de :
 - a) Commutació de circuits per transmetre dades (paquets de P bits)
 - Transmissió i recepció dels paquets als extrems
 - Temps de propagació entre nodes
 - Temps de commutació als nodes
 - b) Commutació de paquets mode circuits virtuals per transmetre veu PCM (64 Kbps)
 - Temps d'empaquetar i desempaquetar als extrems
 - Temps de transmissió als nodes
 - Temps de propagació entre nodes
 - Temps de espera als buffers dels nodes (resolució de contencions)
 - c) Commutació de paquets mode *Datagrama* per transmetre dades (paquets de P bits)
 - Temps de transmissió als nodes
 - Temps de propagació entre nodes
 - Temps de espera als buffers dels nodes (resolució de contencions)
 - Temps de reordenació dels paquets

Xarxes troncales: SDH

• Qüestió 2.3.21 del quadern

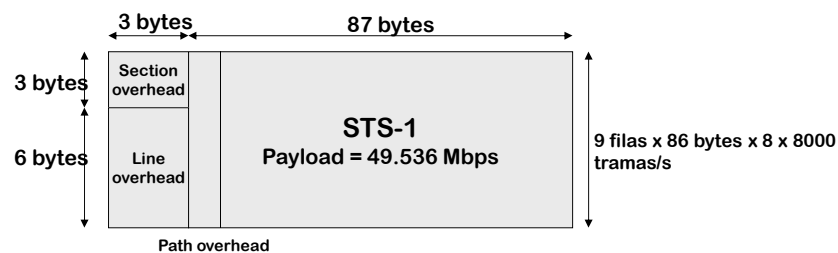
Disposem d'un accés d'usuari STM-1 (SDH):

- Feu un esquema de la trama STM-1, indicant les columnes de les capçaleres
- Quin és el nombre d'octets de dades de la trama SDH?
- Quin és el nombre total d'octets de la trama (contenidor) SDH?
- Quin és el rendiment de la trama (octets dades/octets totals) en percentatge?
- Quina és la velocitat efectiva (bps de dades)?
- Quants octets de dades cal reservar per allotjar un canal telefònic digital (PCM)?

SONET

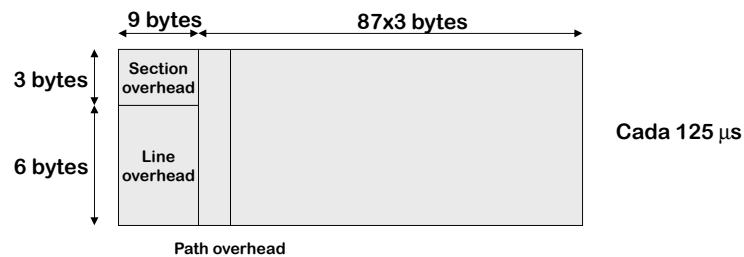
• SONET transmet dades en trames:

- La trama OC-1 és un conjunt bidimensional de 90 columnes per 9 files de octets (bytes).
 - Las primeras 3 columnas (27 bytes) son el overhead de transporte
 - La velocidad es 8000 tramas por segundo (cada 125 microsegundos):
 - $90 \times 9 \times 8 \times 8000 = 90 \times 9 \times 64 \text{ kbps} = 51.84 \text{ Mbps}$
- La trama de OC-n son n tramas de OC-1



SDH STM-1

- 3 tramas básicas SONET (STS-1) forman una trama SDH STM-1
 - $3 \times 51.84 \text{ Mbps} = 155.52 \text{ Mbps}$



17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

37



Taller #3

Qüestions relatives a:

- 3.1 Xarxes troncales: FR i ATM
- 3.2 ATM sobre SDH
- 3.3 MPLS

Germán Santos i Josep Solé Pareta
{german, pareta}@ac.upc.edu

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

38

Xarxes troncales: Frame Relay

• Qüestió 3.2.2 del quadern

Si un node d'una xarxa FR (amb 2 octets adreça) rep una trama que encapsula un paquet IP com la que indiquem a continuació:

011111101000000010001001**paquetIP**100010011100110101111110

a) Quina de les següents afirmacions és correcta. Marca-la amb una **X** i justifica la resposta (quin bit ho indica?)

- 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

b) Si en arribar a un determinat node de la xarxa, la cua (buffer) on s'ha de guardar aquesta trama està plena, què es fa? Marca amb una **X** la resposta correcta i justifica la resposta (quin bit ho indica?)

