

# Taller # 4

## Qüestions relatives a:

4.1 Encaminament en ATM i MPLS

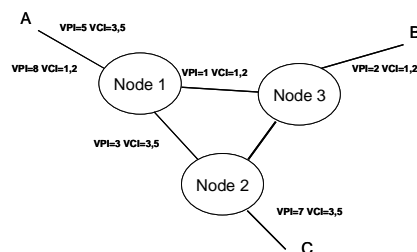
4.2 Carrier Ethernet

4.3 Gestió de tràfic - FR

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

## Qüestió 1: Xarxes ATM (taules de ruta)

- Qüestió 2.3.41 del quadern d'exercicis  
A la vista de la xarxa ATM de la figura,

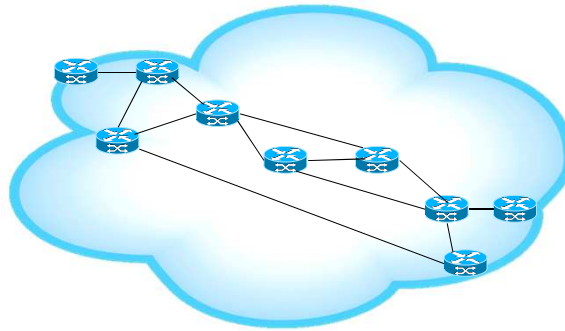


- Quina mena de nodes la componen nodes de commutació VP o de VC?  
Justifiqueu breument la resposta
- A partir de com estan establerts els circuits virtuals entre A i B, i A i C, munteu les taules de ruta dels 3 nodes de commutació de la xarxa

## Qüestió 2: Xarxes troncales - MPLS

### • Qüestió sobre MPLS

Indiqueu sobre el dibuix un exemple d'utilització del concepte *Label Stacking* d'MPLS on es pugui comprovar la seva utilitat en la transmissió dels paquets IP. Indiqueu bé quantes etiquetes hi surten

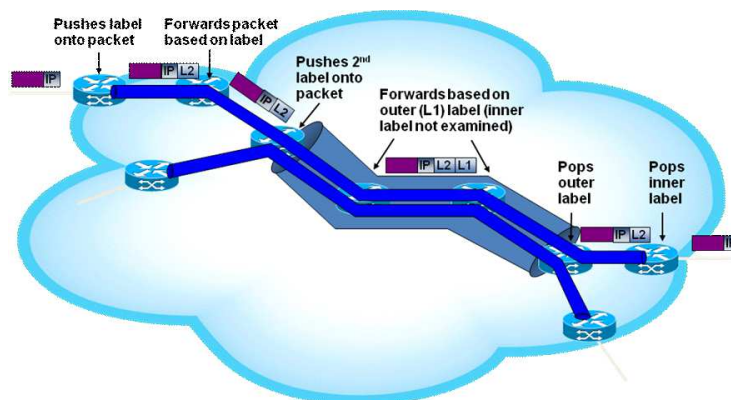


TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

26/05/2016

56

## Possible solució



TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

26/05/2016

57

## ***Qüestió 3: Carrier Ethernet***

- **Característiques d'Ethernet en el troncal**  
Feu una recerca a Internet i resumiu en un quadre les característiques que considereu més rellevants de les xarxes Ethernet a 10 Gbps i 100 Gbps utilitzades com a xarxes troncales

