

Τεχνικές Χρήσης Οπτικών Ινών στο Δίκτυο Πρόσβασης

Gigabit PON (G-PON)



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

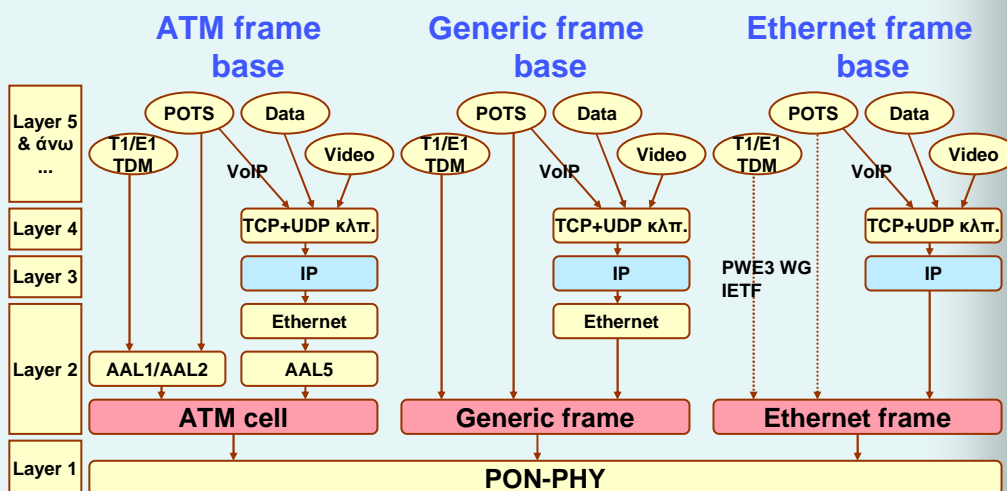
Απαιτήσεις Ανάπτυξης G-PON

- **Η επιτροπή FSAN το επεξεργάζεται από τα μέσα του 2001**
- **Στοχεύει στην υπέρβαση των περιορισμών της τεχνολογίας BPON**
 - ✓ Μεγαλύτερες ταχύτητες (1,24 Gbps)
 - ✓ Επεκτασιμότητα σε μεγαλύτερες ταχύτητες (2,5 Gbps) με συγκρίσιμη κλίμακα κόστους
- **Υποστήριξη δικτύων IP**
 - ✓ Μετάβαση από πλήρως ATM σε πλήρως IP μετάδοση
- **Κοινή πλατφόρμα παροχής υπηρεσιών**
 - ✓ Video - IPTV ή RF
 - ✓ Voice - TDM ή VoIP
 - ✓ Data
- **Πλατφόρμα με διαλειτουργικότητα και χαμηλό κόστος λειτουργίας**
 - ✓ Υποστήριξη διεθνών προτύπων
 - ✓ Μη ύπαρξη ενεργών στοιχείων στο δίκτυο πρόσβασης

Χαρακτηριστικά G-PON

- Εφαρμόζει αντίστοιχες μεθόδους πολύπλεξης με τα δίκτυα A-PON
- Η πολύπλεξη των δεδομένων υποστηρίζει μεν ένα σταθερό μεγέθους πλαίσιο (μετάδοση downstream & upstream διάρκειας 125 μsec – απαιτήσεις φωνής) αλλά μέσα σε αυτό δεν μεταδίδονται υποχρεωτικά μόνο ATM cells αλλά υποστηρίζονται και μεταβλητού μεγέθους πακέτα
 - ✓ Τα μεγέθη σχισμών μετάδοσης προσδιορίζονται δυναμικά ανάλογα με τις αιτήσεις μετάδοσης (εκφραζόμενες πλέον σε Bytes)
 - ✓ Οι τεχνικές ανάθεσης διευθύνσεων (MAC) είναι συμβατές με το A-PON
 - Εξασφαλίζεται επιπλέον δυνατότητα πολύπλεξης για τεχνικές μεταγωγής πακέτου
 - ✓ Η διευθύνσεις στο επίπεδο MAC αναφέρονται στο αναγνωριστικό της ONT
 - ✓ Υποστηρίζονται οι ίδιες κλάσεις υπηρεσιών με το A-PON

G-PON Εναλλακτικά Πρωτόκολλα (GTC)