- Es mirarà de fer lloc a la cua afectant exclusivament al propi circuit virtual
- La trama es perd
- Es mirarà de fer lloc a la cua encara que afecti a d'altres circuits virtuals
- El node la emmagatzemarà en una cua auxiliar

Xarxes troncales: Frame Relay

• Qüestió 3.2.2 del quadern (cont.)

Si un node d'una xarxa FR (amb 2 octets adreça) rep una trama que encapsula un paquet IP com la que indiquem a continuació:

011111101000000010001001**paquetIP**100010011100110101111110

a)...

b)...

c) 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



Xarxes troncales: ATM

- **Qüestió sobre ATM**

Analitzeu el cas d'una transmissió ATM entre dos terminals origen i destinació a través d'un circuit virtual que travessa dos nodes de commutació. Considereu que la velocitat de transmissió en l'accés és 155 Mbps i dins la xarxa (transport) és 622 Mbps, la distància total entre els terminals és de 300 Km, la velocitat de propagació de la fibra és la de la llum ($c = 300.000 \text{ Km/s}$) i el temps d'espera a les cues dels commutadors és zero (les cues sempre les trobem buides)

- Feu un esquema de l'escenari descrit.
- Calculeu el temps de propagació
- Calculeu els temps de transmissió.
- Calculeu el retard extrem a extrem total que experimenten les cel·les ATM
- A la vista dels càlculs anteriors, hi ha alguna cosa que us cridi l'atenció? Què?

ATM sobre SDH

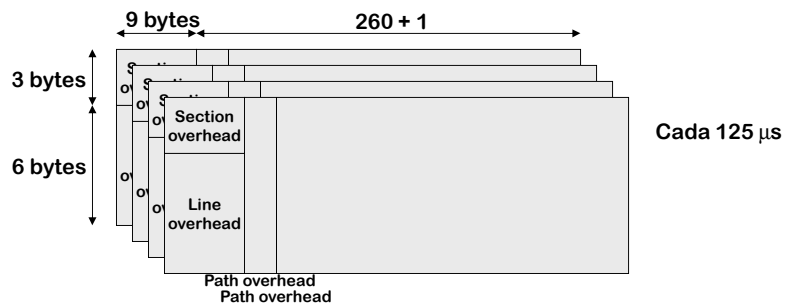
- **Qüestió 4.1**

Una xarxa ATM treballant amb la transmissió de paquets IP i AAL5 fa servir una connexió SDH del tipus STM-4. Calculeu la velocitat efectiva a l'hora de transmetre un paquet IP de 1400 octets (bits paquet IP sobre bits enviats). Per fer-ho, aneu contestant els apartats següents:

- Feu un esquema tridimensional on es vegi l'estructura del contenidor SDH i la posició de les cèl·lules ATM indicant el càlcul del nombre de cèl·lules ATM enviades per segon
- Indiqueu fent un dibuix els diferents encapsulaments des del paquet IP fins la cèl·lula ATM
- Calculeu el valor del PAD
- Calculeu el nombre de cèl·lules ATM que caldran per enviar el paquet IP
- ... I ara, calculeu la velocitat efectiva

SDH STM-1

- 4 trames SDH STM-1 formen una trama SDH STM-4
 - $4 \times 155.2 \text{ Mbps} = 622.08 \text{ Mbps}$



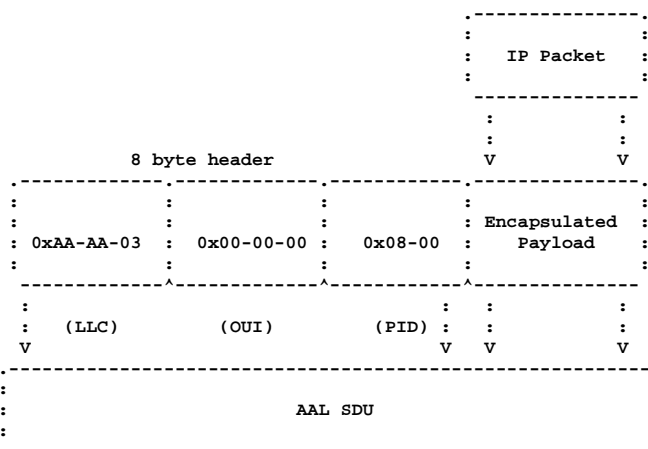
17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

