

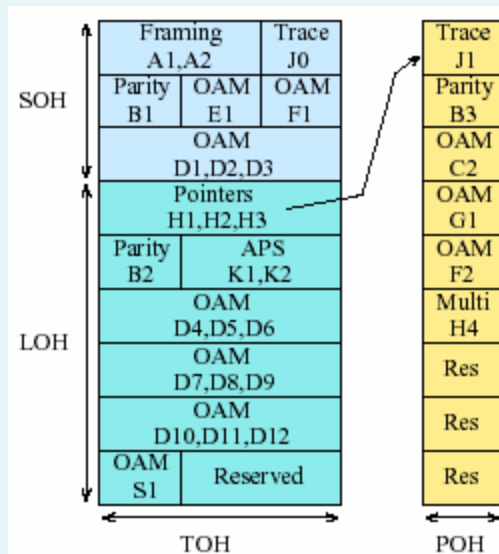
Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Τεχνολογίες Φυσικού Στρώματος: SONET/SDH



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

Πεδία Πλαισίου SONET (I)



Πεδία Πλαισίου SONET (II)

- **Framing: A1, A2 = 11110110 00101000**
 - ✓ Σηματοδοτεί μονοσήμαντα την έναρξη πλαισίου STS-1, δεν αναδιατάσσεται (*scrambled*)
 - ✓ A1, A2 bytes βρίσκονται σε κάθε STS-1 πλαίσιο ενός συνθετού STS-N πλαισίου
- **Parity: B1 (SOH), B2 (LOH), B3 (POH) bytes**
 - ✓ Έλεγχος άρτιας ισοτιμίας (*even-parity check*) σε κάθε πλαίσιο STS-1, μετά την αναδιάταξη (*scrambling*)
 - ✓ *bit interleaving*: bit *i* αντιστοιχεί στον έλεγχο ισοτιμίας των *i*-οστών bit κάθε STS-1 byte

Πεδία Πλαισίου SONET (III)

- **Pointers H1, H2, H3**
 - ✓ H1, H2 δείχνουν στο σημείο εκκίνησης του SPE εντός του πλαισίου (πρώτο POH byte)
 - ✓ H3 χρησιμοποιείται για θετική ή αρνητική ευθυγράμμιση
 - ✓ Επιτρέπεται στο SPE να έχει μεταβλητή θέση μέσα στο πλαίσιο (*dynamic alignment*)
- **OAM: bytes D1-D3 (SOH), D4-D12 (LOH)**
 - ✓ Βασικό πλεονέκτημα του SONET
 - ✓ Σήματα για συνεγερμούς, συντήρηση, διαχείριση (*alarms, maintenance, administration*)
 - ✓ Τα ίδια πρωτόκολλα εφαρμόζονται στα στρώματα τμήματος και γραμμής

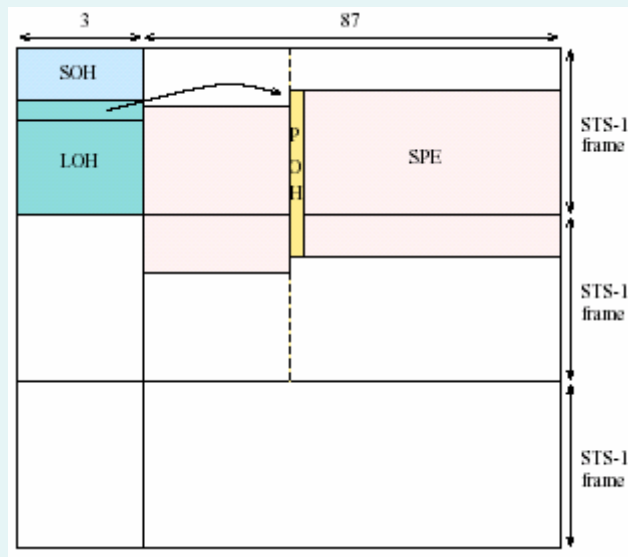
Πεδία Πλαισίου SONET (IV)