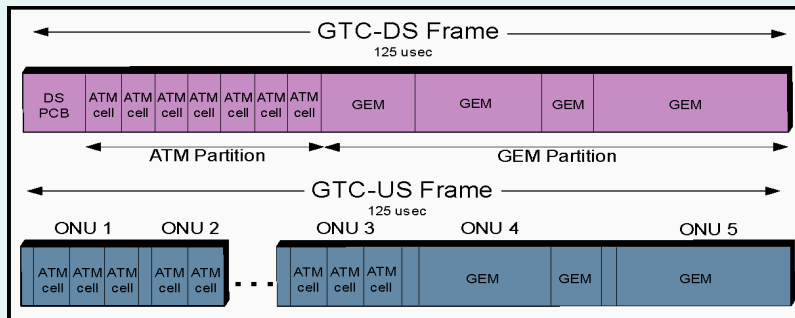
ITU-T G.984.2 Physical Media Dependent Layer

- **8.2.1 Digital Signal Nominal Bit Rate**
 - ✓ *Transmission Line Rate = Multiple of 8 kHz*
 - ✓ *Nominal Line Rates*
 - Downstream = 1244.16 Mbit/s
 - Upstream = 622.08 Mbit/s
- **8.2.2.1 Transmission Medium**
 - ✓ *ITU-T G.652 Single Mode Fiber*
- **8.2.5 Operating Wavelength**
 - ✓ *Downstream Wavelength on Single Fiber=1480–1500 nm*
 - ✓ *Upstream Wavelength = 1260 – 1360 nm*
- **8.2.7.1 Attenuation Range**
 - ✓ *CLASS B = 25 dB*
- **Table 4-a, Item 7 Maximum Fiber Distance Between S/R & R/S Points**
 - ✓ *Maximum Fiber Distance Between OLT and ONU – 20km/12.4 miles*

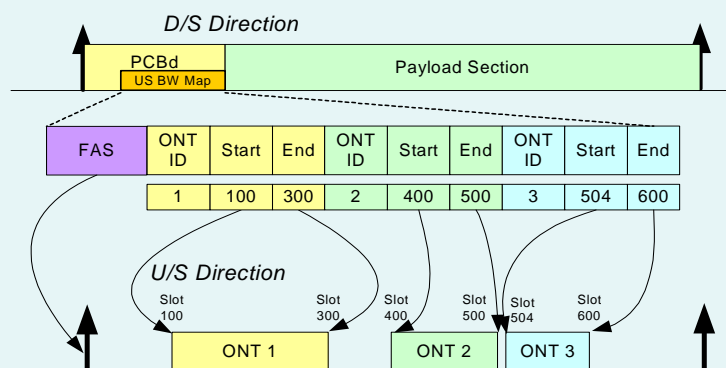
ITU-T G.984.3 Transmission Convergence Layer

- **5.3 Πολύπλεξη**
 - ✓ Υποστηρίζονται (ταυτόχρονα) δύο μηχανισμοί:
 - ATM
 - GEM (GPON Encapsulation Mode)
 - ✓ Ένα πλαίσιο μπορεί να αποτελεί μίξη ATM ή GEM
 - ✓ GEM = 10% αποδοτικότερο από την τεχνική μεταφοράς ATM του B-PON για μεταφορά IP κίνησης
 - ✓ Το GPON επίσης δεν κάνει χρήση της κωδικοποίησης 8b/10b του EPON (θα εξεταστεί στη συνέχεια)
 - *Κατά συνέπεια το G-PON εξοικονομεί 20% σε σχέση με το EPON*
- **8.1 Downstream Frame**
 - ✓ 125 Micro-seconds διάρκεια = 8 kHz = Έμμεση ανάκτηση ρολογιού

Πλαίσια Μετάδοσης G-PON (I)



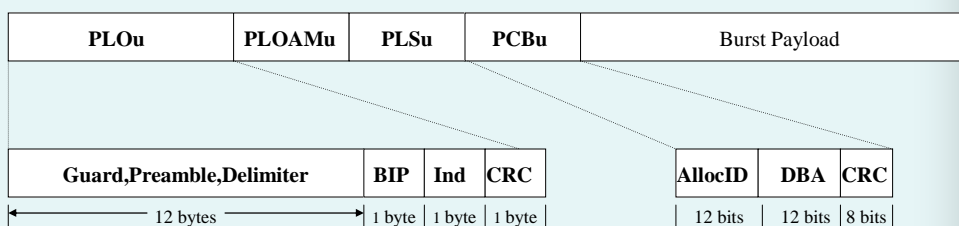
Πλαίσια Μετάδοσης G-PON (II)