## ***Enllaços de la Viquipèdia***

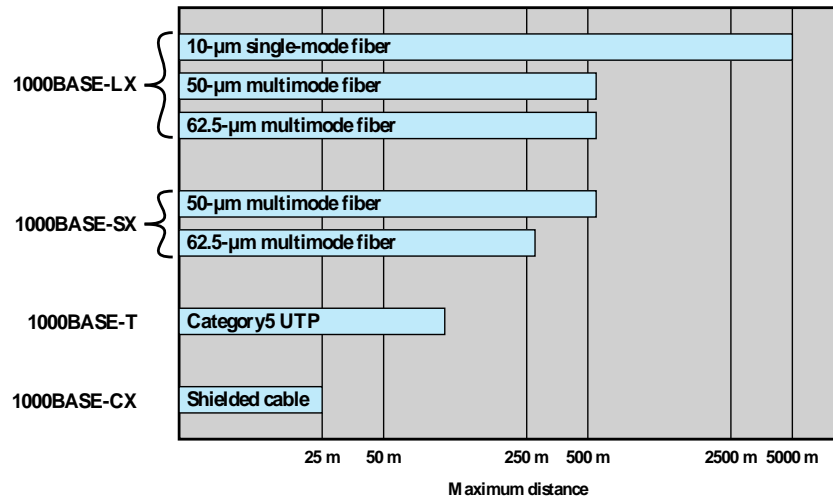
- **IP over 10 and 100 Gigabit Ethernet drawbacks:**
  - [http://es.wikipedia.org/wiki/10\\_Gigabit\\_Ethernet](http://es.wikipedia.org/wiki/10_Gigabit_Ethernet)
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/100\\_Gigabit\\_Ethernet](http://en.wikipedia.org/wiki/100_Gigabit_Ethernet)

## Solució de la qüestió 3 (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

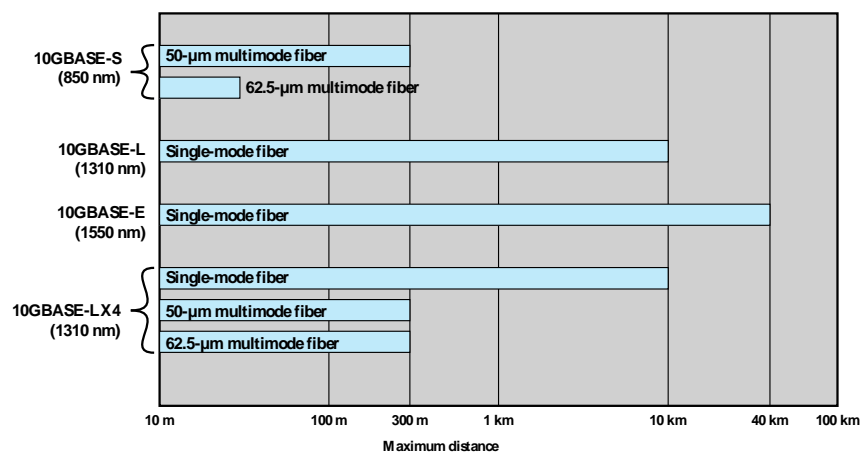
## Solució de la qüestió 3 (II)

- 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



Gigabit Ethernet Medium Options (log scale)

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors



10-Gbps Ethernet Distance Options (log scale)

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

## Media Options for 40-Gbps and 100-Gbps Ethernet

	40 Gbps	100 Gbps
1m backplane	40GBASE-KR4	
10 m copper	40GBASE-CR4	1000GBASE-CR10
100 m multimode fiber	40GBASE-SR4	1000GBASE-SR10
10 km single mode fiber	40GBASE-LR4	1000GBASE-LR4
40 km single mode fiber		1000GBASE-ER4

Naming nomenclature:

Copper: K = backplane; C = cable assembly

Optical: S = short reach (100m); L - long reach (10 km); E = extended long reach (40 km)

Coding scheme: R = 64B/66B block coding

Final number: number of lanes (copper wires or fiber wavelengths)

*TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors*

## Qüestió 3: Gestió de tràfic - FR (I)

- Continuació de la qüestió de FR del taller 3

Un terminal connectat a una xarxa Frame Relay transmet a 64 Kbps. Si durant l'últim segon aquest terminal, transmetent sense parar, ha pogut enviar a la xarxa les trames següents:

```
011111101000000010001001paquetIP100011011100110101111110
011111101000000010001001paquetIP100010111100110101111110
011111101000000010001001paquetIP100010001100110101111110
011111101000000010001001paquetIP100010011110110101111110
011111101000000010001011paquetIP100011111100111011111110
011111101000000010001011paquetIP111010011100111101111110
```

→ Què podeu dir sobre el Bc, el Be i el CIR que aquest terminal té contractat? Entre quins valors es troben aquests paràmetres?

*TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors*

## Qüestió 4: Gestió de tràfic - FR (I)

- Qüestió 2.3.3 del quadern d'exercicis

Un proveïdor de contingut via web està dissenyant la seva xarxa, de manera que, per un cantó ha d'aconsellar als seus clients la velocitat de transmissió que necessiten i per l'altre, ha de decidir la capacitat de la connexió Frame Relay que ha de contractar a la companyia operadora (ISP) que el connectarà a Internet per a tenir la garantia de donar un servei de qualitat als seus clients. Considereu que el nombre total de clients que tindrà aquest proveïdor és un màxim de 600, i que s'estima que el nombre de clients concurrents (accedint simultàniament al servidor web) serà de 250. També s'estima que el nombre mitjà de pàgines web que es descarregarà cada client serà de l'ordre de 18 per hora, la mida de les quals és de 80 KBytes

- a) Calculeu la capacitat de transmissió estrictament necessària pels client i, en base a aquest resultat, comproveu que els és suficient contractar un canal vocal digital

26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

66

## Qüestió 3: Gestió de tràfic - FR (II)

- Continuació

- b) Quin benefici obtindran els clients si contracten una connexió de més alta capacitat, per exemple ADSL?
- c) Feu un esquema de la xarxa completa indicant els clients, la xarxa d'accés finalment escollida, l'ISP, la xarxa Frame Relay i Internet
- d) 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)
- e) Què passa si es contracta aquest CIR?
- f) Calculeu el valor mínim del CIR de la connexió Frame Relay per garantir el servei al nombre de clients concurrents estimat
- g) Què passa si es contracta aquest CIR i el nombre de clients concurrents en un moment determinat supera l'estimat?
- h) Calculeu valor del CIR que garanteixi la màxima qualitat en el pitjor dels casos (tots 600 clients accedint alhora)
- a) Indiqueu el valor mínim necessari de la velocitat física que ha de tenir la línia Frame Relay que es contracti

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

# IP/FR

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

## End-user PC

HTTP  
TCP  
IP  
PPP  
I.430

## ISDN

I.430 I.431

## Router

IP IP  
PPP FR-L2  
I.431 FR-L1

## FR

FR-L2 FR-L2  
FR-L1 FR-L1

## Server

HTTP  
TCP  
IP  
FR-L2  
FR-L1

I.430: ISDN Basic Interface

I.431: ISDN Primary Interface

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

26/05/2016

68



# 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

26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

69



# ADSL

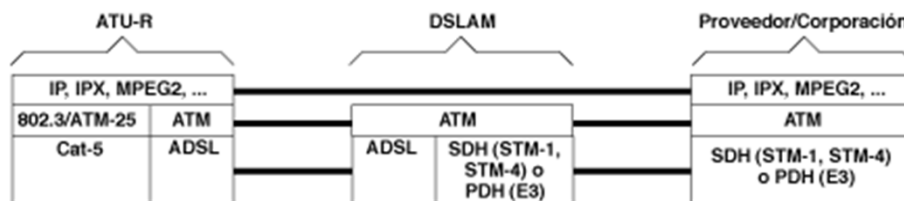
- Qüestió 3-4.6 del quadern d'exercicis  
Volem calcular el rendiment màxim d'una línia ADSL a 2 Mbps a l'hora de transmetre un paquet IP de 1500 octets (capçalera IP inclosa), per fer-ho:
  - a) Dibuixeu la pila de protocols, des del nivell físic fins al nivell IP del punt d'accés ADSL (router ADSL 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)

26/05/2016

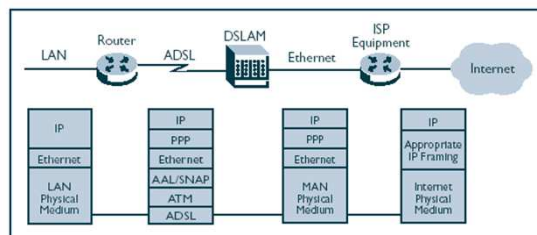
TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