43

The AA5 Service Data Unit (SDU)

- High layer PDU (or AAL5 SDU)

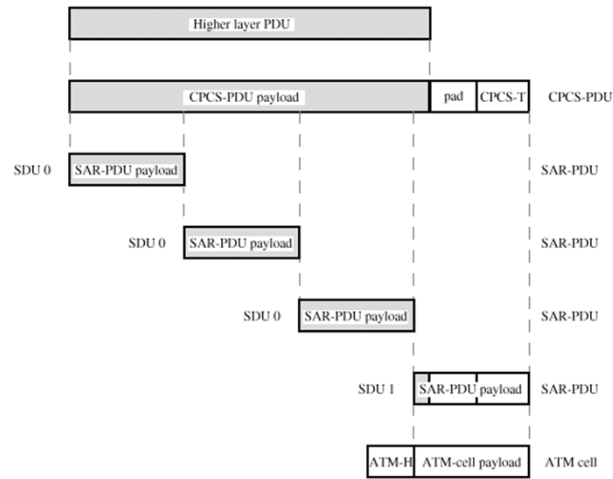


17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

44

AAL5 Transmission



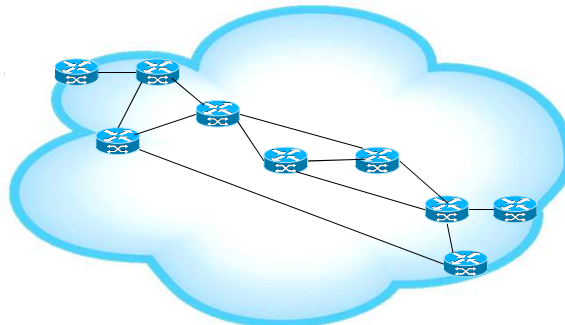
17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

45

MPLS

Indiqueu en el dibuix una aplicació del concepte Label Stacking en MPLS on es pugui comprovar la seva utilitat en la transmissió d'un paquet IP. Marqueu les etiquetes que surtin.

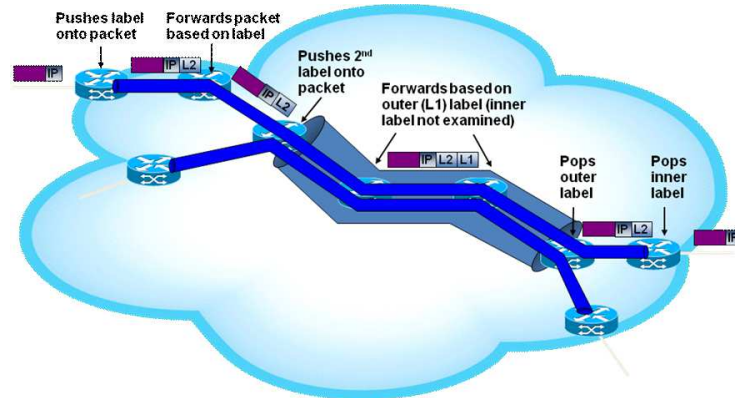


17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

46

MPLS



17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

47



Taller # 4

Qüestions relatives a:

- 4.1 Carrier Ethernet
- 4.2 Gestió de tràfic
- 4.5 Encaminament

Germán Santos i Josep Solé Pareta
{german, pareta}@ac.upc.edu

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

48

Carrier Ethernet

- **Qüestió 4.1**

Feu una recerca a Internet i definiu les característiques que considereu més importants de les connexions Carrier Ethernet a 10 Gbps i 100 Gbps. Indica els teus comentaris personals

Solució de la qüestió 4.1

- **IP over 10 and 100 Gigabit Ethernet drawbacks:**

- http://es.wikipedia.org/wiki/10_Gigabit_Ethernet
- http://en.wikipedia.org/wiki/100_Gigabit_Ethernet

Solució de la qüestió 4.1 (I)

- IP over 1 and 10 Gigabit Ethernet advantages:
 - Statistical multiplexing (efficiency and flexible use of the Bw)
 - Frame size = packet size → packet switching more efficient and easier to implement (SAR is not necessary)
 - Broadcast technology
 - Data format consistent with LAN format (no translation is needed)
 - Reach
 - 1xGigabit Ethernet: 50 – 100 Km
 - 10xGigabit Ethernet: 10 – 40 - 80 Km
 - 100xGigabit Eth: 10 - 40 with 4 lambdas
 - Interoperable standard from many vendors
 - No scrambling, 8b/10b or 64b/66b line codes