G-PON Πλαίσιο Downstream

- Η πληροφορία ελέγχου πρόσβασης (MAC) περιλαμβάνεται στην αρχή του πλαισίου (πεδίο PCBd - Physical Control Block d=downstream)
 - ✓ Μέρος αυτής αποτελούν οι άδειες μετάδοσης (*grants*)
 - US BW map: Upstream Bandwidth Map (χάρτης κατανομής εύρους ζώνης στο κανάλι upstream)
 - ONT ID το αναγνωριστικό της ONU/ONT
 - Start/End δείκτες έναρξης και λήξης της μετάδοσης (μετρούν σε slot - όπου slot η βασική ποσότητα μετάδοσης ενός laser burst = Byte)
 - ✓ FAS (*Frame Alignment Signal*): Υποδεικνύει τη χρονική στιγμή έναρξης του πλαισίου upstream
 - ✓ Επιπλέον υπάρχουν bit ελέγχου (σημείες) που υποδεικνύουν τη χρήση και το είδος των σχισμών μετάδοσης που θα κάνει χρήση κάθε ONT

G-PON Πλαίσιο Upstream (I)

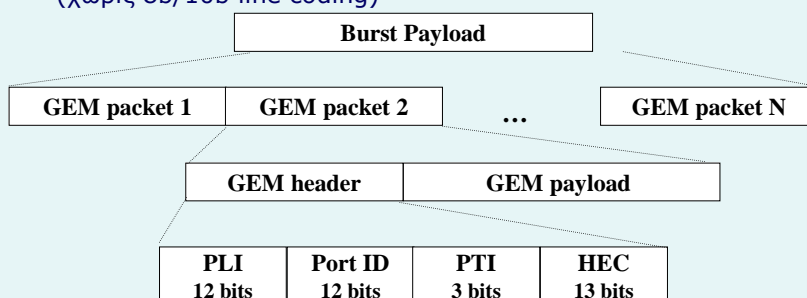


- Μία σχισμή μετάδοσης από μια ONT περιλαμβάνει –εκτός από data:
 - ✓ PLOu: *Physical Layer Overhead (u=upstream)*
 - guard-band & synchronisation preamble
 - Επίσης μπορεί να περιλαμβάνει (καθ'υπόδειξη της OLT):
 - ✓ PLOAM: *Physical Layer Operation & Maintenance*
 - ✓ PLS: *Power Level Sequence*
 - Πληροφορίες για προσαρμογή της ισχύος εκπομπής του laser
 - ✓ PCB: *Physical control Block*
 - DBA: *Dynamic Bandwidth Allocation* (αίτηση για δέσμευση επιπλέον σχισμών)

G-PON Πλαίσιο Upstream (II)

✓ GEM (GPON Encapsulation Mode)

- Επιτρέπει την κατάτμηση και επανένωση πακέτων μεταβλητού μεγέθους (χρήση πεδίων PTI και HEC –όπως στο AAL5/ATM)
- Επιτρέπει την πολύπλεξη περισσότερων ροών πακέτων (π.χ. Εφαρμογών, υπηρεσιών ...) με χρήση του πεδίου PortID
- Επιτρέπει την απευθείας μετάδοση πάνω από την οπτική ίνα (χωρίς 8b/10b line coding)



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

GPON Ορόσημα

- **G.984.1 – Service Requirements**
 - ✓ Απαιτήσεις σε ταχύτητες μετάδοσης, αποστάσεις και πλήθος τερματισμών, ανοχές, καθυστέρηση κλπ.
 - ✓ Δημοσίευση από την ITU-T 01/2003
- **G.984.2 – PMD – Physical Media Dependent Layer**
 - ✓ Αποθέματα ισχύος ανά κατηγορία ίνας, λόγοι διαχωρισμού (*split ratios*), κλπ
 - Class B ODN – 10dB min - 25 dB Max loss
 - ✓ Δημοσίευση από την ITU-T 01/2003
- **G.984.3 – TC - Transmission Convergence Layer**
 - ✓ *Transport Protocol Layer*
 - ✓ 1/04 : έγκριση από την ITU-T
- **G.984.4 – OMCI – ONT Management and Control Interface**
 - ✓ Διαλειτουργικότητα με άλλα δίκτυα, διαχείριση και λειτουργία.
 - ✓ 1/05: έγκριση από την ITU-T (δημοσίευση αναμένεται Q4 2005)

Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Τεχνικές Χρήσης Οπτικών Ινών στο Δίκτυο Πρόσβασης

Ethernet PON (EPON)



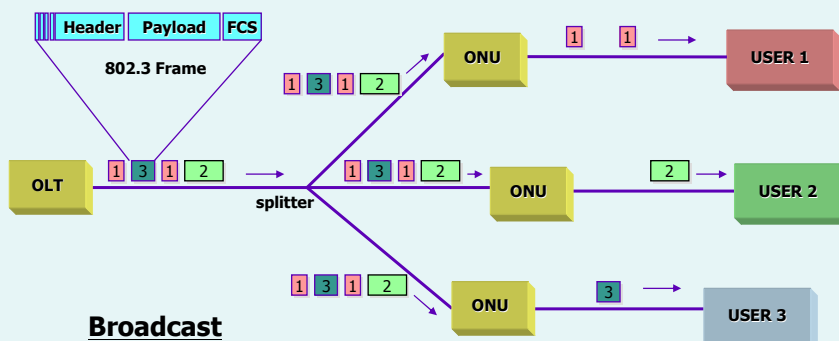
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

EPON Γενικά Χαρακτηριστικά

- Πλαισίωση και κωδικοποίηση σύμφωνα με τα 802.3 Standard
- Ethernet standard line rates
- Χρήση μονής ίνας (Single-mode)
- Απόσταση: 10km(min)
- Rate 1000 Mbps
- PMD 1310+/1310-, 1550+/1550-, 1550/1310
- #ONUs: 1 to 16(min) ή 32
- Συνδετήρες ίνας: SC ή LC

EPON Downstream

- Όπως κάθε τεχνολογία PON έτσι και τα EPON είναι εκπομπής broadcast στο κανάλι downstream και η μετάδοση των δεδομένων γίνεται με πακέτα μεταβλητού μεγέθους με πολύπλεξη TDM

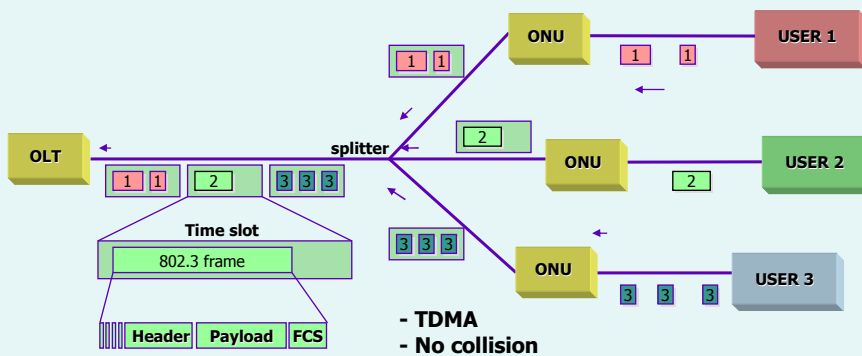


Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

EPON Upstream

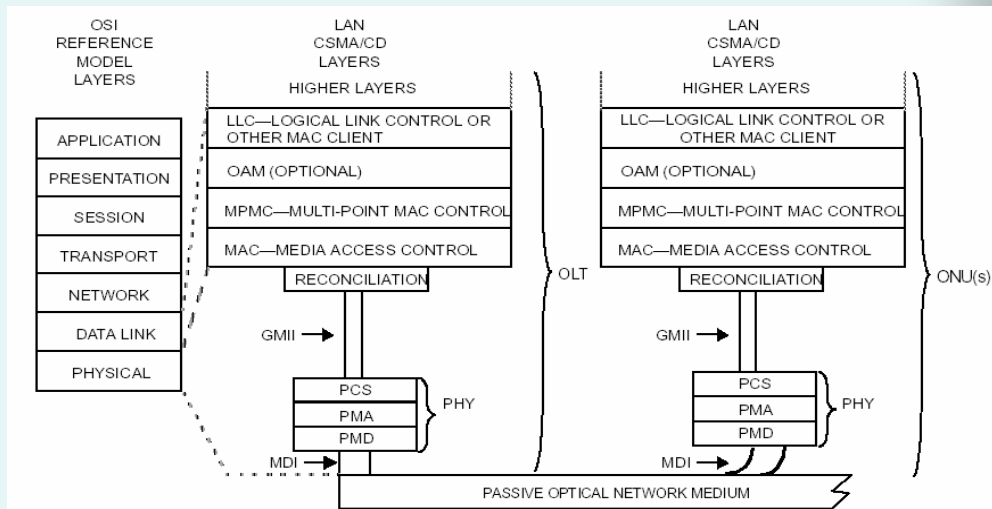
- Αντίστοιχα στο κανάλι upstream η μετάδοση των δεδομένων γίνεται με πακέτα μεταβλητού μεγέθους με πολύπλεξη TDMA, μόνο κατόπιν άδειας από τον κεντρικό ελεγκτή (OLT)



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

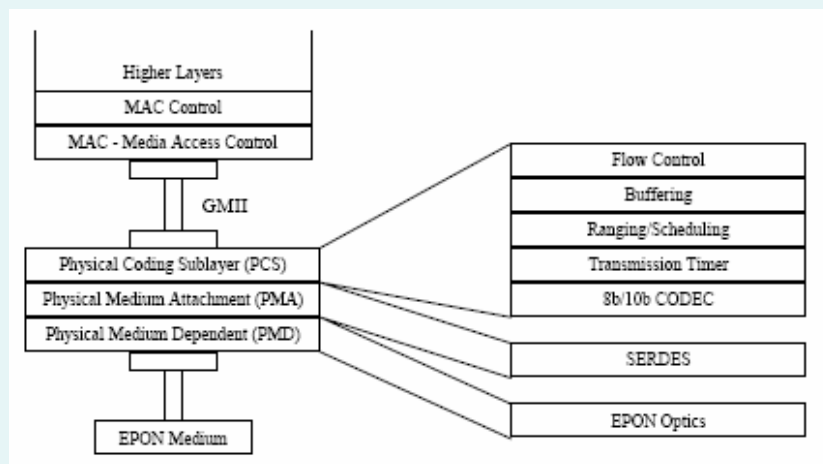
Διαστρωμάτωση Ethernet PON



Ορανοδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

EPON PHY (I)



Ορανοδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

EPON PHY (II)

- **Έλεγχος Ροής (Flow Control)**

- ✓ Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο 802.3x για να διακόπτει τη ροή πακέτων
 - Αποτρέπει την υπερχειλίση των ενταμιευτών όταν βρίσκεται σε κατάσταση «rause» μεταξύ ευκαιριών μετάδοσης

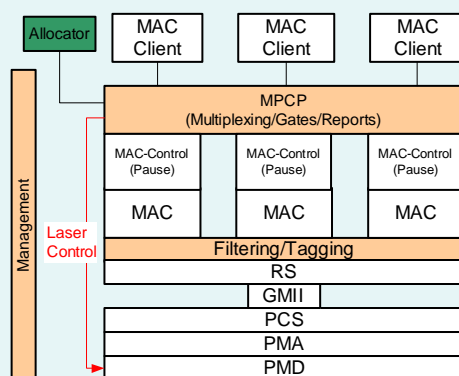
- **Ενταμίευση (Buffering)**

- ✓ Προσαρμογή ρυθμών ροής (rate matching)
 - Πρέπει να είναι δυνατή η ενταμίευση τουλάχιστον ενός πακέτου μέγιστου μήκους

- **Χρονιστής μετάδοσης (Transmission Timer)**

- ✓ Προσδιορίζει με ακρίβεια την έναρξη μεταδόσεων (transmission bursts)
 - Επιτρέπει τη μέγιστη χρησιμοποίηση του καναλιού
- ✓ Εξασφαλίζει την επάρκεια της σχισμής που έχει εγκριθεί σε σχέση με το μέγεθος του πακέτου προς μετάδοση
 - Αποτρέπει την παρεμβολή μεταξύ διαφορετικών πομπών