- **APS: K1, K2**
 - ✓ *automatic protection switching protocol*
 - ✓ *Χρησιμοποιείται για την ανάνηψη μετά από σφάλμα*
 - ✓ *Χρησιμοποιείται από τις συσκευές SONET για τη μεταγωγή λειτουργίας μεταξύ διαφορετικών οπτικών ινών σε τοπολογίες δακτυλίων (SONET rings)*
- **Πρόεκταση πληροφορίας σε επόμενα πλαίσια: H4 δείχνει επέκταση της πληροφορίας σε επόμενα SPEs (π.χ. ATM cells, IP packets)**

Αποτύπωση της Πληροφορίας Χρήστη στο Πλαίσιο

- **Οι γραμμές του δικτύου SONET μεταφέρουν πληροφορία των χρηστών**
 - ✓ *Κατ'επέκταση οι «φάκελοι» μεταφοράς αυτής της πληροφορίας (SPE) πρέπει να συγχρονίζονται σε επίπεδο πλαισίου (frame synchronous) με τη ροή πληροφορίας του χρήστη και όχι με το δίκτυο SONET του παρόχου της υπηρεσίας*
- **Διαφορές φάσης μπορεί να εμφανιστούν κατά την πολύπλεξη φορτίων διαφορετικών πελατών**
- **Λύση: τα SPE δεν ευθυγραμμίζονται με την αρχή ενός πλαισίου SONET**

Αποτύπωση της Πληροφορίας Χρήστη στο Πλαίσιο



Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Δυνατά Περιεχόμενα Πλαισίων SONET

- **Virtual Tributaries (VTs):** channelized 64 Kbps DS-0s
- **Ασύγχρονες ροές DS-3:** αδόμητα DS-3 πλαίσια
- **ATM cells:** SONET ως μέσο μετάδοσης του B-ISDN
- **Packet over SONET (POS):** οποιοδήποτε πακέτο στρώματος 3 (αλλά κυρίως προβλέπεται για το IP)

Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

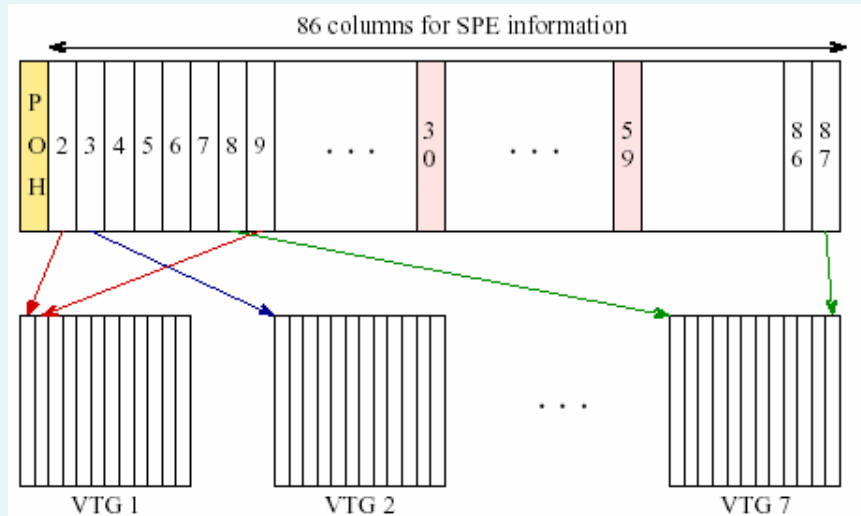
Virtual Tributaries (VTs)

- Τα VT παρέχουν συμβατότητα με τους προγενέστερους ρυθμούς «T» της ιεραρχίας PDH
- Συχνά ζεύξεις SONET/SDH μεταφέρουν channelized DS-0s (κανάλια φωνής)
- Ως «κανάλια φωνής» μπορεί να νοούνται και ροές πακέτων IP
- Μια ροή DS-0 δεν έχει καμία φαινομενική διαφορά με ένα κανάλι φωνής για έναν πάροχο δικτύου

Virtual Tributary Groups (VTG)

- Κάθε SPE διαιρείται ακριβώς σε 7 VTGs
- Κάθε VTG καταλαμβάνει 12 στήλες, ήτοι 108 bytes
- Οι υπόλοιπες 2 στήλες (30, 59) αγνοούνται (δεν μεταφέρουν δεδομένα)
- byte-interleaved VTGs μέσα σε ένα SPE

VTGs μέσα σε ένα SPE



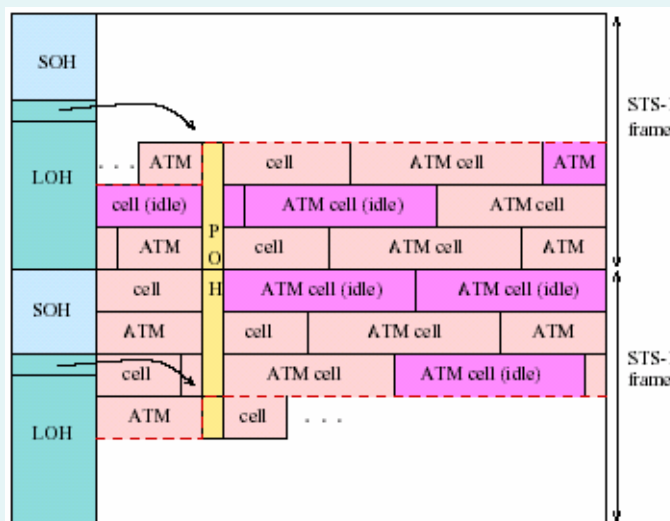
Δομή VTG

- Τα VTG δύνανται να φέρουν έναν εκ των επομένων 4 τύπων VTs:
 1. VT1.5 -> DS-1 transport (1.544 Mbps)
 2. VT2 -> E-1 transport (2.048 Mbps)
 3. VT3 -> DS-1C transport (3.152 Mbps)
 4. VT6 -> DS-2 transport (6.312 Mbps)
- Κάθε VTG μπορεί να φέρει μόνο ένα τύπο VT
- Κάθε ένα από τα 7 VTGs ενός SPE μπορεί να φέρει διαφορετικό τύπο VT (αν και σπάνια χρησιμοποιείται στην πράξη)

Το SONET ως Φυσικό Στρώμα του ATM

- Το ATM προβλέπεται να λειτουργεί απ'ευθείας πάνω από οπτικά τηλεπικοινωνιακά κανάλια (**Raw cell transport**)
 - ✓ Εισαγωγή κενών κελιών (*idle cell insertion*) για αποδέσμευση του ρυθμού μετάδοσης της πληροφορίας (*cell rate decoupling*)
 - ✓ Καμία πλεονασματική πληροφορία και ενθυλάκωση (προβλέπεται από τους μηχανισμούς του στρώματος ATM - *cell delineation*)
 - ✓ Αλλά τα κελιά ATM δεν μπορεί να τα επεξεργαστεί ο πάροχος του δικτύου ως μέσο μεταφοράς πληροφορίας ελέγχου/συντήρησης (*OAM*)
- **Εναλλακτικά Direct cell mapping: ATM cells μέσα σε SPE πλαισίων SONET**
 - ✓ Καμία πλεονασματική πληροφορία στο SPE πέραν του POH
 - ✓ Το πλαίσιο SONET χρησιμοποιείται για *OAM*

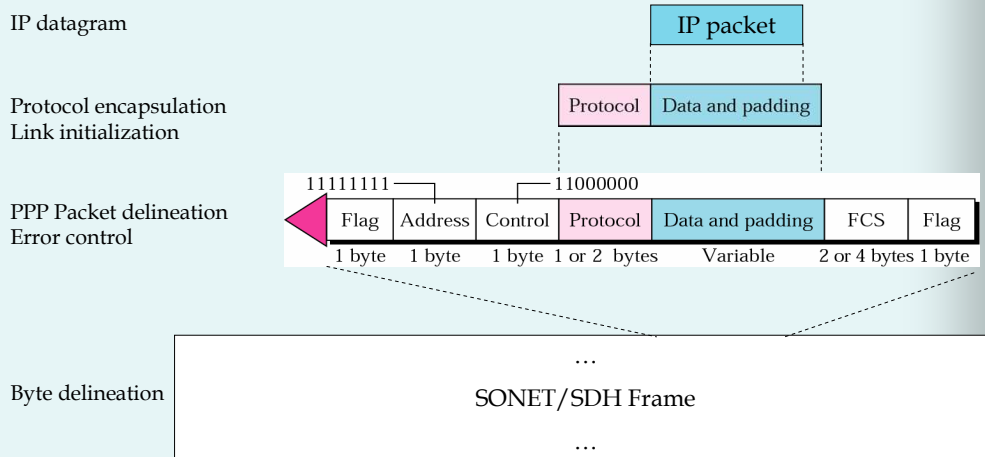
Direct cell mapping



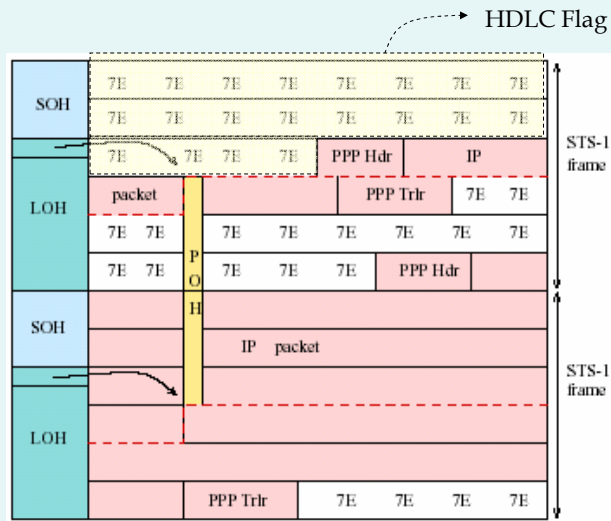
Το SONET ως Φυσικό Στρώμα Δικτύων Μεταγωγής Πακέτων

- Θα μπορούσαν και τα IP πακέτα (όπως στο ATM) να μεταδίδονται απ'ευθείας πάνω από το SONET?
 1. Απαιτείται ενθυλάκωση σε πλαίσια PPP/HDLC των οποίων η ουρά (trailer) μεταφέρει πληροφορία ελέγχου σφαλμάτων (error checking)
 2. Το πλαίσιο αυτό επιτρέπει ευθυγράμμιση του πακέτου εντός του
 3. Το πλαίσιο λειτουργεί ανεξαρτήτως του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιεί το πακέτο που φέρει (χρήση για πολλαπλά πρωτόκολλα)
- Χρήση PPP για ενθυλάκωση πακέτων και διαχείριση συνδέσεων (εγκατάσταση/παρακολούθηση φυσικής ζεύξης κλπ.)
- RFC 1619: PPP over SONET/SDH (PPP/HDLC για ευθυγράμμιση και διόρθωση σφάλματος σε επίπεδο πλαισίων)

PPP over SONET (IPoverSONET) (I)



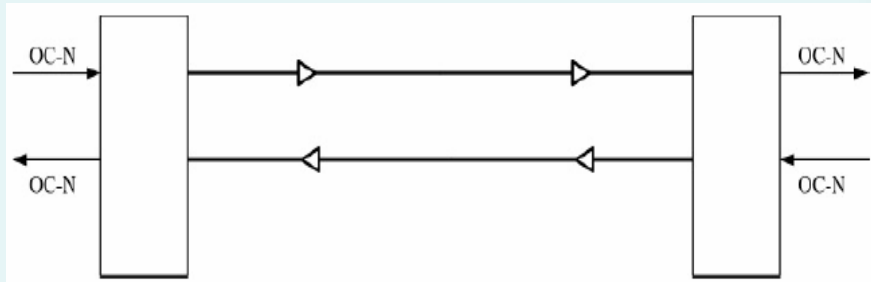
PPP over SONET (IPoverSONET) (II)



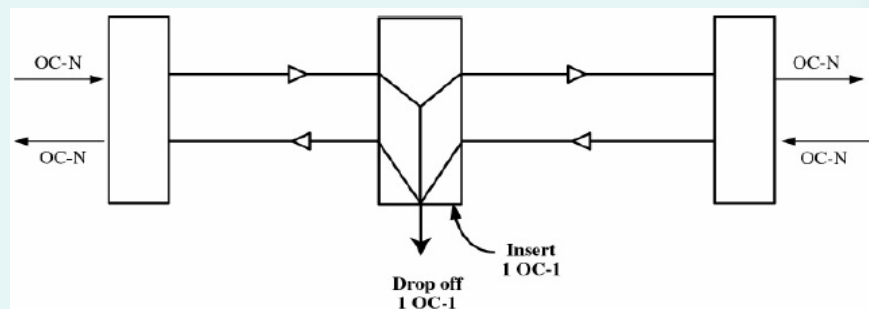
Τοπολογίες SONET/SDH

- Point-to-point
- Point-to-multipoint
- Hub and spoke
- Ring

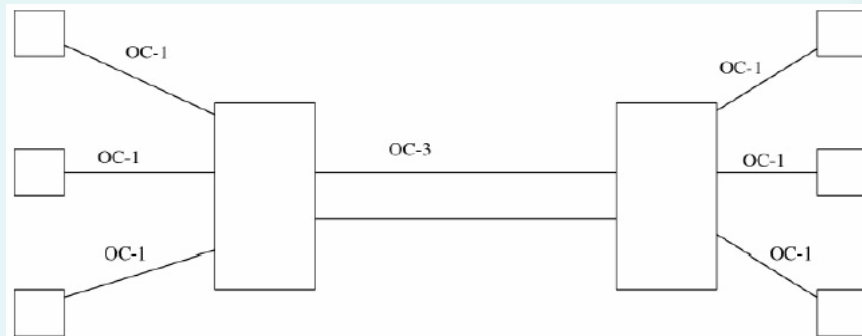
Point-to-point



Point-to-multipoint



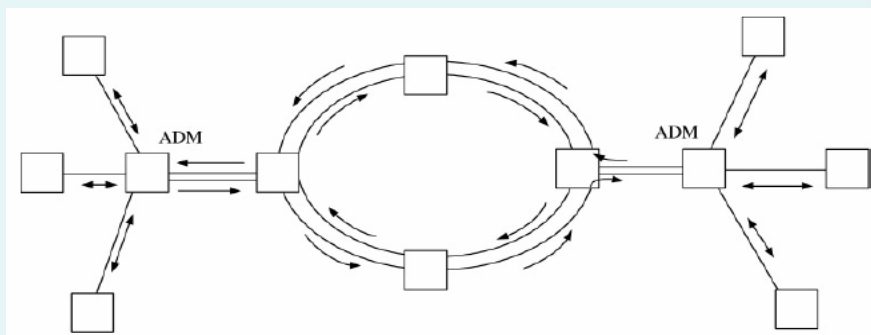
Hub and spoke



Οργανωδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Ring (Δακτύλιος)



Οργανωδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

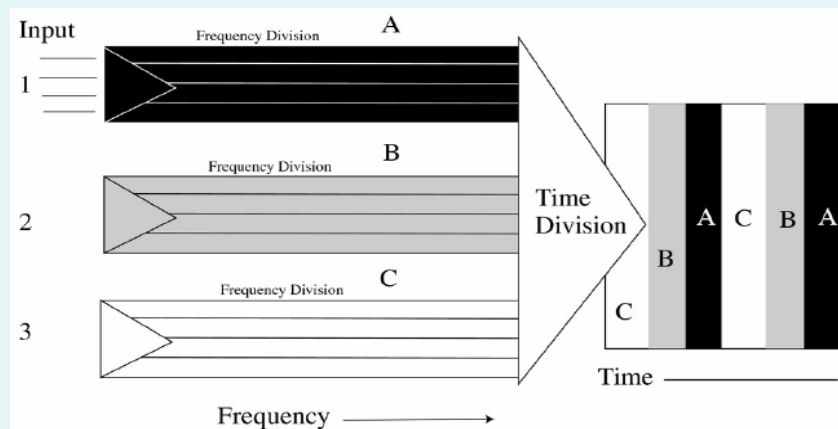
DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)

DWDM Επίπεδο	Αριθμός	Αριθμός OC-48	Αριθμός OC-192	Συνολικό throughput
1	1	1		2.5 Gbps
	2	2		5.0 Gbps
2	4	4		10 Gbps
	1		1	
3	8	8		20 Gbps
	2		2	
4	4 (υβριδικός)	2	2	25 Gbps
5	16	16		40 Gbps
	4		4	
6	8 (υβριδικός)	4	4	50 Gbps
7	32 (υβριδικός)	32	8	80 Gbps
8	16	12	4	100 Gbps
9	16		16	160 Gbps
10	32 (υβριδικός)	16	16	200 Gbps
11	32		32	320 Gbps

Οργανωδίκης Θεωρίας

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Συνδυασμός FDM και TDM



Οργανωδίκης Θεωρίας

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Τυπικός πολυπλέκτης

