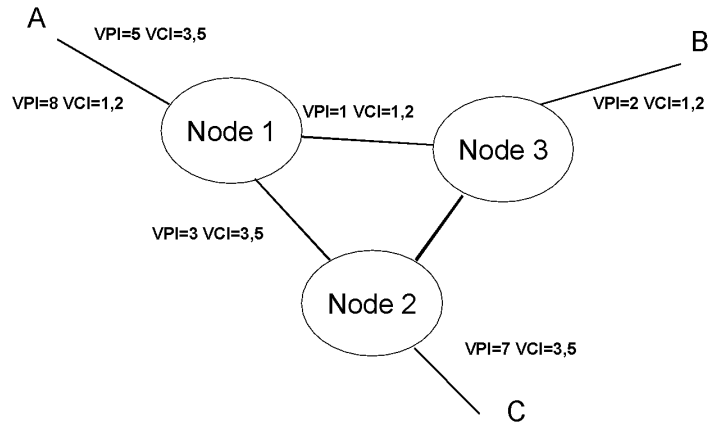


## TXC – Taller # 4 Xarxes Troncals: MPLS, Carrier Ethernet i Gestió de tràfic

### 1. Qüestió 1: Xarxes troncales, encaminament en ATM

A la vista de la xarxa ATM de la figura de més avall,

- a) De quina mena de nodes de commutació es compona, VP o VC? Justifiqueu breument la resposta.



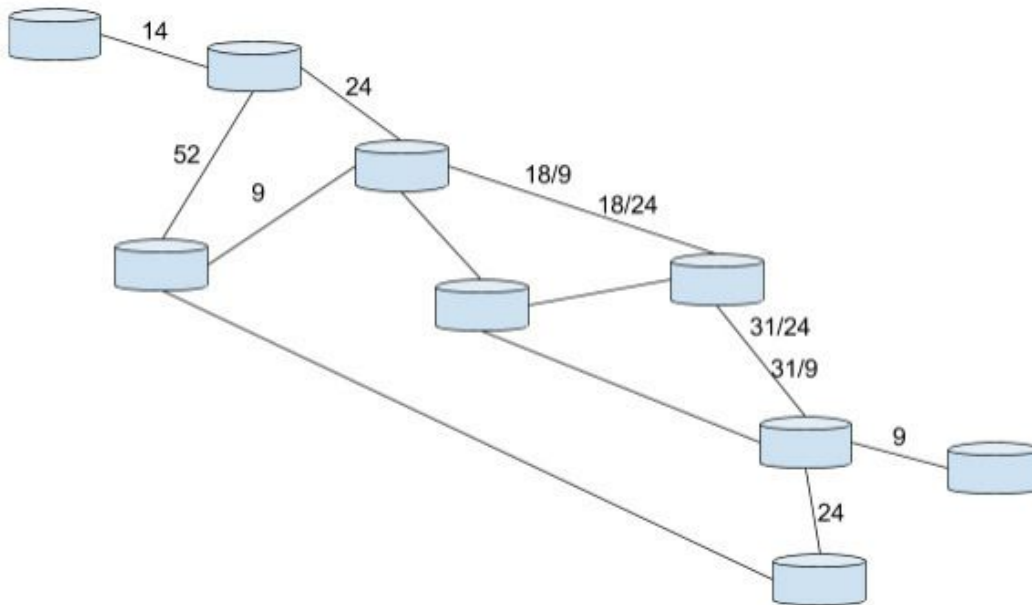
Son nodes VP, ja que es commuten els paths, no els channels. Els VCI es mantenen però els VPI canvien després de cada node.

- b) A partir de com estan establerts els circuits virtuals entre A i B, i A i C, ompliu les columnes *input-output* de les taules d'encaminament dels 3 nodes de commutació de la xarxa.

Node 1		Node 2		Node 3	
Input	Output	Input	Output	Input	Output
5	3	3	7	1	2
8	1				

**2. Qüestió 5: Xarxes troncsals, 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 – Taller # 4 Xarxes Troncals: MPLS, Carrier Ethernet i Gestió de tràfic

### 3. Xarxes troncals: Carrier Ethernet

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 troncals.

#### Ethernet a 10 Gbps

- Apareix al 2002.
- Aplicació tant a xarxes LAN, MAN i WAN.

#### Cable de Coure

- Poden utilitzar cables de parell trenat de categoria 6A i 7 (100m)
- Aparició del Alien Crosstalk amb cables no apantallats (UTP) degut a les altes freqüències

#### Fibra

**TABLE 12.9**

10 Gigabit Ethernet Standards Physical Layers for Fiber

Standard	Wavelength	Mode	Core/Cladding	Range*
10GBaseSR	850 nm	MM	50/125 µm	66–300 m
10GBaseSW	850 nm	MM	50/125 µm	66–300 m
10GBaseLR	1310 nm	SM	10/125 µm	10 km
10GBaseLW	1310 nm	SM	10/125 µm	10 km
10GBaseEW	1550 nm	SM	10/125 µm	30–40 km
10GBaseLX4	WDM (four wavelengths)	MM	62.5/125 µm	300 m
		MM	50/125 µm	240–300 m
		SM	10/125 µm	10 km

#### Ethernet a 100 Gbps

Es una tecnologia molt recent. Va començar a aparèixer el 2006 i fins ara s'han anat aprovant els diferents standards.

Name	Clause	Media	Media count	Lanes	Gigabaud per lane	Notes
100GBASE-CR10	85 (802.3ba) <sup>[1]</sup>	Twin-ax copper cable	10		10.3125	CXP connector, center 10 out of 12 channels
100GBASE-CR4	92 (802.3bj) <sup>[2]</sup>		4		25.78125, RS-FEC	
100GBASE-SR10	86 (802.3ba) <sup>[1]</sup>	Multi-mode fiber, 850 nm	10		10.3125	MPO/MTP connector, center 10 out of 12 channels
100GBASE-SR4	95 (802.3bm) <sup>[3]</sup>		4		25.78125, RS-FEC	
100GBASE-LR4	88 (802.3ba) <sup>[1]</sup>	Single-mode fiber, WDM: 1295.56 nm, 1300.05 nm, 1304.59 nm, 1309.14 nm	1	4	25.78125	10 km reach
100GBASE-ER4						30–40 km reach
100GBASE-CWDM4	non-IEEE <sup>[26]</sup>	Single-mode fiber, WDM: 1271 nm, 1291 nm, 1311 nm, 1331 nm	1		25.78125, RS-FEC	2 km reach, multi-vendor non-IEEE Standard
100GBASE-PSM4	non-IEEE <sup>[27]</sup>	4×Single-mode fiber 1310 nm	4		25.78125	500m, multi-vendor non-IEEE Standard
100GBASE-ZR	non-IEEE <sup>[28]</sup>	Single-mode fiber, 1546.119 nm	1		120.579, DP-QPSK	80+ km reach, non-IEEE Standard
100GBASE-KR4	93 (802.3bj) <sup>[2]</sup>	Copper backplane	4		25.78125, RS-FEC	
100GBASE-KP4	94 (802.3bj) <sup>[2]</sup>					additional four level amplitude modulation

## TXC – Taller # 4 Xarxes Troncals: MPLS, Carrier Ethernet i Gestió de tràfic

### 4. Gestió de tràfic: Frame relay

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

```
← 011111101 0000000100010 0 1 paquetIP100011011100110101111110
← 011111101 0000000100010 0 1 paquetIP100010111100110101111110
← 011111101 0000000100010 0 1 paquetIP100010001100110101111110
← 011111101 0000000100010 0 1 paquetIP100010011110110101111110
← 011111101 0000000100010 1 1 paquetIP100011111100111101111110
← 011111101 0000000100010 1 1 paquetIP111010011100111101111110
```

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

Sabem que fins al cinquè paquet no entra en mode descartable.

Suposant que els paquets IP son del mateix tamany,  $64\text{Kb}/6 = 10.66\text{Kb}$

$10.66\text{Kb} * 4 = 42.66\text{Kb}$  fins al maximum rate, aleshores

$Bc = 42.66\text{Kb}$ ,  $CIR = 42.66\text{Kb}$

$0 < Be > 21.33\text{Kb}$

### 5. Gestió de tràfic: Frame Relay

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.

$(18 * 80 * 1024 * 8) / 3600 = 3276.8\text{Bps} = 3.2\text{Kbps}$

El canal vocal son 64Kbps

b) Quin benefici obtindran els clients si contracten una connexió de més alta capacitat, per exemple ADSL?