Υλοποίηση Πρωτοκόλλων EPON στην OLT

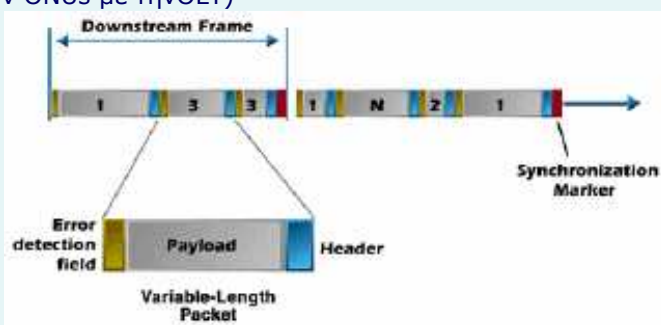


- **Στην OLT λειτουργούν N+1 οντότητες MAC**

- ✓ Μία για κάθε ONU
- ✓ Μία broadcast MAC για την ταυτόχρονη επικοινωνία με όλες τις ONUs

EPON Πλαίσιο Downstream

- ✓ Τα πλαίσια δεδομένων στο EPON είναι συμβατά με το πρωτόκολλο IEEE 802.3 και αποτελούν συνένωση ενός ή περισσότερων Ethernet frames σε ένα πλαίσιο με την προσθήκη μιας επικεφαλίδας συγχρονισμού
 - synchronization marker (1-byte κάθε 2 ms για τον συγχρονισμό των ONUs με τηνOLT)

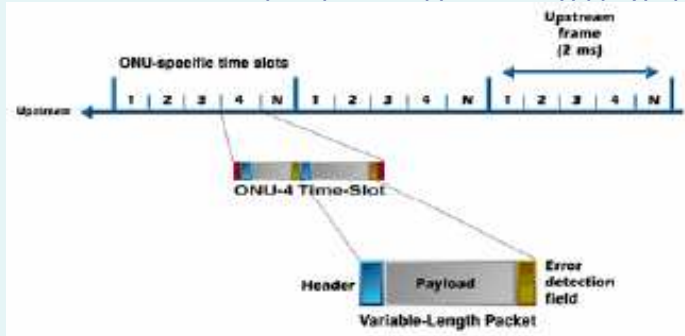


Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

EPON Πλαίσιο Upstream

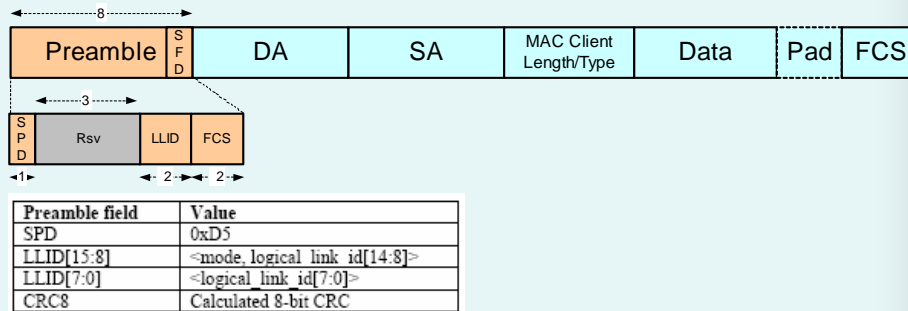
- Παρομοίως τα πλαίσια δεδομένων Upstream υποδιαιρούνται σε χρονοσχισμές (slots) αφιερωμένες σε κάθε μία από τις ONU που είναι ενεργές στο δίκτυο
 - ✓ Κάθε ONU μπορεί να μεταδώσει ένα ή και περισσότερα Ethernet frames στη διάρκεια της αντίστοιχης σχισμής



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Τροποποιήσεις στη Δομή του Πλαισίου 802.3 (I)



- **SPD: Start Packet Delimiter (εθυγράμηση πλαισίου)**
- **LLID: Logical Link ID (αναγνωριστική διεύθυνση ONU - μία ανά ONU ή και περισσότερες)**
 - ✓ Mode bit: 0 ONU MAC, 1 OLT MAC
 - ✓ 0x7FFF broadcast

Τροποποιήσεις στη Δομή του Πλαισίου 802.3 (II)

- **Αντί να χρησιμοποιούνται επιπλέον επικεφαλίδες ενθυλάκωσης το EPON τοποθετεί την αναγκαία πληροφορία πλαισίου (PON-tag) στο πεδίο Preamble της δομής του πλαισίου 802.3**
 - ✓ Καθώς η οπτική ίνα είναι μονοκατευθυντικό μέσο δεν απαιτείται η συνήθης χρήση του
 - Παραβίαση του πρωτοκόλλου επιτρεπτή στα όρια λειτουργίας του συγκεκριμένου δικτύου!