

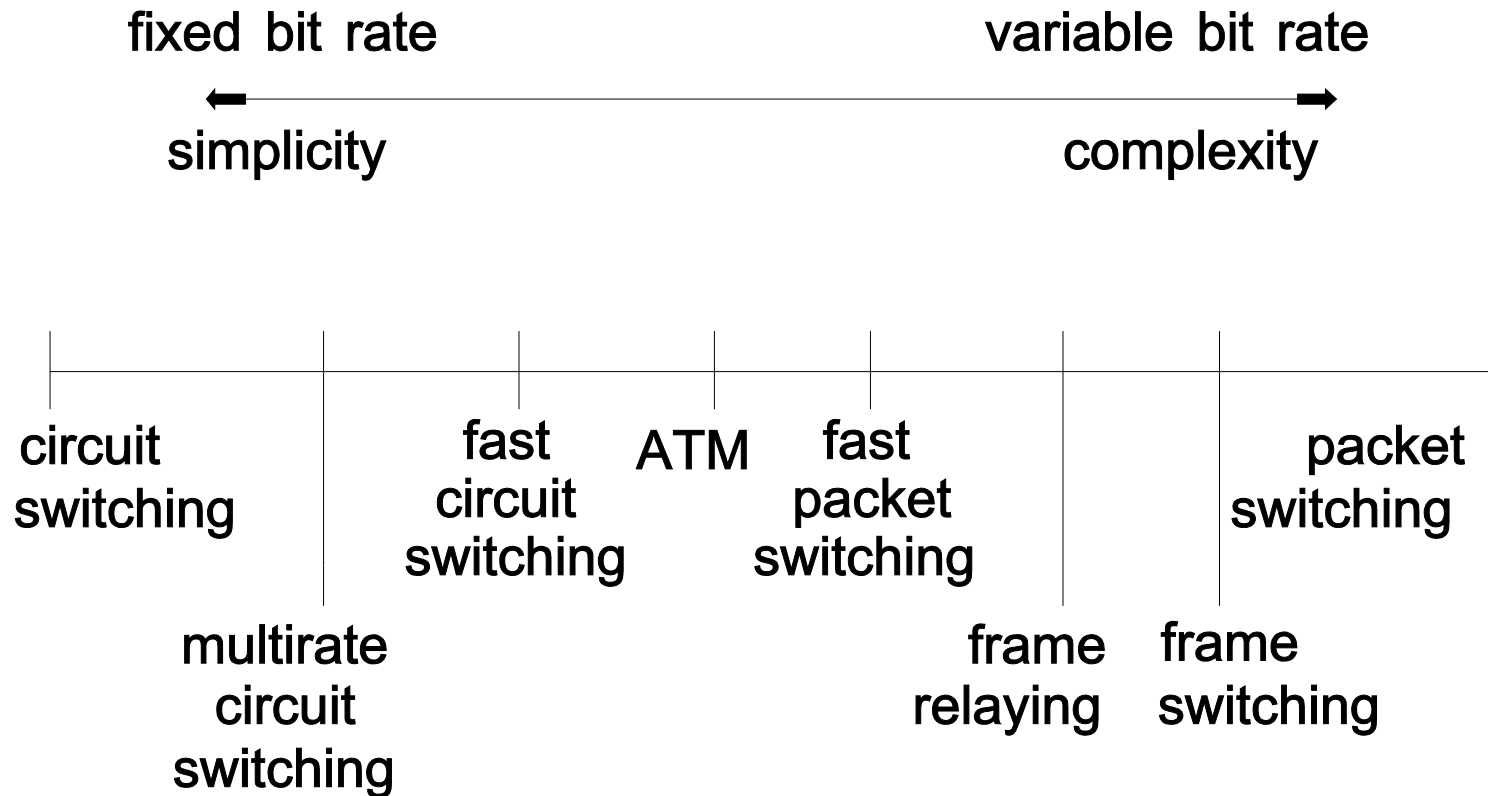


# Τεχνικές Μετάδοσης (Transfer Modes)

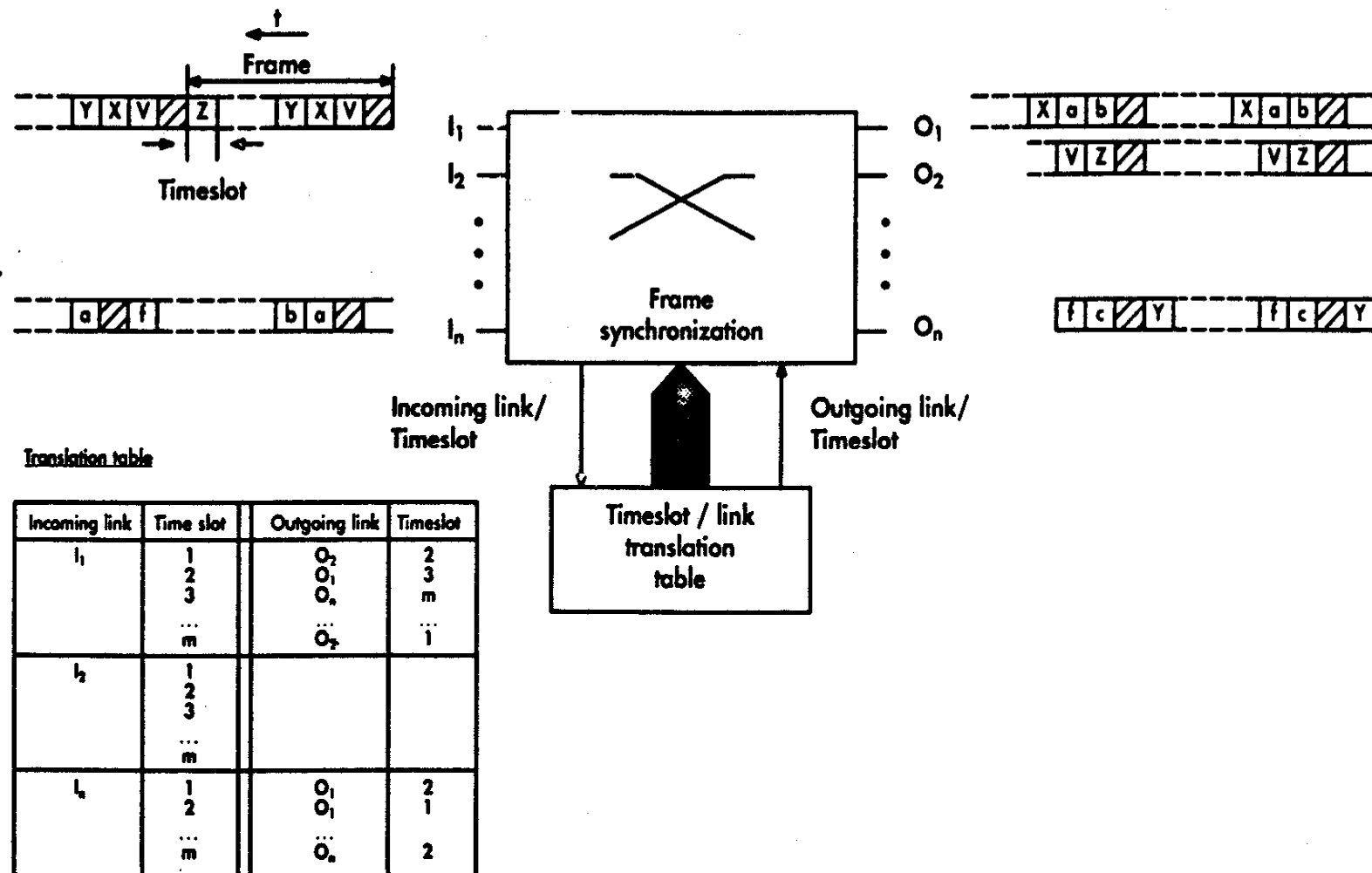
---

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

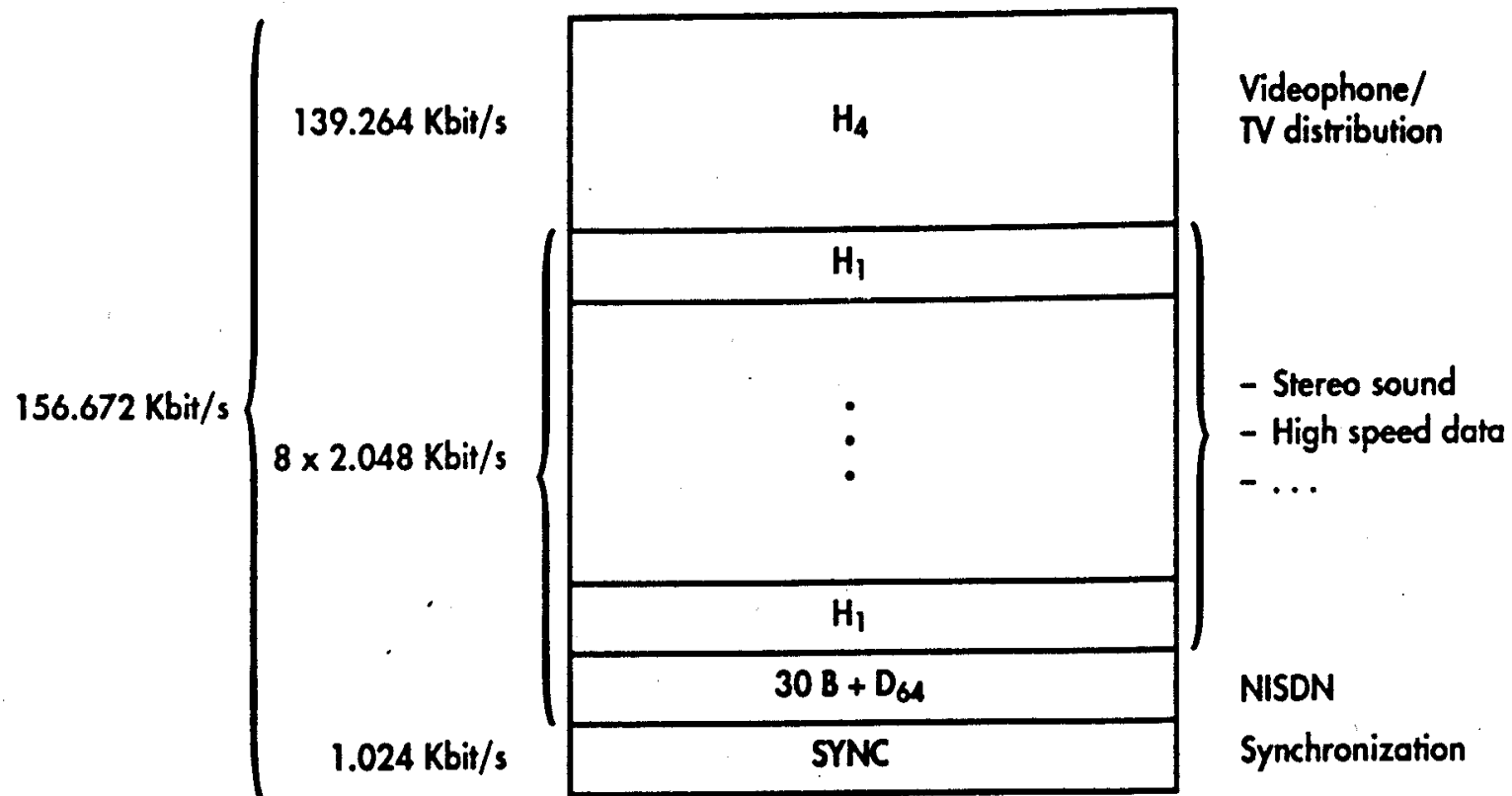
# Το φάσμα της Τεχνολογίας Μεταγωγής



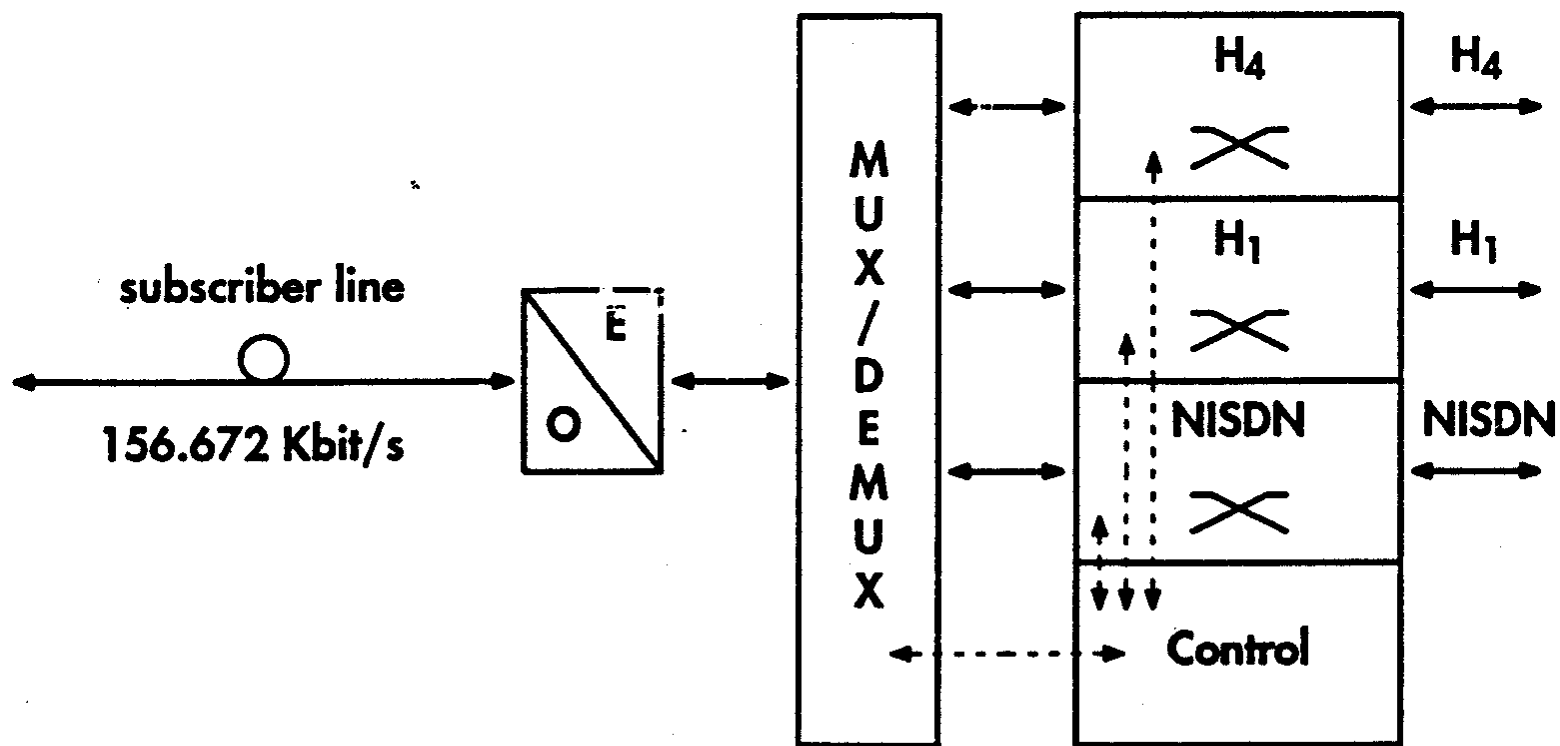
# Μεταγωγή Κυκλώματος



# Μεταγωγή Κυκλώματος Πολλαπλού Ρυθμού (MRCs)



# Αρχιτεκτονική Διακόπτη για MRCS με Διαφορετικά Κανάλια Βασικού Ρυθμού



# Λειτουργικές Διαφορές κατά την Αναδημιουργία των Πακέτων στη Μεταγωγή Πακέτων

Λειτουργικότητα	X.25	Μεταγωγή Πλαισίων	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	-
Πολύπλεξη Λογικών Καναλιών	X	-	-



# Asynchronous Transfer Mode

---

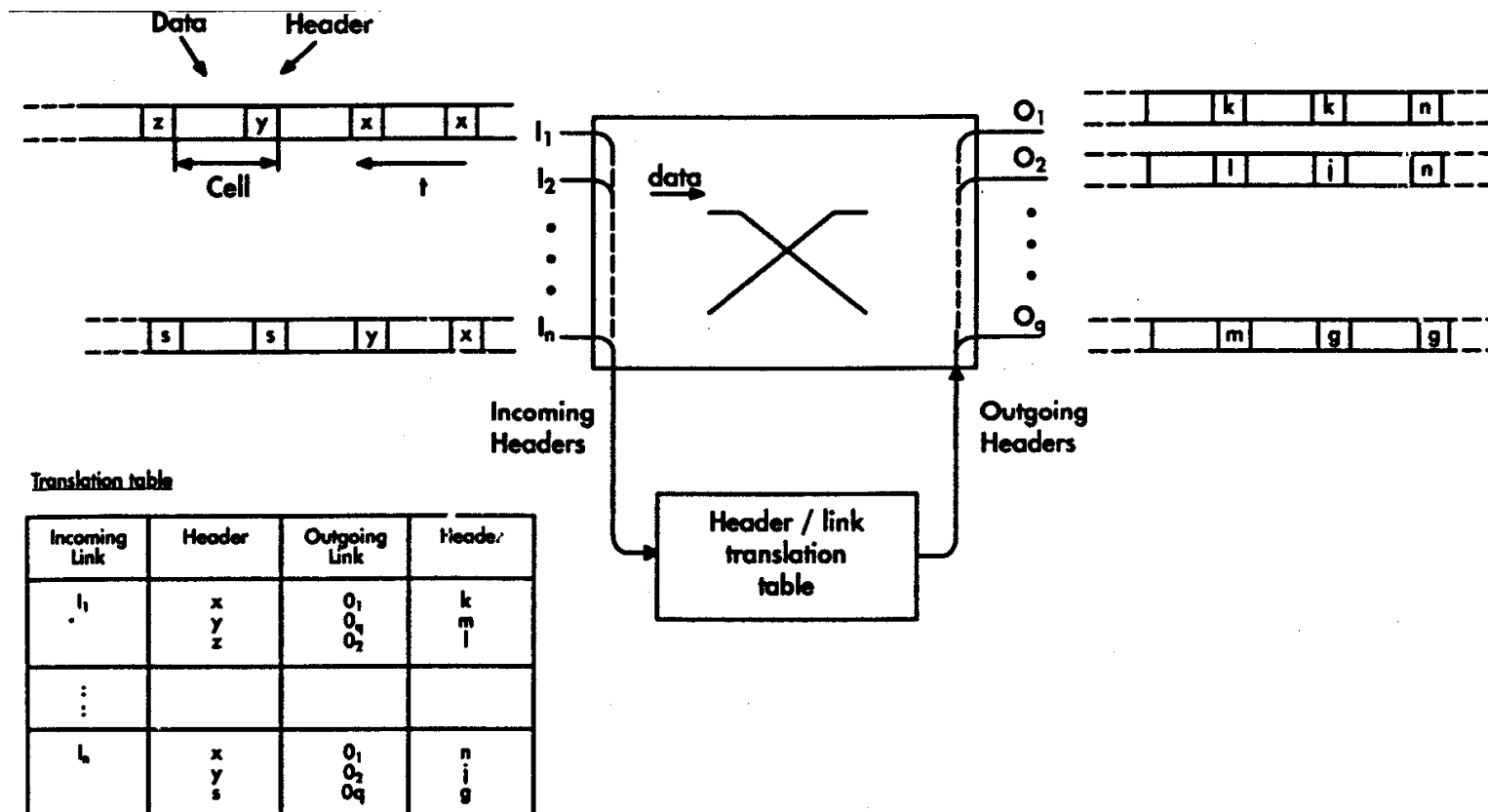
## ◆ Βασικοί ορισμοί

- 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

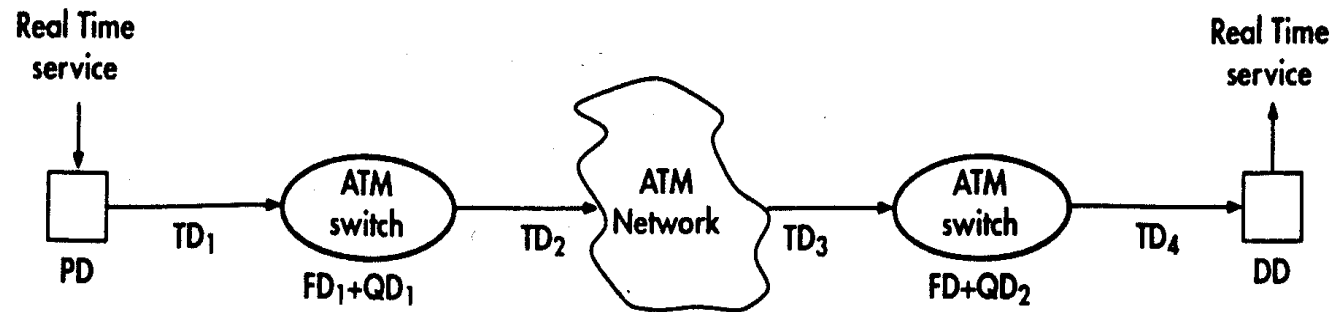
- Ευέλικτο
- Αποδοτικό στη χρήση των διαθέσιμων πόρων
- Οικονομικό

# Αρχή της Μεταγωγής ATM





# Καθυστέρηση σε Δίκτυα ATM

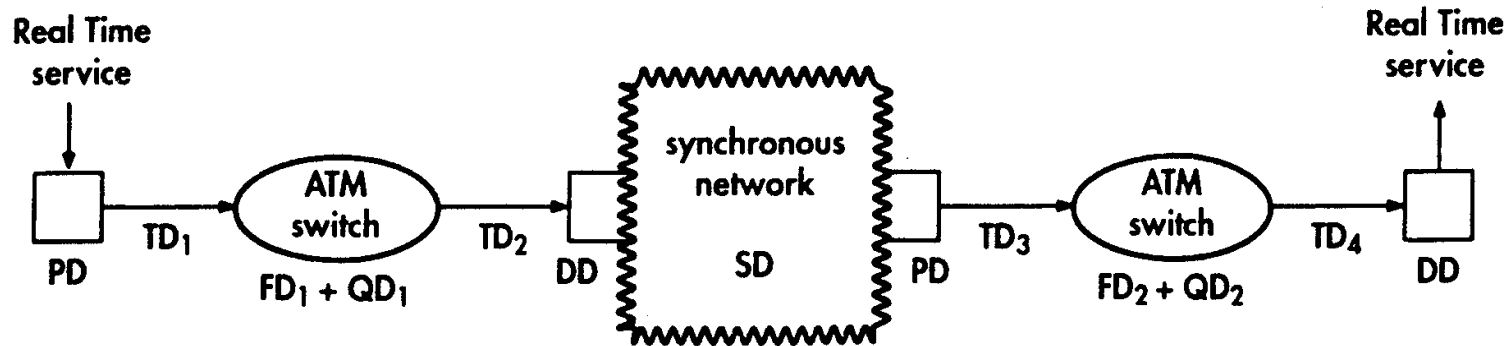


PD : Packetization Delay  
TD : Transmission Delay  
QD : Queueing Delay  
FD : Fixed Switching Delay  
DD : Depacketization Delay

Καθυστέρηση σε ένα αμιγές ATM δίκτυο

$$D_1 = \sum_i TD_i + \sum_j FD_j + \max_j QD_j + PD$$

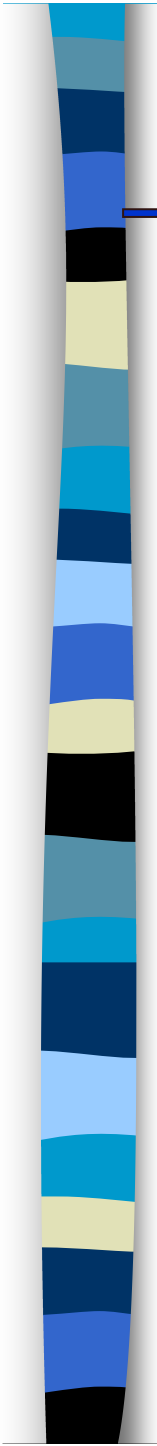
# Καθυστέρηση σε Δίκτυα ATM



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

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



# Παράγοντες που Συνεισφέρουν στην Ολική Καθυστέρηση του Δικτύου

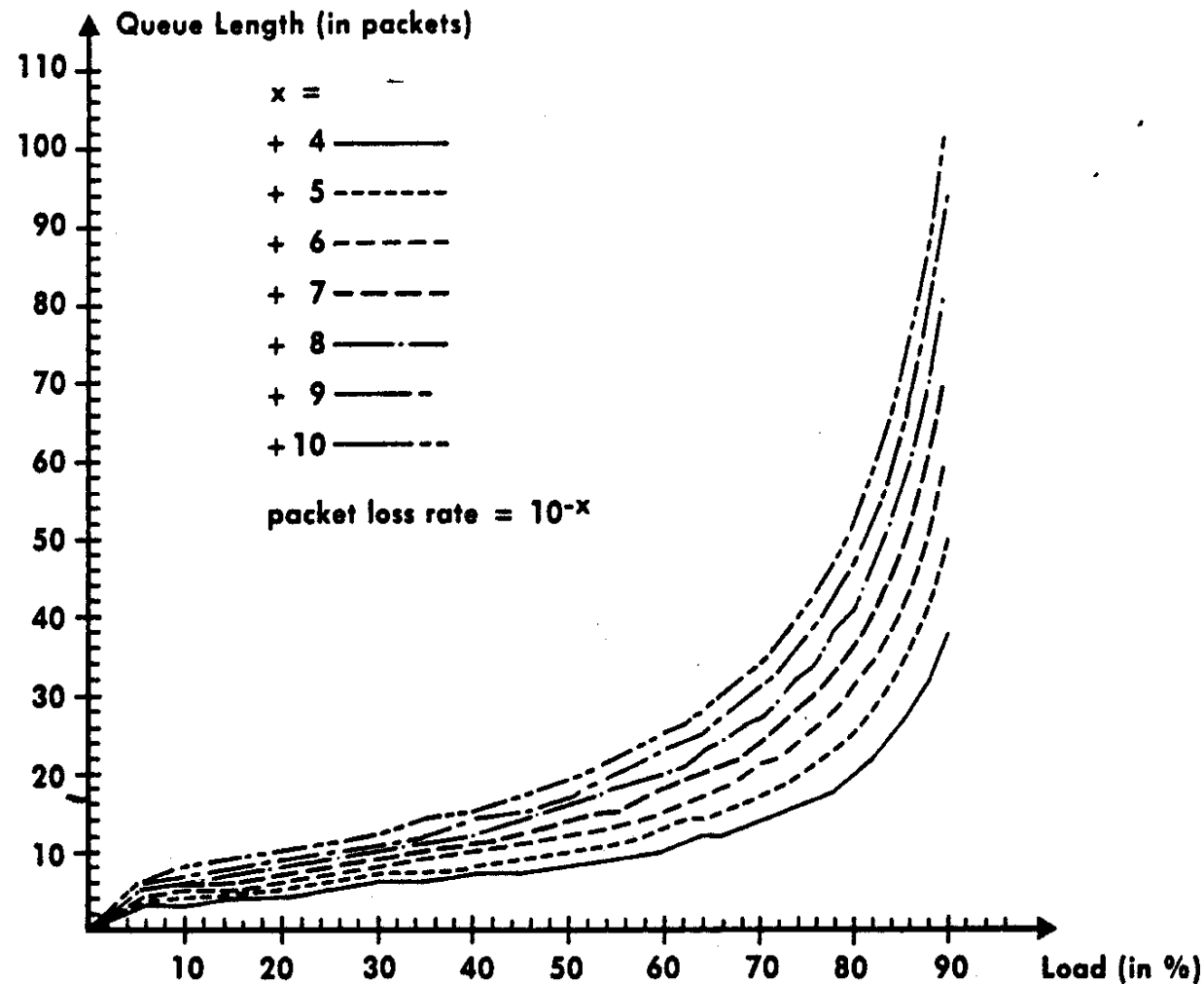
---

- ◆ Καθυστέρηση Μετάδοσης (TD)
- ◆ Καθυστέρηση Πακεταρίσματος (PD)
- ◆ Καθυστέρηση Μεταγωγής
  - Σταθερή καθυστέρηση μεταγωγής (FD)
  - Καθυστέρηση ουρών (QD)
- ◆ Καθυστέρηση Ξε-πακεταρίσματος (DD)

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

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

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



# Σημασιολογική Διαφάνεια (Semantic Transparency)

---

## ◆ Σφάλματα Αναφερόμενα στη Μετάδοση

- Bit Error Rate

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

- Packet Error Rate

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

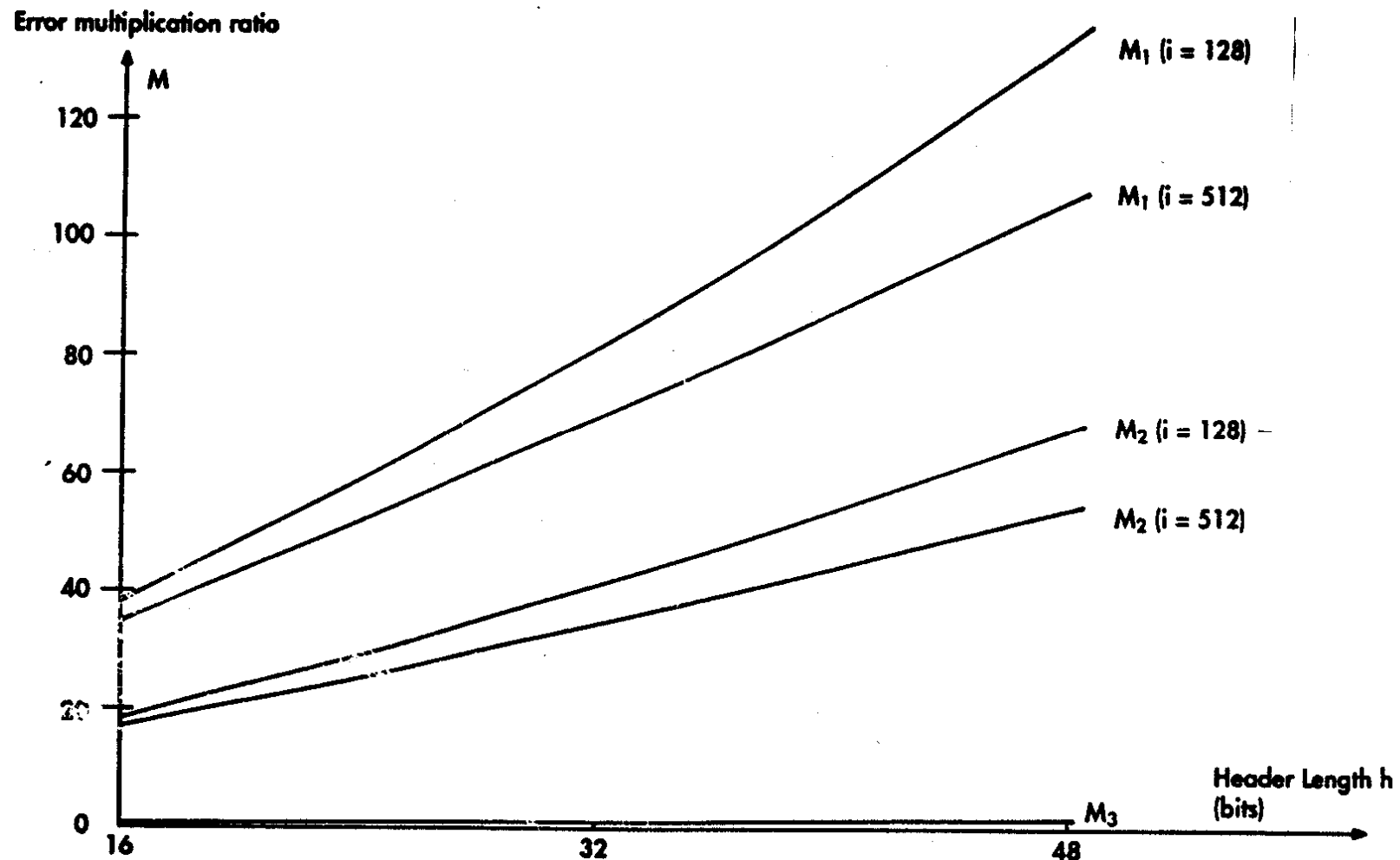
## ◆ Σφάλματα Αναφερόμενα στην Ακρίβεια

## ◆ Σφάλματα Αναφερόμενα στην Αξιοπιστία

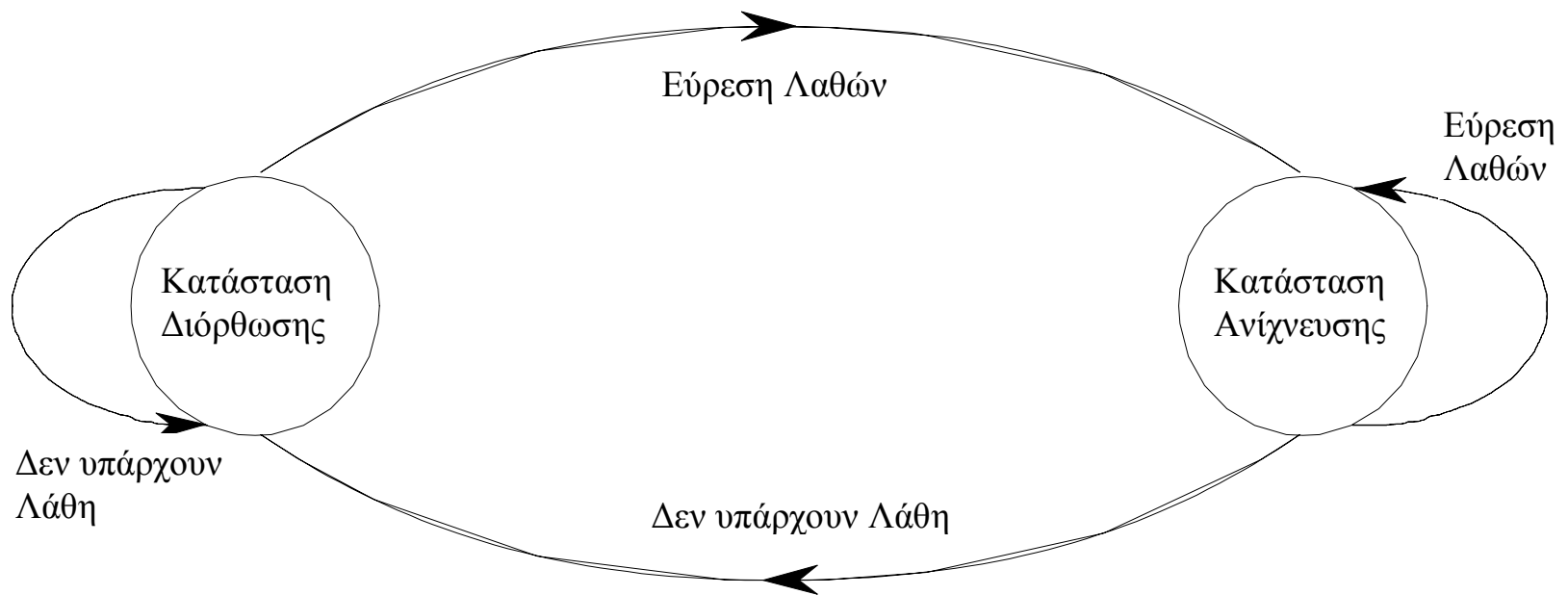
## ◆ Απώλεια Πακέτων που Οφείλεται στα Λάθη της Επικεφαλίδας

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

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



# Προσαρμοζόμενος Αλγόριθμος Ανίχνευσης/Διόρθωσης Σφαλμάτων Επικεφαλίδας





# Ιδιότητες Υπηρεσιών σε Ένα ATM

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

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

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



# Υπηρεσίες και Απαιτήσεις

---

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

# 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

## ◆ Ταχύτητα Μεταγωγής και Πολυπλοκότητα

### ◆ Ταχύτητα λειτουργίας

### ◆ Απαιτήσεις στο μέγεθος των ουρών

## ◆ Καθυστέρηση

# Μέγεθος του ATM Πακέτου

---

## ◆ Απόδοση Μετάδοσης

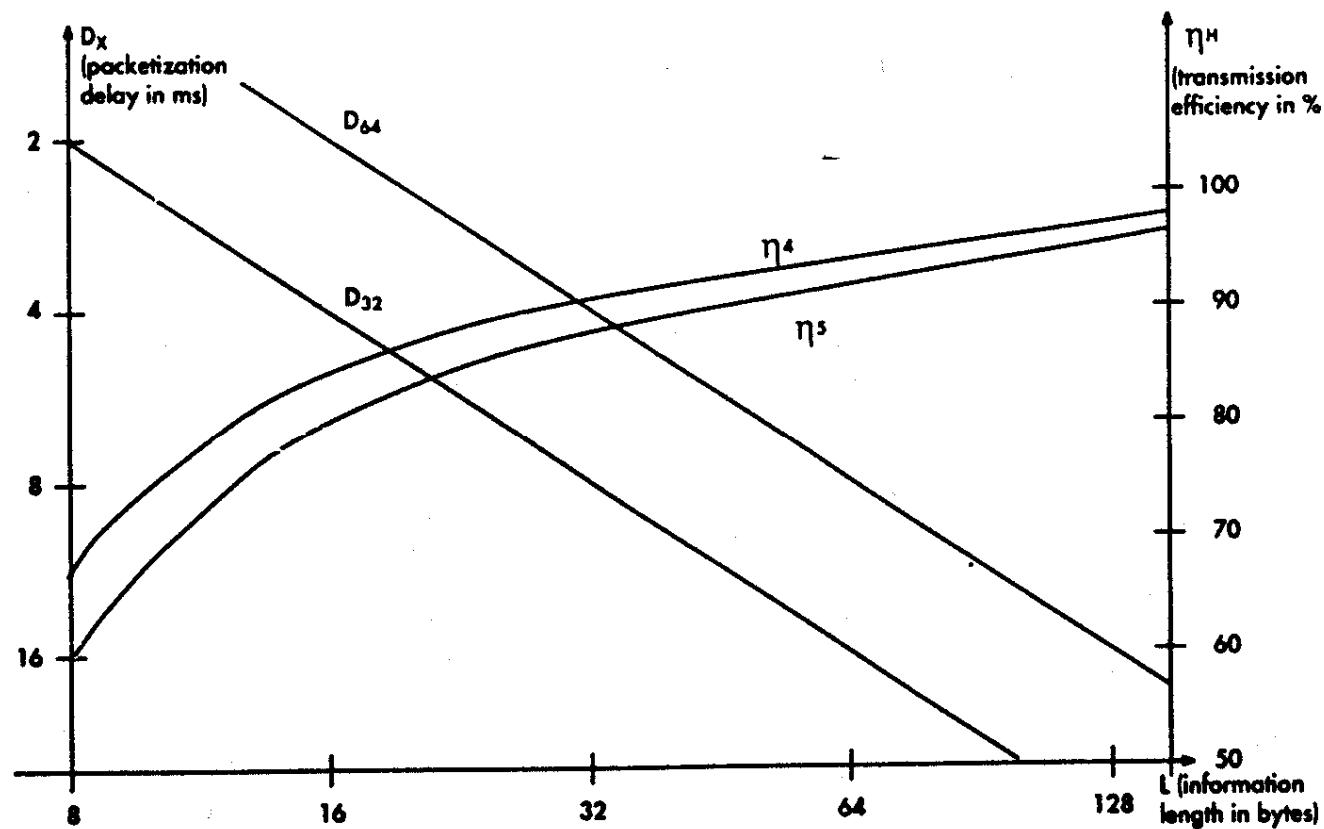
$$n_H = \frac{L}{L + H}$$

## ◆ Καθυστέρηση

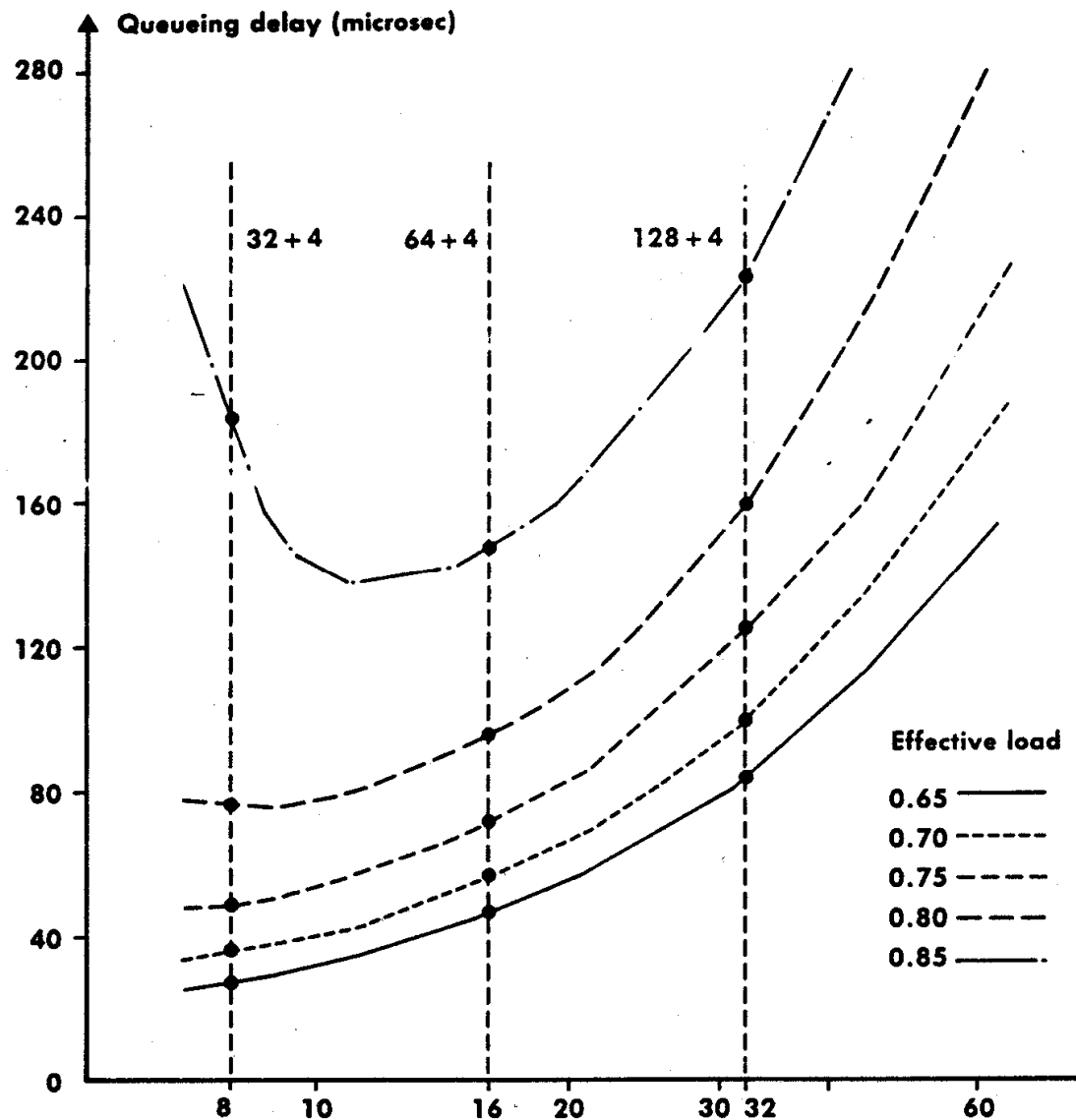
- Καθυστέρηση Πακεταρίσματος
- Ολική Καθυστέρηση
- Καθυστέρηση Ουρών και Ξεπακεταρίσματος

## ◆ Πολυπλοκότητα εγκατάστασης

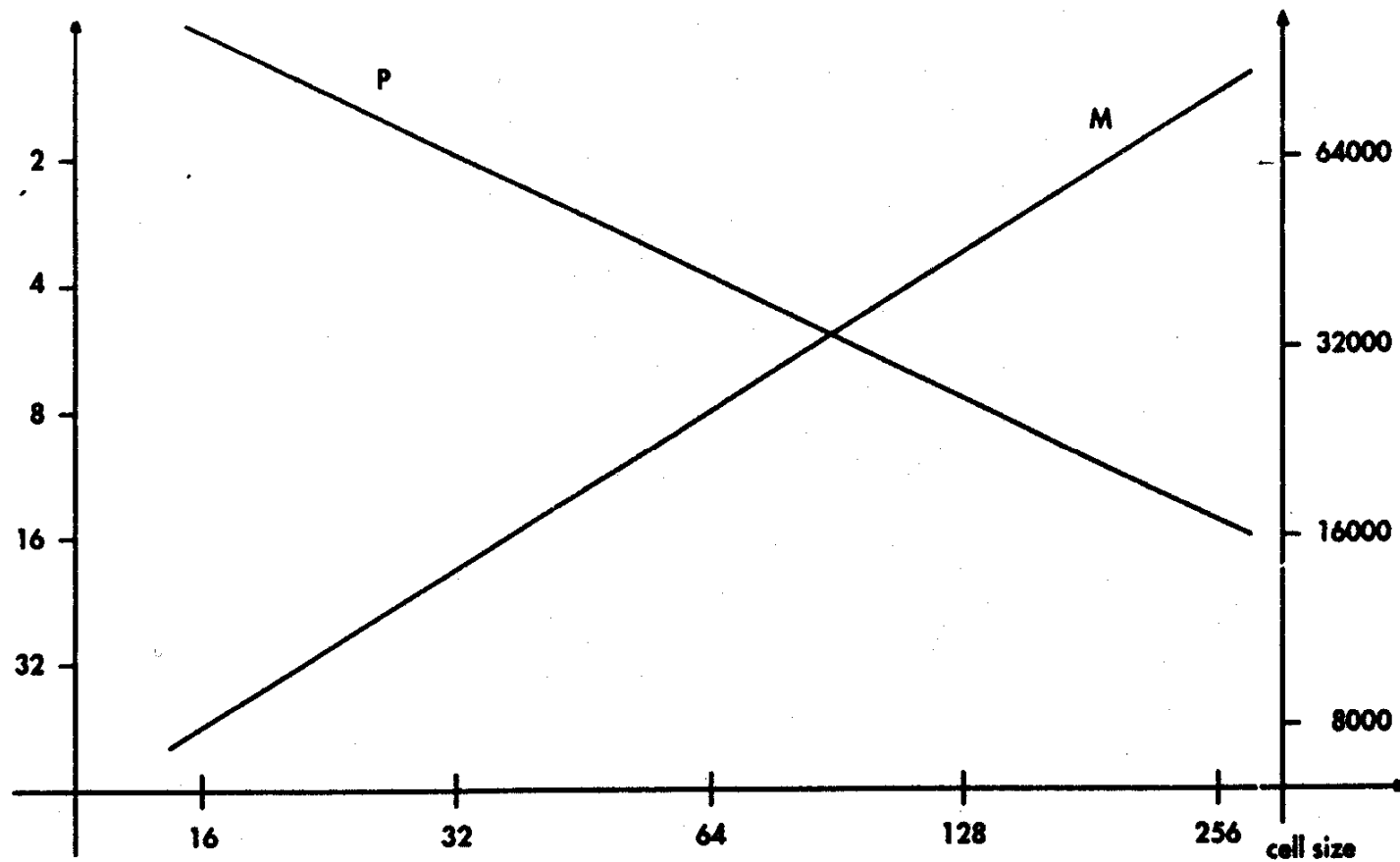
# Απόδοση Μετάδοσης και Καθυστέρηση Πακεταρίσματος σε Συνάρτηση του Μήκους του Πεδίου Πληροφορίας



# Καθυστερήση Ουρών σε Συνάρτηση του Λόγου $L/H$ για Διάφορες Τιμές Ωφέλιμου Φορτίου



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





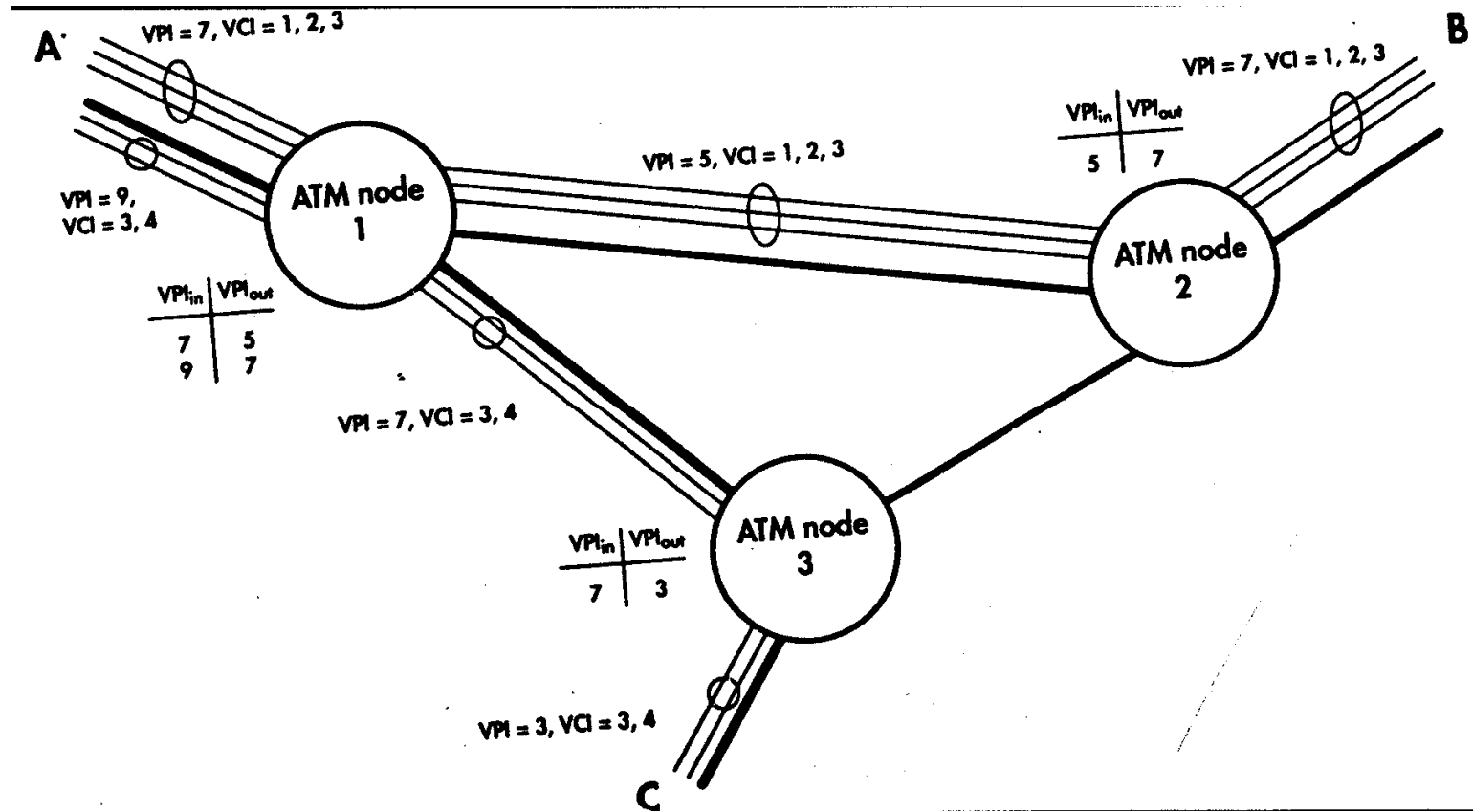
# Λειτουργικότητα της Επικεφαλίδας (Header Functionality)

---

- ◆ 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)



# Η χρήση του VPI σε ένα ATM δίκτυο



# Κώδικες BCH

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

# Ικανότητα Ανίχνευσης Λαθών για Διόρθωση Ενός Μόνον bit

---

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

# Λειτουργικότητα Επικεφαλίδας και Απαιτούμενο Μήκος

Λειτουργίες	Απαιτούμενα bits	ITU-T NNI/UNI
VCI	8-12	16
VPI	8-12	12/8
Priorities	0-4	1
Maintenance/Payload Type	0-2	2
<u>Point-to-multipoint</u>	0-8	0/4
Header <u>Error Control</u> (HEC)	0-8	8
Reserved	0-6	1
Total	16-56	40

# Γενικό Διάγραμμα Καταστάσεως Διαχωρισμού ΑΤΜ Πακέτων