Solució de la qüestió 4.1 (II)

- IP over 1 and 10 Gigabit Ethernet drawbacks:
 - Line coding 8b/10b (loss of efficiency, 20%). Nevertheless, 10xGigabit Ethernet use more efficient coding (64b/66b)
 - Ethernet overhead: at least 38 bytes
 - No standard out of band management or monitoring protocols
 - Inefficient protection/restoration capabilities

Gestió de tràfic: Frame Relay (I)

- Qüestió 4.2 (2.3.3 del quadern d'exercicis)

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 *i*, en base a aquest resultat, justifiqueu que als clients els és suficient contractar una connexió de la xarxa telefònica commutada amb canal vocal

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

53

Gestió de tràfic: Frame Relay (II)

- Qüestió 4.2 (cont.)

- b) Tenint en compte, no només la velocitat de transmissió estrictament necessària per accedir al servei de WEB, sinó també que la navegació sigui ràpida, què els aconsellàreu als clients? (justifiqueu la resposta sense tenir en compte aspectes econòmiques)
- c) 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?
- d) Calculeu el valor mínim del CIR de la connexió *Frame Relay* per garantir el servei al nombre de clients concurrents estimat
- e) Calculeu valor del CIR que garanteixi la màxima qualitat (que garanteixi el servei requerit pels clients en el pitjor dels casos)
- f) Indiqueu el valor que posaries a la velocitat física de la línia *Frame Relay* i per què
- g) Feu un esquema de la xarxa completa indicant els clients, la xarxa d'accés finalment escollida, l'ISP, la xarxa *Frame Relay* i Internet què

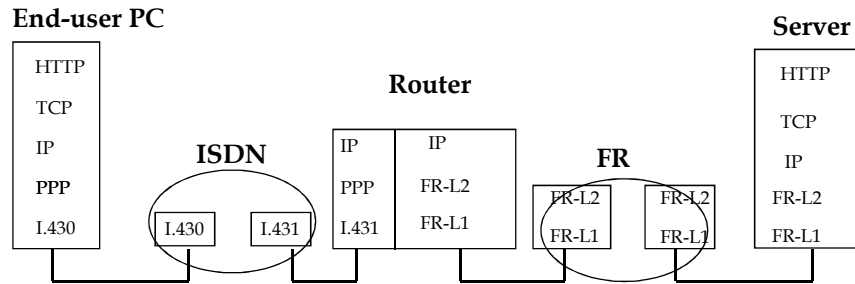
17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

54

IP/FR

- Access network: ISDN (or IDN?)
- Backbone network: FR



I.430: ISDN Basic Interface

I.431: ISDN Primary Interface

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

55

Gestió de tràfic: ATM

Qüestió 4.4.2

En una xarxa ATM s'ha establert una connexió virtual per a una font de velocitat variable (VBR) amb el següent descriptor de tràfic:

- Velocitat sostinguda SCR: 10 Mbps
- Velocitat de pic PCR: 155'52 Mbps
- Longitud màxima de les ràfegues (MBS) 100 cel·les

- Si es vol respectar el contracte de tràfic, calculeu el temps mínim que la font s'haurà de mantenir inactiva després de transmetre una ràfega de 100 cel·les a la velocitat de pic (PCR) i poder transmetre de nou a la velocitat sostinguda (SCR).
- Calculeu el Burst Tolerance
- Calculeu el temps d'inactivitat de la font que hi ha d'haver entre dues ràfegues seguides de longitud màxima i a velocitat de pic

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

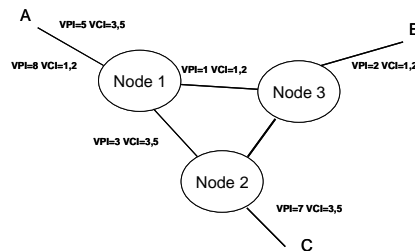
56

Xarxes ATM (taules de ruta)

• Qüestió 4.3 (2.3.41 del quadern d'exercicis)

A la vista de la xarxa ATM de la figura,

- Quina mena de nodes la componen nodes de commutació VP o de VC?
Justifiqueu breument la resposta
- Munteu les taules de ruta dels nodes de commutació considerant que els circuits virtuals estan establerts entre A i B, i A i C

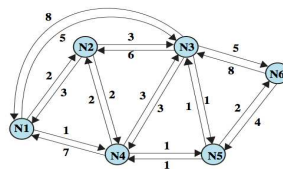


TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

Encaminament

• Qüestió 4.5

Si tenim una xarxa de paquets com la que indica la figura de sis nodes (N1...N6) i on els números marcats al dibuix indiquen el retard (*delay*), cost per anar d'un node a l'altra



- Feu la taula d'encaminament (routing) del node N1

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

Protocol HDLC (IP over SDH)

- Bonus track

Del conjunt de trames HDLC, quina triaríeu per encapsular dades (per exemple, paquets IP o trames MPLS) abans d'enviar-les a través d'una xarxa de transport (per exemple SDH)? (marqueu amb una X la resposta que considereu correcta)

- Les trames d'informació no numerades (Unnumbered Information Frames)
- Les trames d'informació (Information Frames)
- Les trames RR (Receiver Ready) amb el bit P/F = 1
- Les trames RR (Receiver Ready) amb el bit P/F = 0

Justifiqueu breument la resposta i penseu perquè és necessari aquest encapsulament?

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors



Taller # 5

Qüestions relatives a:

- 5.1 ADSL
- 5.2 HFC
- 5.3 FTTH (APONs)
- 5.4 Comparativa ADSL - HFC

Germán Santos i Josep Solé Pareta
{german, pareta}@ac.upc.edu

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

60

ADSL

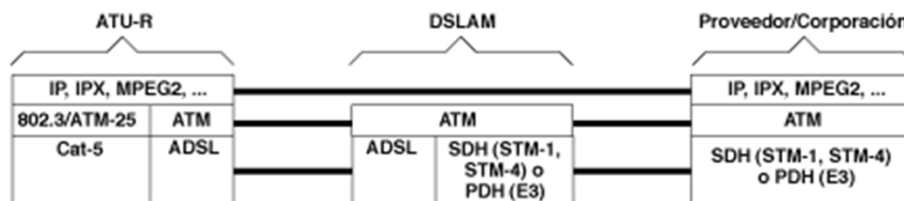
- Qüestió 3-4.6 del quadern d'exercicis
Volem calcular el rendiment màxim d'una línia ADSL a 2 Mbps a l'hora de transmetre un paquet IP de 1500 octets (capçalera IP inclosa), per fer-ho:
 - a) Dibuixeu la pila de protocols, des del nivell físic fins al nivell IP del punt d'accés ADSL (router ADSL amb interfície d'usuari Ethernet) indicant els protocols de cada nivell
 - b) Calculeu la redundància (overhead) que s'introdueix des del nivell IP cap avall (IP exclòs) sense tenir en compte la formació de la multitrama
 - c) 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)
 - d) Calculeu el rendiment total (bits paquet IP sobre bits totals transmesos)

17/12/2014

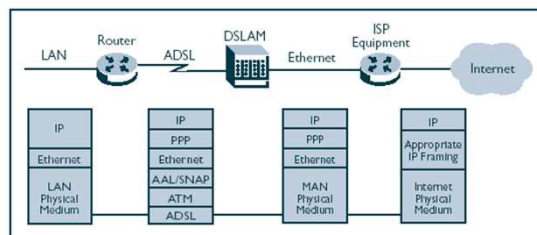
TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

61

ADSL Architecture



PPPoE / PPPoATM

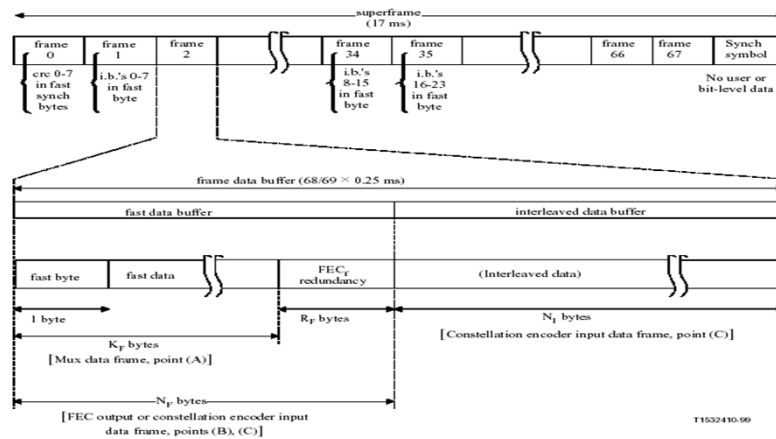


17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

62

Super frame ADSL



17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

63

HFC

- Qüestió 3-4.11 del quadern d'exercicis

En una xarxa d'accés HFC que s'ajusta a la normativa 802.14, calculeu el temps que transcorre des que una estació vol transmetre fins que ho aconsegueix (suposeu que no hi ha col·lisió). Per fer-ho, considereu que la estació està a 1 Km de la capçalera, que tant la petició com la resposta ocupen un *minislot*, 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

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

64

MAC parameters (example 802.14)

Number of active stations	200
Maximum distance from station to headend	80 Km
Downstream bitrate	30 Mbps
Upstream bitrate	3 Mbps
Propagation delay	5microseg/Km per coaxial and fiber
Data MiniSlot length (DS)	64 bytes
Contention MiniSlot length (CS)	16 bytes
Head end process delay	0 ms

HTTP (APONs)

- Qüestió 3-4.25 del quadern d'exercicis

Es vol dissenyar una xarxa òptica passiva ATM (APON) per un grup de habitatges amb una única OLT

- Indiqueu el màxim nombre de ONUs
- Indiqueu la màxima distància física d'una ONU
- Feu un esquema real de la xarxa si hi ha 5 ONU's, i l'esquema virtual després del procés del ranging
- Calculeu la velocitat de transmissió útil (càrrega útil sobre cel·les ATM) de baixada i pujada en una APON simètrica

APON: Specifications

- Symmetrical 155 Mb/s downstream/upstream
- (Optional) Asymmetrical 622 Mb/s downstream & 155 Mb/s upstream
- Optical attenuation ranges
 - Class B: 10-25 dB
 - Class C: 15-30 dB
- Maximum fiber distance: 20 km
- Maximum split ratio: 32 (optional 64)

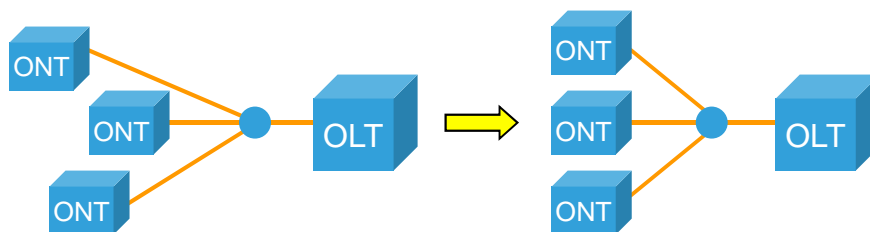
17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

67

APON: Ranging

- Placing all ONTs at the same virtual distance from the OLT



Before ranging: physically at different distances After ranging: virtually at the same distance

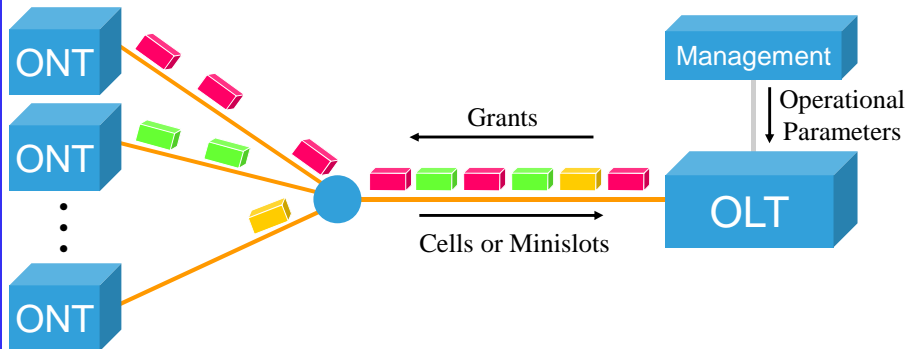
17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

68

APON: Medium Access Control

- Based on TDMA with grant mechanism



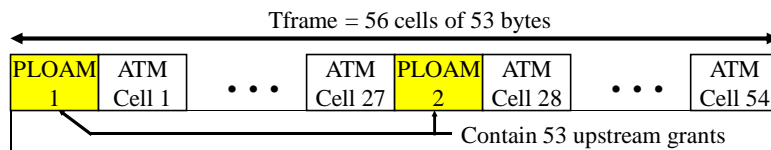
17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

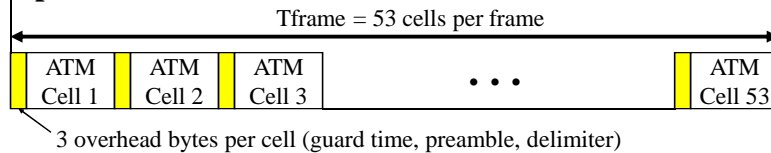
69

APON: Frame Formats*

Downstream frame format



Upstream frame format



* For 155.52/155.52 Mb/s PON

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

70

Comparativa ADSL - HFC

- Qüestió 5.4

Feu una comparativa entre ADSL i Cable HFC referint-vos als aspectes següents:

- a) Instal·lació
- b) Forma d'accés
- c) Seguretat i privacitat
- d) Cobertura
- e) Interactivitat
- f) Accés a telefonia
- g) Accés a TV digital



Taller # 6

Qüestions del quadern d'exercicis:

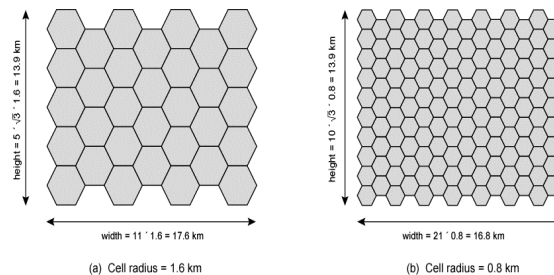
6.1 GSM-GPRS
6.3 GPRS
6.2 UMTS

Germán Santos i Josep Solé Pareta
{german, pareta}@ac.upc.edu

Tecnologia GSM - GPRS

- Qüestió fora del quadern d'exercicis

Suposeu un sistema GSM de telefonia mòbil que treballa amb un amplada de banda que permet suportar 336 canals i un factor d'utilització $N = 7$. Suposeu també, tal com ens mostra la figura, els dos casos següents: 1) 32 cèl·lules de radi 1,6 Km i 2) 128 cèl·lules de radi 0,8 Km



TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

73

Tecnologia GSM - GPRS

... calculeu:

- L'àrea de l'hexàgon en cada cas
- L'àrea total de coberta en tots dos casos
- El nombre de canals per cèl·lula en cada cas
- El nombre total de canals per configuració
- Comenteu la relació que hi ha entre el nombre de canals i el nombre d'ordinadors connectats i digueu quina configuració permetrà tenir més ordinadors connectats en GPRS

Càlcul de l'àrea d'un hexàgon:

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Hex%C3%A0gon>

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

17/12/2014

74

Frequency Reuse

- must manage reuse of frequencies
- power of base transceiver controlled
 - allow communications within cell on given frequency
 - limit escaping power to adjacent cells
 - allow re-use of frequencies in nearby cells
 - typically 10 – 50 frequencies per cell
 - example for Advanced Mobile Phone Service (AMPS)
 - *N cells all using same number of frequencies*
 - *K total number of frequencies used in systems*
 - *each cell has K/N frequencies*
 - *K=395, N=7 giving 57 frequencies per cell on average*

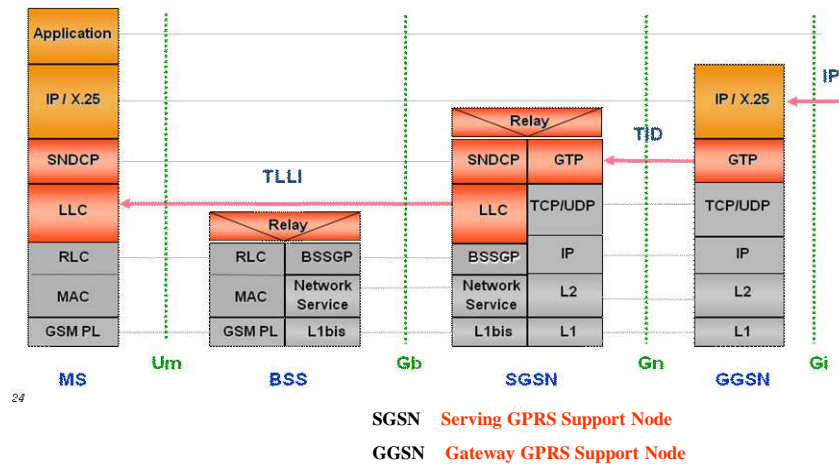
GPRS

- Qüestió sobre GPRS

A la vista de la torre de protocols GPRS:

 - a) Indica les funcions dels següents protocols:
 - *SND*CP
 - *LLC*
 - *RLC*
 - *BSSGP*
 - *GTP*
 - b) Indica quin protocol faries servir a “Network service” i a “L2” i perquè

GPRS



17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

77

UMTS

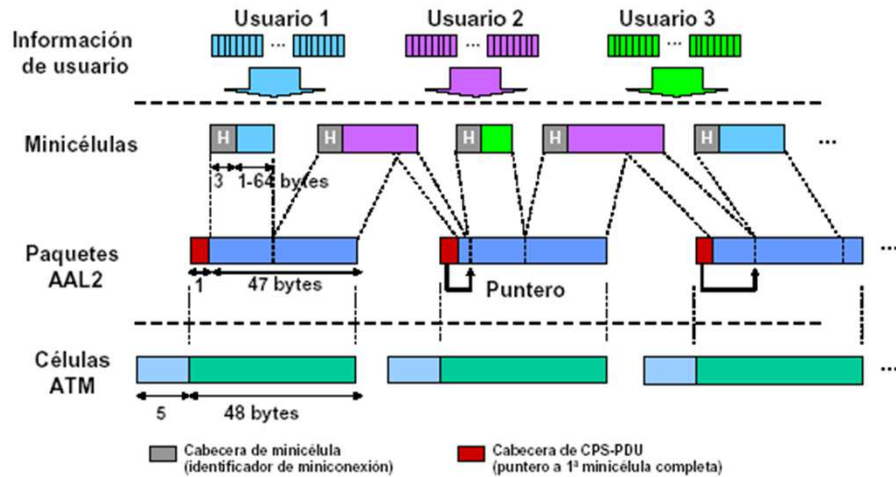
- **Qüestió 3.4.21**
 - a) Expliqueu per a què serveix el camp OFFSET de la capçalera AAL2 de la CPS-PDU en la UMTS
 - b) Amb quin camp de la capçalera de la mini-cel·la es relaciona aquest camp per tal d'aconseguir els objectius perseguits? Justifiqueu breument la resposta
 - c) Què es persegueix amb el fet de que diverses mini-cel·les AAL2 puguin anar en una cel·la ATM?

17/12/2014

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

78

Protocol AAL2

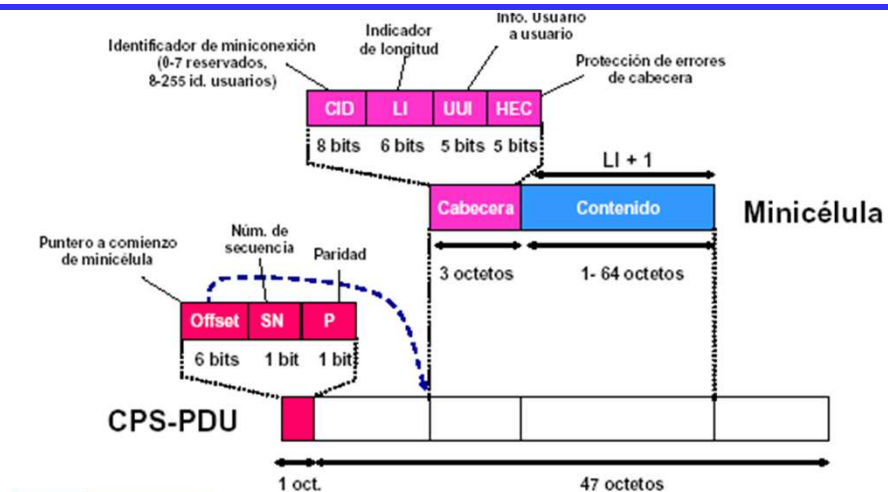


17/12/2014

TXC: Tecnologías de Xarxes de Computadors

79

AAL2 header



17/12/2014

TXC: Tecnologías de Xarxes de Computadors

80