

Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

SDH
Synchronous Digital Hierarchy



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

SONET/SDH

- **Εισαγωγή**
- **Δομή Δικτύου SONET/SDH**
- **Πλαισίωση**
 - ✓ Πλαισίωση SONET
 - ✓ Πλαισίωση SDH
- **Τοπολογίες SONET/SDH**

Εισαγωγή-SONET/SDH

- **Τι είναι τα SONET /SDH?**
 - ✓ Πρότυπα Οπτικών Συστημάτων
 - ✓ Υλοποίηση και σε άλλα φυσικά μέσα
- **SONET - Synchronous Optical Network**
 - ✓ 1985 αναπτύχθηκε από την Bellcore το Synchronous Optical Network (SONET).
 - ✓ Υιοθετήθηκε από τον ANSI
- **SDH- Synchronous Digital Hierarchy**
 - ✓ Αντίστοιχο πρότυπο για την Ευρώπη από την CCITT
- **SONET vs SDH**
 - ✓ Διαφέρουν μόνο σε δευτερεύοντα χαρακτηριστικά
 - ✓ Ίδιες υποδομές

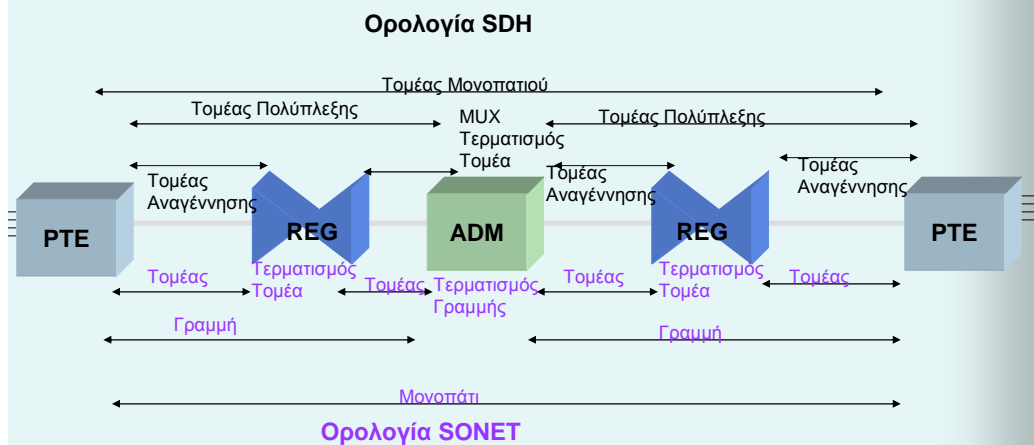
Βασικά Χαρακτηριστικά

- **Οπτικό δίκτυο πρώτης γενιάς**
- **Τοπολογία συγκέντρωσης κίνησης σημείο-προς-σημείο (Point-to-point trunking)**
- **Αντικαταστάτης της ιεραρχίας PDH**
- **Σύγχρονη (synchronous) μετάδοση**
- **Λειτουργίες διαχείρισης (OAM)**

Στοιχεία Δικτύου SONET/SDH

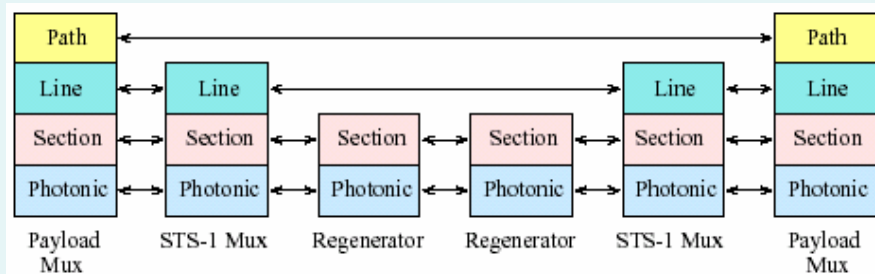
- Τερματικά και Τερματικοί Πολυπλέκτες
- Αναγεννητές σήματος
- Add/Drop Πολυπλέκτες
- Digital cross-connect system (DCS ή DXC)

Δομή Δικτύου SONET/SDH



Διαστρωμάτωση κατά SONET

- Το SONET είναι τεχνολογία φυσικού στρώματος κατά OSI



Οπτικό Στρώμα (Photonic Layer)

- **Ρόλος:** Μετάδοση bits δια μέσω της οπτικής ίνας
- **Βασική λειτουργία:** μετατροπή STS frames σε οπτικά OC bit σήματα
- **Δεν χρησιμοποιείται πλεονάζουσα πληροφορία (overhead)** απλώς ψηφιακός συρμός από 0 και 1

Στρώμα Τμήματος (Section Layer)

- Τμήμα αναγέννησης σήματος επάνω στη γραμμή ζεύξης (Regenerator section of transmission link)
- Λειτουργικότητα:
 - ✓ Παρακολούθηση σφαλμάτων τμήματος (section error monitoring)
 - ✓ Πλαισίωση (framing)
 - ✓ Αναδιάταξη (signal scrambling)
- 9-byte SOH: όλη η πληροφορία που απαιτείται για την εκτέλεση των παραπάνω λειτουργιών
- Η πληροφορία SOH δημιουργείται/χρησιμοποιείται από συσκευές τερματισμού τμημάτων (section-terminating equipment -STE)

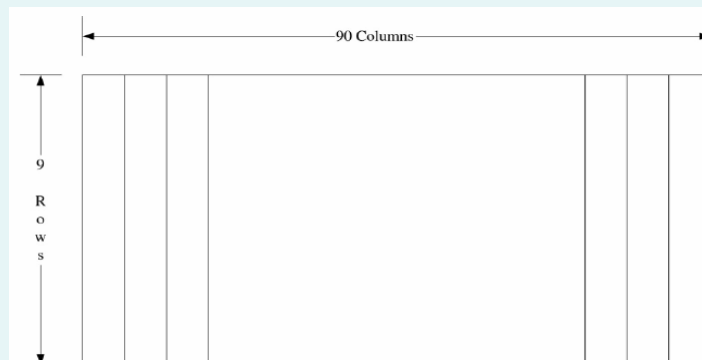
Στρώμα Γραμμής (Line Layer)

- Εκτείνεται μεταξύ των ορίων διαχείρισης και συντήρησης δύο ανεξάρτητων συσκευών SONET (π.χ. ADMs), εκτός αναγεννητών (regenerators)
- Διαχειρίζεται τη μετάδοση φορτίου SONET (payloads) ενθυλακωμένων σε συρμούς πλαισίων STS
- Παρέχει
 - ✓ πολύπλεξη και συγχρονισμό (π.χ. πολλαπλά STS-1s σε ένα STS-N)
 - ✓ Λειτουργίες προστασίας και συντήρησης
 - ✓ Χρήση 18-byte LOH δημιουργείται/χρησιμοποιείται από συσκευές τερματισμού γραμμών (line-terminating equipment -LTE)

Στρώμα Μονοπατιού (Path Layer)

- Αφορά τη μετάδοση απ' άκρου σε άκρο (end-to-end) π.χ. πελάτη-προς-πελάτη
- Μεταφέρει ολόκληρες υπηρεσίες δικτύου (DS-3s, ATM cells, κλπ)
- Χρησιμοποιεί το πεδίο 9-byte POH μέρος του SPE, το οποίο διέρχεται αναλοίωτο από τα στρώματα γραμμής και τμημάτων (τα χαμηλότερα στρώματα το μεταχειρίζονται ως "data")
- Οι αντίστοιχες συσκευές που το υλοποιούν (Path-terminating equipment -PTE) ανήκουν συνήθως στους χρήστες/πελάτες (customer's premises -CPE)

Το πλαίσιο του SONET



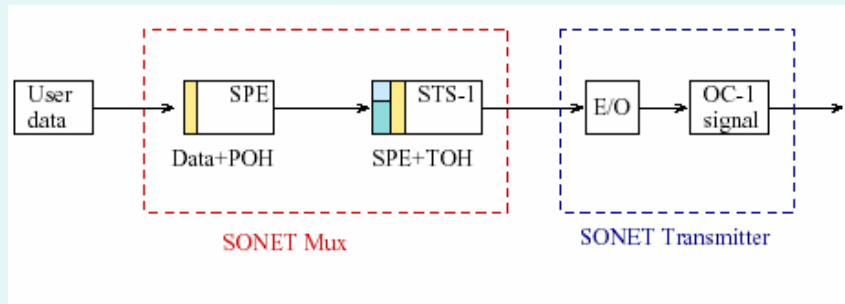
Το σήμα SONET

Η ιεραρχία SONET			
Ηλεκτρικό σήμα	Οπτική τιμή	Ταχύτητα	Χωρητικότητα
STS-1	OC-1	51.84 Mbps	28 DS-1 ή 1 DS-3
STS-3	OC-3	155.520 Mbps	84 DS-1 ή 3 DS-3
STS-12	OC-12	622.08 Mbps	336 DS-1 ή 12 DS-3
STS-24	OC-24	1.244 Gbps	672 DS-1 ή 24 DS-3
STS-48	OC-48	2.488 Gbps	1344 DS-1 ή 48 DS-3
STS-192	OC-192	9.95 Gbps	5376 DS-1 ή 192 DS-3
STS-768	OC-768	40 Gbps	21504 DS-1 ή 768 DS-3

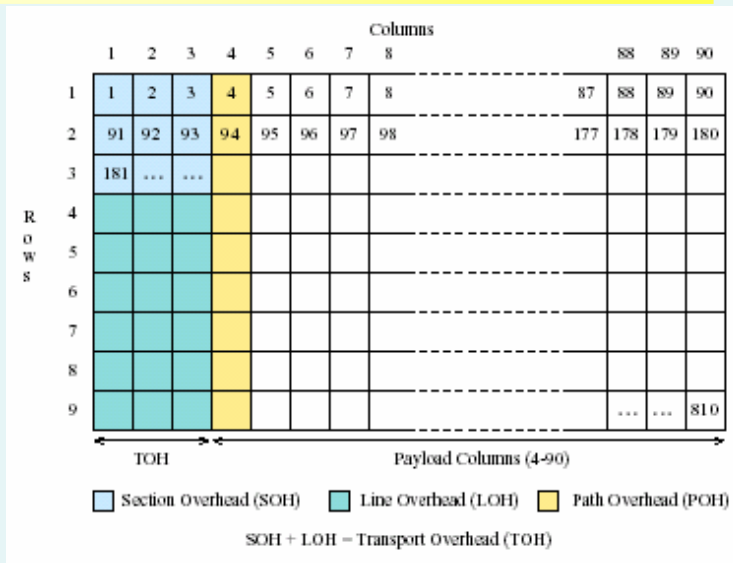
Διαφορές STS/OC

- **Synchronous Transport Signal N (STS-N):**
 - ✓ Δομή πλαισίου SONET ζεύξης μετάδοσης N-επιπέδων
 - ✓ Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά SONET (ιεραρχία πολύπλεξης, δομή πλαισίου, πλεονάζουσες λειτουργίες)
- **Optical Carrier N (OC-N):**
 - ✓ Χαρακτηριστικά μετάδοσης σε ζεύξη μετάδοσης N-επιπέδων
 - ✓ Επιπλέον προδιαγραφές πομπού-δέκτη
 - ✓ Οπτικό μέρος των προδιαγραφών SONET
- **Synchronous Transport Module (STM):** αναφέρεται και στην ηλεκτρική και στην οπτική εκδοχή των προδιαγραφών SDH

Διαφορές STS/OC



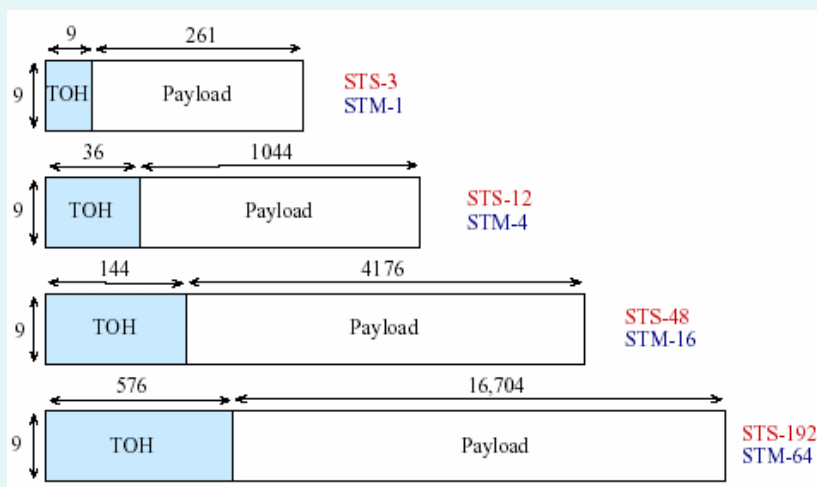
Δομή πλαισίου STS-1 (I)



Δομή πλαισίου STS-1 (II)

- 810 bytes, (λογικά) οργανωμένα σε 9 γραμμές των 90 bytes
- Ένα πλαίσιο (frame) αποστέλλεται κάθε 125 sec
- 8 810 bits/frame 8000 frames/sec = 51.84 Mbps
- Transport Overhead (TOH): 27 bytes (πρώτες 3 στήλες)
- 9 bytes section overhead (SOH) (πρώτες 3 γραμμές)
- 18 bytes line overhead (SOH) (τελευταίες 6 γραμμές)
- Synchronous Payload Envelop (SPE): 783 bytes (τελευταίες 87 στήλες)
- 9 bytes path overhead (POH) (πρώτη στήλη)
- 774 bytes user data (τελευταίες 86 στήλες)

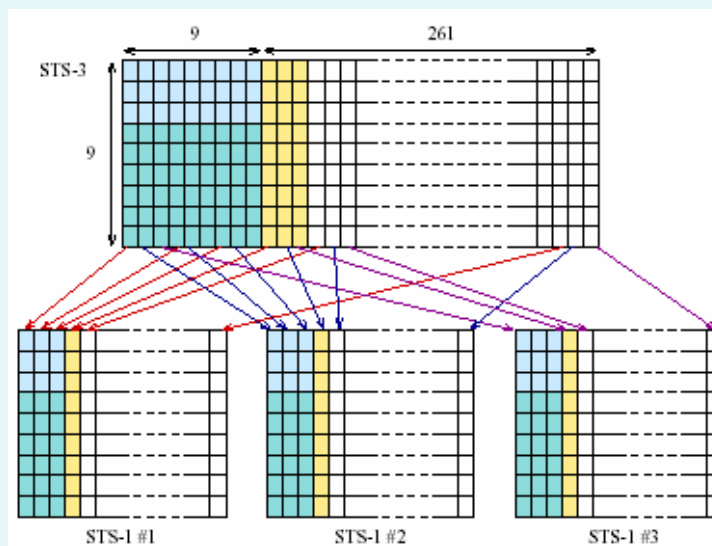
Δομή πλαισίου STS-N



Channelized STS-1N

- Ένα STS-N frame πολυπλέκει N ανεξάρτητα STS-1 frames
 - ✓ *N* overhead bytes
 - ✓ *N* payloads
- Πολύπλεξη με τεχνική Byte-interleaving των STS-1 frames
 - ✓ *direct add/drop multiplexing*
 - ✓ Αποφεύγει τη συσσώρευση καθυστέρησης για σήματα φωνής

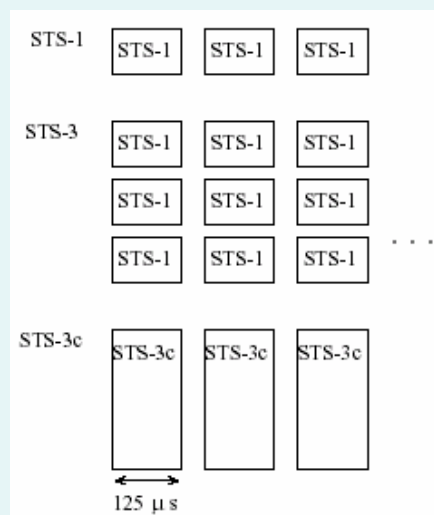
Δομή πλαισίου STS-3



Unchannelized STS-1N

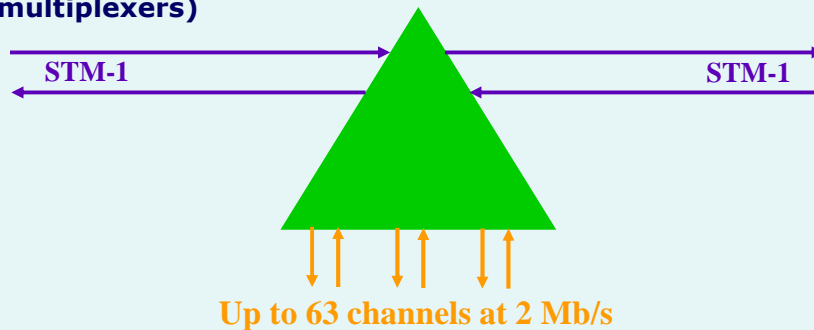
- Παρέχει τον ισοδύναμο STS-N ρυθμό χωρίς να πολυπλέκει N STS-1 frames
- "Concatenation"! STS-3c (OC-3c), STS-12c (OC-12c),
- Π.χ.: STS-3c
 - ✓ 9 bytes TOH (TOH παραμένει ανεξάρτητα)
 - ✓ Μονό SPE στο εύρος στηλών 10-270
 - ✓ Μόνο μία στήλη POH

Σύγκριση STS-3 με STS-3c



Synchronous Digital Hierarchy

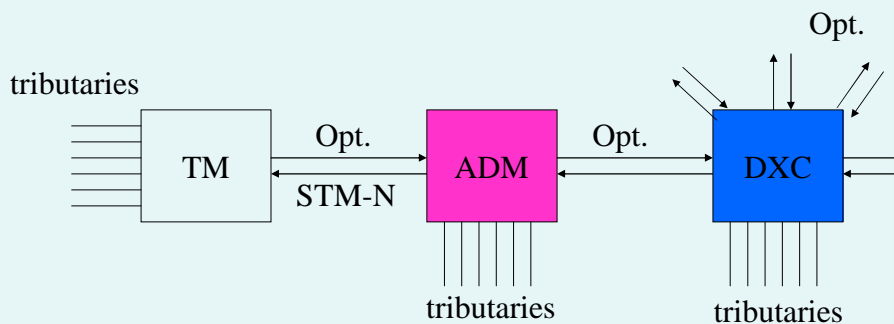
- Όλοκληρο το δίκτυο λειτουργεί με κοινό ρολόι
- Πολύπλεξη ροών με πλαίσια διάρκειας 125 μ s
- Κάθε κανάλι σε κάθε ροή μπορεί να διατηρεί το δικό του ρολόι (πολύπλεξη σημάτων PDH πάνω από SDH)
- Βασική αρχιτεκτονική με χρήση των ADM (Add-drop multiplexers)



Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Στοιχεία Δικτύου SDH



Tributaries =
lower levels

TM = Terminal Multiplexer
ADM = Add/Drop Multiplexer
DXC = Digital Cross Connect

Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Επίπεδα SDH/SONET

- **SONET: Synchronous Optical Network**

✓ Η Αμερικάνικη εκδοχή της SDH

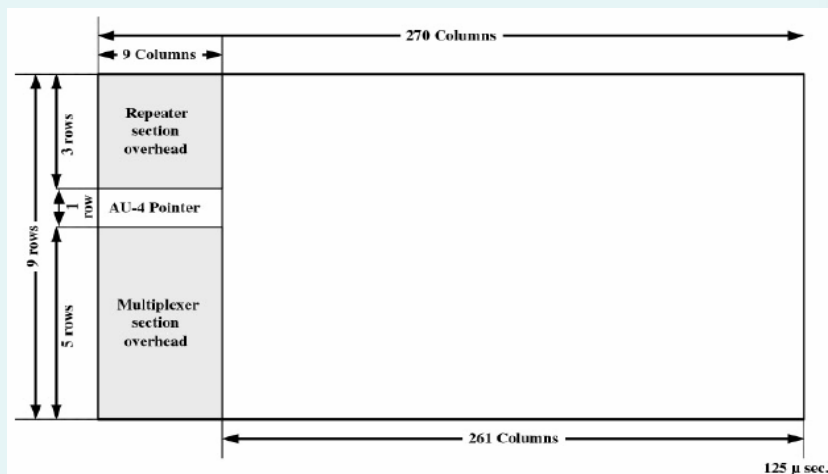
Data rate	ITU	USA-Elec.	USA-Opt.
51.84		STS-1	OC-1
155.52	STM-1	STS-3	OC-3
466.56	STM-3	STS-9	OC-9
622.08	STM-4	STS-12	OC-12
933.12	STM-6	STS-18	OC-18
1244.16	STM-8	STS-24	OC-24
1866.24	STM-12	STS-36	OC-36
2488.32	STM-16	STS-48	OC-48

Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

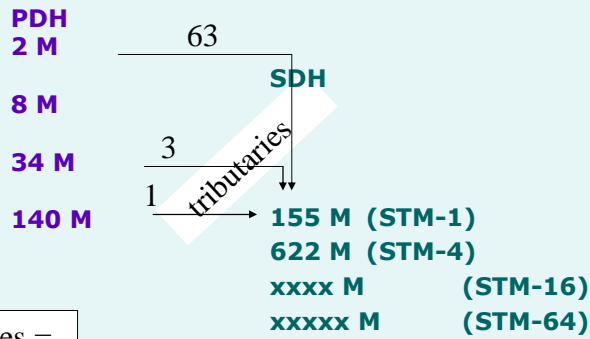
- **Το STM-1 πλαίσιο**



Οργανουδάκης Θεοφάνης

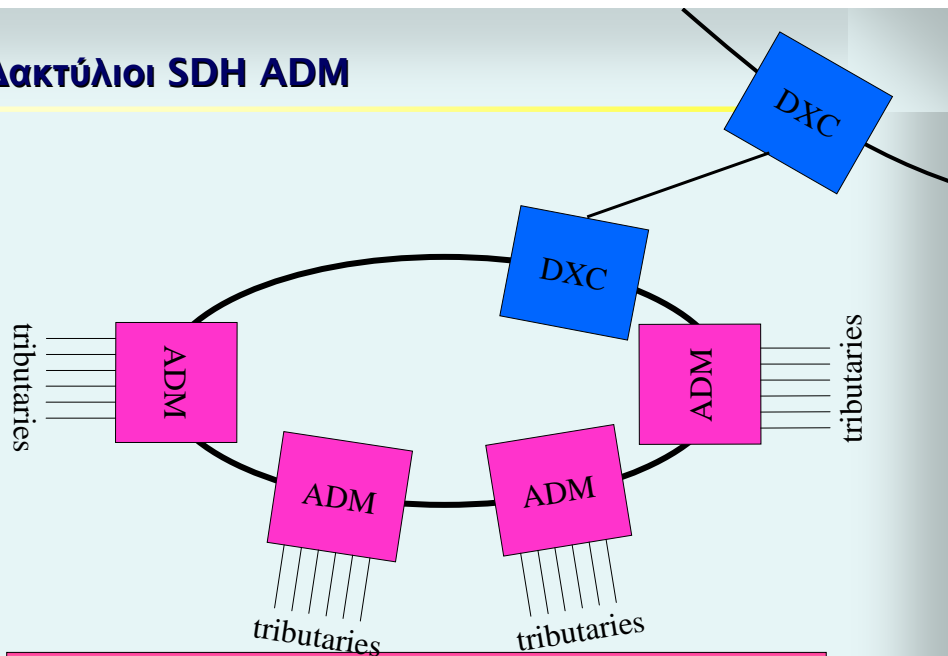
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Σύζευξη PDH & SDH



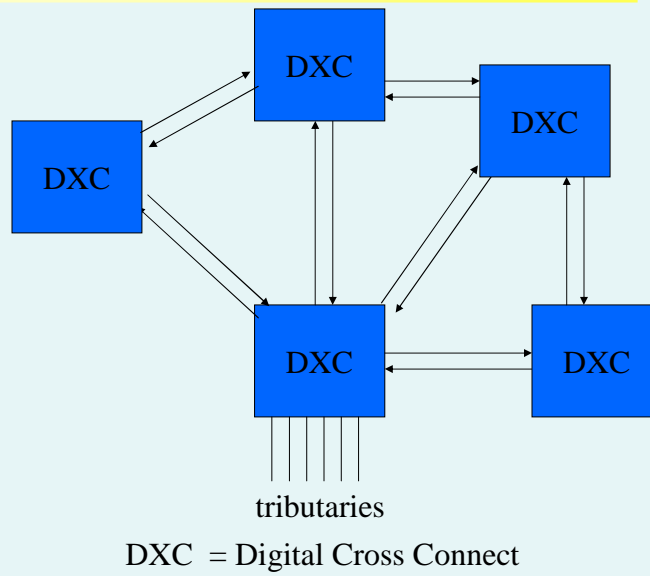
Tributaries = lower levels

Δακτύλιοι SDH ADM



ADM = Add/Drop Multiplexer DXC = Digital Cross Connect

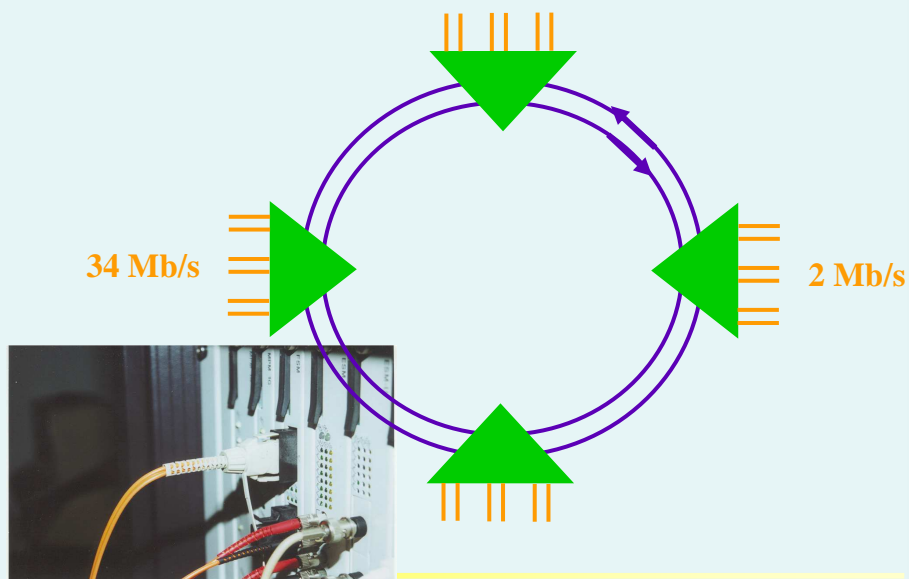
Τοπολογία “Mesh” με Χρήση Διακοπών DXC



Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

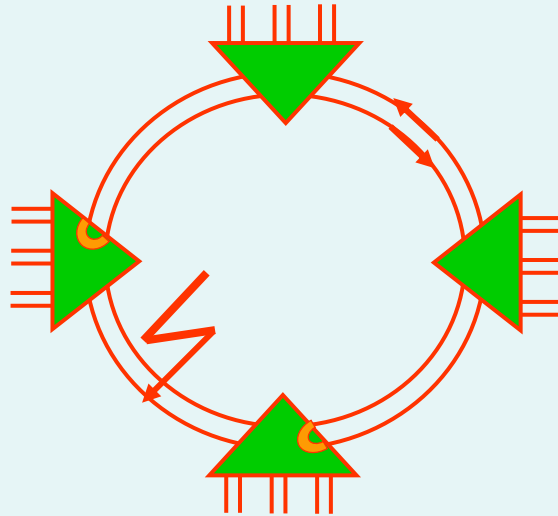
Δακτύλιοι SDH



Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

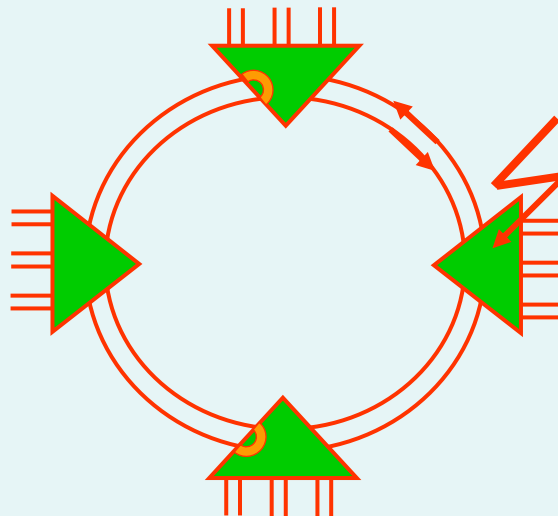
Ασφάλεια SDH (I)



Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Ασφάλεια SDH (II)

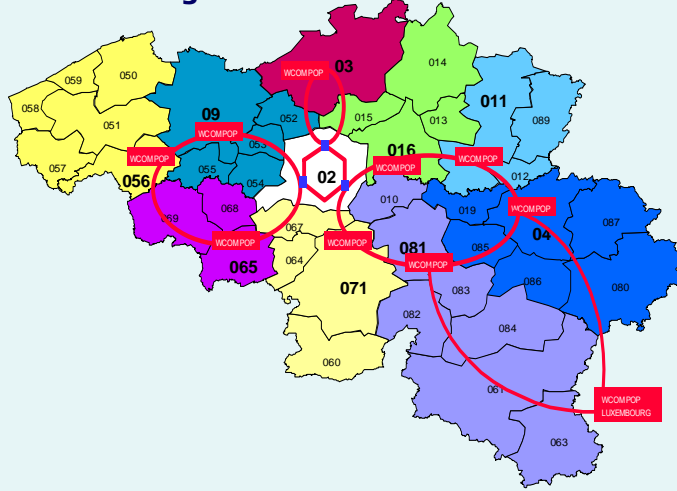


Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Παράδειγμα Γεωγραφικής Κάλυψης με SDH

- The Worldcom Belgian Network



Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου