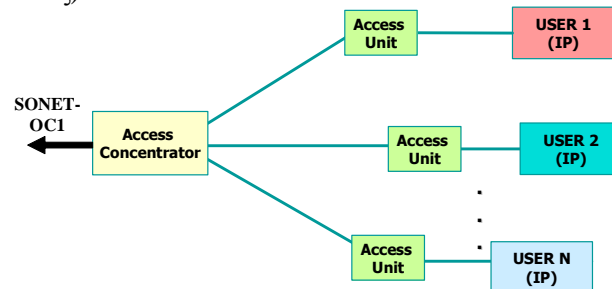




**Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης (ΚΔΕ02)**  
**Θέματα εξετάσεων**  
**10/2/2009**

**Ζήτημα 1<sup>ο</sup>** (3 Μονάδες)



Το δίκτυο πρόσβασης ενός παρόχου έχει την τοπολογία που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Ο κόμβος πρόσβασης (concentrator) συγκεντρώνει την κίνηση προς το δίκτυο κορμού μέσω ζεύξης SONET ρυθμού OC-1 με πλαίσια STS-1 δομημένα σε VTGs τα οποία μεταφέρουν αμιγώς VTs τύπου 2.

(α) Αν οι ψηφιακές γραμμές που παρέχονται στους πελάτες είναι γραμμές πρόσβασης PDH ρυθμού E1 2048 Kbit/sec, ποιος ο μέγιστος αριθμός συνδρομητών N που μπορεί να εξυπηρετήσει το δίκτυο;

(β) Ποιος ο μέγιστος οφέλιμος ρυθμός μετάδοσης μιας υπηρεσίας IPTV που μπορεί να προσφερθεί σε κάθε συνδρομητή της προηγούμενης περίπτωσης (ρυθμός μετάδοσης στο επίπεδο IP –αγνοώντας άλλα πρωτόκολλα ενθυλάκωσης- αφαιρώντας το ποσοστό του αναξιοποίητου εύρους ζώνης λόγω της πλεονασματικής πληροφορίας του E1);

(γ) Αν το παραπάνω δίκτυο πρόσβασης είχε υλοποιηθεί με τεχνολογία ATM PON 155Mbps Downstream με 64 συνδρομητές (ONU) ποιος θα ήταν αντίστοιχα ο μέγιστος οφέλιμος ρυθμός μετάδοσης του ερωτήματος (β) αν θεωρήσουμε ότι κάθε χρήστης παρακολουθεί ταυτόχρονα ένα διαφορετικό κανάλι;

---

(α) (VTG 12 στήλες, VT2↔E1 4 στήλες) 3 VT2/VTG, 7 VTG/STS-1 ⇔ 21E1/STS-1

(β) 2 κανάλια σηματοδοσίας στα 32 του πλαισίου E1=> 6,25% Overhead => 1920Kbps ωφέλιμο

(γ)  $C_{down} = 155 \cdot 54 / 56 \cdot 48 / 53$  (2 PLOAM Cells στα 56 του Downstream Frame και 5 bytes Header σε κάθε ATM Cell) ~ 135, άρα κάθε πελάτης 135/64 ~ 2,12Mbps στο 3<sup>ο</sup> στρώμα

---

**Ζήτημα 2<sup>ο</sup>** (3 Μονάδες)

(α) Τί εξυπηρετεί η χρήση του πρωτοκόλλου PPP για την πρόσβαση στο Διαδίκτυο μέσω ενός δικτύου ADSL (αναφέρετε τουλάχιστον δύο βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά);



(β) Ποια η διαφορά στη χρήση του PPPoE (PPP over Ethernet) από το PPPoATM (PPP over ATM); Ποια τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα στη χρήση του PPPoE σε σχέση με το PPPoATM;

(γ) Ένα σύστημα μετάδοσης ADSL χρησιμοποιεί την τεχνική DMT επιμερίζοντας τη χωρητικότητα 1.1MHz της γραμμής πρόσβασης χρησιμοποιώντας 256 επιμέρους φέροντα. Τα 6 χαμηλότερα δεσμεύονται για την τηλεφωνία (POTS) και 2 για λειτουργίες ελέγχου (control). Έπειτα από διαπραγμάτευση κατά την φάση εγκατάστασης και εκτίμηση της ποιότητας του καναλιού αποφασίζεται να χρησιμοποιηθεί στα 1/4 από τα διαθέσιμα κανάλια μετάδοσης δεδομένων (downstream link) απλή διαμόρφωση QAM και στα υπόλοιπα QAM-64. Ποιος ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης σε bits/sec;

