



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης

Ενότητα 2: Τεχνικές Μετάδοσης

Μιχαήλ Λογοθέτης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Σκοποί ενότητας

- Εισαγωγικά στοιχεία τις τεχνικές μετάδοσης σε τηλεπικοινωνιακά δίκτυα
- Περιγραφή βασικών χαρακτηριστικών της τεχνικής ασύγχρονης μετάδοσης
- Παρουσίαση των λειτουργιών υποστήριξης ποιότητας υπηρεσίας σε δίκτυα ασύγχρονης μετάδοσης
- Παρουσίαση της λειτουργικότητας επικεφαλίδας σε δίκτυα ασύγχρονης μετάδοσης



Περιεχόμενα ενότητας

- ❑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ❑ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
- ❑ ΑΤΜ: ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
- ❑ ΑΤΜ: QoS
- ❑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΠΕΔΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
- ❑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑΣ
- ❑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ



Περιεχόμενα ενότητας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

ΑΤΜ: ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

ΑΤΜ: QoS

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΠΕΔΙΟΥ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑΣ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ



Εισαγωγή (1/2)

Ιστορικό

Τηλεγραφία:

- Ο πρώτος τρόπος μεταφοράς που χρησιμοποιήθηκε στις τηλεπικοινωνίες, που προσέγγιζε τη μεταγωγή πακέτων
- Το πακέτο (μήνυμα προς μετάδοση) περιείχε τη διεύθυνση αποστολής και προορισμού
- Ο τρόπος κωδικοποίησης ήταν ψηφιακός (παλμοί μικρής/μεγάλης διάρκειας)

Τηλεφωνία:

- Στην κλασική τηλεφωνία χρησιμοποιείται η μεταγωγή κυκλώματος
 1. Ανεφάρμοστη η χρήση σταθμών αναμετάδοσης
 2. Η ύπαρξη της τηλεφωνικής συσκευής κατήργησε τη χρήση κωδικοποίησης, ενώ διακόπτες απαιτούνται για τη δημιουργία κυκλώματος από την πηγή έως τον προορισμό

Εισαγωγή (2/2)

Ιστορικό

Τηλεφωνία:

- Οι πρώτοι διακόπτες ήταν χειροκίνητοι, ενώ οι αυτόματοι διακόπτες ελέγχονται μηχανικά
- Σε ειδικές περιπτώσεις (σύνδεση μεγάλων αποστάσεων) η μεταγωγή κυκλώματος δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική
- Πολλές συνδιαλέξεις περιέχουν 50% περιόδους σιγής, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ενεργές περιόδους άλλης συνδιάλεξης → (Time Assignment Speech Interpolation - TASI)

Δεδομένα:

- Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το υπάρχων τηλεφωνικό δίκτυο
- Για την αντιμετώπιση του κρουστικού χαρακτήρα της κίνησης των δεδομένων προτάθηκε η λύση της μεταγωγής κυκλώματος (X.21) και της μεταγωγής πακέτων (X.25)
- Η λύση της μεταγωγής πακέτων είναι περισσότερο αποτελεσματική, καθώς οι πόροι του δικτύου είναι κατειλημμένοι μόνο όταν υπάρχει μετάδοση πληροφορίας

Περιεχόμενα ενότητας

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ**
- ΑΤΜ: ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
- ΑΤΜ: QoS
- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΠΕΔΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ



Τεχνικές Μετάδοσης (1/12)

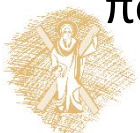
- Μεταγωγή κυκλώματος
- Μεταγωγή κυκλώματος πολλαπλού ρυθμού
- Γρήγορη μεταγωγή κυκλώματος
- Μεταγωγή πακέτων
- Γρήγορη μεταγωγή πακέτων - Ασύγχρονος τρόπος μετάδοσης (ATM)



Τεχνικές Μετάδοσης (2/12)

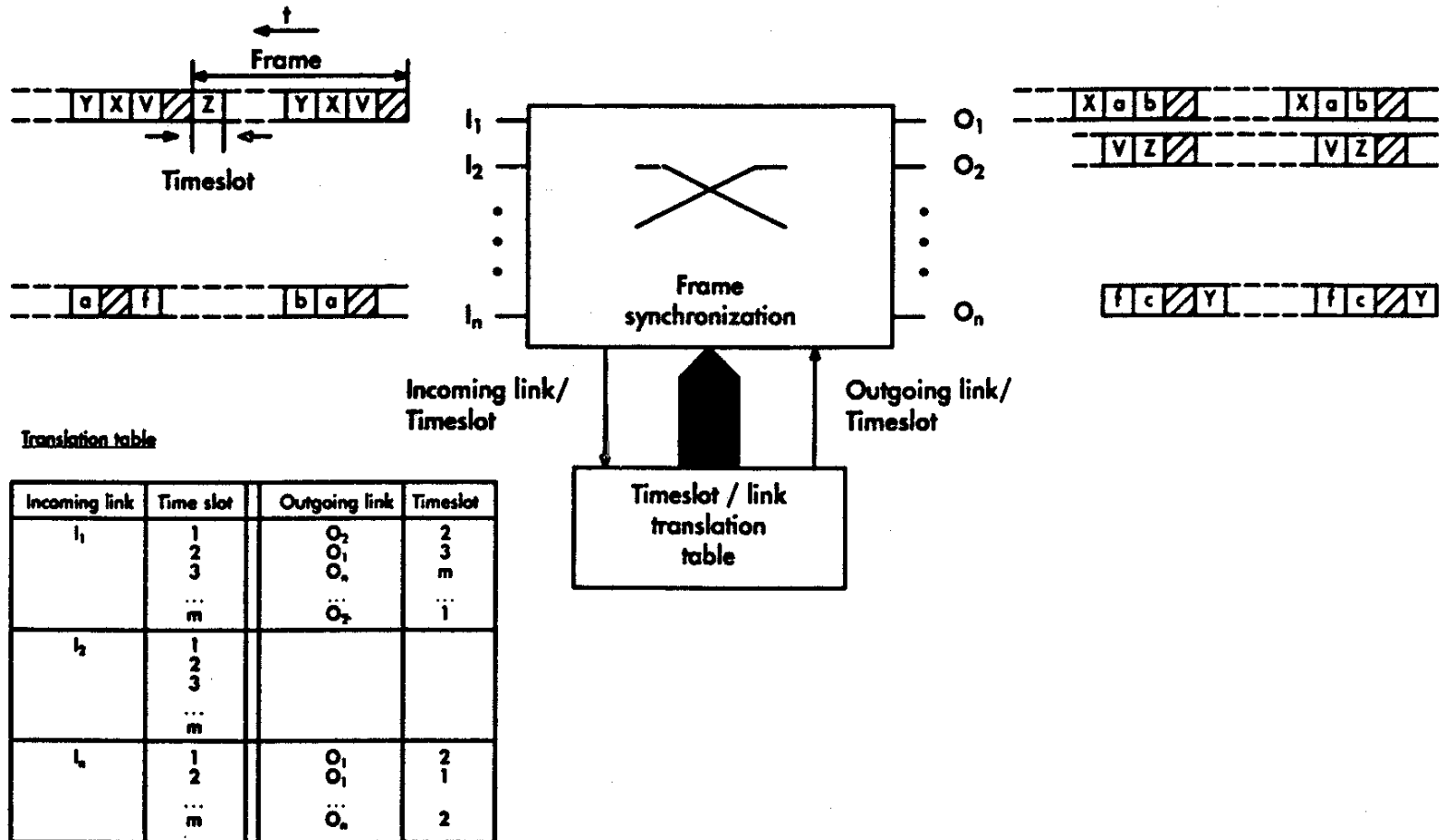
Μεταγωγή κυκλώματος

- Στην κλασική της μορφή η μεταγωγή κυκλώματος χρησιμοποιεί την πολύπλεξη με επιμερισμό χρόνου (TDM)
- Η πληροφορία δειγματοληπτείται περιοδικά, με συγκεκριμένη συχνότητα και μεταδίδεται ανά σταθερά χρονικά διαστήματα (time-slots)
- Μπορεί να υλοποιηθεί από διακόπτες χώρου, χρόνου ή συνδυασμό τους
- Το Beat Error Rate (BER) εξαρτάται είτε από άμεσα λάθη στα bits της πληροφορίας (single bit ή burst errors), είτε από έμμεσα λάθη (λόγω ολίσθησης των bits και απώλειας χρονισμού του πλαισίου)
- Η καθυστέρηση προκύπτει από την καθυστέρηση διάδοσης στη ζεύξη μετάδοσης και την καθυστέρηση στην επεξεργασία στους διακόπτες
- Η μεταγωγή κυκλώματος στερείται ευελιξίας, κυρίως όταν το δίκτυο υποστηρίζει πολλές υπηρεσίες καθώς η διάρκεια των time-slots είναι προκαθορισμένη



Τεχνικές Μετάδοσης (3/12)

Μεταγωγή κυκλώματος



Τεχνικές Μετάδοσης (4/12)

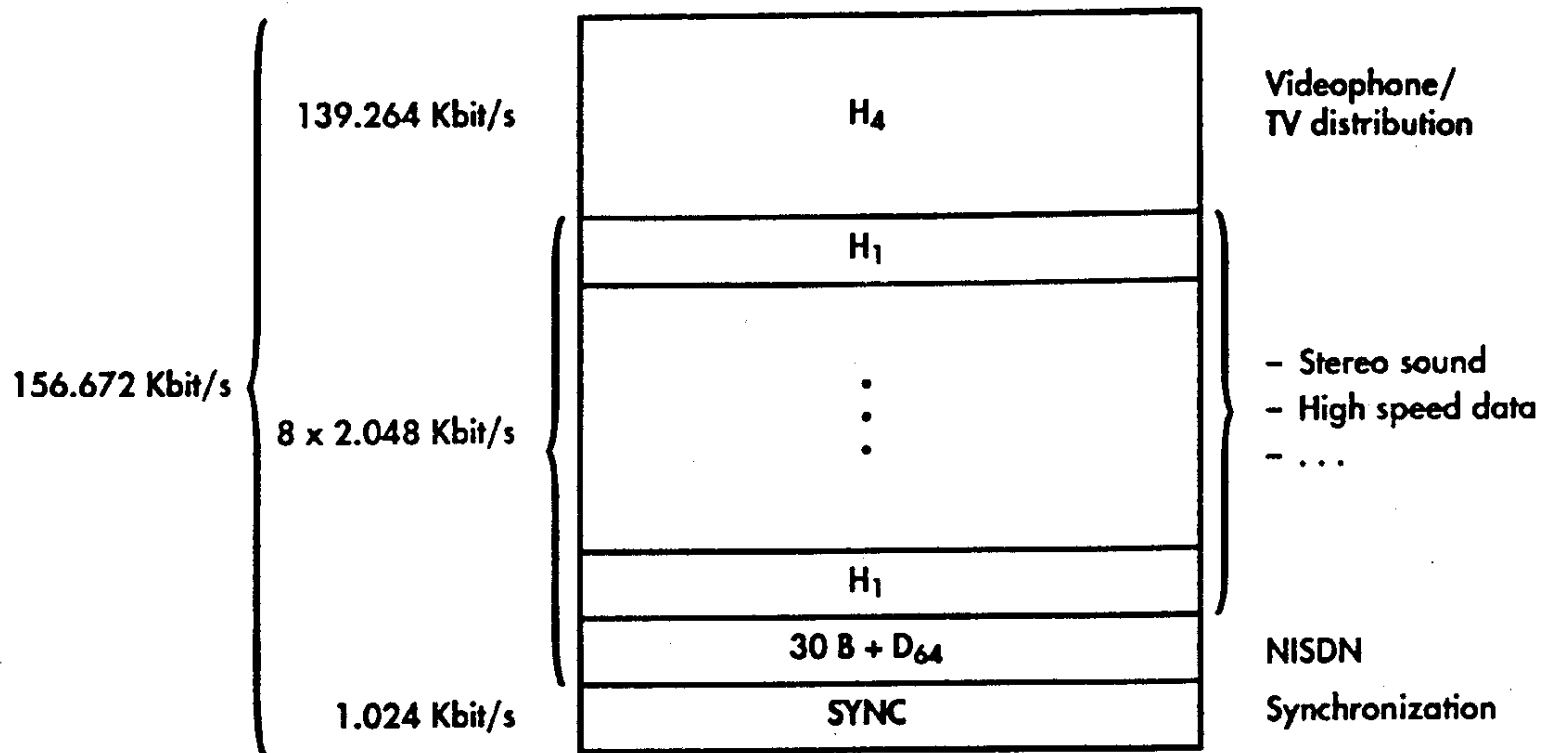
Μεταγωγή κυκλώματος πολλαπλού ρυθμού

- Το σύστημα μετάδοσης των δικτύων μεταγωγής πολλαπλού ρυθμού είναι ταυτόσημο με αυτό των δικτύων μεταγωγής κυκλώματος, με τη διαφορά ότι μία σύνδεση μπορεί να καταλαμβάνει n κανάλια
- Κάθε σύνδεση μπορεί να προκύψει ως πολλαπλάσιο του βασικού καναλιού
- Μεγάλη πολυπλοκότητα για τη διατήρηση του συγχρονισμού
- Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί ο καθορισμός του βασικού καναλιού
- Το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί με τη χρήση πολλών βασικών καναλιών με διαφορετικούς ρυθμούς
- Οι λύσεις μεταγωγής πολλαπλού ρυθμού δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν αποτελεσματικά σε πηγές με κρουστικό χαρακτήρα
- Η έλλειψη ευελιξίας και ανικανότητας διαχείρισης κρουστικών πηγών οδήγησαν την CCITT στην μη επιλογή της μεθόδου ως το σύστημα μεταγωγής του μελλοντικού δικτύου ευρείας ζώνης



Τεχνικές Μετάδοσης (5/12)

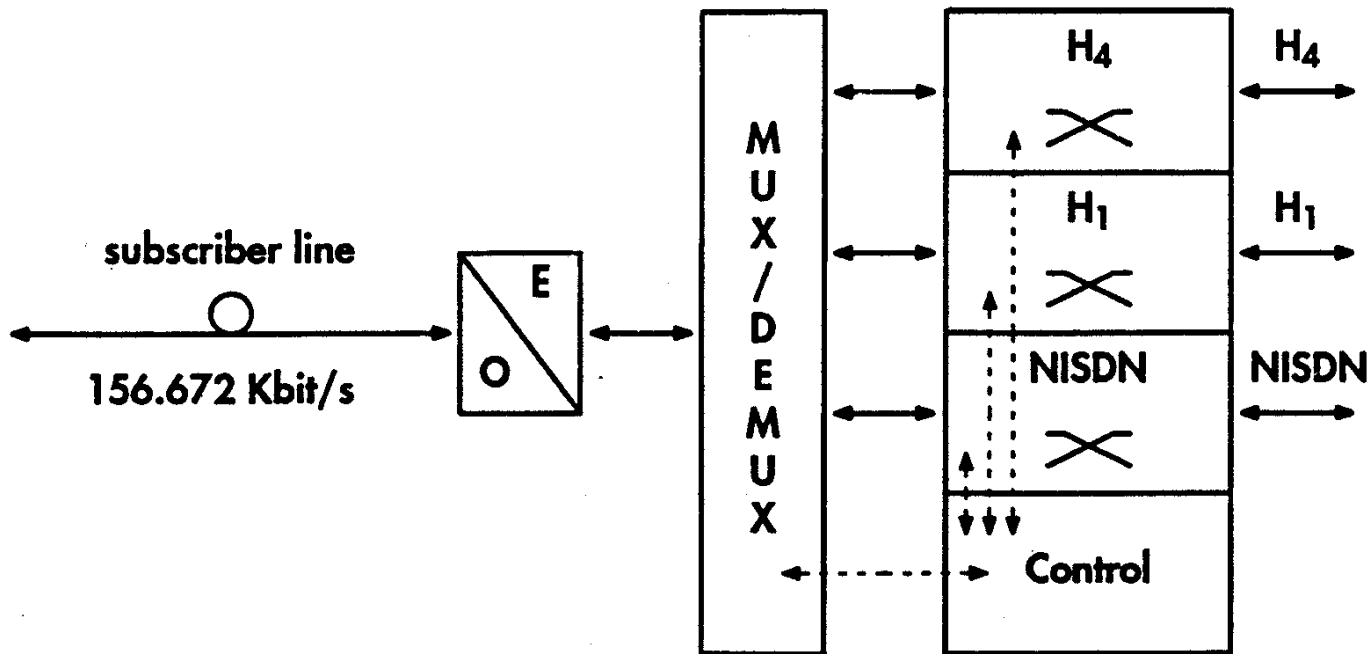
Μεταγωγή κυκλώματος πολλαπλού ρυθμού



Χρήση πολλών βασικών καναλιών με διαφορετικούς ρυθμούς

Τεχνικές Μετάδοσης (6/12)

Μεταγωγή κυκλώματος πολλαπλού ρυθμού



Αρχιτεκτονική διακόπτη για MRCS με
διαφορετικά κανάλια βασικού ρυθμού

Τεχνικές Μετάδοσης (7/12)

Γρήγορη μεταγωγή κυκλώματος

- Κατειλημμένο δίκτυο μόνο κατά τη διάρκεια μετάδοσης πληροφοριών
- Έστω ζήτηση σύνδεσης με εύρος ζώνης ακέραιο πολλαπλάσιο του βασικού ρυθμού



- Αποθήκευση πληροφορίας σε διακόπτη
- Ζήτηση παραχώρησης πόρων με την έναρξη αποστολής πληροφοριών
- Μειονέκτημα - πιθανότητα έλλειψης πόρων



Τεχνικές Μετάδοσης (8/12)

Γρήγορη μεταγωγή κυκλώματος πολλαπλού

- Αποτελεί συνδυασμό της γρήγορης μεταγωγής κυκλώματος και της μεταγωγής κυκλώματος πολλαπλού ρυθμού
- Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις πολλών υπηρεσιών, διαφορετικών ρυθμών
- Αποδοτική αντιμετώπιση υπηρεσιών με κρουστική συμπεριφορά
- Βασικό στοιχείο αποτελεί η αποκατάσταση και απόλυση συνδέσεων σε μικρό χρονικό διάστημα
- Παρουσιάζει μεγάλη πολυπλοκότητα σχεδιασμού και μειονεκτήματα ως προς τον έλεγχο σχεδιασμού



Τεχνικές Μετάδοσης (9/12)

Μεταγωγή πακέτων

- Στα δίκτυα μεταγωγής πακέτων η πληροφορία εσωκλείεται σε πακέτα
- Κάθε πακέτο διαθέτει ακόμα ένα κομμάτι πληροφορίας (επικεφαλίδα), απαραίτητο για τη δρομολόγηση του πακέτου στο δίκτυο
- Τα πακέτα είναι δυνατό να έχουν μεταβλητό μήκος
- Ο έλεγχος πραγματοποιείται σε κάθε link της σύνδεσης, λόγω της χαμηλής ποιότητας των ζεύξεων
- Βασικά μειονεκτήματα της μεταγωγής πακέτων είναι οι μεγάλες καθυστερήσεις και η αδυναμία υποστήριξης υπηρεσιών πραγματικού χρόνου
- Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στη μεταφορά δεδομένων μικρής ταχύτητας



Τεχνικές Μετάδοσης (10/12)

Μεταγωγή πακέτων

Λειτουργικότητα	X.25	Μεταγωγή Πλαισίου	Frame Relaying
Αναγνώριση περιοχής πλαισίου (flags)	X	X	X
Διαφάνεια bit	X	X	X
Έλεγχος/Δημιουργία CRC	X	X	X
Έλεγχος σφαλμάτων (ARQ)	X	X	-
Έλεγχος ροής	X	X	-
Πολυπλεξία λογικών καναλιών	X	-	-



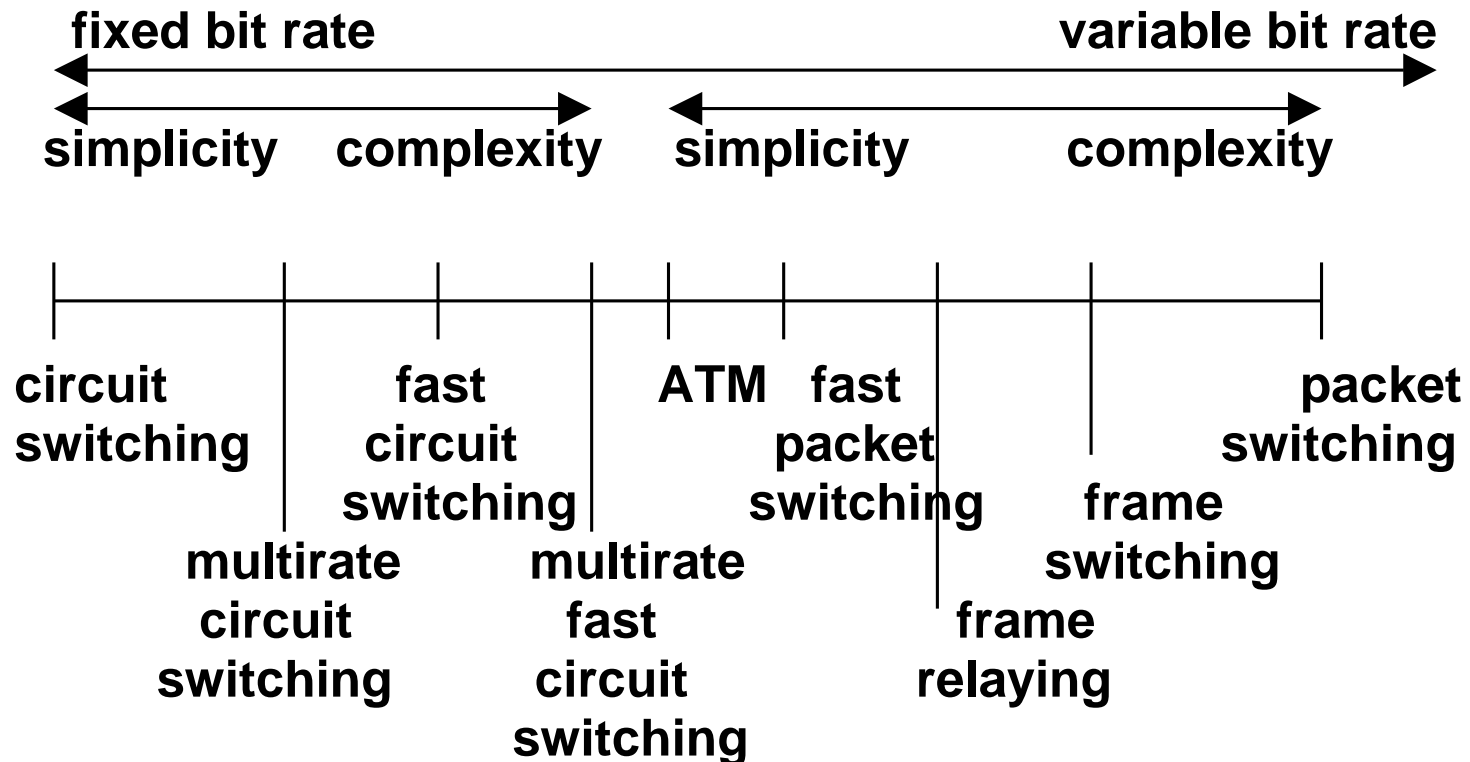
Τεχνικές Μετάδοσης (11/12)

Γρήγορη Μεταγωγή πακέτων

- Η γρήγορη μεταγωγή πακέτου καλύπτει πολλές παραλλαγές, αλλά με το κοινό χαρακτηριστικό της μεταγωγής πακέτων με ελαχιστοποίηση των λειτουργιών στο δίκτυο
- Οι παραλλαγές αυτές είναι ο Ασύγχρονος Τρόπος Μετάδοσης (Asynchronous Transfer Mode – ATM), η Ασύγχρονη Διαίρεση Χρόνου (Asynchronous Time Division – ATD) και η Γρήγορη Μεταγωγή Πακέτου (Fast Packet Switching – FPS)
- Ο όρος “ασύγχρονος” χρησιμοποιείται καθώς τα συστήματα ATM και ATD επιτρέπουν τη μη συγχρονισμένη λειτουργία των ρολογιών του αποστολέα και του χρήστη
- Και οι 3 παραλλαγές έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό: ικανότητα μεταφοράς οποιαδήποτε υπηρεσίας ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά της
- Η CCITT επέλεξε την ATM ως την τεχνική μετάδοσης για το μελλοντικό B-ISDN



Τεχνικές Μετάδοσης (12/12)



Φάσμα των τεχνολογιών μεταγωγής



Περιεχόμενα ενότητας

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
- ΑΤΜ: ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ**
- ΑΤΜ: QoS
- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΠΕΔΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ

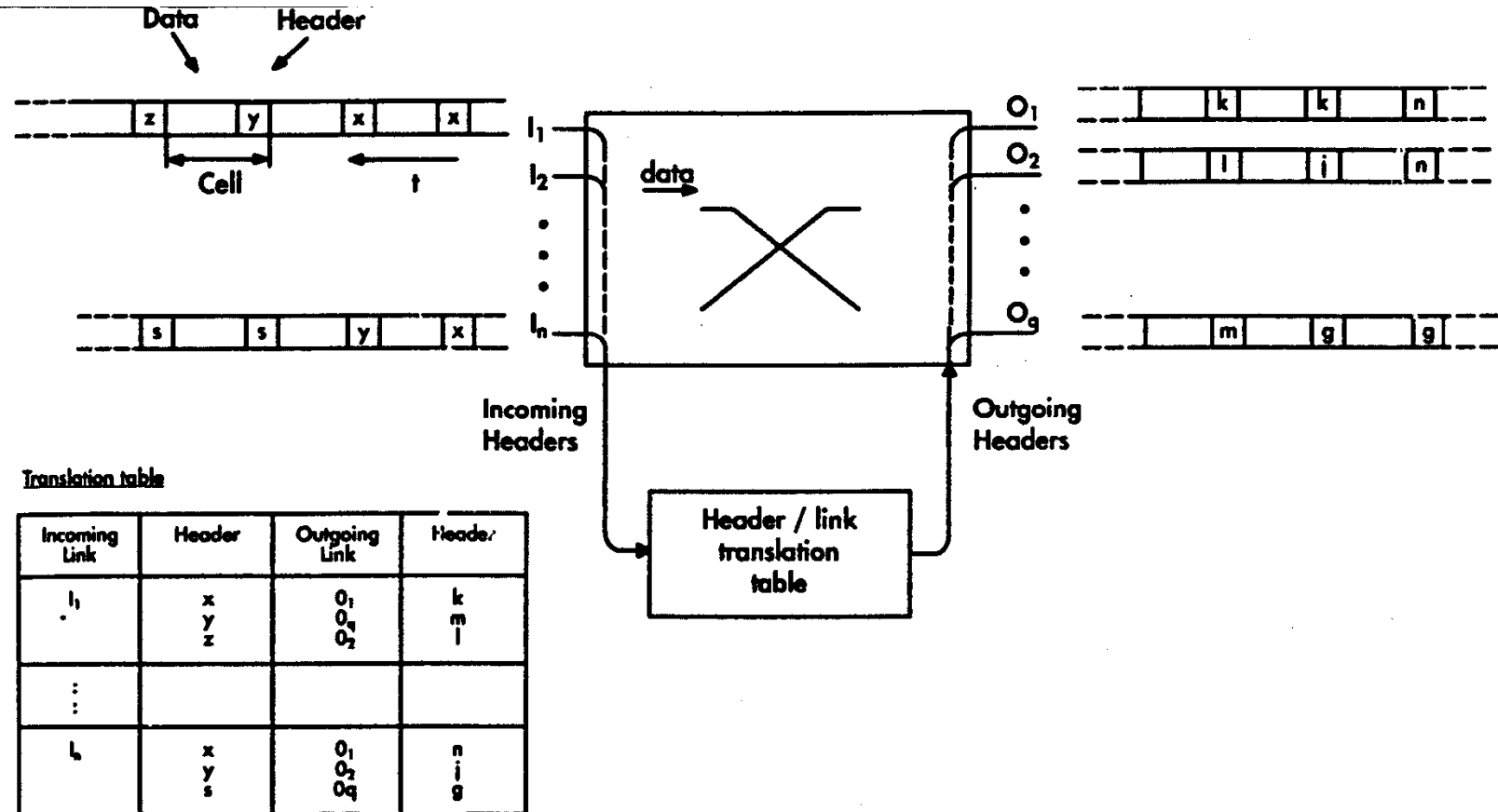


Asynchronous Transfer Mode (1/2)

- Βασικοί ορισμοί
 - Δεν παρέχει έλεγχο ροής και προστασία λαθών σε link-by-link βάση
 - Βασίζεται στην τεχνική με σύνδεση (connection-oriented mode)
 - Περιορίζεται ο ρόλος της επικεφαλίδας
 - Το πεδίο πληροφόρησης έχει σχετικώς περιορισμένο μήκος
- Πλεονεκτήματα
 - Ευέλικτο
 - Αποδοτικό στη χρήση των διαθέσιμων πόρων
 - Οικονομικό



Asynchronous Transfer Mode (2/2)



Αρχή της μεταγωγής ATM

Περιεχόμενα ενότητας

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
- ΑΤΜ: ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
- ΑΤΜ: QoS**
- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΠΕΔΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ



ATM: QoS (1/11)

- Το QoS μίας σύνδεσης σε ένα ATM δίκτυο σχετίζεται με την ακεραιότητα των ATM πακέτων και με παραμέτρους, όπως η απώλεια, η καθυστέρηση, η αυξομείωση του χρόνου καθυστέρησης και του χρησιμοποιούμενου εύρους ζώνης
- Διαφορετικές ATM συνδέσεις έχουν και διαφορετικές QoS παραμέτρους

- Η χρονική διαφάνεια καθορίζει την ικανότητα του δικτύου να μεταφέρει πληροφορία από τον πομπό στο δέκτη σε μικρό χρονικό διάστημα
- Η καθυστέρηση σε ένα δίκτυο ATM διαφέρει κατά πολύ από την καθυστέρηση στα κλασικά δίκτυα μεταγωγής πακέτων, εξαιτίας των μεγάλων ταχυτήτων και του μικρού πεδίου πληροφορίας
- Η καθυστέρηση είναι ιδιαίτερα σημαντική σε υπηρεσίες πραγματικού χρόνου

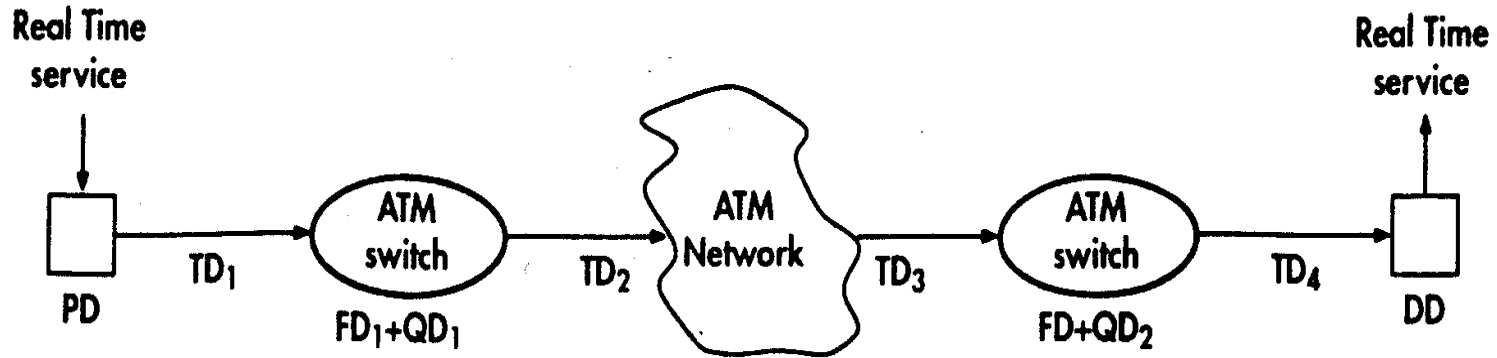


ATM: QoS (2/11)

- Καθυστέρηση Μετάδοσης (TD) (ανεξάρτητη από την τεχνική μετάδοσης που χρησιμοποιείται)
- Καθυστέρηση Πακεταρίσματος (PD) (Στα καθαρά ATM δίκτυα η πακετοποίηση πραγματοποιείται μόνο στην πηγή)
- Καθυστέρηση Μεταγωγής
 1. Σταθερή καθυστέρηση μεταγωγής (FD) (καθυστέρηση που συναντάμε σε ένα διακόπτη όταν περνά μόνο ένα πακέτο από αυτόν)
 2. Καθυστέρηση ουρών (QD) (η χρήση ουρών στους κόμβους είναι αναπόφευκτη για τον περιορισμό της απώλειας πακέτων)
- Καθυστέρηση Ξε-πακεταρίσματος (DD) (μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τρόπος συνεργασίας δικτύου και τερματικού για την απομάκρυνση του jitter)



ATM: QoS (3/11)

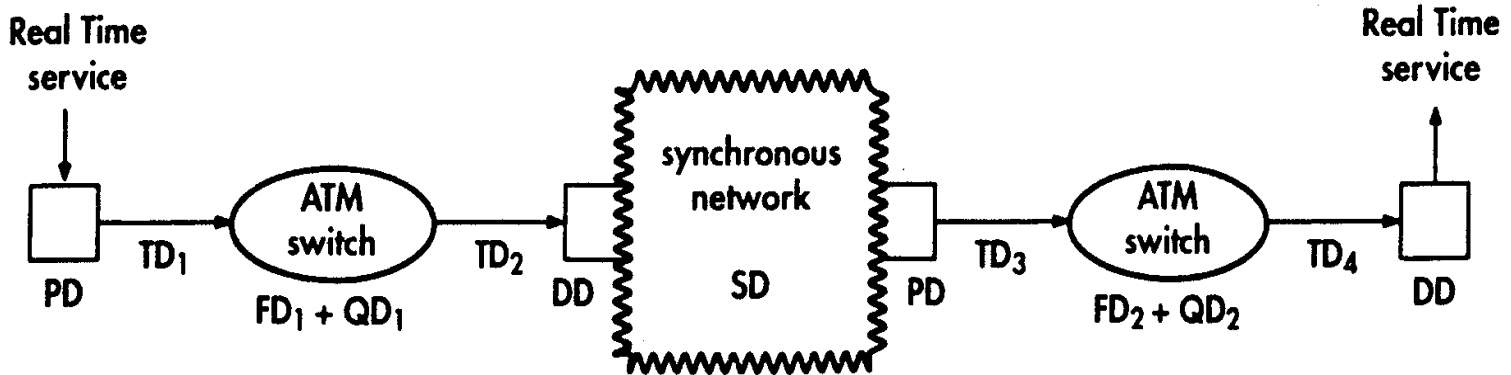


PD : Packetization Delay
TD : Transmission Delay
QD : Queueing Delay
FD : Fixed Switching Delay
DD : Depacketization Delay

Καθυστέρηση σε ένα αμιγές ATM δίκτυο

$$D_1 = \sum_i TD_i + \sum_j FD_j + \max q \int QD_j + PD$$

ATM: QoS (4/11)



- PD : Packetization Delay
- TD : Transmission Delay
- QD : Queueing Delay
- FD : Fixed Switching Delay
- DD : Depacketization Delay
- SD : Synchronous Network Delay

Καθυστέρηση σε ένα μεικτό δίκτυο ATM / μη ATM

$$D_2 = \sum_i TD_i + \sum_j FD_j + \sum_k \max_q \int QD_j + k * PD + \sum_l SD_l$$

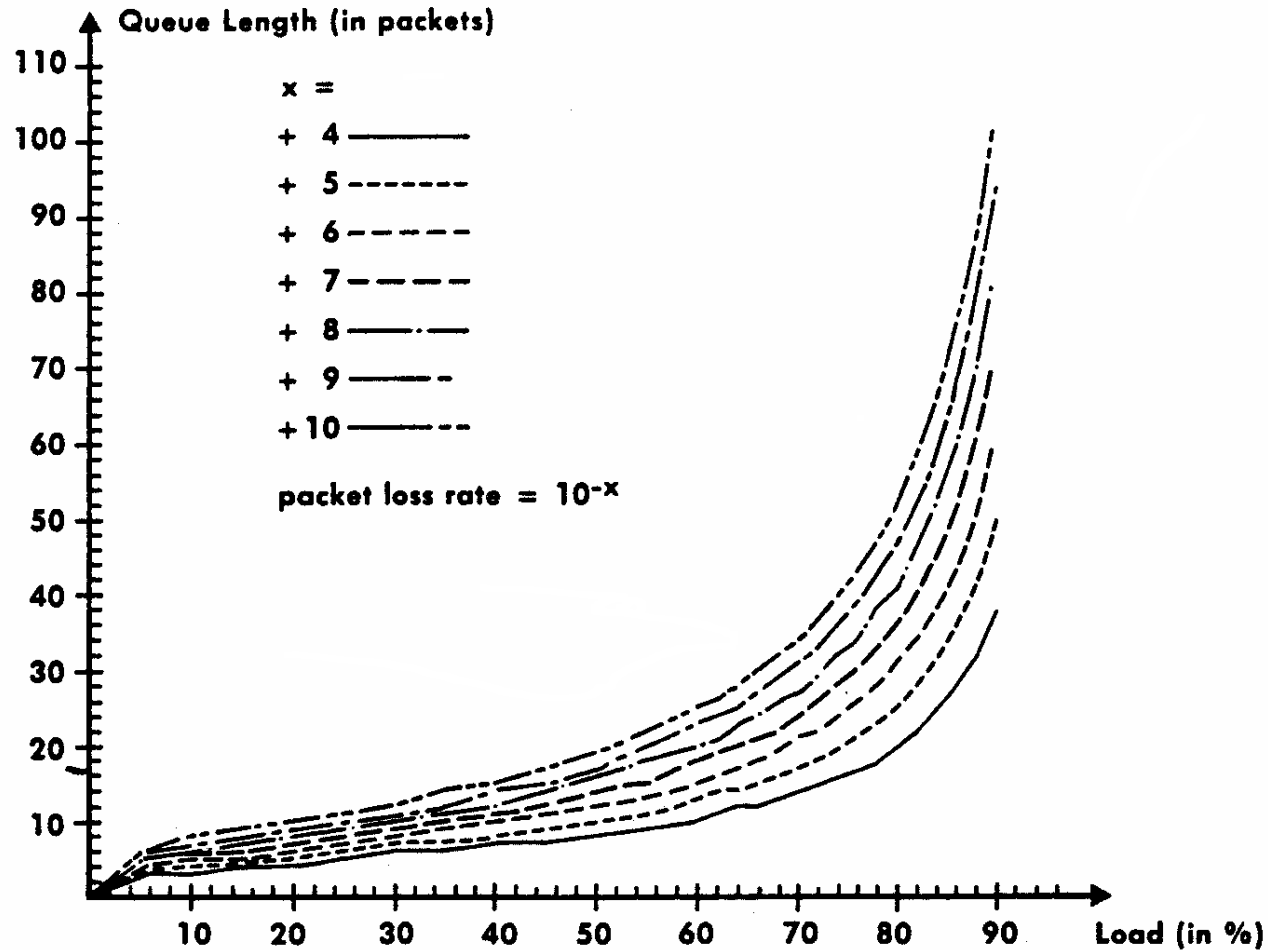
ATM: QoS (5/11)

Speed	150 Mbit/s			600 Mbit/s		
Packet Size (Bytes)	16	32	64	16	32	64
TD	4000	4000	4000	4000	4000	4000
FD	64	128	256	16	32	64
QD/DD	200	400	800	50	100	200
PD	2000	4000	8000	200	4000	8000
SD	900	900	900	900	900	900
D1	6264	8528	12256	6166	8132	12364
D2	9365	13828	21956	9016	13132	21364

Καθυστερήσεις (σε msec) για Διαφορετικές Ταχύτητες και Μεγέθη Πακέτων σε 8 Διαδοχικά Κέντρα ATM



ATM: QoS (6/11)



Μέγεθος Ουρών σε Συνάρτηση του Φορτίου σε ένα Μοντέλο M/D/1

ATM: QoS (7/11)

Σημασιολογική Διαφάνεια (Semantic Transparency)

◆ Σφάλματα Αναφερόμενα στη Μετάδοση

■ Bit Error Rate

$$\text{BER} = \frac{\text{Αριθμός των λανθασμένων bits}}{\text{Συνολικός αριθμός των bits που εστάλησαν}}$$

■ Packet Error Rate

$$\text{PER} = \frac{\text{Αριθμός των λανθασμένων πακέτων}}{\text{Συνολικός αριθμός των πακέτων που εστάλησαν}}$$

◆ Σφάλματα Αναφερόμενα στην Ακρίβεια

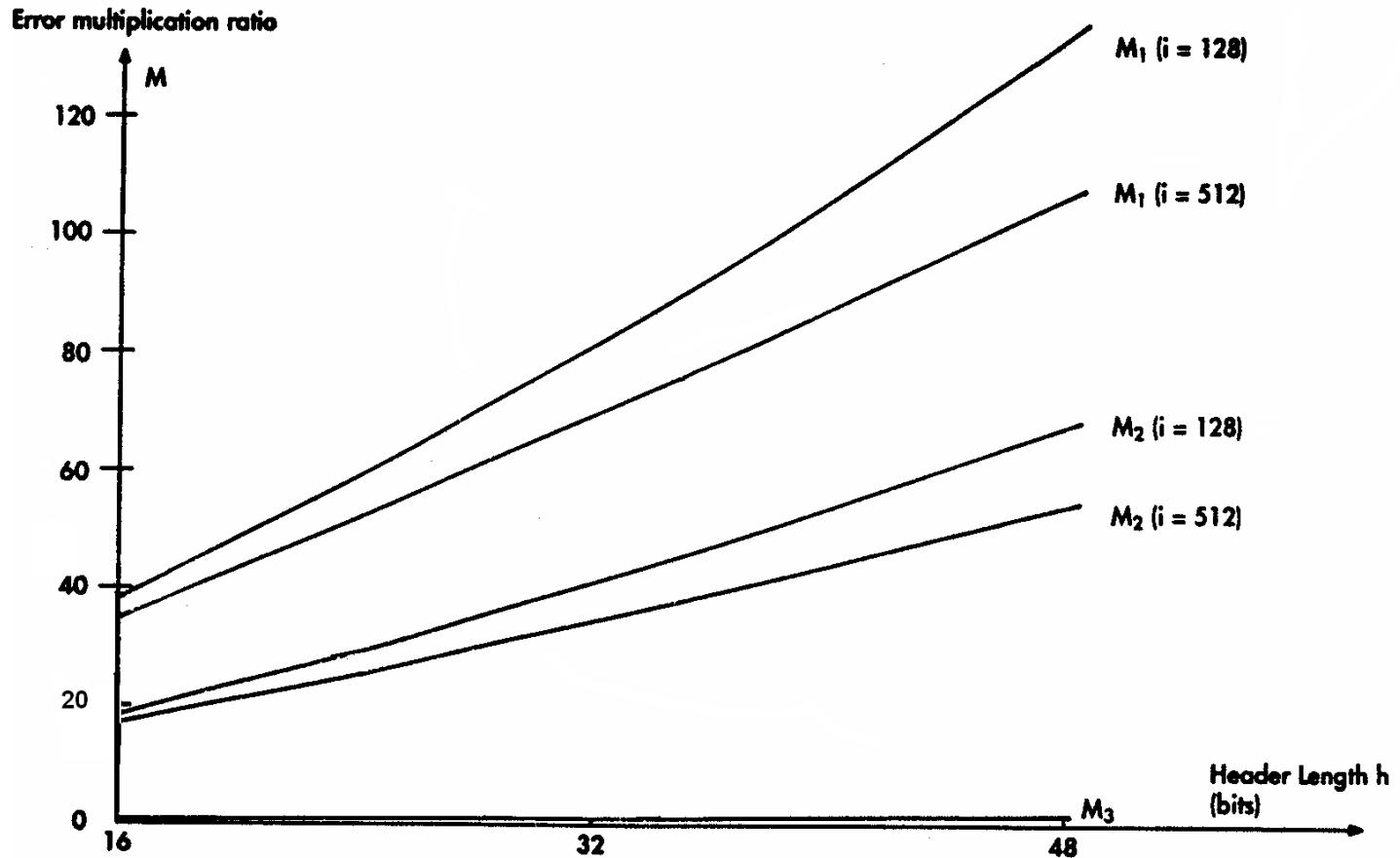
◆ Σφάλματα Αναφερόμενα στην Αξιοπιστία

◆ Απώλεια Πακέτων που Οφείλεται στα Λάθη της Επικεφαλίδας

◆ Απώλεια Πακέτων λόγω Υπερχείλισης των Αποθηκευτικών Πόρων (queue overflow)

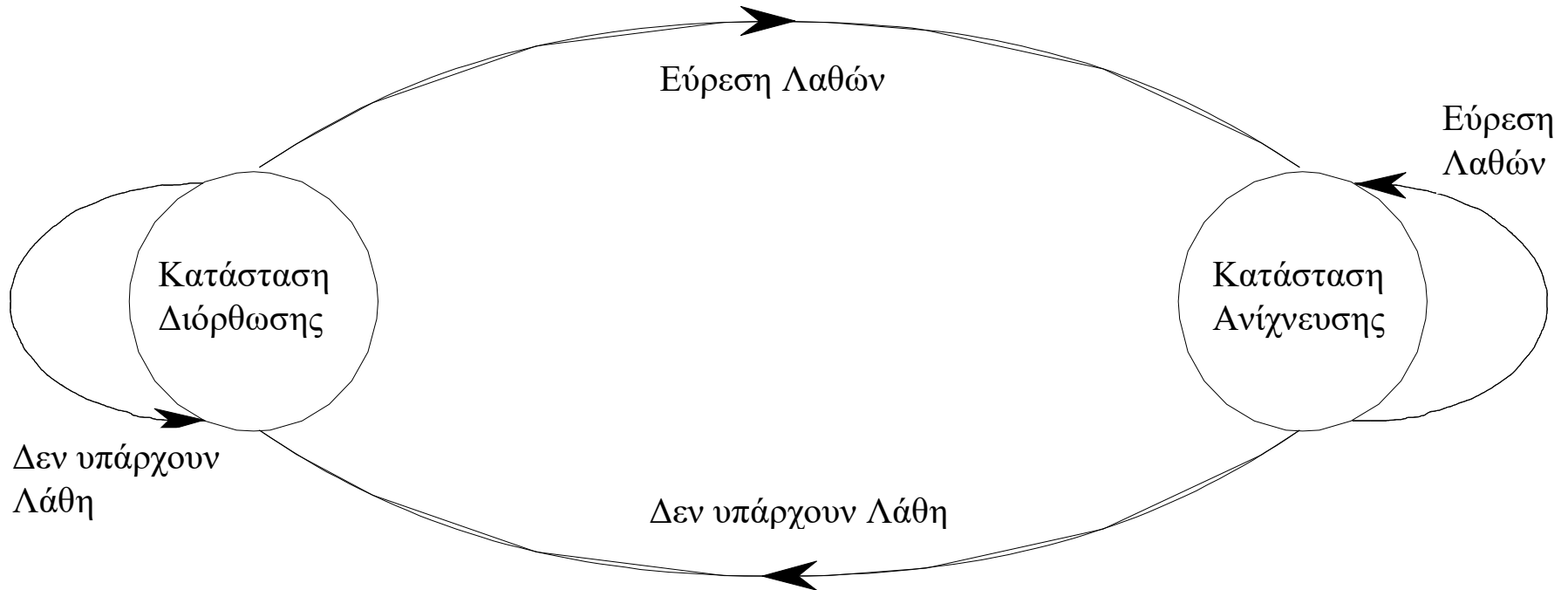


ATM: QoS (8/11)



Σφάλματα Επικεφαλίδας για Διαφορετικές Τεχνικές Προστασίας
(M1: Καμία Προστασία, M2: Ανίχνευση Σφαλμάτων,
M3 : Διόρθωση Σφαλμάτων)

ATM: QoS (9/11)



**Προσαρμοζόμενος Αλγόριθμος Ανίχνευσης/Διόρθωσης Σφαλμάτων
Επικεφαλίδας**

ATM: QoS (10/11)

Υπηρεσία	BER	PLR	PIR	Καθυστέρηση
Τηλεφωνία	10^{-7}	10^{-3}	10^{-3}	25ms/500ms
Μετάδοση Δεδομένων	10^{-7}	10^{-6}	10^{-6}	1000ms (50ms)
<u>Broadcast video</u>	10^{-6}	10^{-8}	10^{-8}	1000ms
Ηχος <u>HiFi</u>	10^{-5}	10^{-7}	10^{-7}	1000ms
Απομακρυσμένος Έλεγχος Επεξεργασίας	10^{-5}	10^{-3}	10^{-3}	1000ms

Ιδιότητες Υπηρεσιών σε ένα ATM

$$PLR = \frac{\text{Αριθμός των πακέτων που εχάθηκαν}}{\text{Συνολικός αριθμός των πακέτων που εστάλησαν}}$$

$$PIR = \frac{\text{Αριθμός των πακέτων που εισαχθήκανε}}{\text{Συνολικός αριθμός των πακτων που εστάλησαν}}$$



ATM: QoS (11/11)

Εφαρμογές	Καθυστέρηση (ms)	Jitter (ms)
64 Kbps video-διάσκεψη	300	130
1.5 Mbps MPEG, NTSC	5	6.5
20 Mbps	0.8	1
160 Kbps	30	130
256 Kbps	7	9.1

Υπηρεσίες και Απαιτήσεις

Οι ακόλουθες παράμετροι ορίζονται σε κάθε σύνδεση UNI:

1. Ο μέγιστος ρυθμός πακέτων (Peak Cell Rate – PCR)
2. Ο ρυθμός των ATM πακέτων που μπορεί να παραταθεί (Sustainable Cell Rate – SCR)



Περιεχόμενα ενότητας

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
- ΑΤΜ: ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
- ΑΤΜ: QoS
- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΠΕΔΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ



Καθορισμός μήκους πεδίου πληροφορίας (1/5)

Πακέτα Μεταβλητού Μήκους έναντι Σταθερού Μήκους

◆ Αποδοτικότητα του Εύρους Ζώνης Μετάδοσης

◆ Πακέτα Σταθερού Μήκους
$$n_F = \frac{X}{\left\lfloor \frac{X}{L} \right\rfloor (L + H)}$$

$$n = \frac{\text{Αριθμός bit πληροφορίας}}{\text{Αριθμός των bit πληροφορίας} + \text{Αριθμός των bit της Επιβάρυνσης}}$$

- L=Μέγεθος του πεδίου πληροφορίας του πακέτου σε bytes
- H=Μέγεθος της επικεφαλίδας σε bytes
- X=Αριθμός των bytes της χρήσιμης πληροφορίας που θα μεταδοθεί

◆ Πακέτα Μεταβλητού Μήκους
$$n_v = \frac{X}{X + H + h_v}$$

- h_v = Επιβάρυνση της επικεφαλίδας ενός συγκεκριμένου πακέτου



Καθορισμός μήκους πεδίου πληροφορίας (2/5)

Πακέτα Μεταβλητού Μήκους έναντι Σταθερού Μήκους

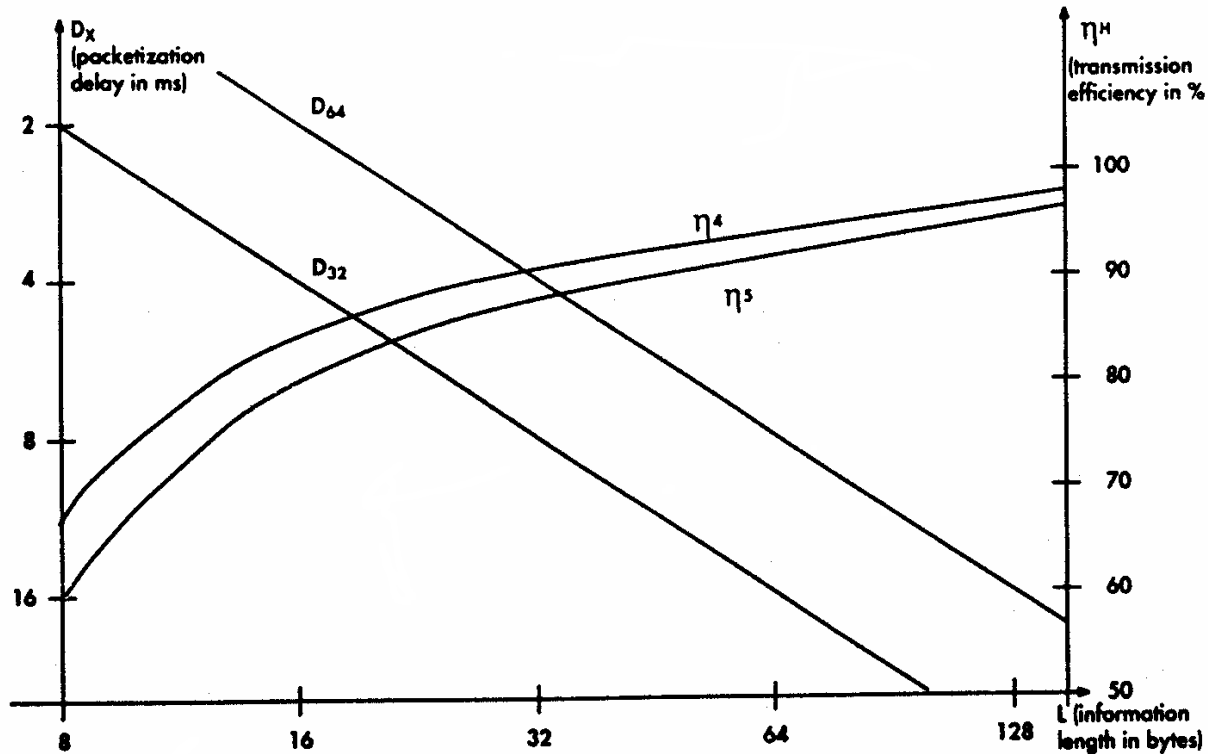
- ◆ Ταχύτητα Μεταγωγής και Πολυπλοκότητα
 - ◆ Ταχύτητα λειτουργίας
 - ◆ Απαιτήσεις στο μέγεθος των ουρών
- ◆ Καθυστέρηση

Μέγεθος του ΑΤΜ Πακέτου

- ◆ Απόδοση Μετάδοσης
$$n_H = \frac{L}{L + H}$$
- ◆ Καθυστέρηση
 - Καθυστέρηση Πακεταρίσματος
 - Ολική Καθυστέρηση
 - Καθυστέρηση Ουρών και Ξεπακεταρίσματος
- ◆ Πολυπλοκότητα εγκατάστασης

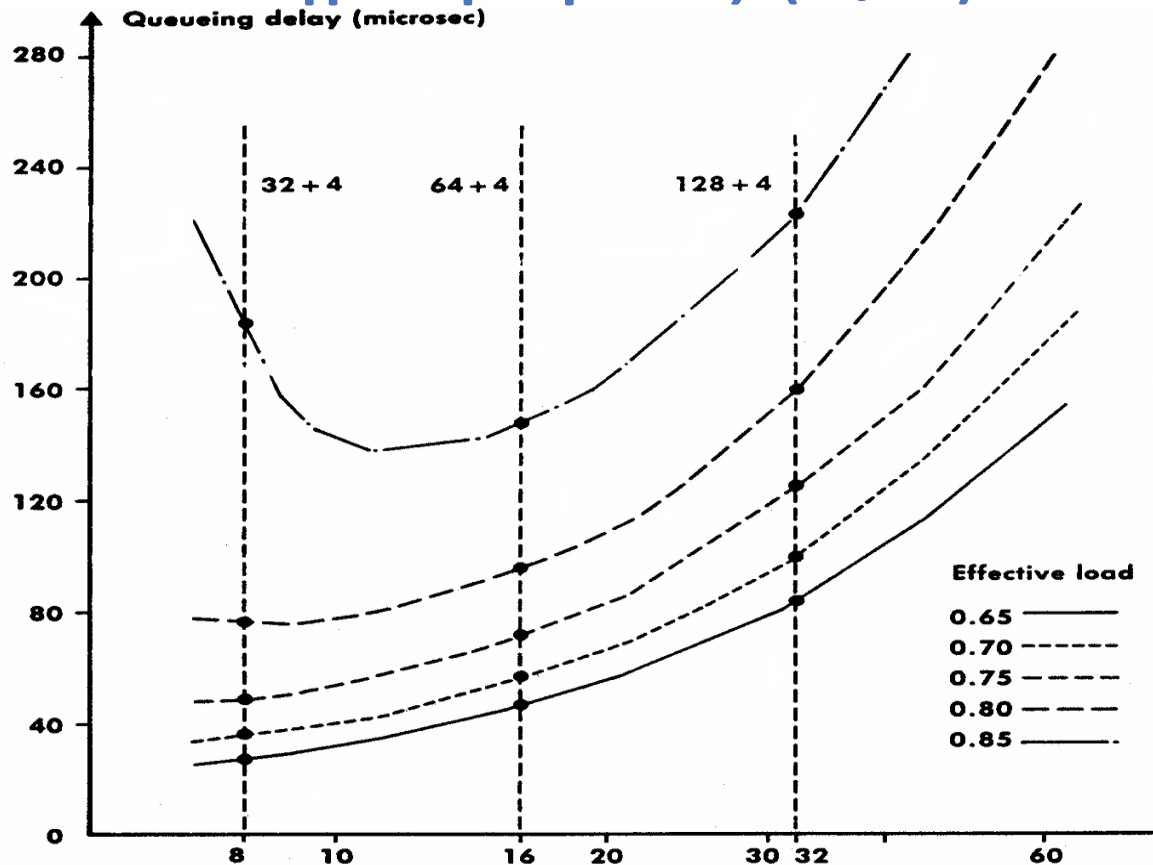


Καθορισμός μήκους πεδίου πληροφορίας (3/5)



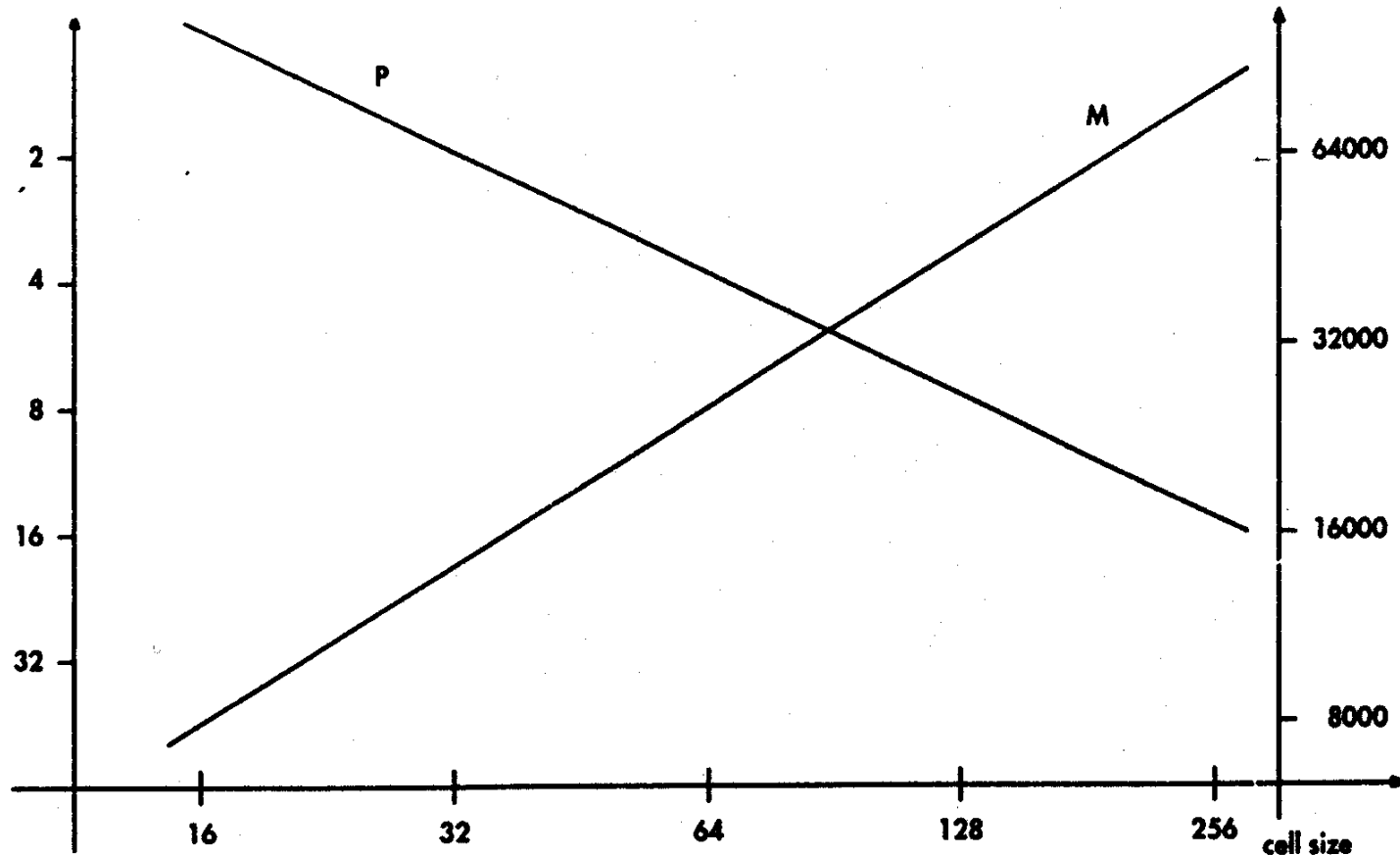
**Απόδοση Μετάδοσης και Καθυστέρηση Πακεταρίσματος σε
Συνάρτηση του Μήκους του Πεδίου Πληροφορίας**

Καθορισμός μήκους πεδίου πληροφορίας (4/5)



Καθυστέρηση Ουρών σε Συνάρτηση του Λόγου L/H για
Διάφορες Τιμές Ωφέλιμου Φορτίου

Καθορισμός μήκους πεδίου πληροφορίας (5/5)



**Απαιτήσεις σε Μνήμη και Χρόνο Επεξεργασίας σε
Συνάρτηση του Μήκους του Cell**

Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης – Ενότητα 2: Τεχνικές Μετάδοσης



Περιεχόμενα ενότητας

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
- ΑΤΜ: ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
- ΑΤΜ: QoS
- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΠΕΔΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑΣ**
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ

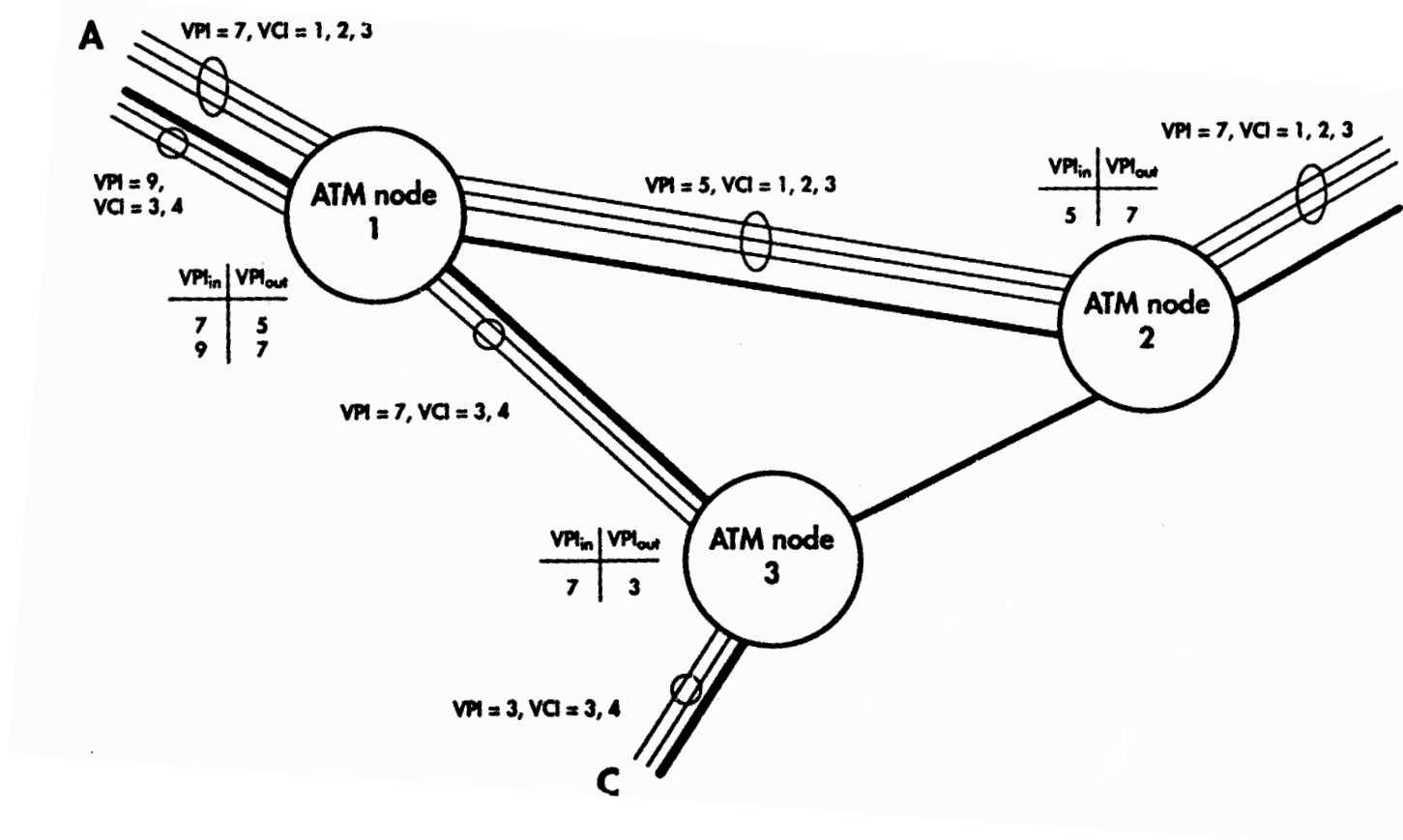


Λειτουργικότητα επικεφαλίδας (1/4)

- ◆ Νοητές Συνδέσεις (Virtual Connections)
- ◆ Νοητά Κανάλια (Virtual Channels)
- ◆ Νοητές Διαδρομές (Virtual Paths)
- ◆ Προτεραιότητες (Priorities)
 - Χρονική Προτεραιότητα
 - Σημασιολογική Προτεραιότητα
- ◆ Συντήρηση (Maintenance)
- ◆ Πολλαπλή Πρόσβαση (Multiple Access)
- ◆ Προστασία της Επικεφαλίδας από Σφάλματα (Header Error Protection)



Λειτουργικότητα επικεφαλίδας (2/4)



Η χρήση του VPI σε ένα ATM δίκτυο

Λειτουργικότητα επικεφαλίδας (3/4)

n : Συνολικός αριθμός bit	k : χρήσιμα bits	t : Διορθώσιμα bits
31	26	1
	21	2
	16	3
63	57	1
	51	2
	45	3
127	120	1
	113	2
	106	3

Κώδικες BCH



Λειτουργικότητα επικεφαλίδας (4/4)

Coding bits Bits to protect	6	7	8
32	48 %	74 %	89 %
40	36 %	68 %	84 %
48	23 %	62 %	81 %

Ικανότητα ανίχνευσης λαθών για διόρθωση ενός μόνο bit

Λειτουργίες	Απαιτούμενα bits	ITU-T NNN/UNI
VCI	8 – 12	16
VPI	8 – 12	12/8
Priorities	0 – 4	1
Maintenance/ payload type	0 – 2	2
Point-to-multipoint	0 – 8	0/4
Header Error Check (HEC)	0 – 8	8
Reserved	0 – 6	1
Total	16 - 56	40

Λειτουργικότητα Επικεφαλίδας και Απαιτούμενο Μήκος

Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης – Ενότητα 2: Τεχνικές Μετάδοσης



Περιεχόμενα ενότητας

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
- ΑΤΜ: ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
- ΑΤΜ: QoS
- ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΠΕΔΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑΣ
- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ**

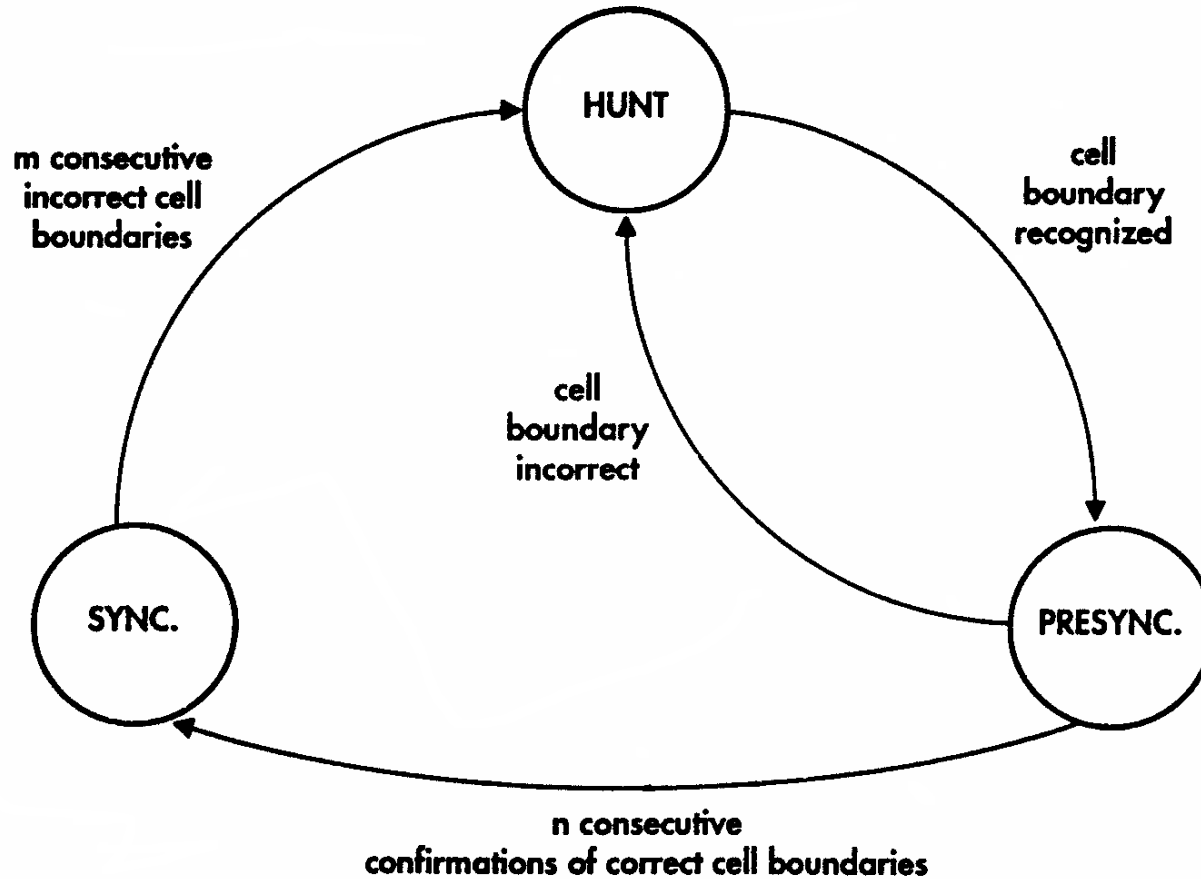


Λειτουργίες υποστήριξης (1/2)

- Σε κάθε σύστημα μεταγωγής ο τερματικός κόμβος θα πρέπει να είναι σε θέση να διαχωρίζει τα όρια του πακέτου
- Στα συστήματα μετάδοσης ATM οι μηχανισμοί διάκρισης ATM πακέτων βασίζονται:
 - Στη χρήση κενών πακέτων
 - Στον έλεγχο του κώδικα σφάλματος επικεφαλίδας
 - Στον εντοπισμό ειδικών πακέτων, τα οποία αποστέλλονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα
- Η λειτουργικότητα των καταστάσεων κάθε μιας από τις 3 μεθόδους διάκρισης των ATM πακέτων είναι:
 - Διάκριση με τη χρήση άδειων ATM πακέτων
 - Διάκριση των ATM πακέτων με τη μέθοδο HEC
 - Συγχρονισμός με περιοδική χρήση ATM πακέτων



Λειτουργίες υποστήριξης (2/2)



Γενικό Διάγραμμα Καταστάσεως Διαχωρισμού
ATM Πακέτων ($n = 6, m = 7$)

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 2: Τεχνικές Μετάδοσης**». Έκδοση: **1.0**. Αθήνα **2015**. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: **σύνδεσμο μαθήματος**.



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 10, 12, 13, 22, 26, 27, 29, 31, 38, 39, 40, 43 και 48 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:

Οι πίνακες στις διαφάνειες 28 και 33 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.