Realment no notaran la diferència.

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).

$CIR = 0$

d) Què passa si es contracta aquest CIR?

El servei funcionaria, pero dependries de l'estat de la xarxa, si està mes disponible tindras més velocitat, sino no.

e) Calculeu el valor mínim del CIR de la connexió Frame Relay per garantir el servei al nombre de clients concurrents estimat

$(250\text{clients} * 18\text{pag}/\text{h} * 80\text{KB}/\text{pag} * 1024 * 8) / 3600 = 819.200\text{Bps}$  necessaris

El CIR hauria de ser 820Kbits = 102.4Kbytes

## TXC – Taller # 4 Xarxes Troncals: MPLS, Carrier Ethernet i Gestió de tràfic

- f) Què passa si es contracta aquest CIR i el nombre de clients concurrents en un moment determinat supera l'estimat?

Que no es podria garantir la qualitat del servei, dependrien del estat de la xarxa, els paquets que sobrepasessin es marcarien com a descartables i potser ni arribarien a enviar-se.

- g) Calculeu valor del CIR que garanteixi la màxima qualitat en el pitjor dels casos (tots 600 clients accedint alhora).

$$(600 * 18 * 80 * 1024 * 8) / 3600 = 1966080 \text{ Bits} = 245760 \text{ Bytes} = 245.76 \text{ KBytes}$$

- h) Indiqueu el valor mínim necessari de la velocitat física que ha de tenir la línia Frame Relay que es contracti.

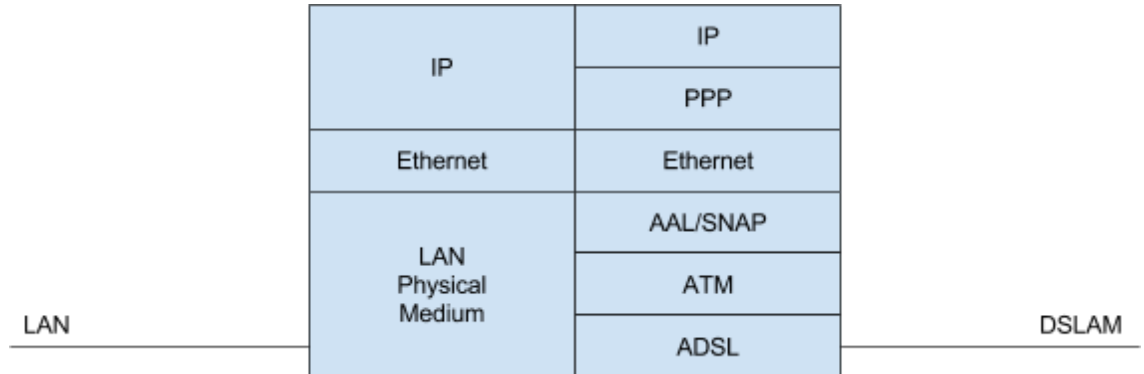
820Kbps

## TXC – Taller # 5 Xarxes d'accés cablejades: ADSL, HFC i PONs

### 1. Xarxes d'accés cablejades: ADSL

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):

- 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.

8 octets (PPP) + 18 octets (Ethernet) + 8 octets (AAL) + 5 octets (ATM) = 39 octets

- 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).

1500 IP

1500 + 8 octets IP+PPP

1508 + 8 = 1516 + 20 (PAD) = 32 cèl·lules ATM

1536 octets + 32 capçalera ATM = 1536 + 160 = 1696 octets

- d) Calculeu el rendiment total (bits paquet IP sobre bits totals transmesos).

1500/1696 = 88.44%

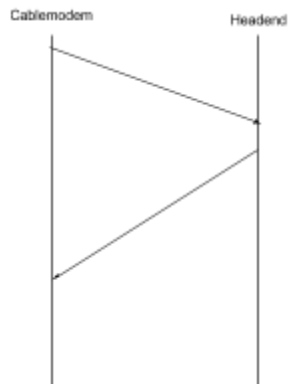
### 2. Xarxes d'accés cablejades: HFC

En una xarxa d'accés HFC que s'ajusta a la normativa DOCSIS 3.0, 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 ( $T_p = 5$  microseg) que tant la petició com la resposta són una trama MAC del mateix format, 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) 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).