(α)

i Εγκατάσταση και έλεγχο κατάστασης απ' άκρου σε άκρο της σημείο-προς-σημείο σύνδεσης του συνδρομητή με τον ISP

ii Πιστοποίηση (authentication)

(iii πολύπλεξη πολλαπλών πρωτοκόλλων –με χρήση των NCPs- εν γένει πάνω από την ίδια σύνδεση)

(β)

i Ενθυλάκωση σε πλαίσια Ethernet στο τερματικό αντί για PPP/AAL5 στο modem.

ii Στη φάση «Discovery stage» στο PPPoE δίνεται η δυνατότητα επιλογής Access Concentrator μεταξύ πολλών (πλεονέκτημα)

iii Το βασικότερο είναι ότι δίνει τη δυνατότητα εγκατάστασης πολλαπλών PPP «συνόδων» (PPP sessions) πάνω από τοπικά δίκτυα Ethernet (πλεονέκτημα)

Απαιτεί την υλοποίηση της στοιβάδας PPPoE σε κάθε τερματικό του τοπικού δικτύου και όχι κεντρικά στη συσκευή πρόσβασης (modem) (μειονέκτημα)

(γ)

Συνολικό φάσμα ADSL 256 channels

ADSL sub-carrier= 1100KHz/256 ~4MHz => 4000 baud (symbol rate)

QAM (2 bits/symbol ⇔ 2 bits/ baud) => 8,000 bps/ channel

QAM-64 (6 bits/symbol ⇔ 6 bits/ baud) => 24,000 bps/ channel

Τα 6 χαμηλότερα δεσμεύονται για την τηλεφωνία (POTS) και 2 control, Μένουν 248 data.

1/4 \*248 => 62 QAM channels => bandwidth 0.496 Mbps

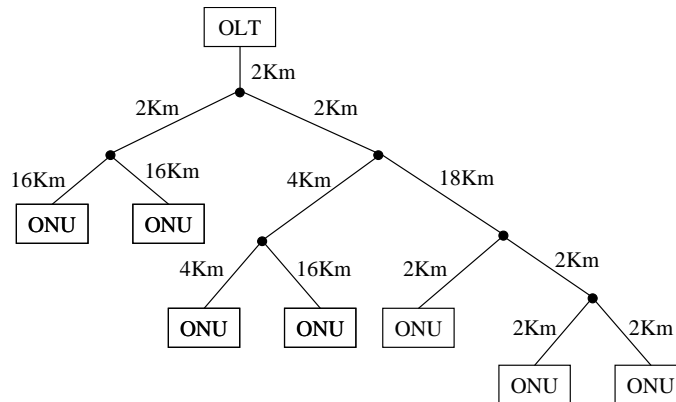
3/4 \*248 => 186 QAM-64 channels => bandwidth 4.464 Mbps

### Ζήτημα 3<sup>ο</sup> (2,5 Μονάδες)

Ένα GPON δίκτυο έχει την τοπολογία που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (ασύμμετρη κατανομή των κλάδων). Η οπτική ίνα έχει τυπική απώλεια 0.25 dB/km και οι κατασκευαστικές προδιαγραφές των παθητικών διχαστών (splitters) προβλέπουν απώλειες λόγω ατελειών προσαρμογής 0,5 dB, ενώ η κατανομή ισχύος στις δύο εξόδους είναι ασύμμετρη με 25% να οδηγείται στη μία έξοδο και 75% στην άλλη (σταθερή κατανομή για όλους τους διχαστές). Δεδομένου ότι οι τρεις κλάσεις



προδιαγραφών ONU που προβλέπει το GPON (Class A/B/C ODN) έχουν μέγιστη ευαισθησία δέκτη (ανοχή στην απώλεια ισχύος του λαμβανομένου σήματος) 15, 20 και 25 dB αντίστοιχα, να επιλεγεί ο τρόπος συνδεσμολογίας των παθητικών διχαστών και να επιλεγεί η κατάλληλη κλάση ONU σε κάθε περίπτωση (δεδομένου ότι και το κόστος της ONU αυξάνει ανάλογα προς την ευαισθησία του δέκτη). Δίνεται  $\log_2 \sim 0,3$  και  $\log_3 \sim 0,5$ .