70

# ADSL Architecture



## PPPoE / PPPoATM

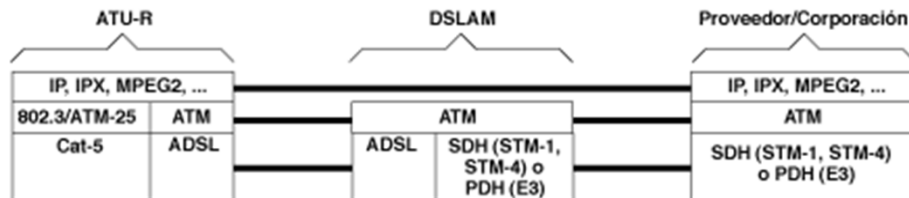


26/05/2016

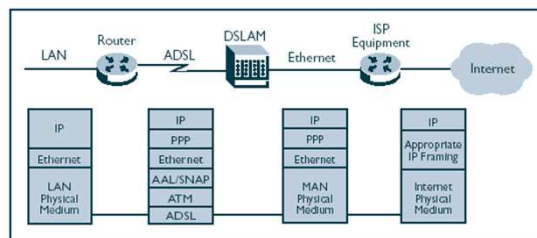
TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

71

# ADSL Architecture



## PPPoE / PPPoATM

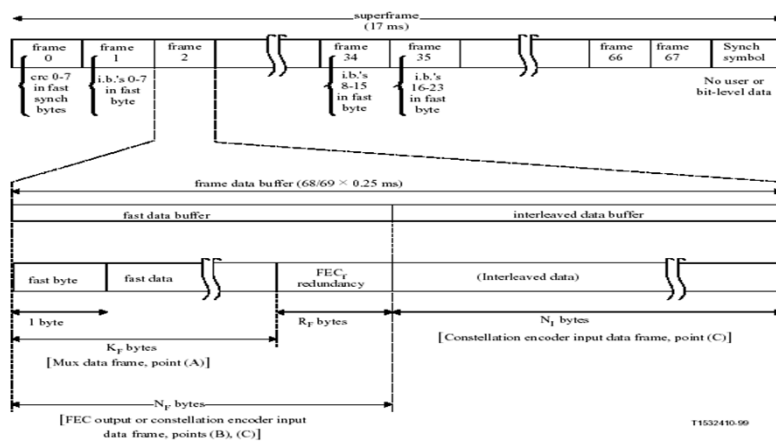


IXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

26/05/2016

72

# Super frame ADSL



T1532410.99

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

26/05/2016

73

## 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*
  - a) Identifiqueu els paràmetres MAC que es necessiten per fer aquest càlcul
  - b) 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)
  - c) Calculeu el temps de transmissió de les unitats de transferència (minislots)
  - d) Ara calculeu el temps total d'accés al medi

26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

74

## 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

26/05/2016

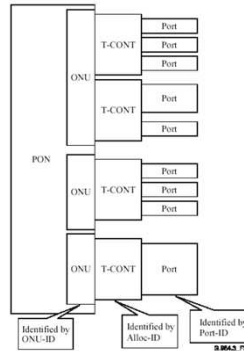
TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

75

# HTTP

- Qüestió sobre GPONs

Suposem que tenim una xarxa GPON amb una arquitectura de multiplexació que correspon exactament al següent dibuix:



Interpreteu-lo

26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

76

# HTTP

- Qüestió sobre GPONs (continuació)

Un cop interpretat, ja podeu fer el següent:

- Dibuixeu un esquema de la xarxa GPON d'accés indicant amb detall els elements de l'arquitectura que intervenen (tenint en compte que hi ha 3 ONU, 4 T-CONT amb els seus Ports). Això implica diferents tipus de terminals (inventeu els tipus però amb coherència)
- Poseu un valor coherent (inventat) a tots els ONU-ID, Alloc-ID i Port-ID. Expliqueu-ho
- Indiqueu el format de la trama GEM fins el paquet IP i indiqueu el significat de cada camp
- Expliqueu el sistema de sincronització de la trama GEM i la seva necessitat

26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

77

## 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

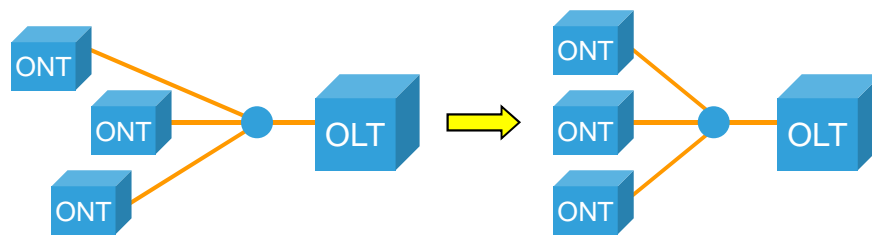
- Indiqueu el màxim nombre de ONUs*
- Indiqueu la màxima distància física d'una ONU*
- Feu un esquema real de la xarxa si hi ha 5 ONU's, i l'esquema virtual després del procés del ranging*
- Calculeu la velocitat de transmissió útil (càrrega útil sobre cel·les ATM) de baixada i pujada en una APON simètrica*

## 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)

## 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

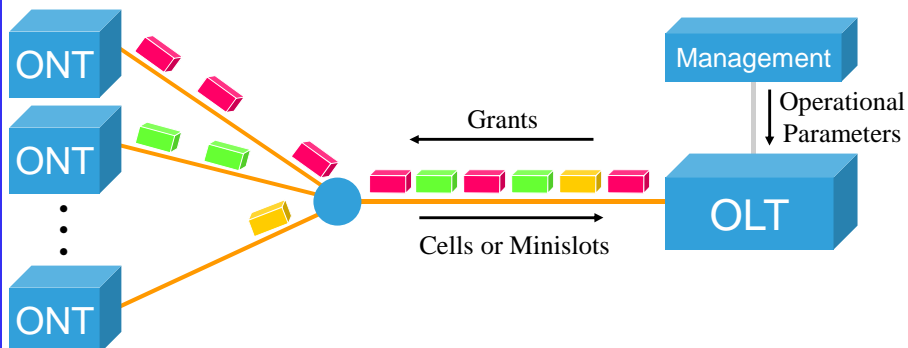
26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

80

## APON: Medium Access Control

- Based on TDMA with grant mechanism



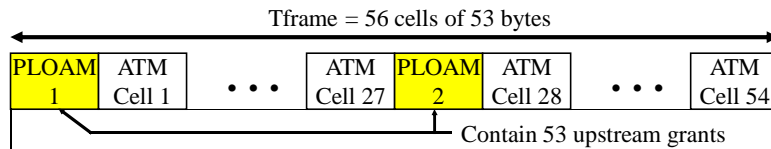
26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

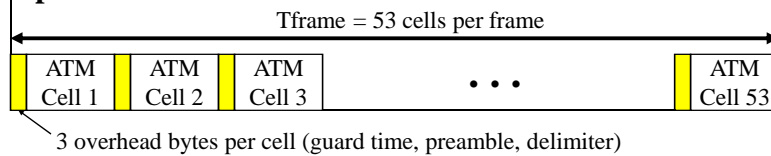
81

## APON: Frame Formats\*

### Downstream frame format



### Upstream frame format



\* For 155.52/155.52 Mb/s PON

26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

82

## 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

26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

83

## Taller # 6

### Qüestions del quadern d'exercicis:

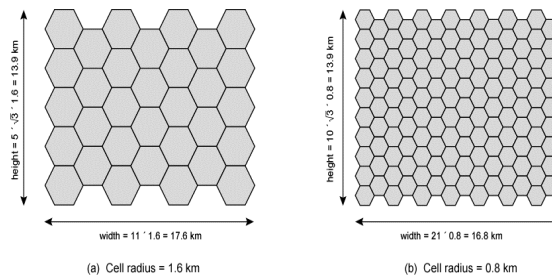
6.1 Xarxes cel·lulars  
6.3 GPRS  
6.2 UMTS

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

## Tecnologia GSM - GPRS

- Qüestió fora del quadern d'exercicis

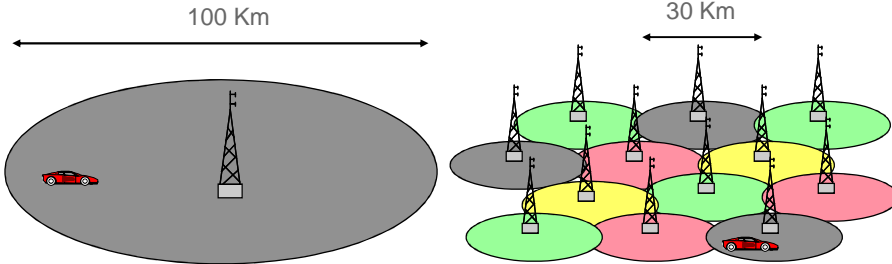
Suposeu un sistema GSM de telefonia mòbil que treballa amb un amplada de banda que permet suportar 336 canals i un factor d'utilització  $N = 7$ . Suposeu també, tal com ens mostra la figura, els dos casos següents: 1) 32 cèl·lules de radi 1,6 Km i 2) 133 cèl·lules de radi 0,8 Km





# Celularización

## • Idea celular:



- Mucha potencia transmitida
- No existe la posibilidad de reuso de frecuencia
- Transmisión de menos potencia
- Posibilidad de reutilización de frecuencias
- Se requiere un plan de frecuencias

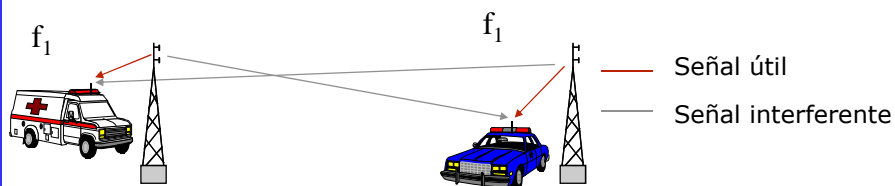
TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

86

# Celularización

## • Interferencia co-canal:

- Interferencia producida por el mismo canal utilizado en otra celda
- Esta generada por el mismo sistema: se puede controlar con la PLANIFICACIÓN FRECUENCIAL
- Es el parámetro que limita la capacidad del sistema



TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

87

## Frequency Reuse plan

- Must manage the reuse of frequencies and control the power of base station transceivers
  - 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

## Tecnologia GSM - GPRS

... calculeu:

- a) L'àrea de l'hexàgon en cada cas
- b) L'àrea total de coberta en tots dos casos
- c) El nombre de canals per cèl·lula en cada cas
- d) El nombre total de canals per configuració
- e) 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>

# GPRS

## • Qüestió sobre GPRS

A la vista de la torre de protocols GPRS:

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

26/05/2016

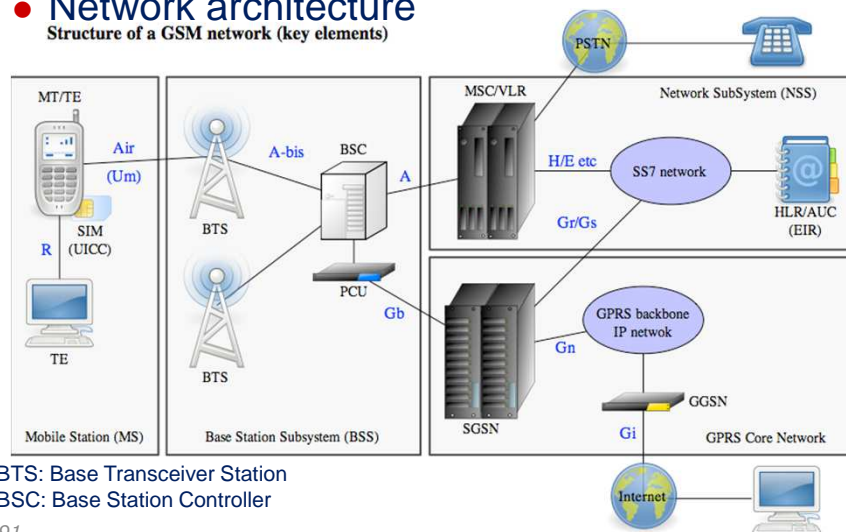
TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

90

# GSM

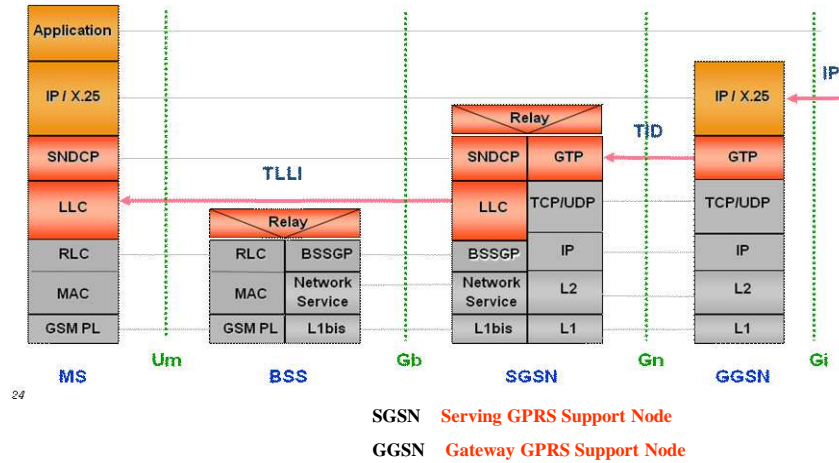
## • Network architecture

Structure of a GSM network (key elements)



91

# GPRS



26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

92

# UMTS

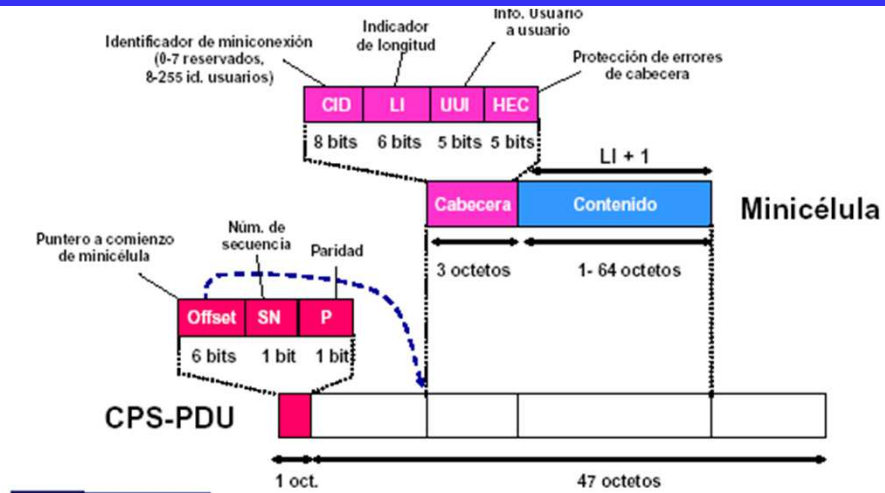
- **Qüestió 3.4.21**
  - a) Expliqueu per a què serveix el camp OFFSET de la capçalera AAL2 de la CPS-PDU en la UMTS
  - b) Amb quin camp de la capçalera de la mini-cel·la es relaciona aquest camp per tal d'aconseguir els objectius perseguits? Justifiqueu breument la resposta
  - c) Què es persegueix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

26/05/2016

TXC: Tecnologies de Xarxes de Computadors

93

# AAL2 header

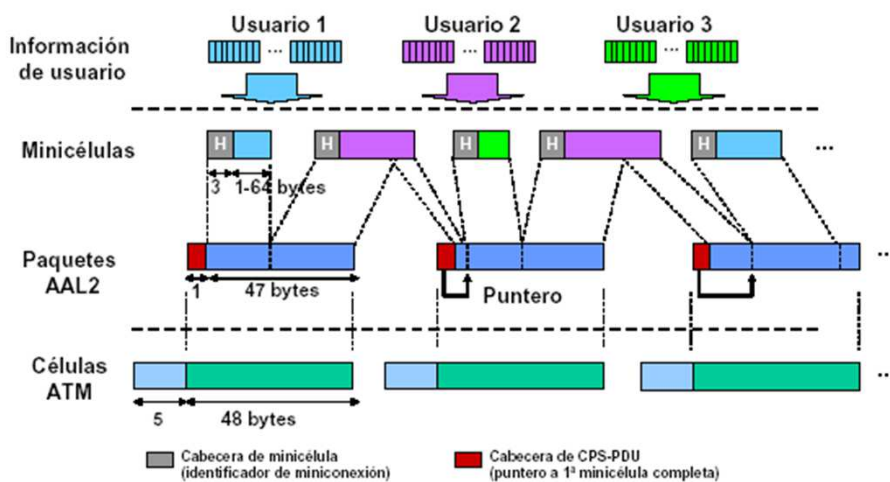


26/05/2016

TXC: Tecnologías de Xarxes de Computadors

94

# Protocol AAL2



26/05/2016

TXC: Tecnologías de Xarxes de Computadors

95