## TXC – Taller # 5 Xarxes d'accés cablejades: ADSL, HFC i PONs

Velocitat de transmissió 120/12 Mbps (Down/Up).



- b) Calculeu el temps de transmissió de les unitats de transferència.

Upstream:  $8 \text{ octets} \times 8 \text{ bits} / 12 \text{ Mbps} = 5,33 \mu\text{s}$

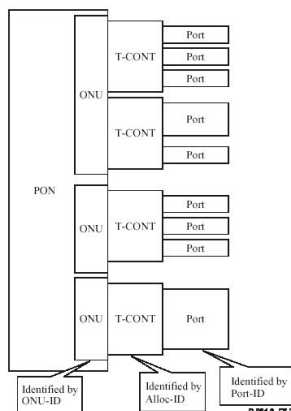
Downstream:  $8 \text{ octets} \times 8 \text{ bits} / 120 \text{ Mbps} = 0,533 \mu\text{s}$

- c) Ara calculeu el temps total d'accés al medi.

$T_p + T_{\text{req}} + T_p + T_{\text{grant}} = 5 + 5,33 + 3 + 0,533 = 15,863 \mu\text{s}$

### 3. Xarxes d'accés cablejades: FTTH

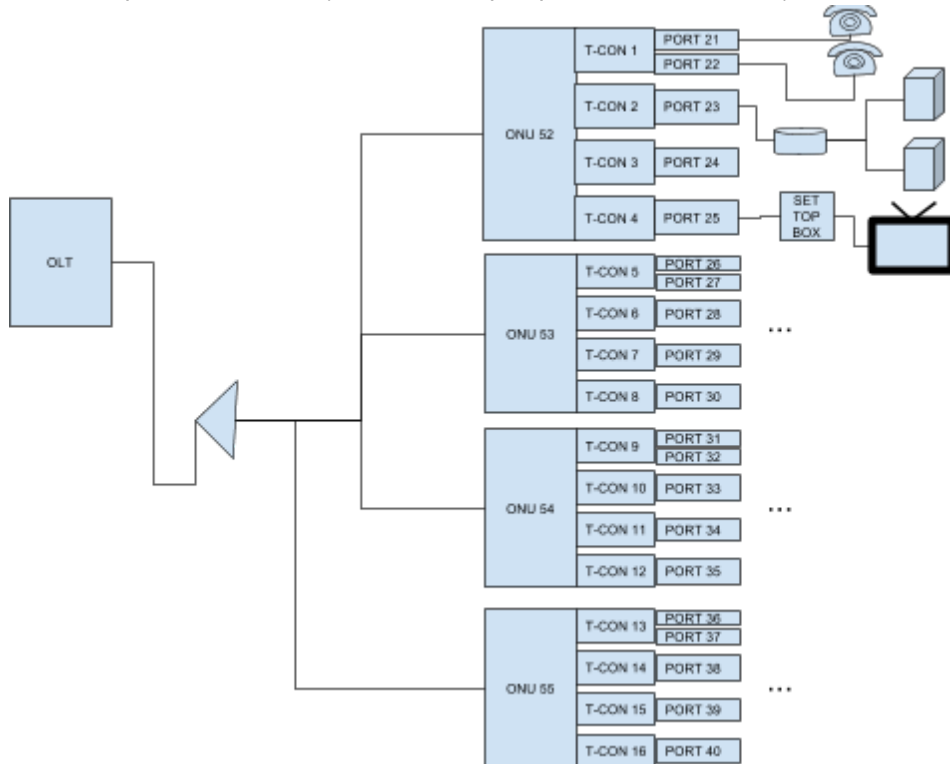
Suposem que tenim una xarxa GPON amb una arquitectura de multiplexació que correspon exactament al dibuix. Interpreteu-lo i contesteu les següents preguntes:



- a) 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

## TXC – Taller # 5 Xarxes d'accés cablejades: ADSL, HFC i PONs

diferents tipus de terminals (inventeu els tipus però amb coherència).



- b) Poseu un valor coherent (inventat) a tots els ONU-ID, Alloc-ID i Port-ID. Expliqueu-ho.  
 Com surt al dibuix cada ONU té un ONU-ID, cada T-CON té un Alloc-ID i cada Port té un Port-ID. Son tots diferents ja que es el direccionament que es fara servir a la xarxa.  
 Per exemple, no es el mateix trucar a la ONU 52 | T-CON 1 | PORT 1 que a ONU 52 | T-CON 1 | PORT 2; son telefons diferents tot hi estar a la mateixa ONU
- c) Indiqueu el format de la trama GEM fins el paquet IP i indiqueu el significat de cada camp.

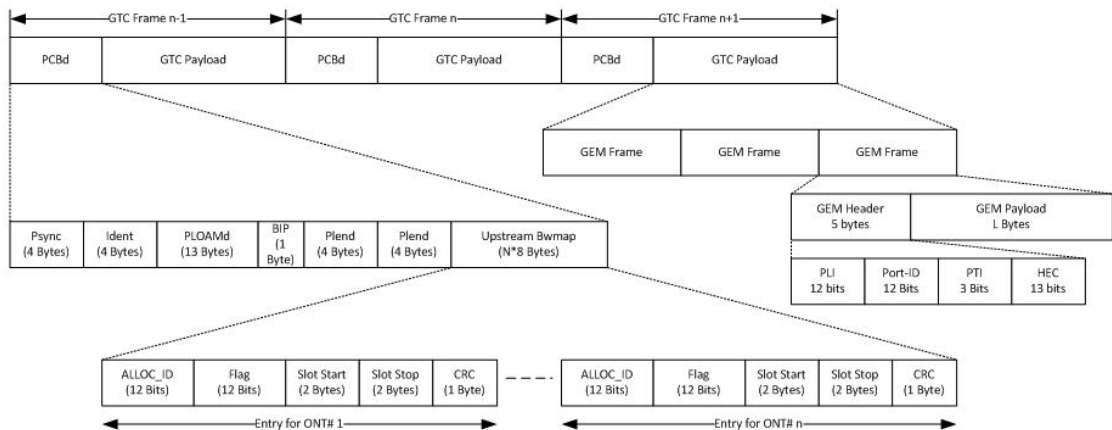
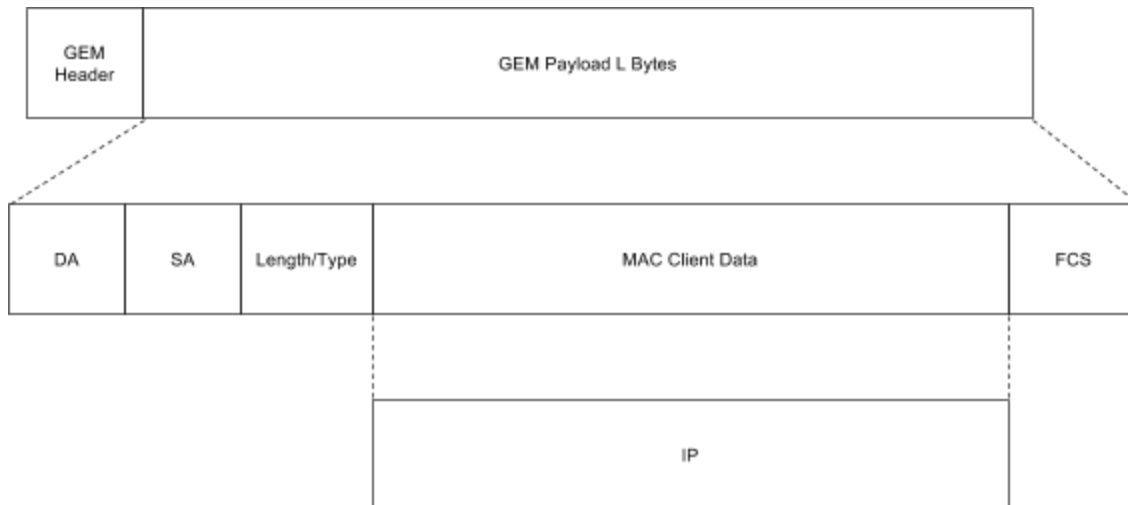


Figure 4. Downstream GTC Frame Format



## TXC – Taller # 5 Xarxes d'accés cablejades: ADSL, HFC i PONs



### GTC Frame

- PCBd** - Capçalera de Downstream
- Psync** - Bits de sincronisme
- PLOAMd** - Physical Line Operations and Maintenance
- BIP** - Pel Control de paritat dels camps anteriors
- Plend** - Flags (repetits per seguretat)
- Upstream Bwmap** - Mapa de quins slots son per cada T-CON

### Upstream BW Map

- Alloc\_ID** - Identificador de cada T-CON
- Slot Start & Slot End** - Indica on comença i acaba l'slot assignat a aquella T-CON

### GEM Frame

- PLI** - Indicador de la longitud del payload
- Port-ID** - Identificador del port dins la T-CON
- PTI** - Payload Type Indicator (igual que a ATM)
- HEC & CRC** - Control de errors

### Ethernet Frame (GEM Payload L Bytes)

- DA** - Direcció de destí
- SA** - Direcció d'origen
- Length/type** - Longitud o tipus de trama
- FCS** - Control d'errors

d) Expliqueu el sistema de sincronització de la trama GEM i la seva necessitat.

Es busca bit a bit un HEC valid per a les dades anteriors (això significa que s'ha trobat una trama), en quant es troba un es passa directament a l'estat de sincronitzat. Després d'això es va comprovant que no es perd el sincronisme, en quant una trama no es troba es torna a buscar bit a bit.

Aquest sincronisme es necessari per saber quan son els slots de dades i així poder anar a buscar o posar les dades quan toca.

## 4. Comparativa ADSL – HFC

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

- Instal·lació  
Les dues opcions reaprofiten les instal·lacions existents (telèfon o cable), tot i que per HFC moltes vegades es necessari posar una línia de telèfon si aquesta no existeix.

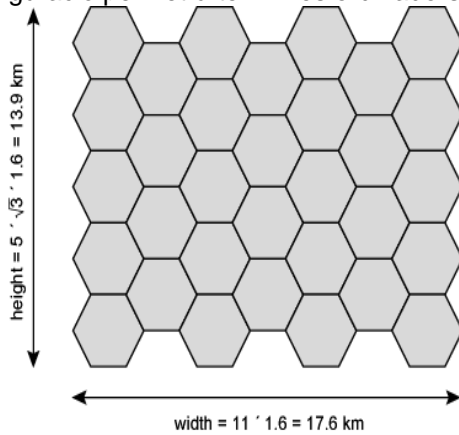
## **TXC – Taller # 5 Xarxes d'accés cablejades: ADSL, HFC i PONs**

- **Forma d'accés**  
L'ADSL té un accés únic per a cada usuari mentre que el HFC fa servir un medi compartit entre diferents clients per a accedir, cosa que pot crear problemes de privacitat.
- **Seguretat i privacitat**  
La seguretat i privacitat està molt més compromesa amb HFC, ja que les dades se envíen a tots els clients que estiguin connectats al cable coaxial esperant que cadascu agafi els seus paquets.
- **Cobertura**  
La cobertura és bastant alta als dos casos (a excepció del HFC a Espanya), tot i que pot ser la cobertura del ADSL es lleugerament major.
- **Interactivitat**
- **Accés a telefonia**  
Tots dos serveis donen accés al sistema telefònic, però com ja s'ha indicat abans, en el cas del HFC és necessari posar-hi una línia de telefonia paral·lela al cable coaxial.
- **Accés a TV digital**  
En aquest cas aquí destaca HFC ja que inicialment era una instal·lació de TV. En alguns casos s'ha arribat a posar TV sobre ADSL però el rendiment és molt baix.

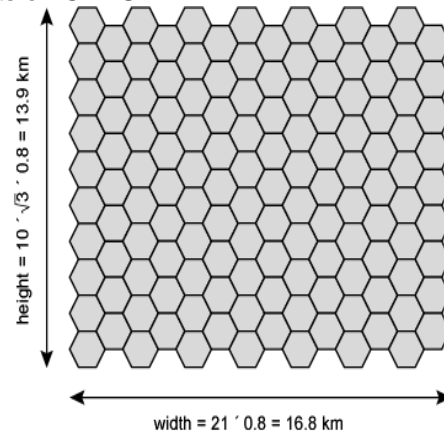
## Taller # 6 GSM, GPRS i UMTS

### Qüestió sobre GSM:

Suposeu un sistema GSM de telefonia mòbil amb un ampla de banda que suporta 336 canals de tràfic i un factor de utilització de  $N = 7$ . Si, com podem veure a la figura, tenim dos casos, un amb 32 cèl·lules i un radi de cèl·lula de 1,6 Km i un altra de 133 cèl·lules i 0,8 Km de radi, quina configuració permetrà tenir més ordinadors connectats en GPRS?



(a) Cell radius = 1.6 km



(b) Cell radius = 0.8 km

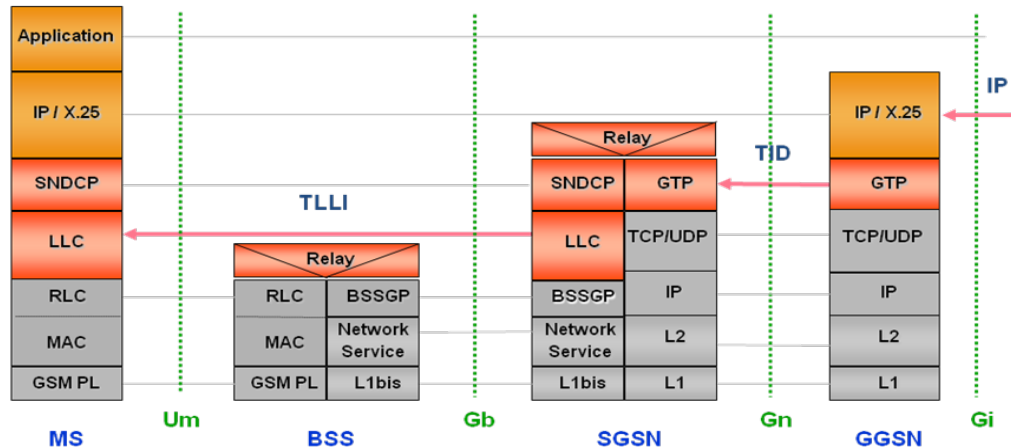
Calculeu:

- L'àrea de l'hexàgon en cada cas  
 $a = 6.65 \text{ km}^2$   
 $b = 1.66 \text{ km}^2$
- L'àrea total de coberta en els dos casos  
 $a = 6.65 \times 32 = 213 \text{ km}^2$   
 $b = 1.66 \times 133 = 220.78 \text{ km}^2$
- El nombre de canals per cèl·lula en cada cas  
Per a  $N=7$ ,  $336/7 = 48$  per als dos casos
- El nombre total de canals per configuració  
 $a = 48 \times 32 = 1536$   
 $b = 48 \times 133 = 6384$
- Comenteu la relació que hi ha entre el nombre de canals i el nombre d'ordinadors connectats.  
A mes canals, més ordinadors que es poden connectar.

## Taller # 6 GSM, GPRS i UMTS

### Qüestió sobre GPRS:

A la vista de la pila de protocols de GPRS:



24

a) Indica les funcions dels següents protocols:

- **SNDCP**  
Converteix, encapsula i segmenta els formats de xarxa externs (com per exemple internet protocol datagrams) en formats de sub-xarxa (anomenats SNPDUs).
- **LLC**  
Logical Link Control, multiplexa els protocols transmesos per la MAC layer i els decodifica, i també proveeix fluxe node-to-node i control d'errors.
- **RLC**  
Aquest protocol fa moltes funcions, les més destacades són:
  - Transferir cap adalt PDUs en un dels tres modes (AM, UM o TM)
  - Correcció d'errors a través de ARQ
  - Concatena, re-segmenta, reordena i descarta PDUs
- **BSSGP**  
Proporciona qualitat de servei i informació d'enrutament que es necessària per a transmetre dades d'usuari entre BSS i SGSN
- **GTP**  
GPRS Tunneling Protocol. Es el conjunt dels protocols usats a GPRS.

b) Indica quin protocol faries servir a "Network service" i a "L2" i per què.

ATM o Frame Relay

### Qüestió sobre UMTS

- a) Expliqueu per a què serveix el camp OFFSET de la capçalera AAL2 de la CPS-PDU en la UMTS.  
Es el punter al començament de la minicèl·lula
- 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.  
Amb l'identificador de la miniconnexió, per tal de saber de quina connexió es tracta, i ja si es segueix llegint seqüencialment la capçalera, obtindrem la longitud i informació del usuari.
- c) Què es persegueix amb el fet de que diverses mini-cel·les AAL2 puguin anar en una cel·la ATM?  
Aprofitar l'espai sobrant a les cèl·les que no s'emplenen del tot.