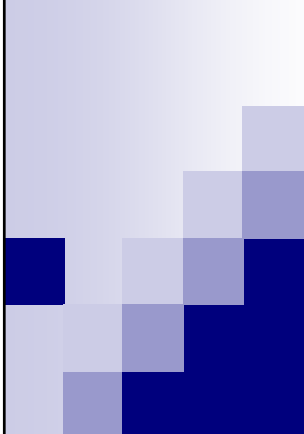




Μεταγωγή (Switching)

Πως σχηματίζουμε διαδίκτυα

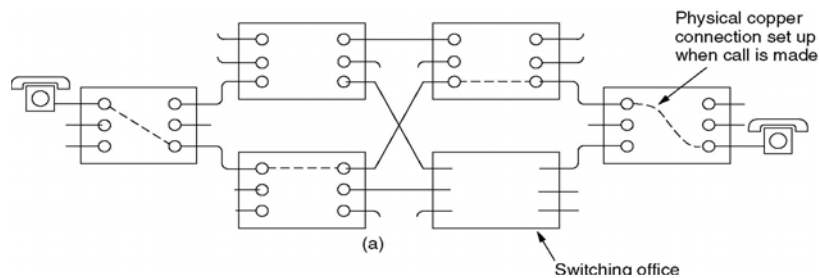
Περίληψη



- Μεταγωγή Κυκλωμάτων (Circuit switching)
- Μεταγωγή Πακέτων (Packet switching)
- Μεταγωγή Εικονικών Κυκλωμάτων (Virtual circuit switching)
- Λειτουργία Μεταγωγέων
- Υλικό (Switching hardware)
- ATM

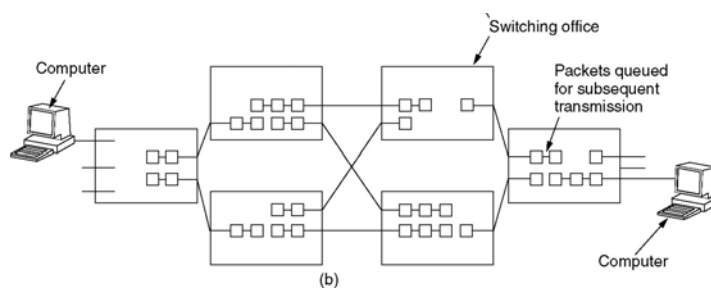
Μεταγωγή Κυκλωμάτων (Circuit switching)

- Η επικοινωνία μεταξύ δύο μερών γίνεται εφόσον υπάρχει **φυσικό κύκλωμα** το οποίο συνδέει αποστολέα και παραλήπτη.



Μεταγωγή Πακέτων (Packet switching)

- Ο αποστολέας στέλνει πακέτα **όποτε θέλει** (χωρίς να ξέρει αν υπάρχει περίπτωση να καταλήξουν στον προορισμό του)
- Κάθε πακέτο δρομολογείται **ανεξάρτητα** από προηγούμενα πακέτα.
- Σε περίπτωση απώλειας ενός δρομολογητή, τα επόμενα πακέτα θα χρησιμοποιήσουν **εναλλακτικά** μονοπάτια.



Μεταγωγή Εικονικών Κυκλωμάτων (virtual circuit switching)

- Η επικοινωνία μεταξύ δύο μερών ξεκινά αφού βρεθεί και **προκρατηθεί μονοπάτι** από τον αποστολέα προς τον παραλήπτη.
-
- Κάθε πακέτο δρομολογείται σύμφωνα με το πεδίο VCI (virtual circuit identifier)
- Όλα τα πακέτα χρησιμοποιούν το **ίδιο μονοπάτι**.

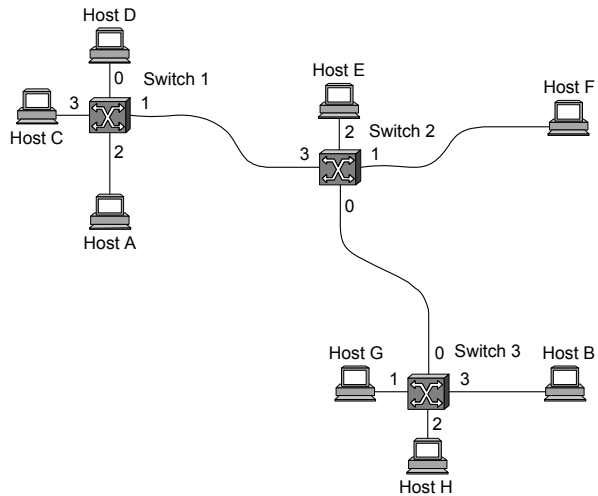
Γέφυρες (Bridges)

- Οι γέφυρες δεν είναι αποδοτικός και πρακτικός τρόπος σύνδεσης μεγάλων δικτύων. Μόνο περιορισμένος αριθμός τοπικών δικτύων μπορούν να συνδεθούν με γέφυρες.
- Ο αλγόριθμος επικάλυψης δέντρου δεν είναι αποδοτικός για μεγάλα δίκτυα.
-

Δρομολόγηση Πακέτων

**Πίνακας
Δρομολόγησης
Δρομολογητή 1**

Προορισμός	Θύρα
A	2
B	1
C	3
D	0
E	1
F	1
G	1
H	1



Δρομολόγηση Πακέτων με Εικονικά Κυκλώματα

Μόνιμα εικονικά
κυκλώματα
(permanent virtual
circuits PVC)

Δρομολογητής 1

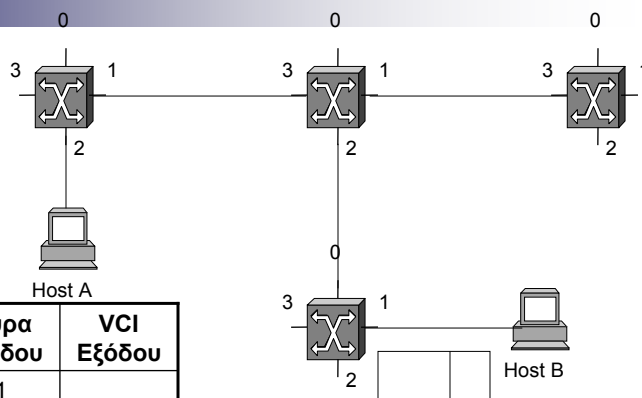
Θύρα Εισόδου	VCI Εισόδου	Θύρα Εξόδου	VCI Εξόδου
2	5	1	

Δρομολογητής 2

Θύρα Εισόδου	VCI Εισόδου	Θύρα Εξόδου	VCI Εξόδου
3	9	2	

Δρομολογητής 3

Θύρα Εισόδου	VCI Εισόδου	Θύρα Εξόδου	VCI Εξόδου
0	7	1	



Δρομολόγηση Πακέτων με Εικονικά Κυκλώματα

Προσωρινά εικονικά
κυκλώματα
(switched virtual
circuits SVC)

Δρομολογητής 1

Θύρα Εισόδου	VCI Εισόδου	Θύρα Εξόδου	VCI Εξόδου
2	5	1	

Δρομολογητής 2

Θύρα Εισόδου	VCI Εισόδου	Θύρα Εξόδου	VCI Εξόδου
3	9	2	

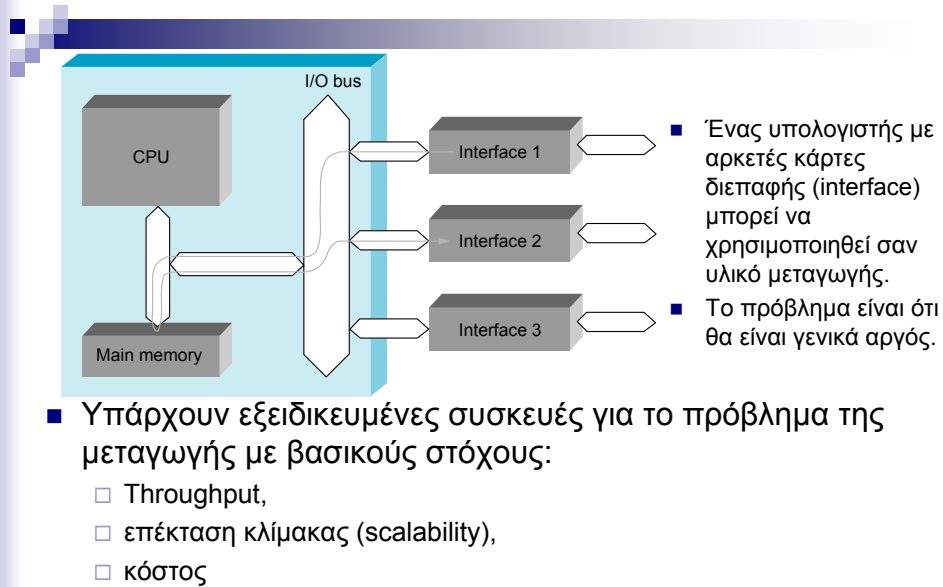
Δρομολογητής 3

Θύρα Εισόδου	VCI Εισόδου	Θύρα Εξόδου	VCI Εξόδου
0	7	1	

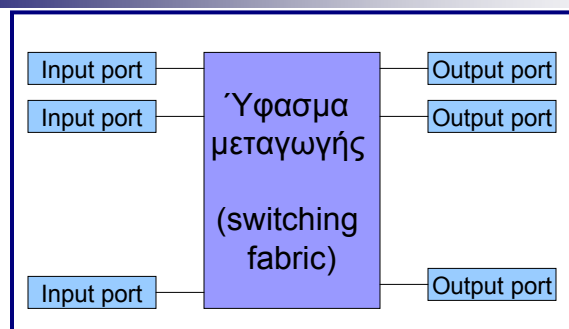
Σύγκριση των Μοντέλων Μεταγωγής

Πρόβλημα	Μεταγωγή Πακέτων	Εικονικό Κύκλωμα
Εγκαθίδρυση Μονοπατιού (circuit setup)	Δεν χρειάζεται	Χρειάζεται
Διευθύνσεις (addressing)	Κάθε πακέτο έχει την πλήρη διεύθυνση του τελικού παραλήπτη	Κάθε πακέτο έχει μόνο το VCI
Κατάσταση (state Information)	Οι δρομολογητές δεν κρατούν την κατάσταση	Για κάθε σύνδεση χρειάζεται πληροφορία κατάστασης
Δρομολόγηση	Κάθε πακέτο δρομολογείται ανεξάρτητα	Όλα τα πακέτα ακολουθούν το ίδιο μονοπάτι
Απώλεια δρομολογητή	Καμία συνέπεια	Διακόπτονται όλες οι συνδιαλέξεις που περνούν από το δεδομένο δρομολογητή.
Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of Service)	Δύσκολη	Εύκολη εφόσον υπάρχουν πόροι
Έλεγχος Συμφόρησης (Congestion Control)	Δύσκολος	Εύκολος εφόσον υπάρχουν πόροι

Υλικό Μεταγωγής (switching hardware)



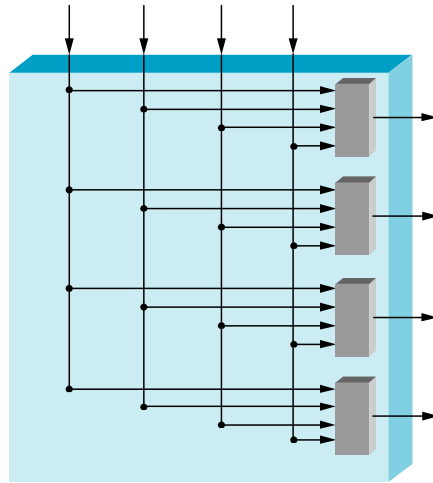
Υλικό Μεταγωγής



-
- Οι θύρες (εισόδου και εξόδου) (input, output ports) ελέγχουν τις διεπαφές, αποθηκεύουν πακέτα σε ουρές, βρίσκουν τη θύρα εξόδου, τρέχουν αλγορίθμους για την παροχή ποιότητας υπηρεσιών, κλπ.

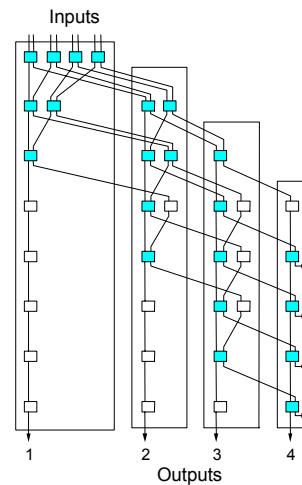
Crossbar switches

- Κάθε θύρα εισόδου είναι συνδεδεμένη με κάθε θύρα εξόδου.
- Όλη η πολυπλοκότητα μεταγωγής μπαίνει στη θύρα εξόδου.



Crossbar Switch: Knockout Algorithm

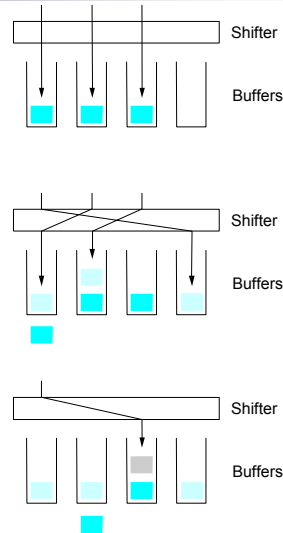
- Έχει τη δυνατότητα να δρομολογήσει μέχρι $l < n$ πακέτα από την ίδια θύρα εξόδου.
- Η διαδικασία επιλογής των l «τυχερών» πακέτων που θα δρομολογηθούν είναι ο αλγόριθμος knockout.



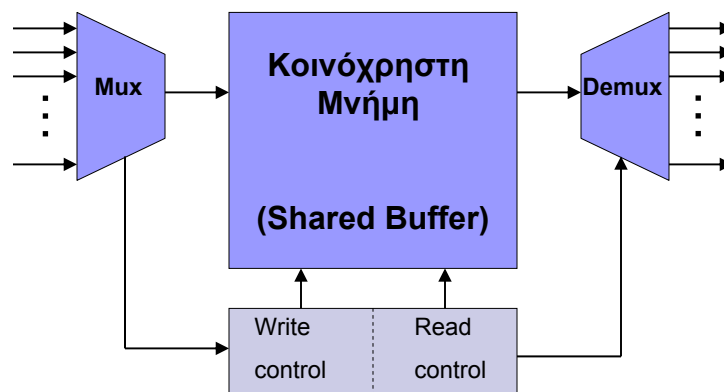
Crossbar Switch: Knockout Algorithm

- Αποθήκευση στις ουρές εξόδου (output buffering).

- Αντί μίας ουράς η οποία να δέχεται πακέτα I φορές πιο γρήγορα απ' ό τι μπορεί να στείλει έξω, υπάρχουν I ουρές οι οποίες λειτουργούν εναλλάξ (round robin).



Μεταγωγή με Κοινόχρηστη Μνήμη

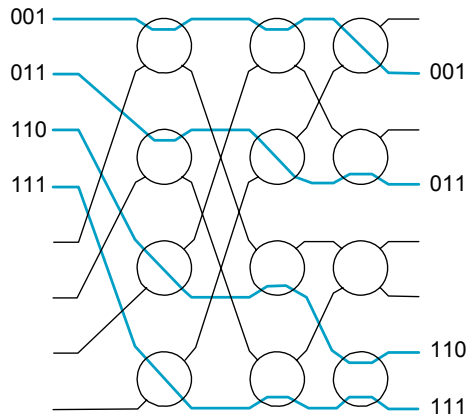


- Η μνήμη πρέπει να λειτουργεί n φορές πιο γρήγορα απ' ό τι οι γραμμές (wide I/O bus).

Μεταγωγή με «Αυτοδρομολόγηση» (Self-Routing Fabrics)

■ Δίκτυο Banyan

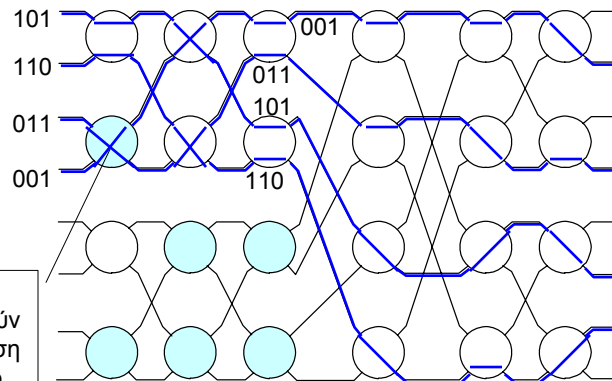
- Αποτελείται από απλούς κόμβους μεταγωγής 2×2
- Σε κάθε πακέτο επικολλάται επικεφαλίδα «αυτοδρομολόγησης»
- Κάθε κόμβος αποφασίζει που να δρομολογήσει το πακέτο από ένα bit στην επικεφαλίδα.
- Δεν υπάρχουν συγκρούσεις εάν τα πακέτα διαριθμηθούν κατά αύξων αριθμό.
- Πολυπλοκότητα $n \log_2 n$



Μεταγωγή με «Αυτοδρομολόγηση» (Self-Routing Fabrics)

■ Δίκτυο Batcher-Banyan

- Δίκτυο Banyan του οποίου προηγείται άλλο δίκτυο το οποίο διαριθμίζει τις θύρες εξόδου κατά αύξων αριθμό.

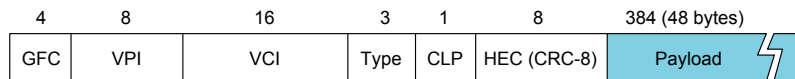


Οι χρωματιστοί
κόμβοι δρομολογούν
τη μεγάλη διεύθυνση
στην πάνω έξοδο

Μεταγωγή Πακέτων ATM (cells)

- Πρότυπο το οποίο προωθείται από τη βιομηχανία τηλεφωνίας.
- Τεχνολογία βασισμένη στη μεταγωγή εικονικών κυκλωμάτων.
- Όλα τα πακέτα (cells) έχουν το ίδιο μέγεθος (53 bytes)
 -
 -
 - Μικρά πακέτα επιτρέπουν καλύτερο έλεγχο στις ουρές.
 - Πακέτα ίδιου μεγέθους απλοποιούν την διαχείριση των πακέτων.
 - Επιτρέπουν την μεταγωγή μέσο υλικού (αντί λογισμικού).
 - Επιτρέπουν την παράλληλη διαχείριση πολλαπλών πακέτων.

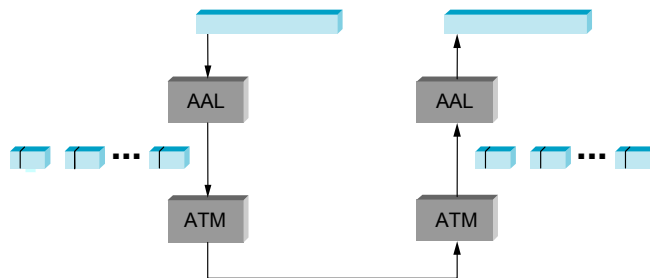
Το Πακέτο ATM (ATM Cell)



- User-Network Interface (UNI)
 - GFC: Generic Flow Control (still being defined)
 - VCI: Virtual Circuit Identifier
 - VPI: Virtual Path Identifier
 - Type: management, congestion control, AAL5 (later)
 - CLP: Cell Loss Priority
 - HEC: Header Error Check (CRC-8)
- Network-Network Interface (NNI)
 - switch-to-switch format
 - GFC becomes part of VPI field

Τεμαχισμός και Επανασυγκρότηση (Segmentation and Reassembly)

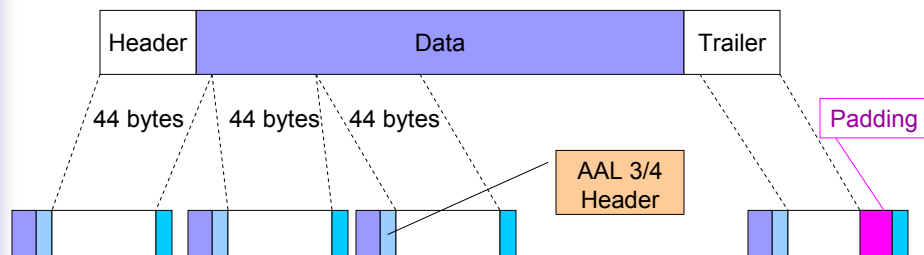
- Στα δίκτυα ATM υπάρχει το στρώμα Προσαρμογής που είναι υπεύθυνο για το τεμαχισμό και επανασυγκρότηση μονάδων δεδομένων. (ATM Adaptation Layer (AAL))
 - AAL 1 και 2 είναι σχεδιασμένες για εφαρμογές που χρειάζονται εγγυήσεις ποιότητας (π.χ., φωνή και video)
 - AAL 3/4 είναι σχεδιασμένες για δεδομένα (packet data)
 - AAL 5 Είναι εναλλακτική της AAL 3/4.



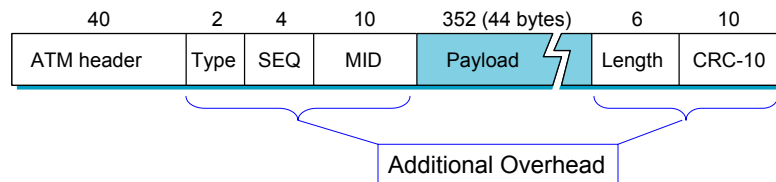
Πακέτο στο Υπόστρώμα AAL 3/4 (Convergence Sublayer Protocol Data Unit (CS-PDU))



- CPI: Commerce part indicator (version field)
- Btag/Etag: Beginning and Ending tag
- BAsize: Εκτίμηση της αναγκαίας μνήμης
- Length: Το μέγεθος όλου του «πακέτου»



ALL 3/4 Cell Format



- Type
 - BOM: (10) beginning of message
 - COM: (00) continuation of message
 - EOM: (01) end of message
- SEQ: sequence of number
- MID: multiplexing identifier
- Length: number of bytes of PDU in this cell