(α)

$Pin < 15dB \Rightarrow$  Class A

$15dB < Pin < 20dB \Rightarrow$  Class B

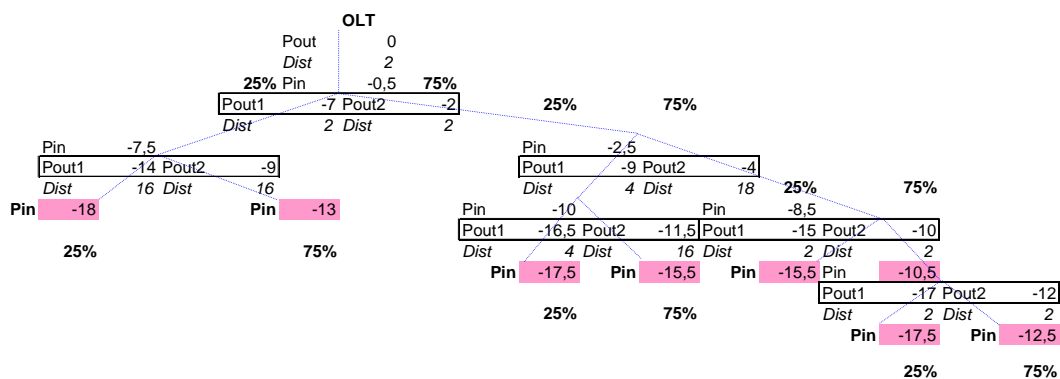
$20dB < Pin < 25dB \Rightarrow$  Class C

$Pin = Pout\_line - Length(Km) * 0,25dB/Km$

$Ploss\_splitter25 = 10\log(1/4)dB + 0,5dB = [10\log 1 - 2 * 10\log 2]dB - 0,5dB = -6dB - 0,5dB$

$Ploss\_splitter75 = 10\log(3/4)dB + 0,5dB = [10\log 3 - 2 * 10\log 2]dB - 0,5dB = -1dB - 0,5dB$

$Psrc = 0\text{ dBm}$   
 $Lf = 0,25\text{ dB/Km}$   
 $Ls\_exc = 0,5\text{ dB}$   
 $Ls\_l = 6\text{ dB}$   
 $Ls\_r = 1\text{ dB}$



**Ζήτημα 4<sup>ο</sup>** (2,5 Μονάδες);

Ένα DOCSIS modem μεταδίδει στο κανάλι ανόδου με ρυθμό 2,560 Ksymbol/sec και διαμόρφωση QPSK. Η διάρκεια των μικροσχισμών (mini-slots) έχει καθοριστεί στα  $4 * 6,25 = 25\mu\text{sec}$



- (α) Πόσες μικροσχιμές πρέπει να ζητήσει το modem για να μεταδώσει ένα πλαίσιο Ethernet μεγέθους 512Bytes
- (β) Ποια τιμή θα πρέπει να έχει το πεδίο MAC\_PARM της επικεφαλίδας για την μετάδοση των πλαισίων της προηγούμενης περίπτωσης;
- (γ) Ποιο το overhead του MAC πρωτοκόλλου στην περίπτωση που μεταδίδονται συνεχώς πλαίσια Ethernet μεγέθους 512Bytes (χωρίς την παρεμβολή άλλων διαστημάτων για ανταγωνισμό κλπ.)
- 
- 

- (α)  
2,560 Ksymbol/sec, QPSK,  $4 \cdot 6,25 \mu\text{sec}/\text{minislot} \Rightarrow 128 \text{ bit}/\text{minislot} = 16\text{B}/\text{mslot}$   
 $512\text{B} + 6\text{B MAC} = 518/16 = 32,375$  άρα 33 minislots
- (β) MAC\_PARM=0x00 για μετάδοση Ethernet PDUs
- (γ) DOCSIS MAC Overhead =6Bytes  $\Rightarrow 6/518 = 1,16\%$
- 
- 

**ΔΙΑΡΚΕΙΑ 3 ΩΡΕΣ**

**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ !**