



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης

Ενότητα 9: Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (SDH)

Μιχαήλ Λογοθέτης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Σκοποί ενότητας

- Εισαγωγικά στοιχεία για την τεχνολογία της σύγχρονης ψηφιακής ιεραρχίας
- Παρουσίαση της αρχιτεκτονικής της σύγχρονης ψηφιακής ιεραρχίας
- Περιγραφή των στρωμάτων σύγχρονης ψηφιακής ιεραρχίας
- Περιγραφή των τεχνολογιών εξέλιξης των δικτύων SONET/SDH



Περιεχόμενα ενότητας

- ❑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ❑ Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SDH
- ❑ Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ SDH
- ❑ ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ SONET
- ❑ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ SONET/SDH



Περιεχόμενα ενότητας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SDH

Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ SDH

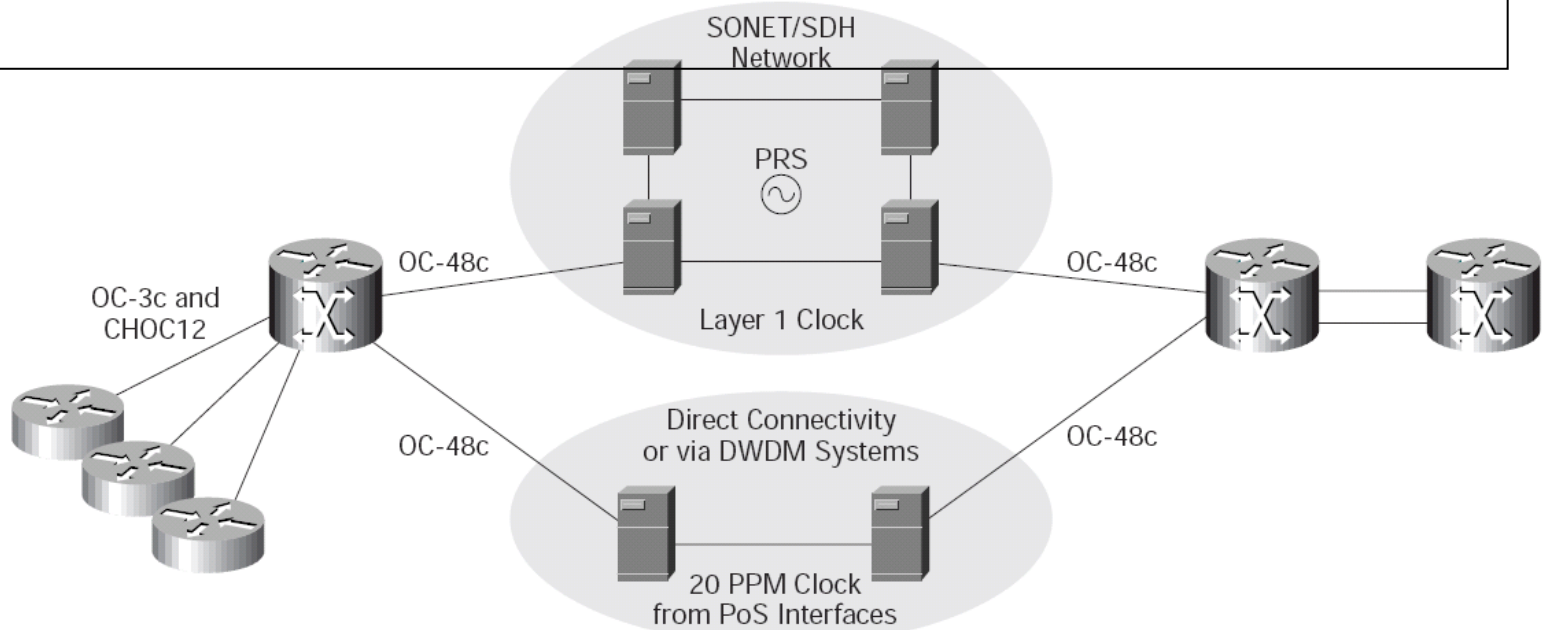
ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ SONET

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ SONET/SDH



Εισαγωγή

- Το SONET και το SDH είναι ένα σύνολο διεπαφών (interfaces) σε ένα οπτικό σύγχρονο δίκτυο. Το SONET και το SDH συνθέτουν σύγχρονα δίκτυα.
- Το δίκτυο αποτελείται από στοιχεία δικτύου (Network Elements - NE) τα οποία προσαρμόζονται σε αυτές τις διασυνδέσεις. Οι διασυνδέσεις SONET/SDH καθορίζουν όλα τα στρώματα από το φυσικό μέχρι της εφαρμογής.
- **Η μετάβαση στα συστήματα οπτικής μετάδοσης συνοδεύτηκε από μετάβαση σε νέα σύγχρονη αρχιτεκτονική, που σημαίνει ότι η SONET/SDH εκτελεί πολυπλεξία με αυστηρά πολυπλεξικό τρόπο διαίρεσης χρόνου (TDM).**



Περιεχόμενα ενότητας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SDH

Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ SDH

ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ SONET

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ SONET/SDH



Η αρχιτεκτονική SDH (1/31)

Πλησιόχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία - PDH

- Η παλμοκωδική διαμόρφωση (PCM) χρησιμοποιείται για τη μετατροπή αναλογικών σημάτων φωνής σε ψηφιακές ροές bit
- Αμερικάνικο πρότυπο πολύπλεξης (1965): 24 κανάλια πολυπλέκονται μαζί με ένα bit "πλαισίωσης", ώστε να σχηματίσουν ένα σήμα 1,544 Mbit/s, που ονομάστηκε Digital Stream -1 (DS-1)
- Ευρωπαϊκό πρότυπο πολύπλεξης (1968): 30 κανάλια πολυπλέκονται μαζί με ένα κανάλι για την πλαισίωση και ένα για τη σηματοδότηση, ώστε να σχηματίσουν ένα σήμα 2,048 Mbit/s, γνωστό ως E-1



Η αρχιτεκτονική SDH (2/31)

Πλησιόχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία - PDH

Στην Ευρώπη

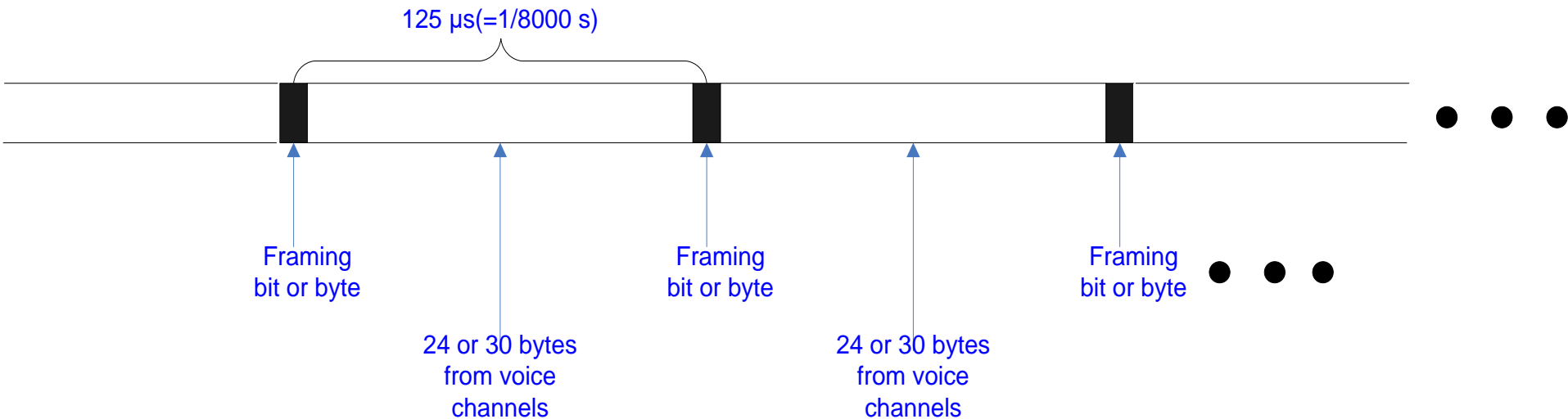
- 4 E-1s κάνουν 1 E-2, περίπου στα 8 Mb/s
- 4 E-2s κάνουν 1 E-3 στα 34 Mb/s
- 4 E-3s κάνουν 1 E-4 στα 140 Mb/s
- 4 E-4s κάνουν 1 E-5 (μη τυποποιημένο) στα 565 Mb/s

Στην Αμερική

- 4 DS1 (T-1) δίνουν 1 DS2 περίπου 6 Mbps (T-2)
- 7 DS2 (T-2) δίνουν 1 DS3 περίπου 44Mbps (T-3)
- 6 DS3 (T-3) δίνουν 1 DS4 περίπου 274 Mbps (T-4)

Η αρχιτεκτονική SDH (3/31)

Πλησιόχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία - PDH



Δομή ενός DS-1 ή ενός E-1 stream

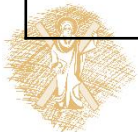
Η πλαισίωση είναι μία μέθοδος υπόδειξης της εκκίνησης μέτρησης των καναλιών, ώστε ο αποπολυπλέκτης να γνωρίζει ποιο είναι το κανάλι 1, 2, κτλ

Η αρχιτεκτονική SDH (4/31)

Αριθμός Επιπέδων Πολυπλεξίας	Αριθμός Καναλιών Φωνής	Ρυθμός (Mbps) Μετάδοσης (Β. Αμερική)	Ρυθμός (Mbps) Μετάδοσης (Ευρώπη)	Ρυθμός (Mbps) Μετάδοσης (Ιαπωνία)
0	1	0.064	0.064	0.064
1	24	1.544	2.048	1.544
	30	3.152		3.152
	48			
2	96	6.312	8.448	6.312
	120			
3	480	44.376	34.368	32.064
	672			
	1344			97.728
	1440			
4	1920	274.176	139.267	397.200
	4032			
	5760			
5	7680		565.148	

Πλησιόχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (PDH) ανά τον Κόσμο

Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης – Ενότητα 9: Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (SDH)



Η αρχιτεκτονική SDH (5/31)

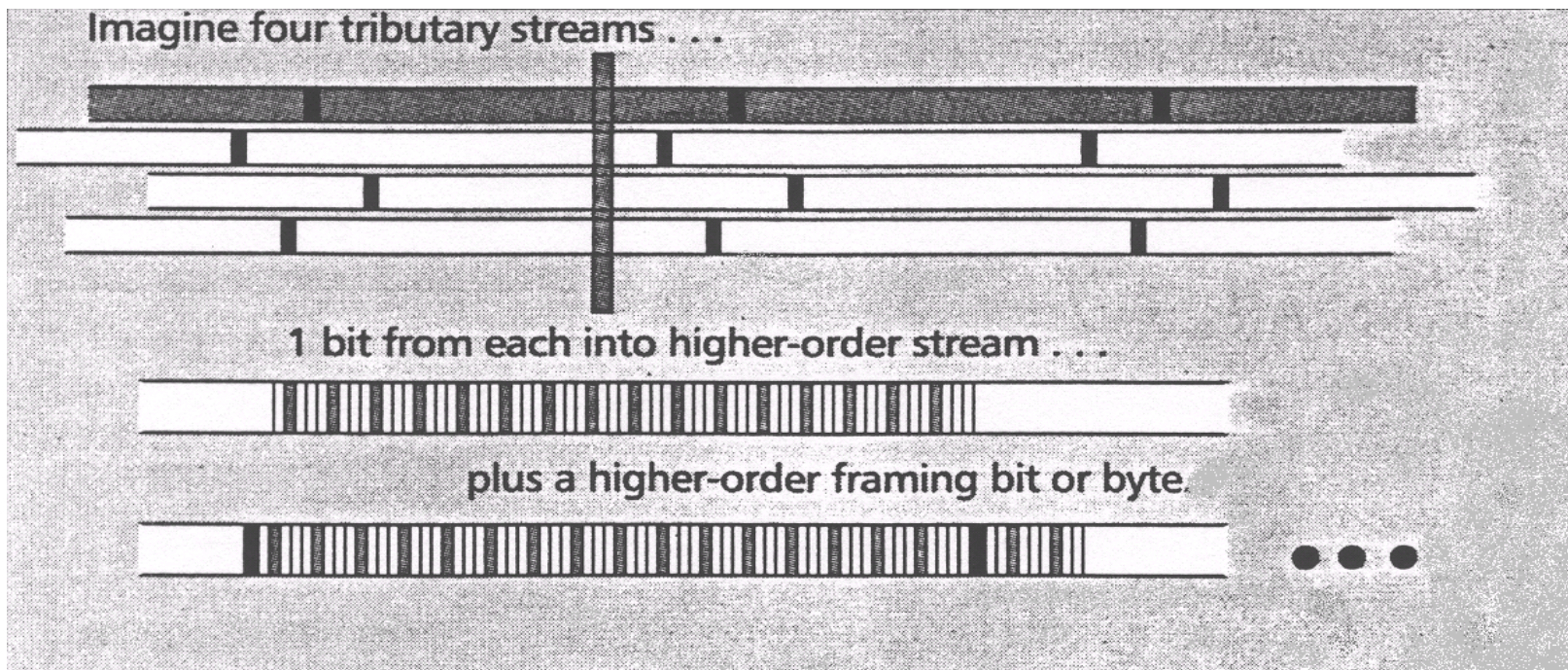
Ονοματολο γία Σήματος	Ρυθμός Μετάδοσης	Δομή	Αριθμός Ψηφιακών Ρευμάτων DS0
DS0	64 Kbps	Χρονοθυρίδα	1
DS1	1.544 Mbps	24xDS0	24
DS1c	3.132 Mbps	2xDS1	48
DS2	6.312 Mbps	2xDS1c	96
DS3	44.736 Mbps	7xDS2	672
DS4	274.176 Mbps	6xDS3	



Ψηφιακή Ιεραρχία Β. Αμερικής

Η αρχιτεκτονική SDH (6/31)

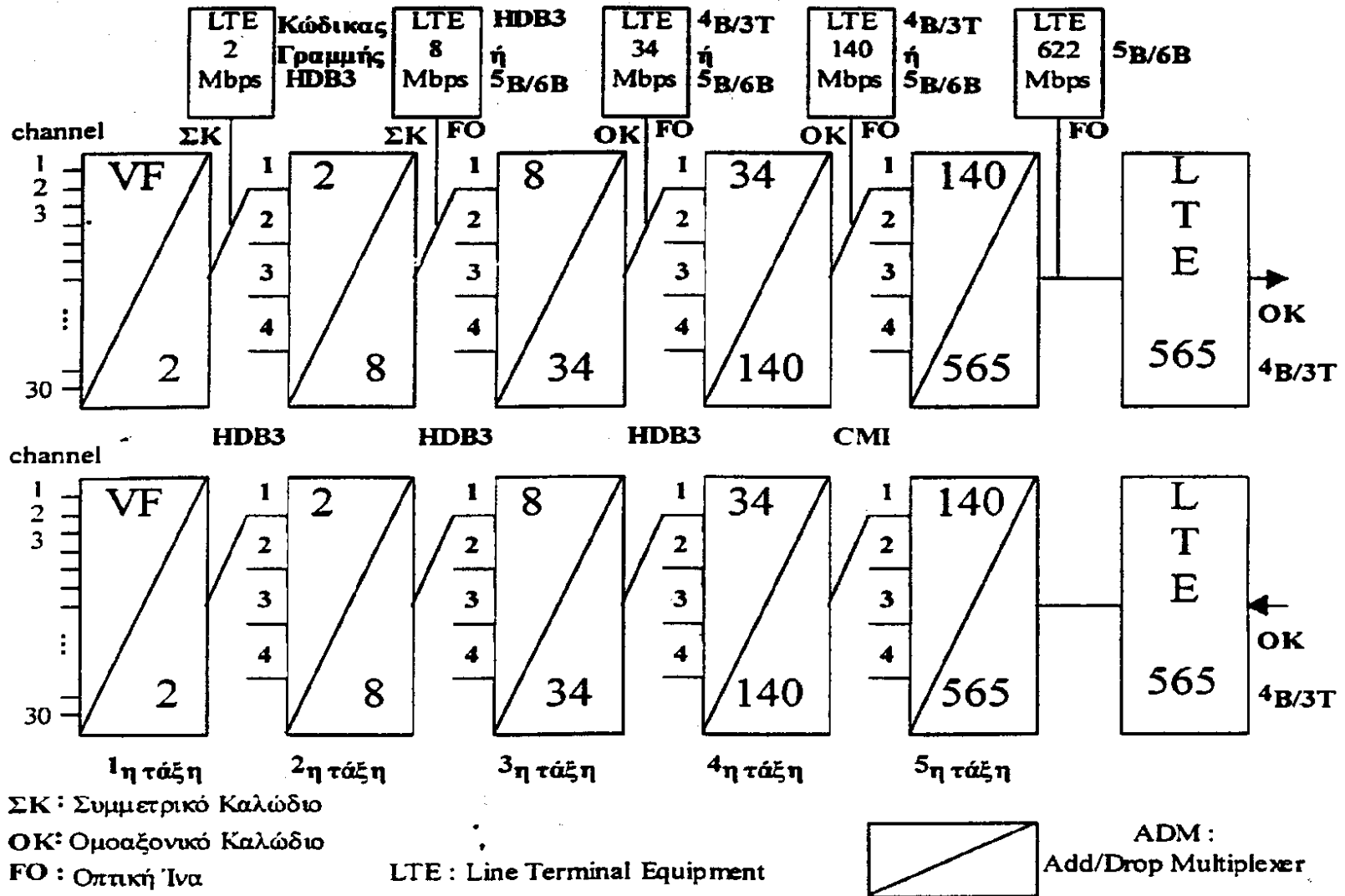
- Βόρειο-Αμερικανική Ιεραρχία: λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι τα ρολόγια των παράλληλων εισόδων είναι όλα ελαφρώς διαφορετικά → Πλησιόχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (Plesiochronous Digital Hierarchy - PDH)
- Η μέθοδος PDH είναι η βάση για όλα τα τωρινά εγκατεστημένα συστήματα ψηφιακής μετάδοσης, εκτός από τα SONET/SDH



Η PDH πολυπλεξία με τη μέθοδο του bit interleaving



Η αρχιτεκτονική SDH (7/31)



Διάγραμμα Σχηματισμού PCM Ανώτερης Τάξης στον ΟΤΕ

Η αρχιτεκτονική SDH (8/31)

Το Σύγχρονο Δίκτυο

Η PDH μέθοδος παρουσιάζει δύο βασικά προβλήματα:

Κάθε φορά που πρέπει να εξαχθεί μία ροή (π.χ. E-1) από μία ροή υψηλότερης τάξης (π.χ. E-4), πρέπει να εκτελεστούν οι 3 πράξεις πολύπλεξης που δημιούργησαν το E-4

Η ύπαρξη των πολυπλεκτών αυξάνει την πολυπλοκότητα λειτουργιών, όπως η μέτρηση απόδοσης λειτουργίας, επαναδρομολόγηση σημάτων μετά από βλάβες, κτλ

Η νέα μέθοδος πολύπλεξης ονομάζεται Synchronous Digital Hierarchy – SDH (Ευρώπη) και Synchronous Optical Network – SONET (Αμερική)



Η αρχιτεκτονική SDH (9/31)

Ποιες καινούριες μέθοδοι θα μπορούσαν:

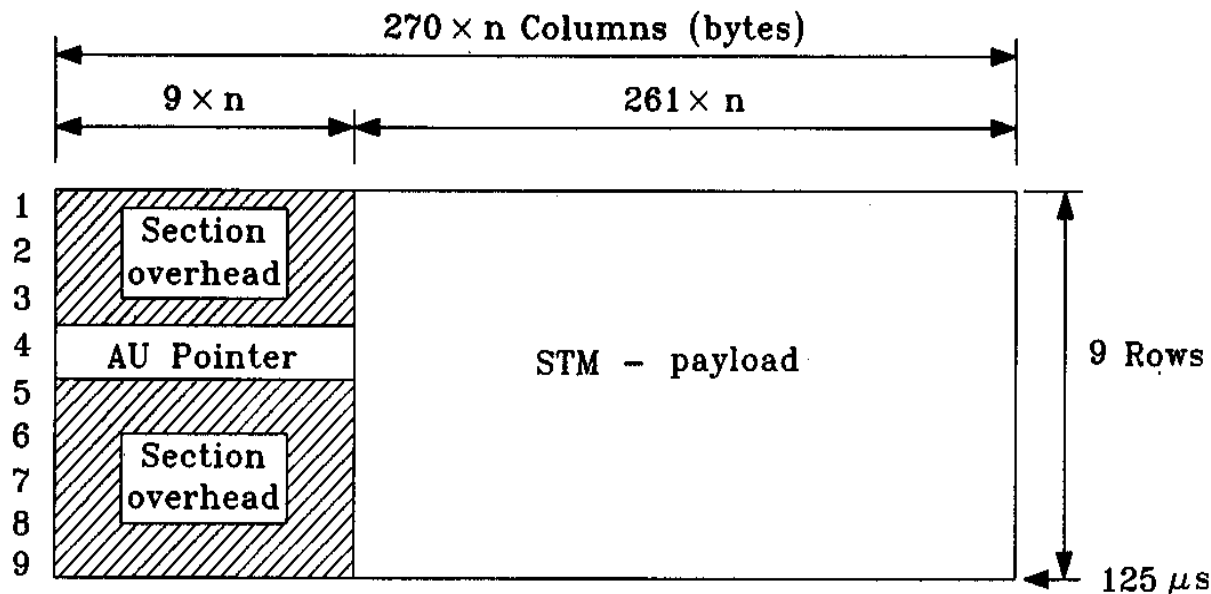
- να εκμεταλλευθούν το ολικά συγχρονισμένο δίκτυο;
- να ενοποιήσουν τα Ευρωπαϊκά και Β. Αμερικανικά πρότυπα;
- να χρησιμοποιηθούν και με οπτικές ίνες και με ασύρματο;
- να βάλουν κάποια νοημοσύνη στους πολυπλέκτες για την επίλυση προβλημάτων συντήρησης και λειτουργιών και ιδιαίτερα της προστασίας της μεταγωγής;
- να κάνουν διαχειρίσιμα τα δίκτυα πολλών πωλητών;
- να είναι συμβατά με τις υπάρχουσες PDH ροές;



Η αρχιτεκτονική SDH (10/31)

Synchronous Digital Hierarchy – SDH

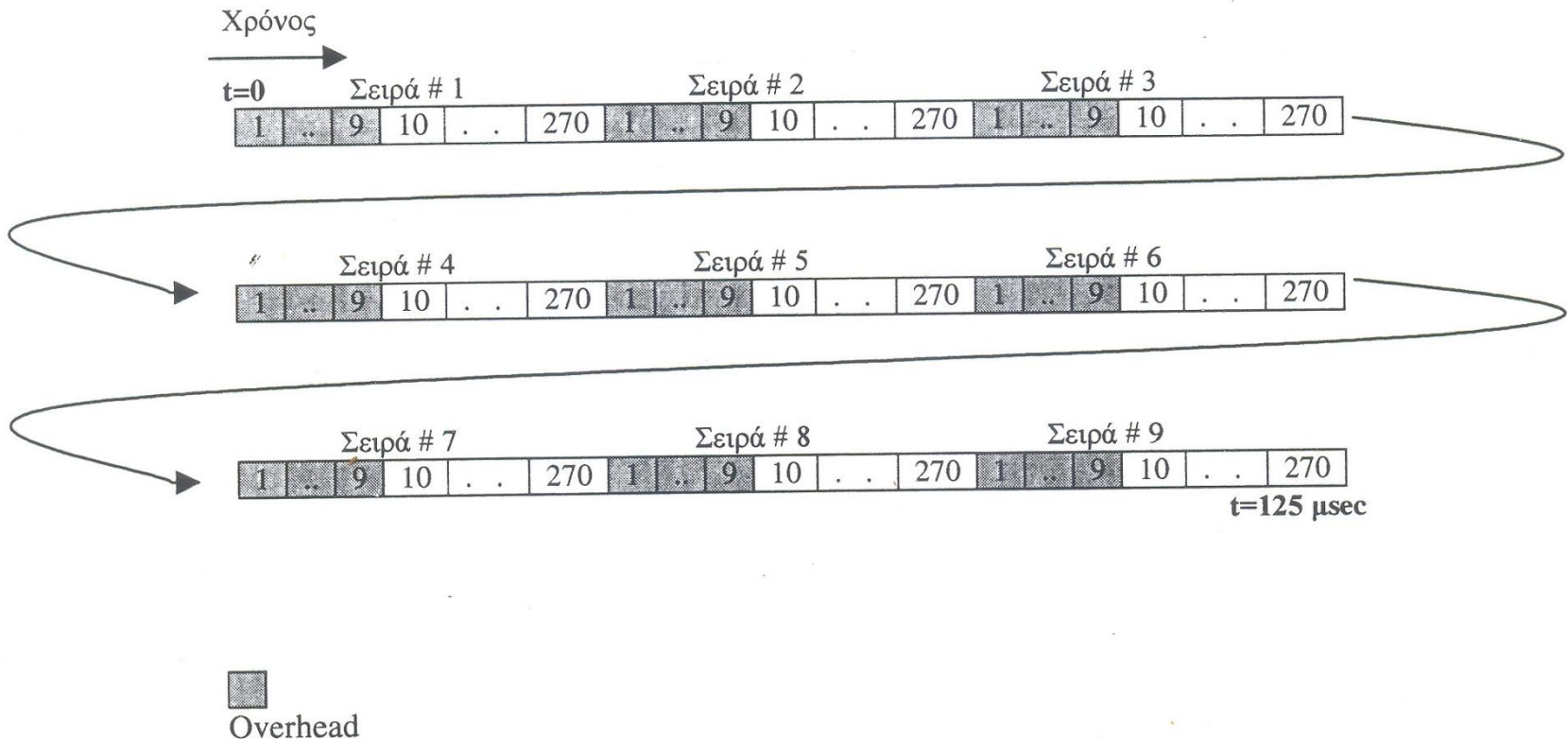
Στο SDH διατηρείται η βασική σταθερά χρόνου των 8000 πλαισίων ανά δευτερόλεπτο (125 μ s)



- Το μεγαλύτερο μέρος του ορθογωνίου αναφέρεται στη μεταδιδόμενη πληροφορία (261×9 bytes)
- Το VC (Virtual Container) περιέχει το τμήμα πληροφορίας του χρήστη και πληροφορίες διαδρομής

Η αρχιτεκτονική SDH (11/31)

Synchronous Digital Hierarchy – SDH

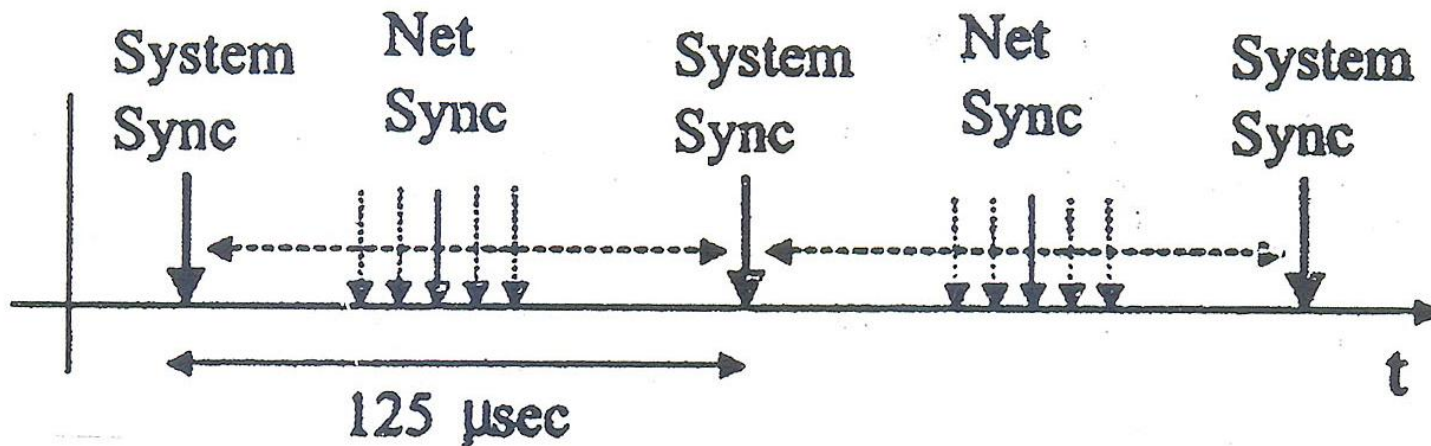


Μετάδοση STM-1 πλαισίου για το SDH

Η αρχιτεκτονική SDH (12/31)

Synchronous Digital Hierarchy – SDH

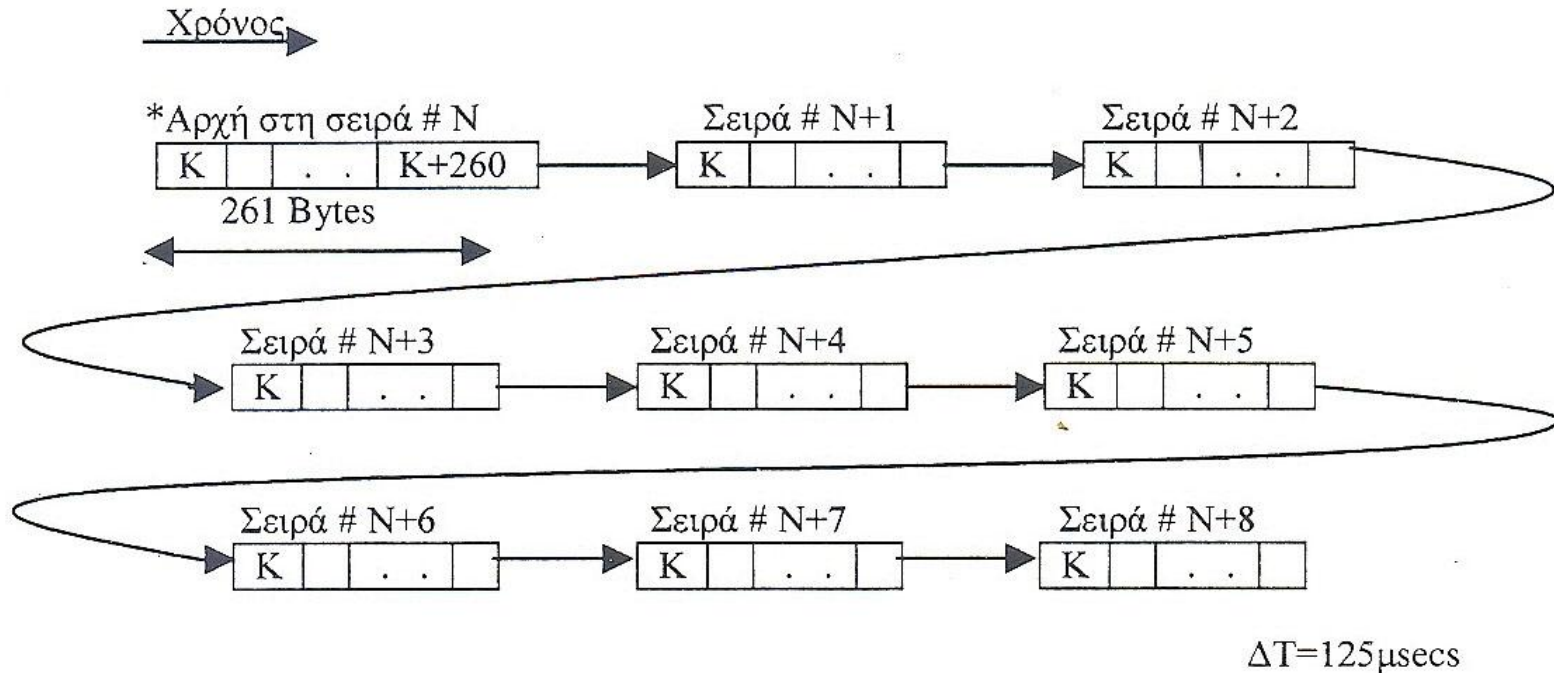
Όταν ένα πλαίσιο λαμβάνεται από ένα κόμβο η αρχή του πλαισίου δεν είναι απαραίτητως συγχρονισμένη με την αρχή του πλαισίου που παράγει ο κόμβος



Συγχρονισμός μεταξύ σήματος και εισερχόμενου σήματος

Η αρχιτεκτονική SDH (13/31)

Synchronous Digital Hierarchy – SDH

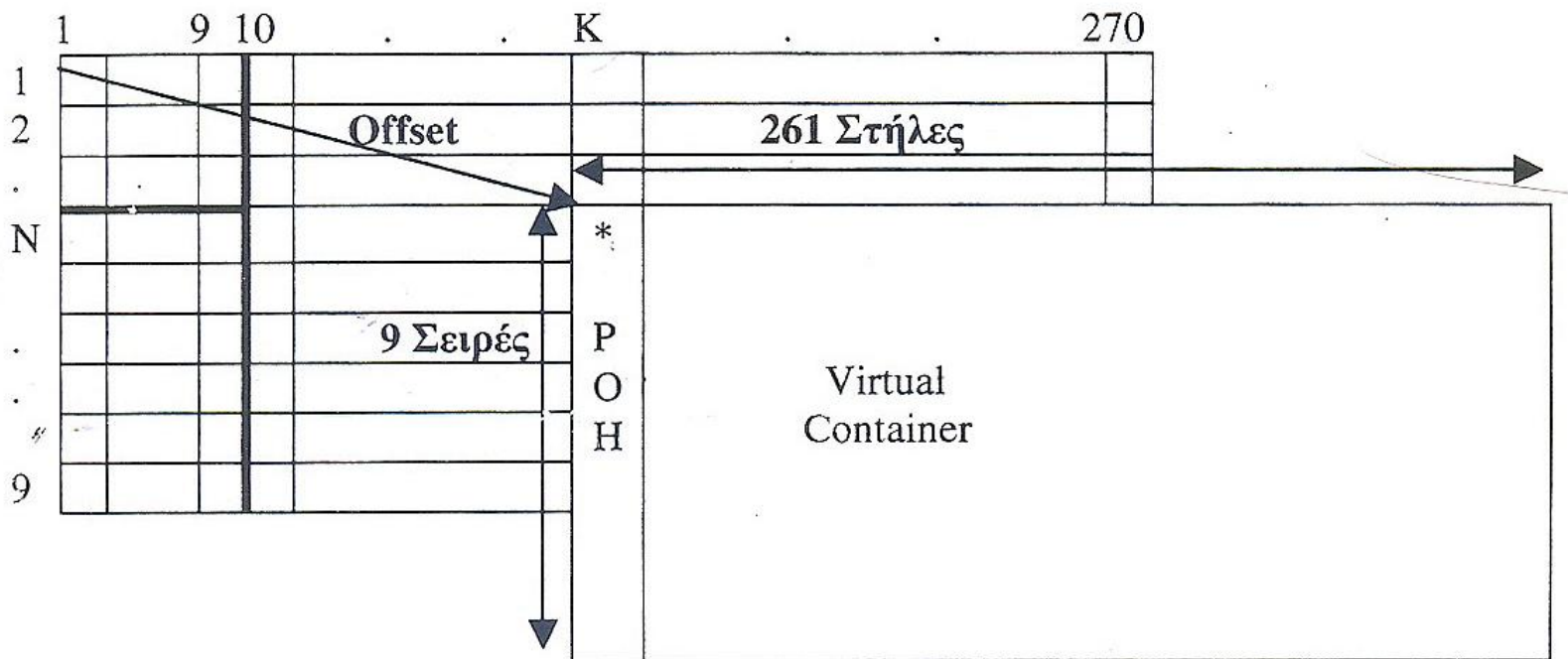


* Αρχή στη σειρά N, στήλη K

Το λαμβανόμενο VC ενδέχεται να μην είναι σε φάση με την αρχή του πλαισίου STM-1, το οποίο είναι συγχρονισμένο με το NE

Η αρχιτεκτονική SDH (14/31)

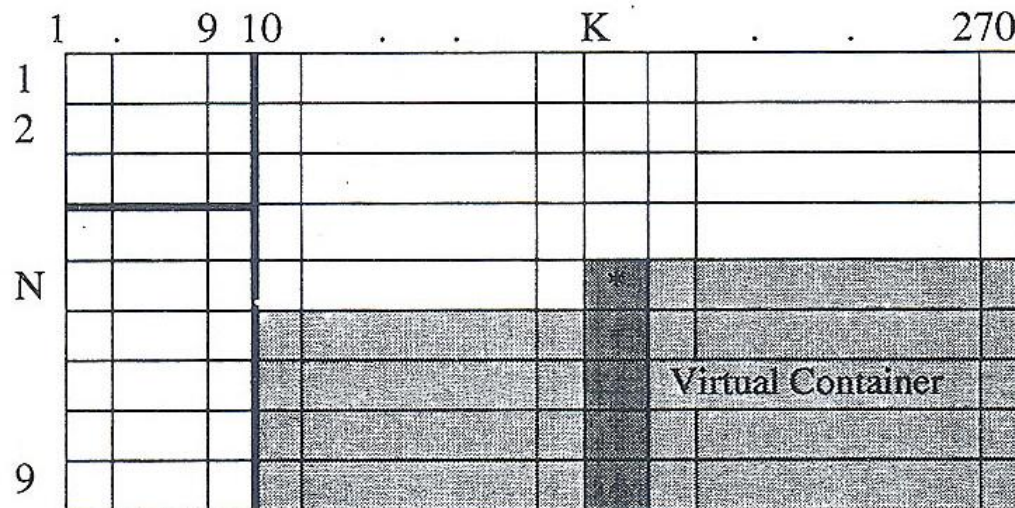
Synchronous Digital Hierarchy – SDH



Πλαίσιο STM-1 με κινητό VC (μετατόπιση στο STM-1, όσον αφορά τις στήλες και τις σειρές)

Η αρχιτεκτονική SDH (15/31)

Synchronous Digital Hierarchy – SDH

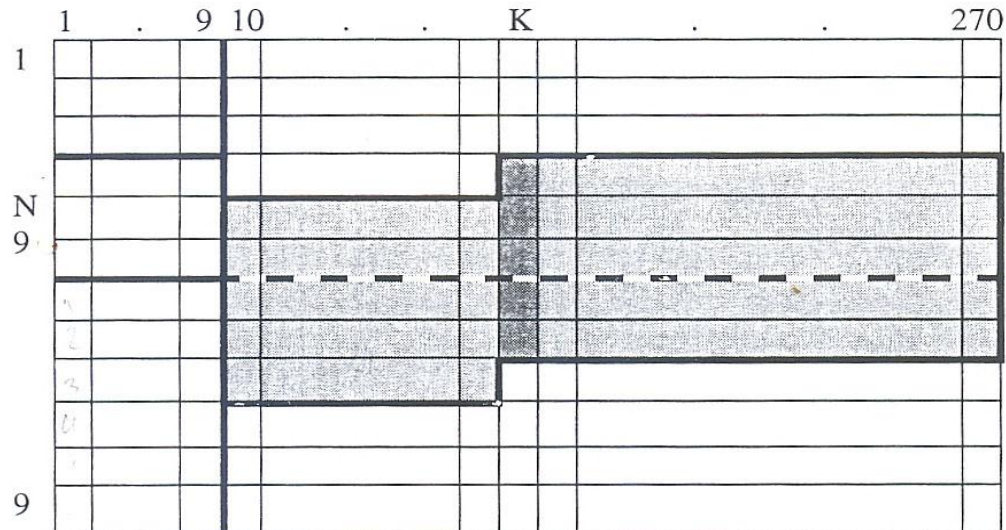


 Virtual Container

Χαρτογράφηση (τμήματος) κινητού VC μέσα σε ένα πλαίσιο STM-1
(η χαρτογράφηση πραγματοποιείται ανά byte ξεκινώντας από τη σειρά N και
τη στήλη K, έως το τελευταίο byte)

Η αρχιτεκτονική SDH (16/31)

Synchronous Digital Hierarchy – SDH



Payload + Overhead

- Η χαρτογράφηση κινητού VC μπορεί να επιτευχθεί μέσα σε δύο διαδοχικά πλαίσια STM-1
- Η χαρτογράφηση του λαμβανόμενου VC μέσα σε ένα STM-1 δε δημιουργεί χρονικά προβλήματα (τα VCs και STM-1 είναι συγχρονισμένα με το διάστημα 125 μs)

Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης – Ενότητα 9: Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (SDH)

Η αρχιτεκτονική SDH (17/31)

Ομοιότητες και διαφορές SONET και SDH

ΟΜΟΙΟΤΗΤΕΣ

- Ο ρυθμός bit και η διοργάνωση του σχήματος και της διάταξης του πλαισίου μέσα στο οποίο μεταφέρονται οι πληροφορίες
- Συγχρονισμός των πλαισίων
- Κανόνες πολυπλεξίας και αποπολυπλεξίας
- Έλεγχος σφαλμάτων

ΔΙΑΦΟΡΕΣ

- Διαφορές στον καθορισμό των bytes του επιπρόσθετου τμήματος
- Η διασύνδεση SDH ορίζει περισσότερες παραμέτρους από το SONET
- Διαφορές στην ονοματολογία:
Σύγχρονο σήμα μεταφοράς STS (SONET), Σύγχρονη μονάδα μεταφοράς STM (SDH), Σύγχρονος φάκελος πεδίου πληροφοριών SPE (SONET), Νοητό κιβώτιο VC (SDH) Νοητή υποροή VT (SONET), Μονάδα υποροής TU (SDH).



Η αρχιτεκτονική SDH (18/31)

Διαφορές PDH – SDH

PDH	SDH
Ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται με τη παρεμβολή των ανενεργών bit.	Ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται με τη χρήση ρολογιών ακριβείας, και όλα τα σημεία του δικτύου συγχρονίζονται με το σύστημα των pointers (δείκτες).
Για είσοδο και έξοδο σήματος απαιτείται πολύπλεξη και αποπολύπλεξη ολόκληρου του σήματος.	Οι Add-Drop πολύπλεκτες επιτρέπουν την απ' ευθείας είσοδο ή έξοδο ενός φάσματος μέσα στο σήμα πολύπλεξιας.
Δεν υπάρχει δυνατότητα διαχείρισης.	Τα σήματα συναθροίζονται σε ειδικούς μεταφορείς τους virtual containers (VCs) και φορτώνονται σε πλαίσια που παρέχουν διαχείριση και επιτήρηση της σύνδεσης από το ένα άκρο στο άλλο.
	Νέες τυποποιήσεις των ρυθμών μετάδοσης οι οποίες συνεργάζονται με το PDH.



Η αρχιτεκτονική SDH (19/31)

Πλεονεκτήματα SONET – SDH

1. Ελαττωμένο κόστος
 - α. Μειώνεται το κόστος λειτουργίας
 - β. Όλοι οι πελάτες έχουν την ίδια διασύνδεση
2. Ενοποιημένα στοιχεία δικτύου
 - α. Επιτρέπει σε όλους τους πελάτες να εργάζονται στο Διαδίκτυο
 - β. Είναι εμπλουτισμένα με στοιχεία διαχείρισης δικτύου
3. Δυνατότητες απομακρυσμένων λειτουργιών: Τροφοδοσία εξ αποστάσεως, έλεγχος προσαρμογής και ανασχηματισμός
4. Προσφέρει στο δίκτυο χαρακτηριστικά επιβίωσης.
5. Ταιριάζει με κληροδοτημένα και μελλοντικά δίκτυα.



Η αρχιτεκτονική SDH (20/31)

Ρυθμοί μετάδοσης στο SONET – SDH

The SONET Hierarchy			
Electrical Signal	Optical Value	Speed	Capacity
STS-1	OC-1	51.84 Mbps	28 DS-1 or 1 DS-3
STS-3	OC-3	155.520 Mbps	84 DS-1 or 3 DS-3
STS-12	OC-12	622.08 Mbps	336 DS-1 or 12 DS-3
STS-24	OC-24	1.244 Gbps	672 DS-1 or 24 DS-3
STS-48	OC-48	2.488 Gbps	1344 DS-1 or 48 DS-3
STS-192	OC-192	9.95 Gbps	5376 DS-1 or 192 DS-3
STS-768	OC-768	40 Gbps	21504 DS-1 or 768 DS-3 ^[1]
Other rates exist, but these are the most popularly implemented			
^[1] new rates being defined			

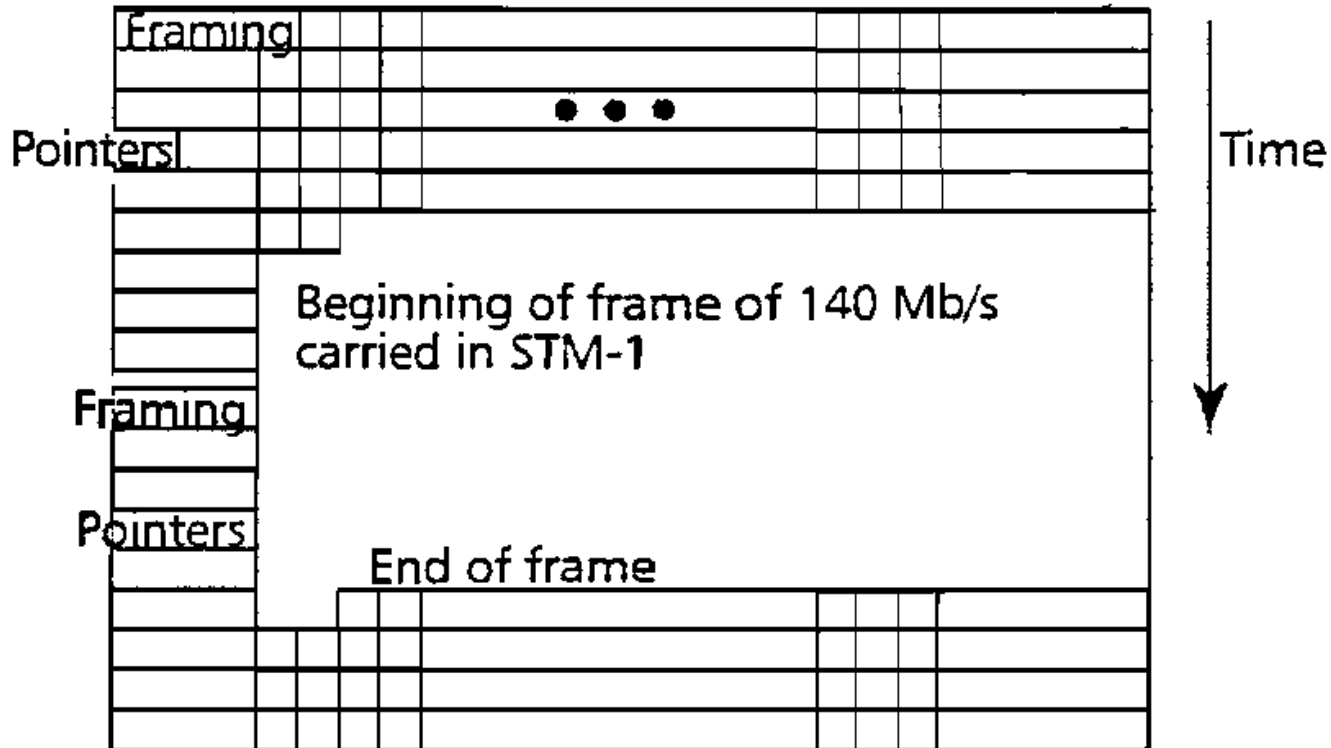
OC: Optical Carrier

Ρυθμοί πάνω από OC-768 (~40 Gbps) είναι ακόμα υπό μελέτη



Η αρχιτεκτονική SDH (21/31)

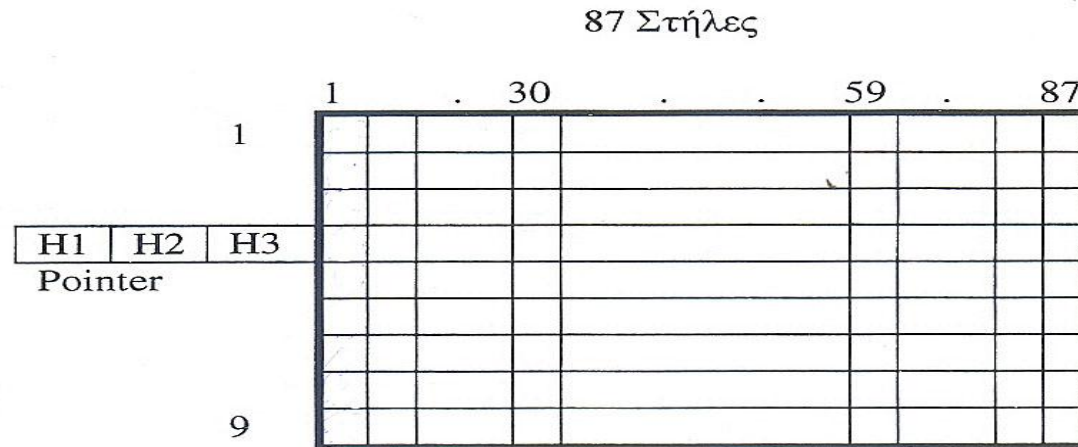
Δείκτες: το μυστικό της επιτυχίας



Ο πολυπλέκτης SDH βρίσκει που ξεκινά το πλαίσιο σε κάθε tributary, έτσι υπολογίζει ένα δείκτη, ο οποίος δείχνει σε ποιο σημείο του STM-1 πλαισίου έχει τοποθετήσει το πλαίσιο του tributary

Η αρχιτεκτονική SDH (22/31)

Virtual Containers και Administrative Units



Virtual Container - 3 (VC - 3)

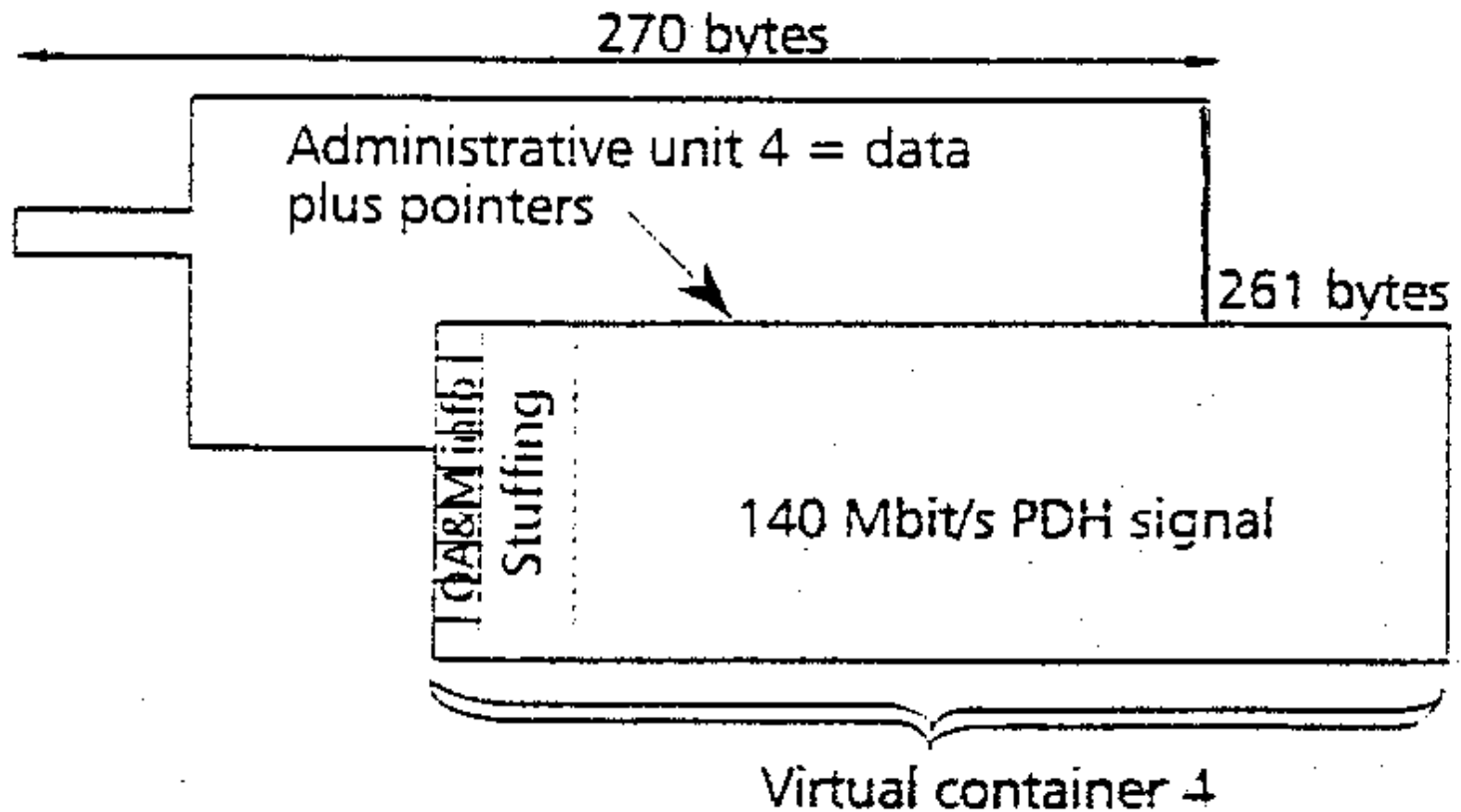
Στήλη 1: Path Overhead

Στήλη 30, 59: Fixed Stuff

- Όλα τα σήματα PDH πακετάρονται σε κατάλληλους εικονικούς υποδοχείς
- Ένας VC που περιέχει 87 στήλες και 9 σειρές είναι ο VC-3. 1 στήλη αναφέρεται στο overhead της διαδρομής και 2 fixed-stuff στήλες
- Στην 4^η σειρά προστίθεται ο δείκτης (3 byte). Το τελικό αποτέλεσμα αποτελεί τη διοικητική μονάδα επιπέδου 3 (AU-3)

Η αρχιτεκτονική SDH (23/31)

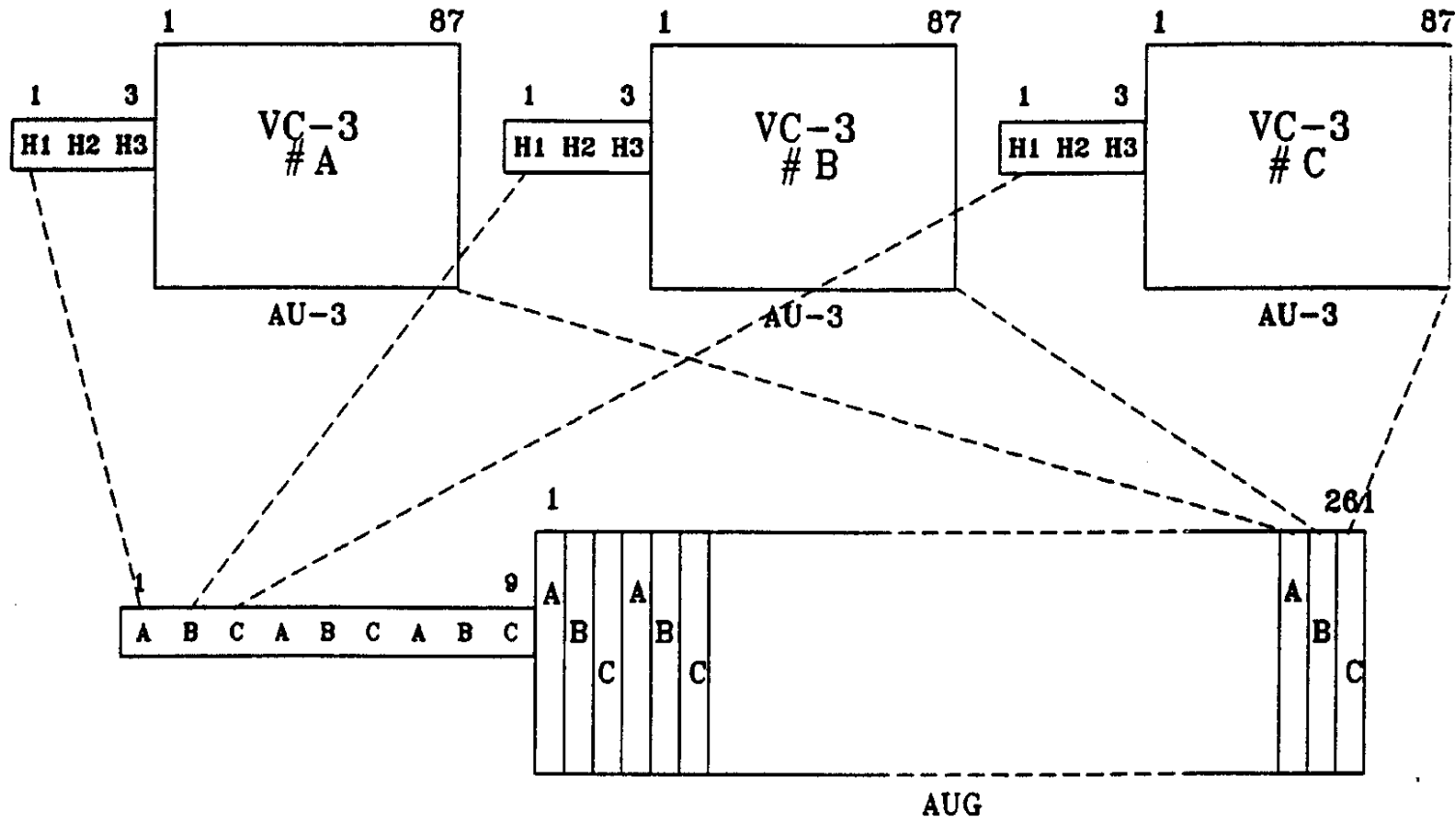
Virtual Containers και Administrative Units



Εικονικός υποδοχέας επιπέδου 4 (AU-4)

Η αρχιτεκτονική SDH (24/31)

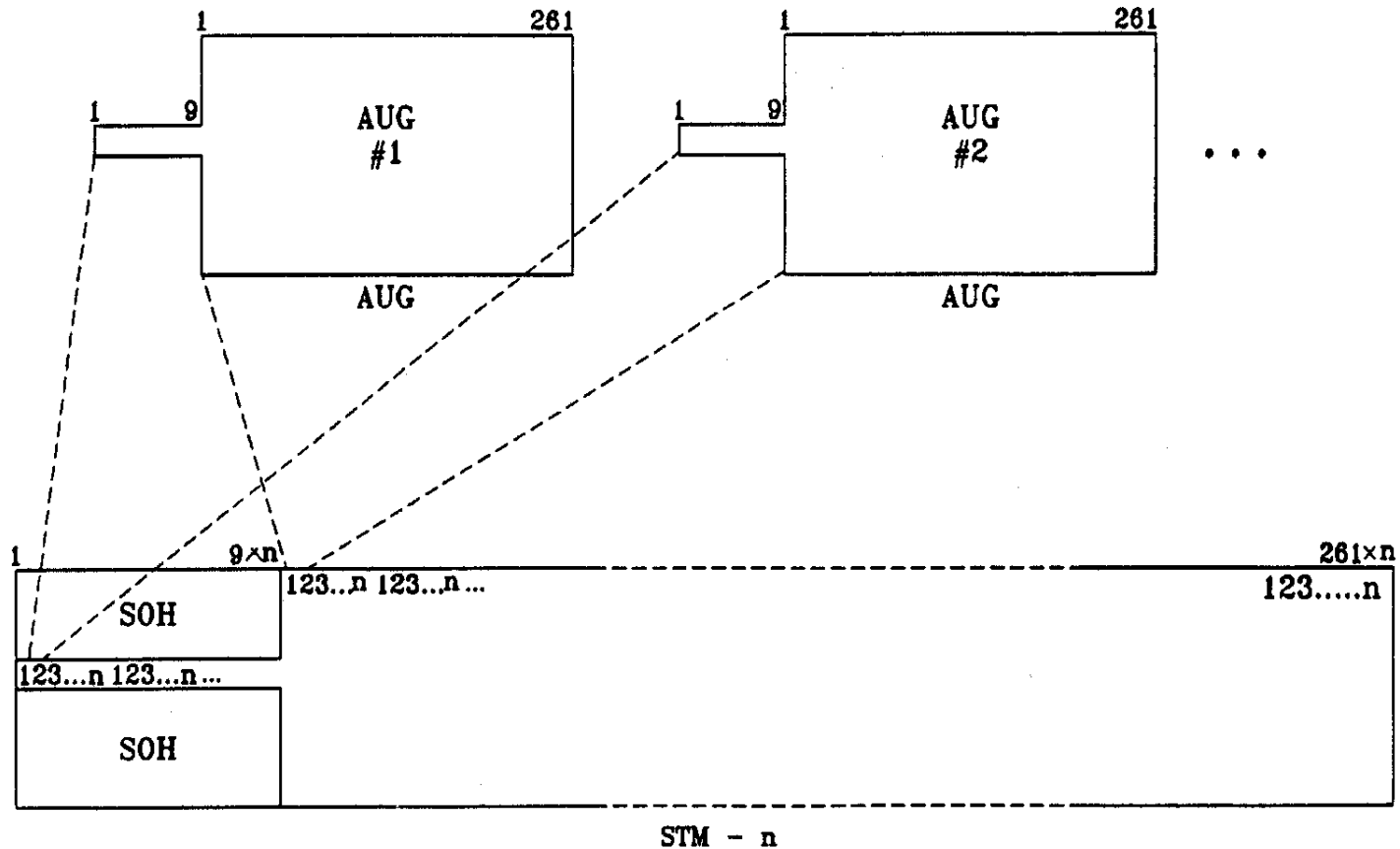
Virtual Containers και Administrative Units



Τρόπος δημιουργίας μιας ομάδας διοικητικών μονάδων
(Administrative Unit Group - AUG)

Η αρχιτεκτονική SDH (25/31)

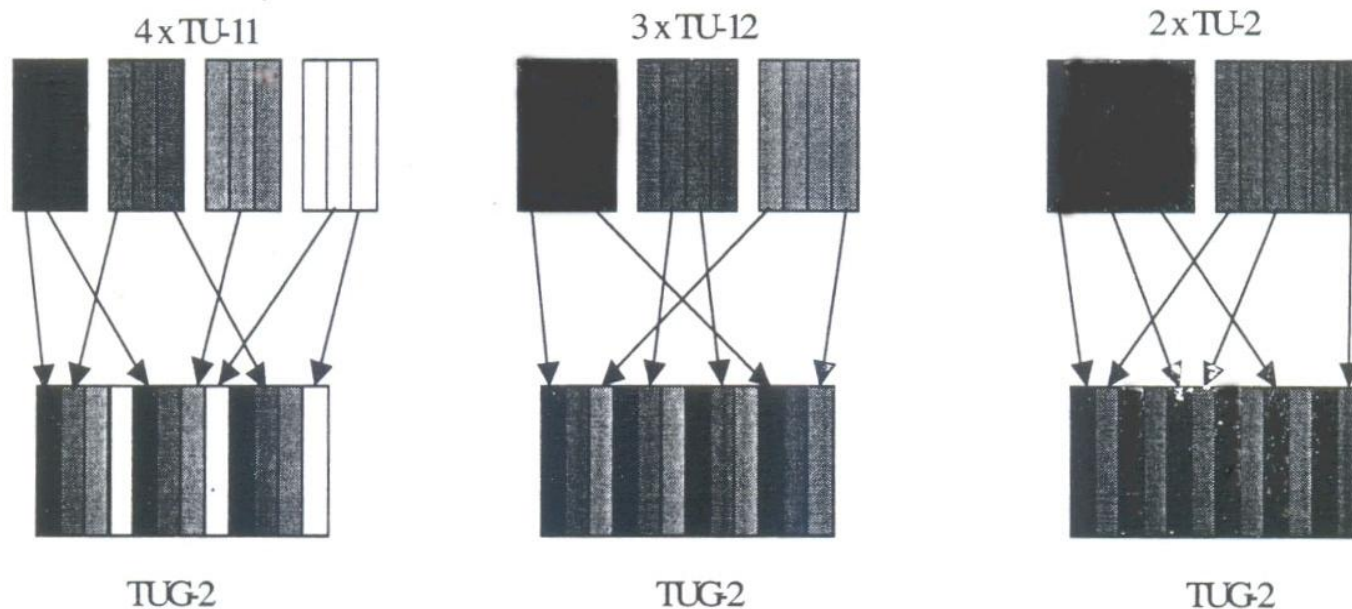
Virtual Containers και Administrative Units



Τρόπος δημιουργίας ενός STM-n από την πολυπλεξία πολλών AUGs

Η αρχιτεκτονική SDH (26/31)

Virtual Containers και Administrative Units

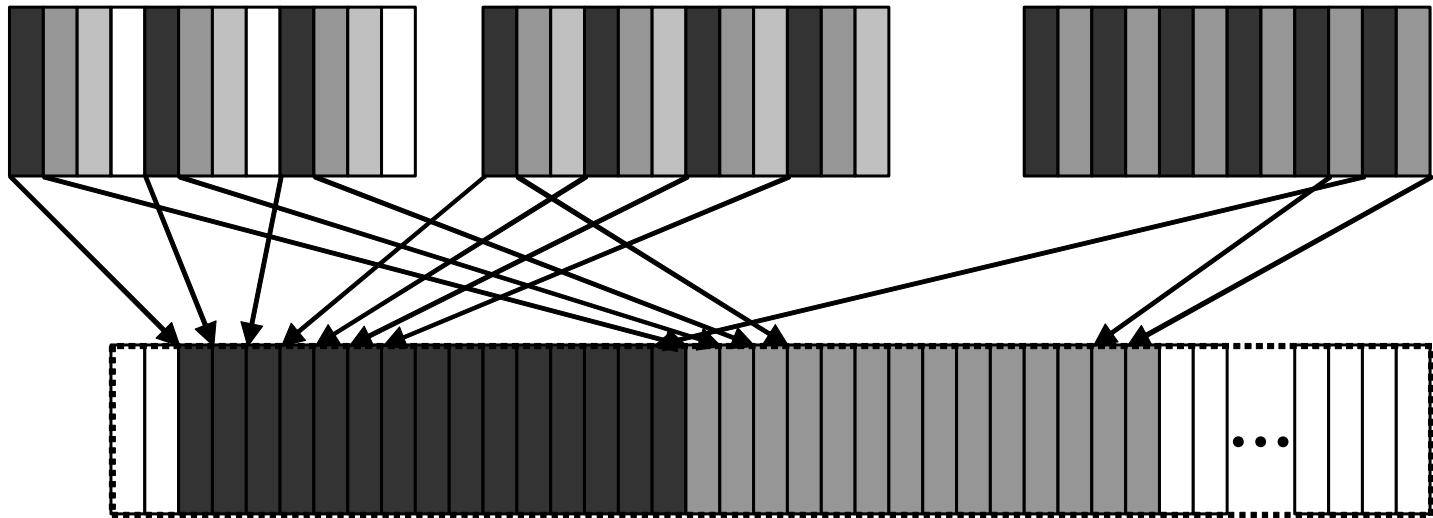


- Ένα VC χωρητικότητας 3 στηλών (27 bytes) ονομάζεται Tributary Unit 11 (TU-11), με 4 στήλες TU-12, με 12 στήλες TU-2
- Μεταξύ των TUs παρεμβάλλεται μία στήλη. Μία τέτοια ομάδα ονομάζεται Tributary Unit Group-2 (TUG-2)



Η αρχιτεκτονική SDH (27/31)

Virtual Containers και Administrative Units



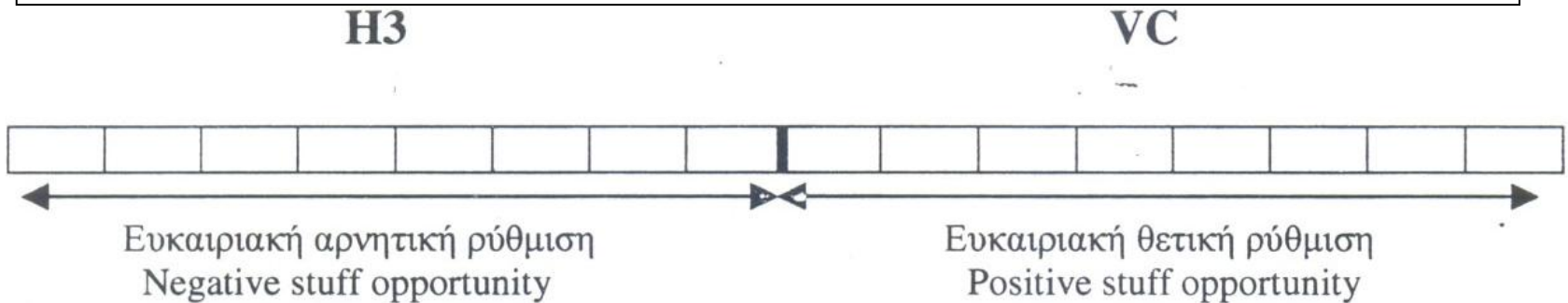
Μεταξύ 7 TUGs παρεμβάλλεται ένα byte (ή μία στήλη). Μαζί με την προσθήκη 2 fixed-stuff στηλών (στην αρχή) δημιουργείται ένα TUG-3

Η αρχιτεκτονική SDH (28/31)

Δείκτες πεδίου Πληροφοριών

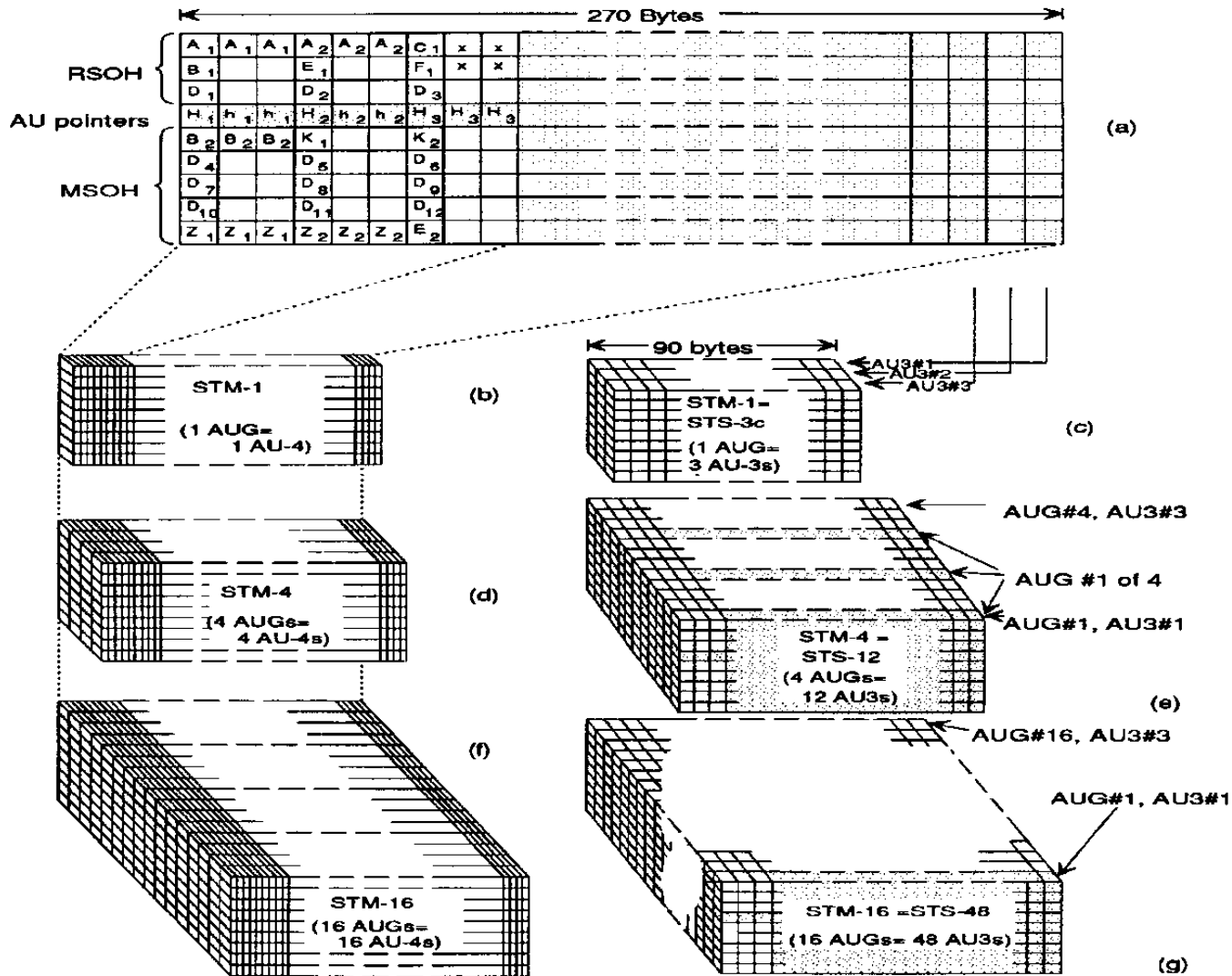


Τα bytes H1, H2 (οι 2 δείκτες) περιέχουν την ουσία των δεικτών
Τα 4 πρώτα bytes στο H1: New Data Found – NDF
Τα επόμενα 2 bits (S-bits) υποδηλώνουν το μέγεθος της TU
Τα 2 τελευταία bits του H1 και τα 8 bits του H2 ορίζουν λέξεις των 5 bits



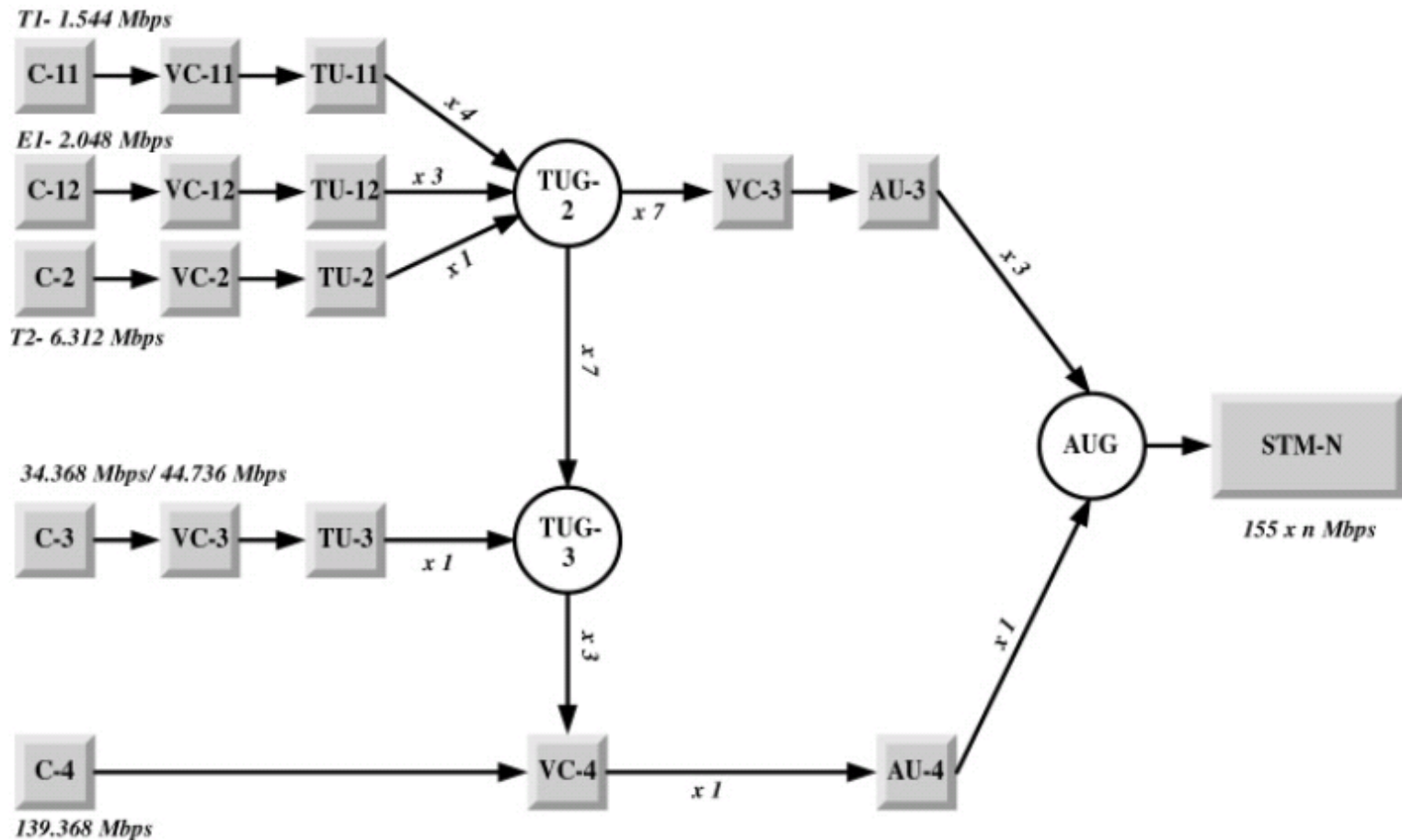
Η αρχιτεκτονική SDH (29/31)

Δομή του πλαισίου STM



Η αρχιτεκτονική SDH (30/31)

Δομή του πλαισίου STM-n

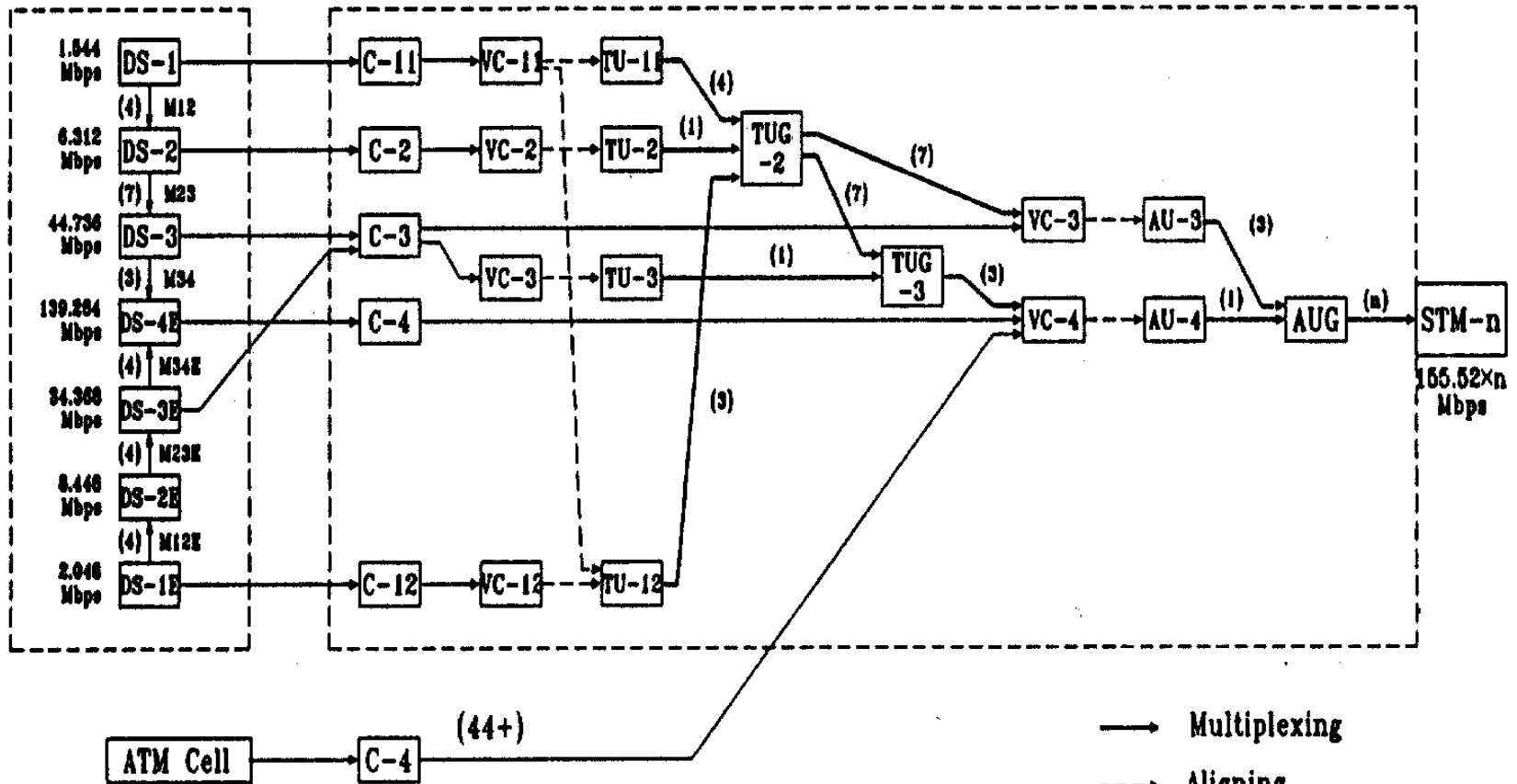


Η αρχιτεκτονική SDH (31/31)

Διαμορφώσεις ETSI

AM

SM



Περιεχόμενα ενότητας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SDH

Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ SDH

ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ SONET

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ SONET/SDH



Η φιλοσοφία των στρωμάτων SDH

Σε ένα δίκτυο μετάδοσης διακρίνονται 3 στρώματα:

1. των κυκλωμάτων
2. των διαδρομών
3. των μέσων μετάδοσης

Επί των διαμορφώσεων ETSI:

$C + POH = VC$ (Virtual Container)

$n * VC + PTR = TU \implies n * TU = TUG$

$\implies n * TUG = VC-3 \text{ ή } VC-4$

$VC + PTR = AU \implies AUG$

$\implies n * AUG + SOH = STM-n$



Περιεχόμενα ενότητας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SDH

Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ SDH

ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ SONET

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ SONET/SDH



Τοπολογίες SONET (1/5)

- Διάφορες τοπολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα δίκτυο SONET, με τη χρήση διάφορων πολυπλεκτών
- Οι τοπολογίες που χρησιμοποιούνται είναι συνηθισμένες τοπολογίες δικτύου:
 1. Point-to-Point (Σημείου-προς-σημείο)
 2. Point-to-Multipoint (Σημείου-προς-πολυσημείου)
 3. Hub and spoke (κόμβου και ακτίνας)
 4. Ring (Δακτυλίου)

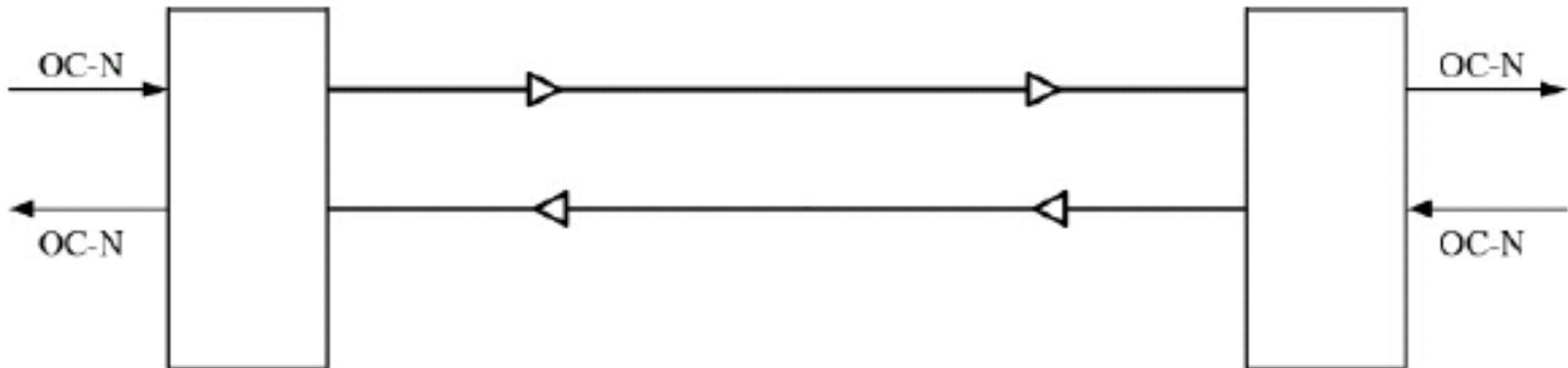
Αυτές οι παραλλαγές έχουν προσδώσει ευελιξία στην υλοποίηση των δικτύων SONET στα WANs



Τοπολογίες SONET (2/5)

Point-to-Point

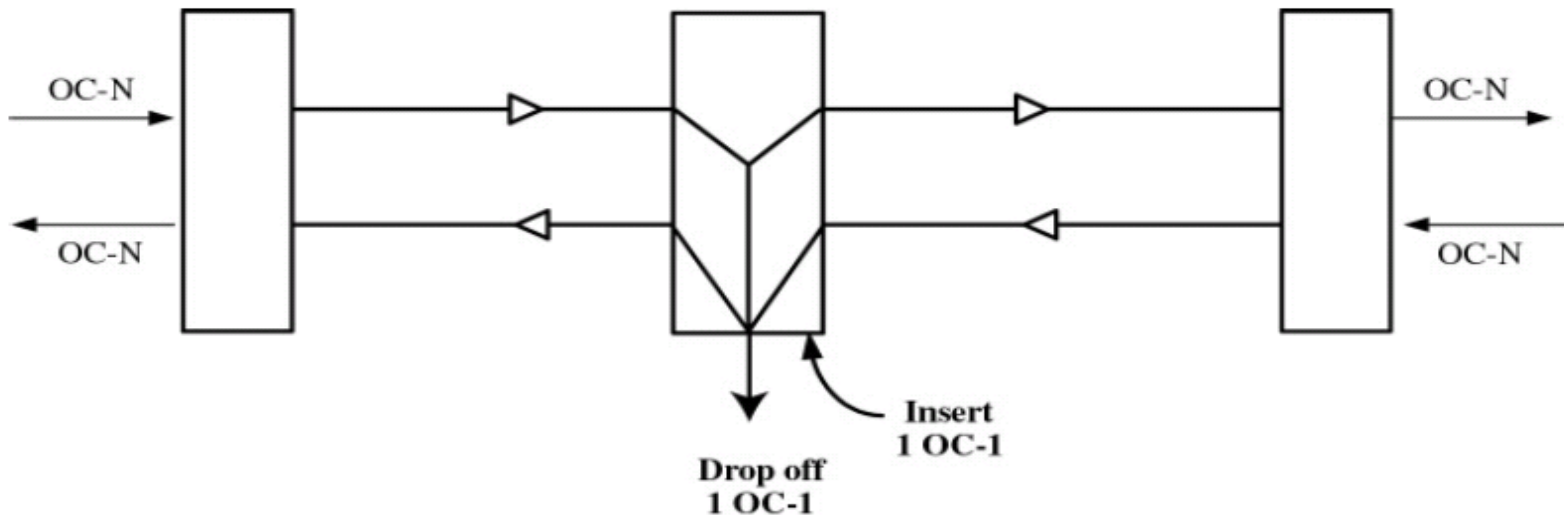
- Ο πολυπλέκτης SONET στην περιοχή των χρηστών λειτουργεί ως συγκεντρωτής (concentrator) των πολλαπλών σημάτων χαμηλού ρυθμού
- Στην πιο απλή του μορφή 2 συγκεντρωτές συνδέονται με μία οπτική ίνα, δημιουργώντας μία τοπολογία σημείου-προς-σημείο



Τοπολογίες SONET (3/5)

Point-to-Multipoint

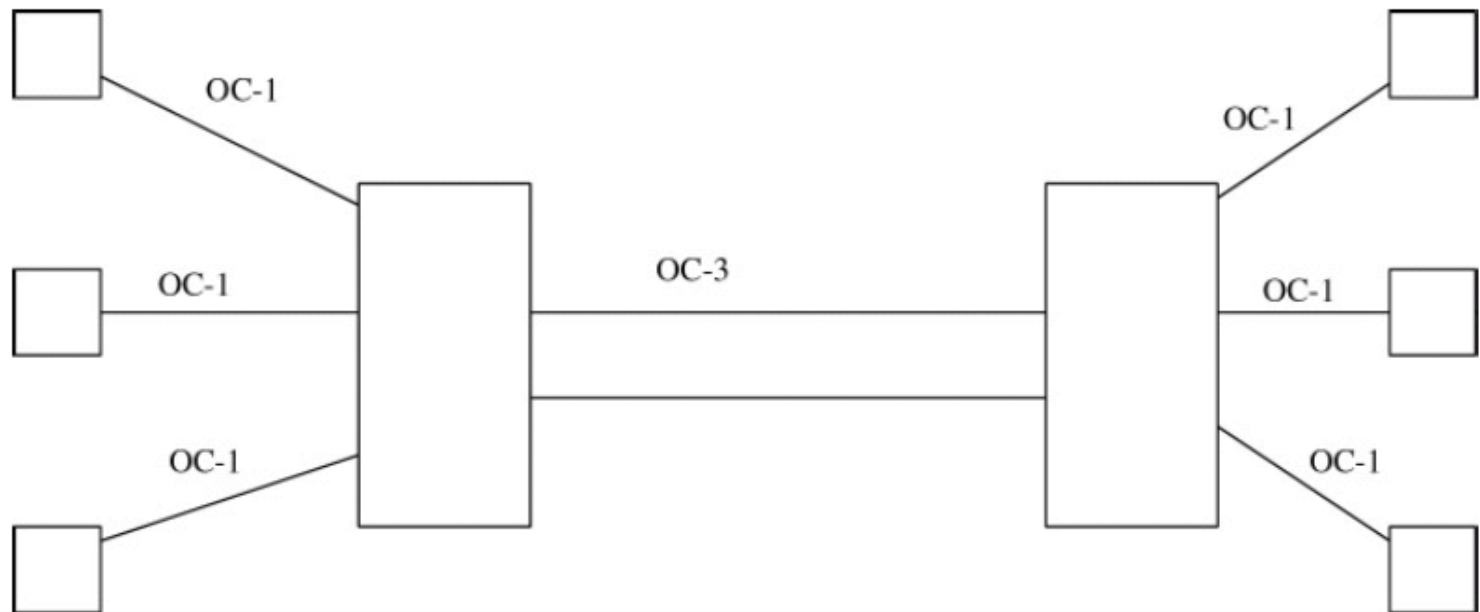
- Η PtMP τοπολογία χρησιμοποιεί πολυπλέκτες προσθαφαίρεσης (add-drop multiplexers)
- Μπορεί να καλύψει μεγάλες αποστάσεις με τη χρήση μίας ζεύξης υψηλής ταχύτητας



Τοπολογίες SONET (4/5)

Hub and Spoke

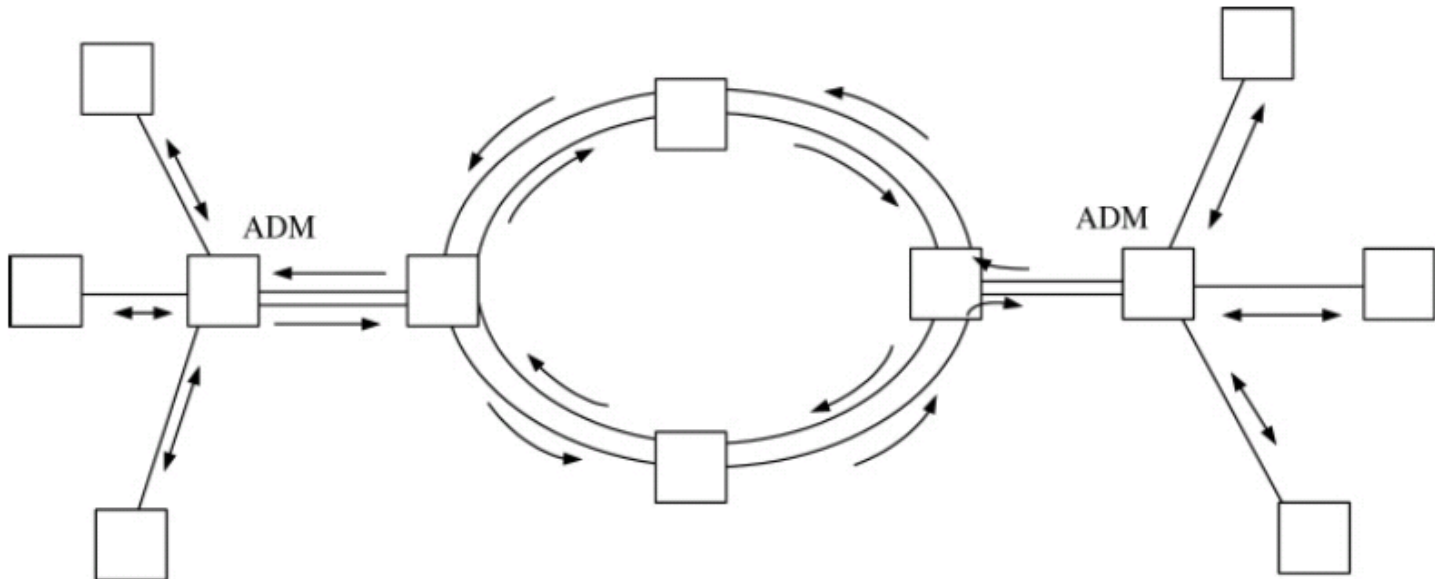
- Η ακτινική τοπολογία διαθέτει μεγαλύτερη ευελιξία, επιτρέποντας την εξέλιξη ή μεταβολή της αρχιτεκτονικής του δικτύου
- SONET πολυπλέκτες συγκεντρώνουν ροές δεδομένων χαμηλού ρυθμού στους κόμβους και τις προωθούν στους επόμενους κόμβους



Τοπολογίες SONET (5/5)

Hub and Spoke

- Η τοπολογία δακτυλίου είναι η κυρίαρχη τοπολογία SONET
- Σε κάθε κόμβο υπάρχουν πολυπλέκτες προσθαφαίρεσης
- Ζεύξεις σημείου-προς-σημείο συνδέουν γειτονικούς κόμβους
- Παρέχει προστασία σε περίπτωση βλάβης κόμβου
- Με τη χρήση πολλαπλών ινών, χρησιμοποιούνται εναλλακτικές διαδρομές



Περιεχόμενα ενότητας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SDH

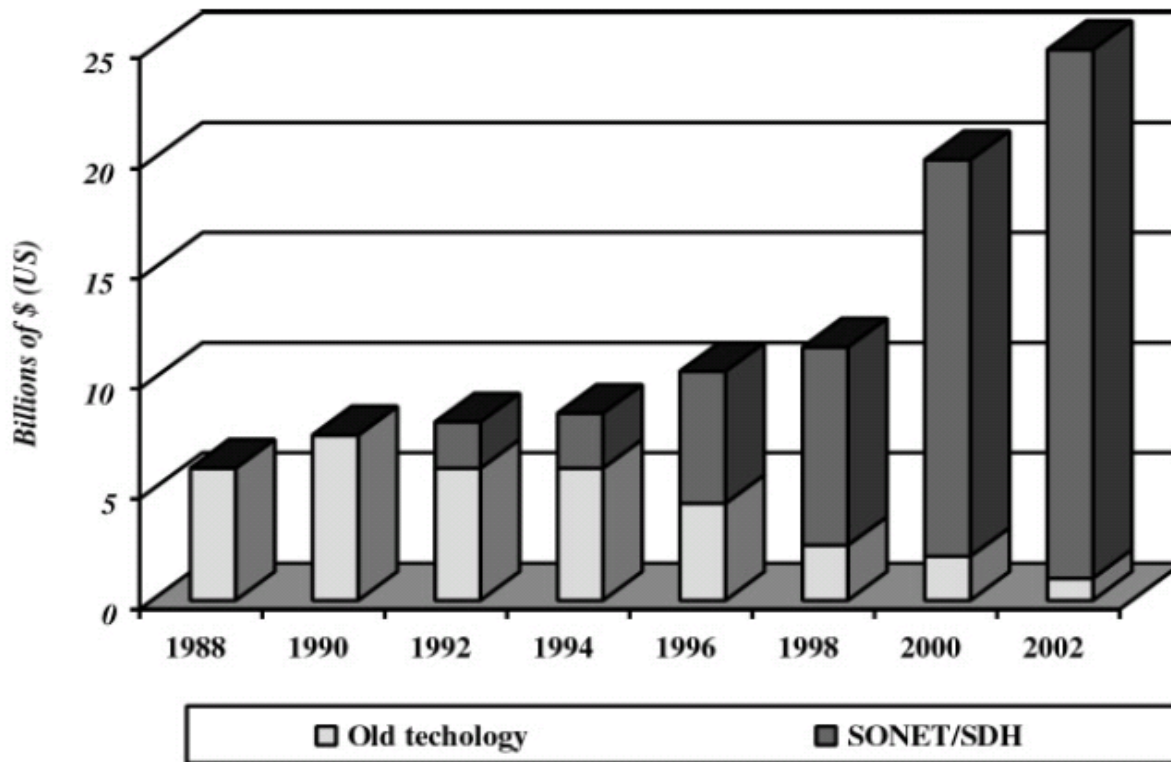
Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ SDH

ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ SONET

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ SONET/SDH



Εξέλιξη των SONET/SDH



Τα δίκτυα SONET/SDH άρχισαν να εξελίσσονται εμπορικά στις αρχές της δεκαετίας του 1990

Σήμερα, ο εξοπλισμός δικτύου παλαιάς τεχνολογίας έχει σχεδόν εξαφανιστεί από τη χρήση τους στα WANs

Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, **Μιχαήλ Λογοθέτης 2015**. «Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης, Ενότητα 9: Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (SDH)». Έκδοση: **1.0**. Αθήνα **2015**. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/EE756/> .



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Τα σχήματα στις διαφάνειες 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 42, 43, 44, 45 και 47 προέρχονται από το σύγγραμμα του μαθήματος “Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης”, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Πατρών, μετά από έγγραφη άδεια του διδάσκοντα και συγγραφέα Καθ. Μ. Λογοθέτη.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Ο πίνακας στη διαφάνεια 26 προέρχεται από το σύγγραμμα του μαθήματος “Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης”, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Πατρών, μετά από έγγραφη άδεια του διδάσκοντα και συγγραφέα Καθ. Μ. Λογοθέτη.

