



# Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών: ATM / IP over ATM / LANE / VLAN

Δρ. Απόστολος Γιάμας

Διδάσκων (407/80)

gkamas@uop.gr

## Θέματα διάλεξης



- Στόχοι ATM
- Αρχιτεκτονική ATM
- Κατακόρυφα επίπεδα (planes)
- Οριζόντια επίπεδα (layers)
- Virtual Channels
- Virtual Paths

Διαφάνεια 2

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# Δημιουργία ATM



- Asynchronous Transfer Mode
- Το 1988 η ITU-T (πρώην CCITT) εισήγαγε την ATM τεχνολογία ως το μηχανισμό μεταφοράς για το Broadband ISDN
- Αναφέρεται και ως "cell relay"
  - χρησιμοποιεί μικρά πακέτα σταθερού μεγέθους (κυψελίδες – cells)
- ATM Forum: 80 μέλη το 2004

# Στόχοι ATM



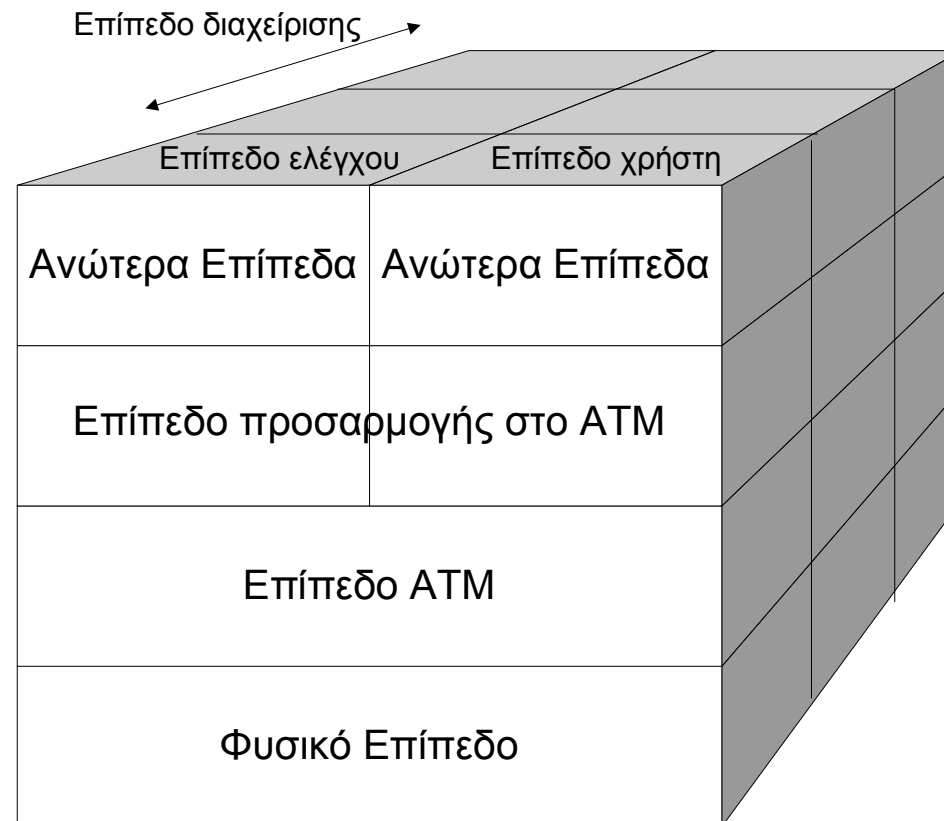
- Υποστήριξη υπηρεσιών όπως:
  - Φωνή
  - Πακέτα δεδομένων (SMDS, IP, FR)
  - Video
  - Εφαρμογές εικόνας (imaging)
  - Εξομοίωση κυκλωμάτων (circuit emulation)



## Χαρακτηριστικά ATM

- συνδυάζει πλεονεκτήματα:
- μεταγωγής πακέτου
  - πολύπλεξη διάφορων ροών κίνησης από διάφορες πηγές πάνω από συγκεκριμένες φυσικές γραμμές
- μεταγωγής κυκλώματος
  - γρήγορη επεξεργασία των πακέτων – κυψελίδων (cells), αποδίδοντας τον ρόλο του ελέγχου και διόρθωσης σφαλμάτων στα δύο άκρα επικοινωνίας

# Αρχιτεκτονική ΑΤΜ



Διαφάνεια 6

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# Κατακόρυφο Επίπεδο Χρήστη



- Παρέχεται για τη μεταφορά της εφαρμογής του τελικού χρήστη
- Περιλαμβάνει μηχανισμούς που χρειάζονται για την υποστήριξη του χρήστη
  - έλεγχο συμφόρησης
  - επαναφορά από λάθη

Διαφάνεια 7

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Κατακόρυφο Επίπεδο Ελέγχου



- Φροντίζει για την ανταλλαγή πληροφορίας σηματοδοσίας μεταξύ ΑΤΜ τελικών σημείων ώστε να πραγματοποιηθούν οι ρυθμίσεις για την σύνδεση
- Παρέχει βασικές λειτουργίες για τις υπηρεσίες μεταγωγής
- Μετέχει στις διαδικασίες σηματοδοσίας και δρομολόγησης
- Μοιράζεται με το επίπεδο χρήστη τις διευκολύνσεις που παρέχουν το ΑΤΜ Επίπεδο και το Φυσικό Επίπεδο

Διαφάνεια 8

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Κατακόρυφο Επίπεδο Διαχείρισης



- Παρέχει τη δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των επιπέδων χρήστη και ελέγχου
- Αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα:
  - Η διαχείριση στρωμάτων περιλαμβάνει πληροφορίες και μηχανισμούς ελέγχου για τα πρωτόκολλα που υπάρχουν σε κάθε ξεχωριστό στρώμα (οριζόντιο επίπεδο)
  - Η διαχείριση των κατακόρυφων επιπέδων περιλαμβάνει διαδικασίες διαχείρισης και συντονισμού που σχετίζονται με τη συνολική λειτουργία του συστήματος

Διαφάνεια 9

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Οριζόντιο Φυσικό Επίπεδο



- Παρέχει πρόσβαση στο φυσικό μέσο με σκοπό τη μεταφορά των ATM κυψελίδων. Αποτελείται από δύο υποεπίπεδα:
  - Υποεπίπεδο Σύγκλισης Μεταφοράς (Transport Convergence – TC)
  - Υποεπίπεδο Φυσικού Μέσου (Physical medium – PM)

Διαφάνεια 10

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Υποεπίπεδο Σύγκλησης Μεταφοράς



- Περιλαμβάνει μηχανισμούς:
  - για την εισαγωγή και την εξαγωγή άχρηστων κυψελίδων
  - για την ανίχνευση λαθών με τη δημιουργία και τον έλεγχο του Header Error Control (HEC)
  - για την ανίχνευση ορίων των κυψελίδων
  - για την προσαρμογή της ροής των κυψελίδων ανάλογα με το είδος του πλαισίου που χρησιμοποιείται στο φυσικό επίπεδο (π.χ. SDH)
  - για την παραγωγή πλαισίων φυσικού επιπέδου στον αποστολέα και εξαγωγής των ATM κυψελίδων από τα πλαίσια φυσικού επιπέδου στον παραλήπτη

Διαφάνεια 11

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Υποεπίπεδο Φυσικού Μέσου



- Αναλαμβάνει:
  - την εισαγωγή και την εξαγωγή της πληροφορίας χρονοισμού των bit
  - τη δημιουργία και την λήψη των κυματομορφών
- Αν απαιτείται πραγματοποιεί και τη μετατροπή από ηλεκτρικό σε οπτικό σήμα
  - για ρυθμούς μικρότερους των 155 Mbps αυτό δεν είναι απαραίτητο καθώς το φυσικό μέσο δεν είναι κατ' ανάγκη οπτικό

Διαφάνεια 12

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Οριζόντιο Επίπεδο ΑΤΜ (1)



- Εκτελεί τις εξής λειτουργίες:
  - Μεταβιβάζει τις εξερχόμενες ΑΤΜ κυψελίδες από το ΑΑΛ στο φυσικό επίπεδο ώστε να μεταφερθούν μέσω του δικτύου στο τελικό ΑΤΜ σημείο προορισμού
  - Μεταβιβάζει τις εισερχόμενες ΑΤΜ κυψελίδες από το φυσικό επίπεδο στο ΑΑΛ κάθε φορά που λαμβάνονται κυψελίδες από ένα τελικό ΑΤΜ σημείο «πηγή»

Διαφάνεια 13

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Οριζόντιο Επίπεδο ATM (2)



- Παρέχει λειτουργίες διαχείρισης στη κυκλοφορία των κυψελίδων
- Έχει μηχανισμούς για επαρκή **buffering** και αντιμετώπισης των κυκλοφοριακών συμφορήσεων

Διαφάνεια 14

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Δομή ATM κυψελίδων (cells)

- Η ATM κυψελίδα αποτελεί το σημαντικότερο δομικό στοιχείο του ATM πρωτοκόλλου, καθώς είναι η βασική μονάδα μεταφοράς πληροφορίας
- Αποτελείται από 53 bytes
  - 48 χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά πληροφορίας του χρήστη
  - 5 bytes αποτελούν την επικεφαλίδα

Διαφάνεια 15

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# ATM Μεταγωγή



- Οι ATM τεχνικές μεταγωγής βασίζονται στα δύο πεδία που περιέχει η επικεφαλίδα της ATM κυψελίδας
  - VPI (Virtual Path Identifier)
  - VCI (Virtual Channel Identifier)
- Αυτά τα πεδία παρέχουν την απαραίτητη πληροφορία για τη δημιουργία της σύνδεσης και για τη δρομολόγηση δεδομένων έτσι ώστε οι ATM κυψελίδες να μεταφέρονται διαμέσου των κόμβων του δικτύου στο τελικό προορισμό

Διαφάνεια 16

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών





## Virtual Channels (VCs) (1)

- Ένα λογικό κύκλωμα που εξασφαλίζει αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ δύο σημείων σε ένα ATM δίκτυο
- Για τον προσδιορισμό του απαιτείται τόσο το VPI όσο και το VCI πεδίο της εισερχόμενης κυψελίδας
  - επειδή οι τιμές του VCI, που χρησιμοποιούνται σε ένα νοητό μονοπάτι, χρησιμοποιούνται και σε άλλα μονοπάτια

Διαφάνεια 17

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Virtual Channels (VCs) (2)

- Κάθε φορά που ένα νοητό κανάλι μεταγάζεται, αποδίδεται μια συγκεκριμένη τιμή του αναγνωριστικού νοητού καναλιού
  - οι τιμές VPI και VCI στην επικεφαλίδα μιας εισερχόμενης κυψελίδας αλλάζουν σύμφωνα με τον πίνακα μετάφρασης του κόμβου μεταγωγής
- Ένας τέτοιος κόμβος μεταγωγής που λαμβάνει υπόψη του την τιμή του VCI ονομάζεται κόμβος μεταγωγής νοητών καναλιών ή χειριστής νοητών καναλιών (VC handler)

# Virtual Channel Connections (VCCs)



- Δημιουργούνται από τη συνένωση νοητών καναλιών (VCs)
- Έχουν τα άκρα τους στα σημεία εκείνα του δικτύου στα οποία το κομμάτι της κυψελίδας που περιέχει την πληροφορία του χρήστη περνάει από το ATM επίπεδο στο AAL επίπεδο ή αντίστροφα
- Όλη η επικοινωνία ανάμεσα σε δύο σημεία του δικτύου μπορεί να γίνει διαμέσου του VCL. Αυτού του είδους η σύνδεση προστατεύει την σειρά μεταξύ των ATM κυψελίδων κατά την μεταφορά τους μεταξύ δύο τελικών σημείων και εγγυάται κάποιο βαθμό ποιοτικής υπηρεσίας QoS

Διαφάνεια 19

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Virtual Paths (VPs) (1)

- Είναι μία δέσμη από νοητά κανάλια η οποία κατευθύνεται σε ένα ATM τελικό σημείο
- Το VP προσδιορίζεται μόνο από το VPI πεδίο της κεφαλής της ATM κυψελίδας
  - το VCI πεδίο αγνοείται
- Νοητά κανάλια που μοιράζονται το ίδιο νοητό μονοπάτι έχουν την ίδια τιμή VPI

Διαφάνεια 20

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Virtual Paths (VPs) (2)

- Κάθε φορά που ένα νοητό μονοπάτι μεταφέρεται στο δίκτυο, αποδίδεται μια συγκεκριμένη τιμή του VPI
  - η τιμή VPI αλλάζει σύμφωνα με τον πίνακα μετάφρασης του κόμβου μεταγωγής
- Ένας κόμβος μεταγωγής που λαμβάνει υπόψη του την τιμή του VPI ονομάζεται κόμβος μεταγωγής νοητών μονοπατιών ή χειριστής νοητών μονοπατιών ή κόμβος διασταυρούμενης σύνδεσης

Διαφάνεια 21

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Πλεονεκτήματα των VPs



- Ο δικτυακός χρήστης μπορεί να διαχειριστεί κάποιες ATM κυψελίδες με έναν αποκλειστικό τρόπο ανεξάρτητα του παροχέα υπηρεσιών
- Στη περίπτωση που ο χρήστης μεταδίδει πληροφορία προς τον ίδιο προορισμό με την χρήση πολλών VCs, ο φόρτος του δικτύου μπορεί να μειωθεί εάν μεταφέρουμε αυτή την πληροφορία σε μία λογική μετάδοση παρά σε πολλές
- Δυνατότητα συσσώρευσης των κυψελίδων πολλών χρηστών για μεταφορά στο δίκτυο μέσα από μία φυσική σύνδεση με υψηλό ρυθμό
- Χρήσιμα για μετάδοση πληροφορίας που απαιτεί σταθερή ποιότητα υπηρεσίας καθ' όλη την διάρκεια - απόσταση

Διαφάνεια 22

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Virtual Path Connections (VPCs)

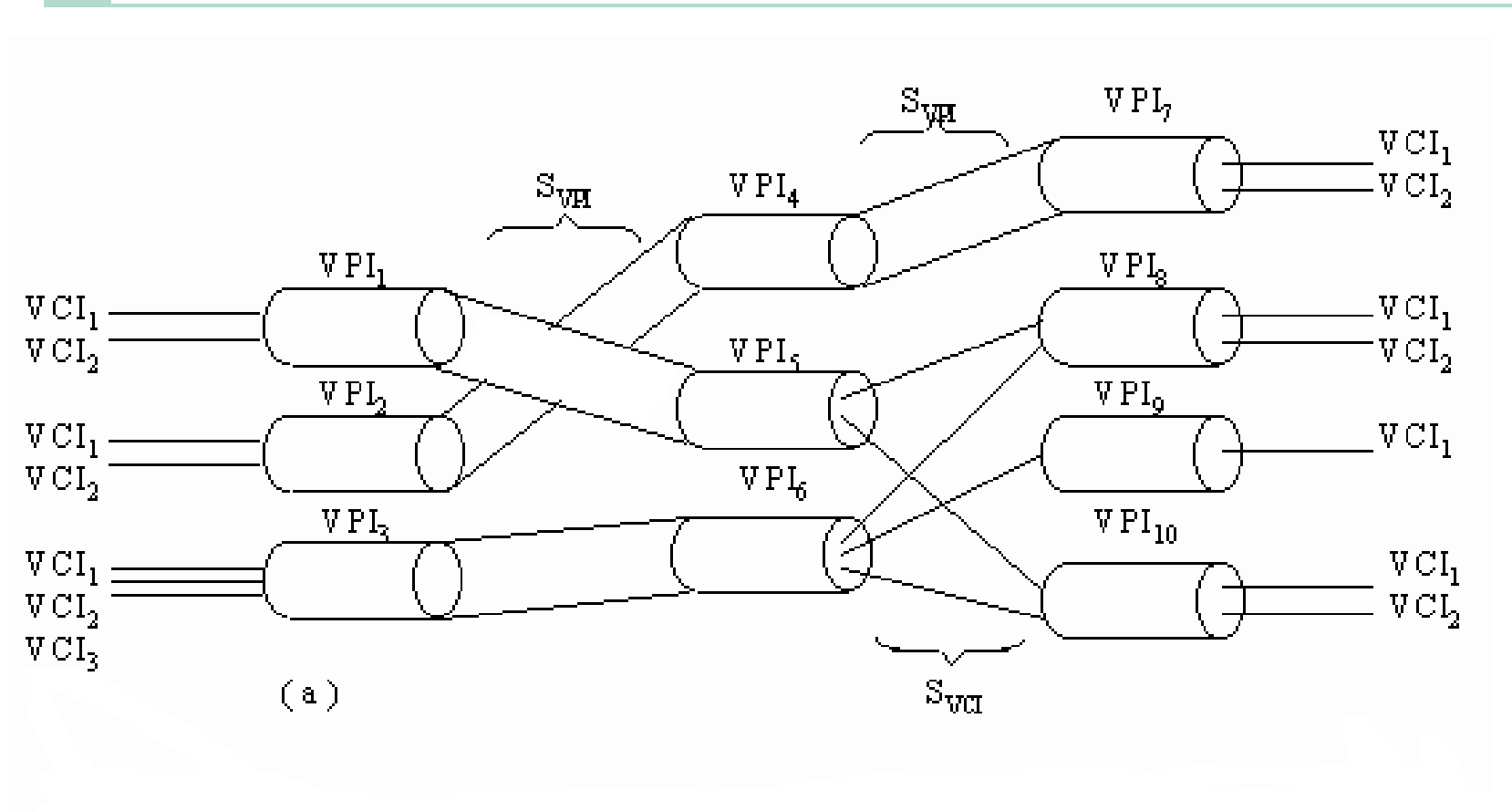
- Δημιουργούνται από τη συνένωση νοητών μονοπατιών (VPs)
- Έχουν άκρα τους:
  - τα σημεία εκείνα που αποτελούν άκρα των VCLs
  - τα σημεία όπου τα νοητά κανάλια (VCs) του μονοπατιού οδηγούνται σε διαφορετικά νοητά μονοπάτια λόγω ύπαρξης μεταγωγέα νοητών καναλιών

Διαφάνεια 23

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



# Παράδειγμα VPs – VCs



Διαφάνεια 24

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



# Οριζόντιο Επίπεδο Προσαρμογής στο ATM (AAL)



- Είναι υπεύθυνο για την μετατροπή της πληροφορίας που προέρχεται από τον χρήστη σε μια μορφή που είναι αποδεκτή από το ATM επίπεδο
  - μετατροπή της πληροφορίας που έρχεται από τον χρήστη σε 48άδες από bytes που στην συνέχεια θα σχηματίσουν τις ATM κυψελίδες
- Ανίχνευση και την διόρθωση των λαθών μετάδοσης
- Επεξεργασία των κυψελίδων χαμένων, λανθασμένων και με λάθη στην επικεφαλίδα
- Αποστολή και την αξιοποίηση πληροφορίας συγχρονισμού
- Έλεγχος ροής πληροφορίας για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ποιότητας υπηρεσίας (QoS)

Διαφάνεια 25

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Τύποι υπηρεσιών στο AAL

	Κλάση A	Κλάση B	Κλάση C	Κλάση D
<b>Συγχρονισμός</b>	Απαιτείται		Δεν απαιτείται	
<b>Ροή Bit</b>	Σταθερή	Μεταβλητή		
<b>Σύνδεση</b>	Προσανατολισμός στη σύνδεση			Ασύνδετη
<b>Πρωτόκολλο</b>	Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος $\frac{3}{4}$ Τύπος 5	Τύπος $\frac{3}{4}$

Διαφάνεια 26

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Υποεπίπεδα του AAL



- Υποεπίπεδο Σύγκλισης (CS – Convergence Layer)
- Υποεπίπεδο Κατακερματισμού και Ανασύνθεσης (SAR – Segmentation And Reassembly Layer)

Διαφάνεια 27

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Υποεπίπεδο Σύγκλισης

- Παρέχει λειτουργίες που υποστηρίζουν ορισμένες εφαρμογές που χρησιμοποιούν το επίπεδο προσαρμογής
- Κάθε χρήστης του επιπέδου συνδέεται με το επίπεδο στο σημείο πρόσβασης που είναι απλά η διεύθυνση της εφαρμογής
  - Το υποεπίπεδο αυτό είναι λοιπόν εξαρτημένο από την υπηρεσία

Διαφάνεια 28

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Υποεπίπεδο Καταμερματισμού

- Υπεύθυνο για να μαζεύει την πληροφορία που λαμβάνεται από το υποεπίπεδο σύγκλισης σε κυψελίδες για εμπομπή και για να αποσυνθέτει την πληροφορία στο άλλο άκρο
- Περιλαμβάνει κυψελίδες που αποτελούνται από 5 bytes επικεφαλίδα και 48 bytes στο πεδίο πληροφορίας
  - Άρα το υποεπίπεδο πρέπει να μαζεύει τις επικεφαλίδες του και ό,τι ακολουθεί μαζί με την πληροφορία σύγκλισης σε μπλοκ των 48 bytes

Διαφάνεια 29

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# Διασύνδεση IP Δικτύων Βασισμένα σε Τεχνολογία ATM



- Classical IP over ATM
- LAN Emulation

Διαφάνεια 30

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Classical IP over ATM (CLIP)

- Το μοντέλο του Classical IP καθορίζει την αυτόματη μετατροπή διευθύνσεων IP (address resolution).
- Τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου είναι:
  - η έννοια του Logical IP Subnet,
  - η έννοια του ATMARP που υλοποιεί την αυτόματη μετατροπή διευθύνσεων,
- Ο σκοπός του CLIP είναι να αποικρύψει τις λεπτομέρειες υλοποίησης του ATM, ώστε το IP να βλέπει το ATM όπως οποιοδήποτε άλλο μέσο επιπέδου 2 όπως το Ethernet.



## Logical IP Subnet (LIS)

- Σύμφωνα με το μοντέλο του CLIP, κάθε υπολογιστής που συνδέεται στο ATM δίκτυο μπορεί να έχει μια ή περισσότερες IP διευθύνσεις.
- Όλοι οι υπολογιστές που έχουν το ίδιο subnet address prefix θεωρούμε ότι ανήκουν στο ίδιο Logical IP Subnet.
- Ένας υπολογιστής μπορεί να ανήκει σε πολλαπλά LISs. Με τον τρόπο αυτό το ATM δίκτυο μπορεί να χωριστεί σε ένα ή περισσότερα LISs.
- Σε κάθε LIS συνδέεται τουλάχιστον ένας δρομολογητής ως μέλος. Η επικοινωνία μεταξύ δυο LISs γίνεται μόνο μέσω δρομολογητή που είναι μέλος και στα δυο.



# ARPSERVER



- Σε κάθε LIS υπάρχει τουλάχιστον ένας ARPSERVER που διατηρεί ένα πίνακα απεικόνισης από IP σε ATM διευθύνσεις.
- Ο πίνακας αυτός είναι τοπικός για κάθε LIS, δηλαδή ο ARPSERVER μπορεί να μετατρέψει IP διευθύνσεις μόνο για υπολογιστές που ανήκουν στο ίδιο LIS.
- Η ATM διεύθυνση του ARPSERVER καθορίζεται manual σε κάθε υπολογιστή του LIS.
- Κάθε υπολογιστής καταχωρεί την IP και ATM διεύθυνσή του στον ARPSERVER. Οι δρομολογητές καταχωρούν τις διευθύνσεις τους σε κάθε ARPSERVER στον οποίο το LIS είναι μέλη.

Διαφάνεια 33

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# ARPSERVER



- Ένας υπολογιστής που θέλει να επικοινωνήσει με κάποιον άλλο, στέλνει στον ARPSERVER του LIS που είναι μέλος το IP του προορισμού.
- Αν ο προορισμός ανήκει στο ίδιο LIS, παίρνει ως απάντηση την ATM διεύθυνση του προορισμού, διαφορετικά ο ARPSERVER στέλνει ως απάντηση την ATM διεύθυνση του δρομολογητή που είναι μέλος στο LIS προορισμού και η επικοινωνία γίνεται μέσω του δρομολογητή αυτού.



## CLIP χωρίς χρήση ARPSERVER

- Η χρήση ARPSERVER απαιτεί την χρήση SVCs (Switched Virtual Circuit).
- Το CLIP λειτουργεί και με PVCs (Permanent Virtual Circuit):
  - Σε κάθε υπολογιστή ενός LIS μπορούμε να συνδέσουμε τις IP διευθύνσεις των υπόλοιπων υπολογιστών με ένα VPI/VCI
  - Με τα κατάλληλα cross-connects στους ATM μεταγωγείς να αποφύγουμε τη χρήση ARPSERVER.

Διαφάνεια 35

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# LAN Emulation



- Το ATM Forum έχει ορίσει ένα πρότυπο το οποίο ονομάζει LAN Emulation (LANE) και το οποίο εξομοιώνει την λειτουργία ενός IEEE 802.3 Ethernet δικτύου ή την λειτουργία ενός IEEE 802.5 Token Ring δικτύου με την χρήση της ATM τεχνολογίας.
- Το LANE επιτρέπει συνδεσιμότητα ανάμεσα στα ήδη υπάρχοντα δίκτυα Ethernet και Token Ring με την χρήση ATM συσκευών.
- Με την χρήση του LANE δεν απαιτούνται αλλαγές στα υπάρχοντα πρωτοκόλλα ανωτέρου επιπέδου και στις εφαρμογές.

Διαφάνεια 36

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

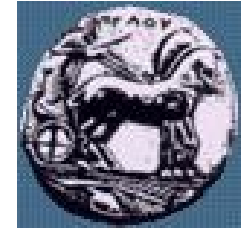
# LAN Emulation



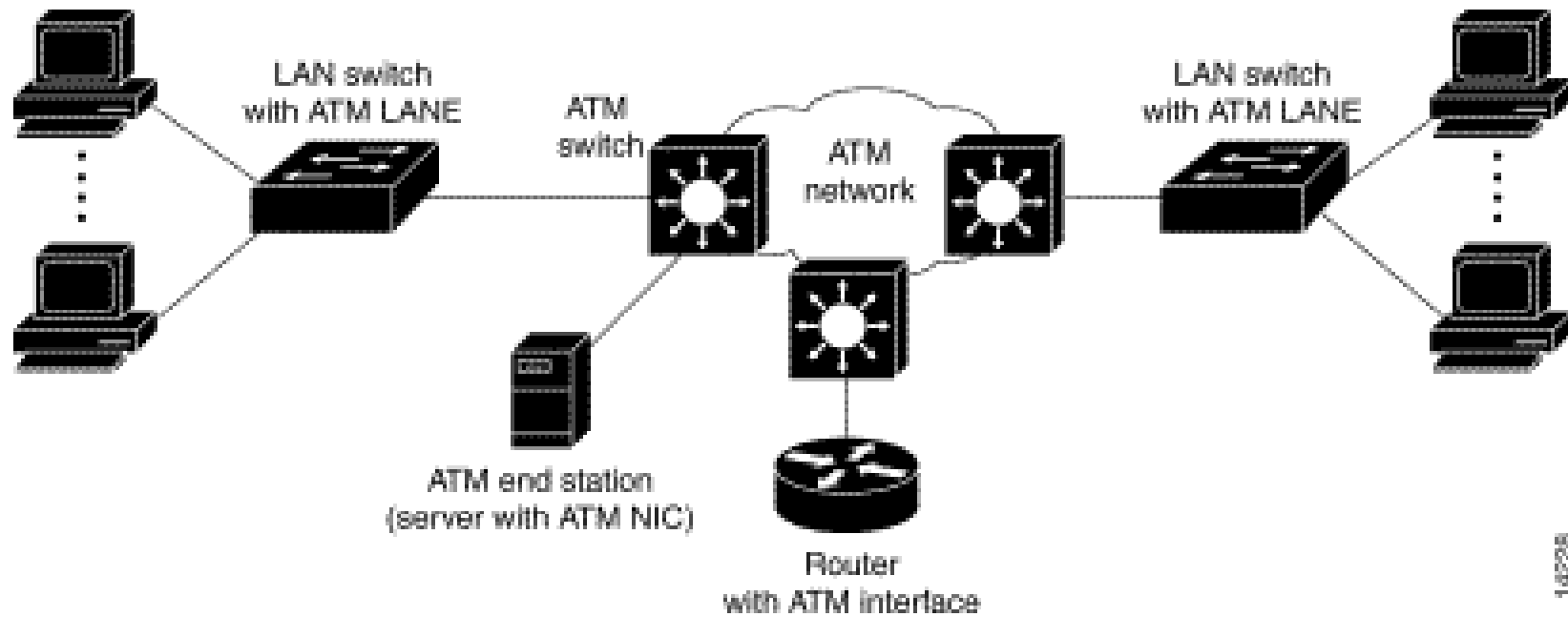
- Σε ένα ATM LANE περιβάλλον, τα ATM switches, διαχειρίζονται την κίνηση που ανήκει στο ίδιο Emulated LAN (ELAN).
- Με την χρήση της τεχνολογίας LANE μπορούν να διασυνδεθούν υπάρχοντα LAN και ATM συσκευές όπως switches, routers και τελικοί σταθμοί εργασίας με ATM network interfaces.
- Η βασική λειτουργία του LANE είναι η μετατροπή των MAC διευθύνσεων σε ATM διευθύνσεις.

Διαφάνεια 37

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



# Ένα ATM – LANE περιβάλλον



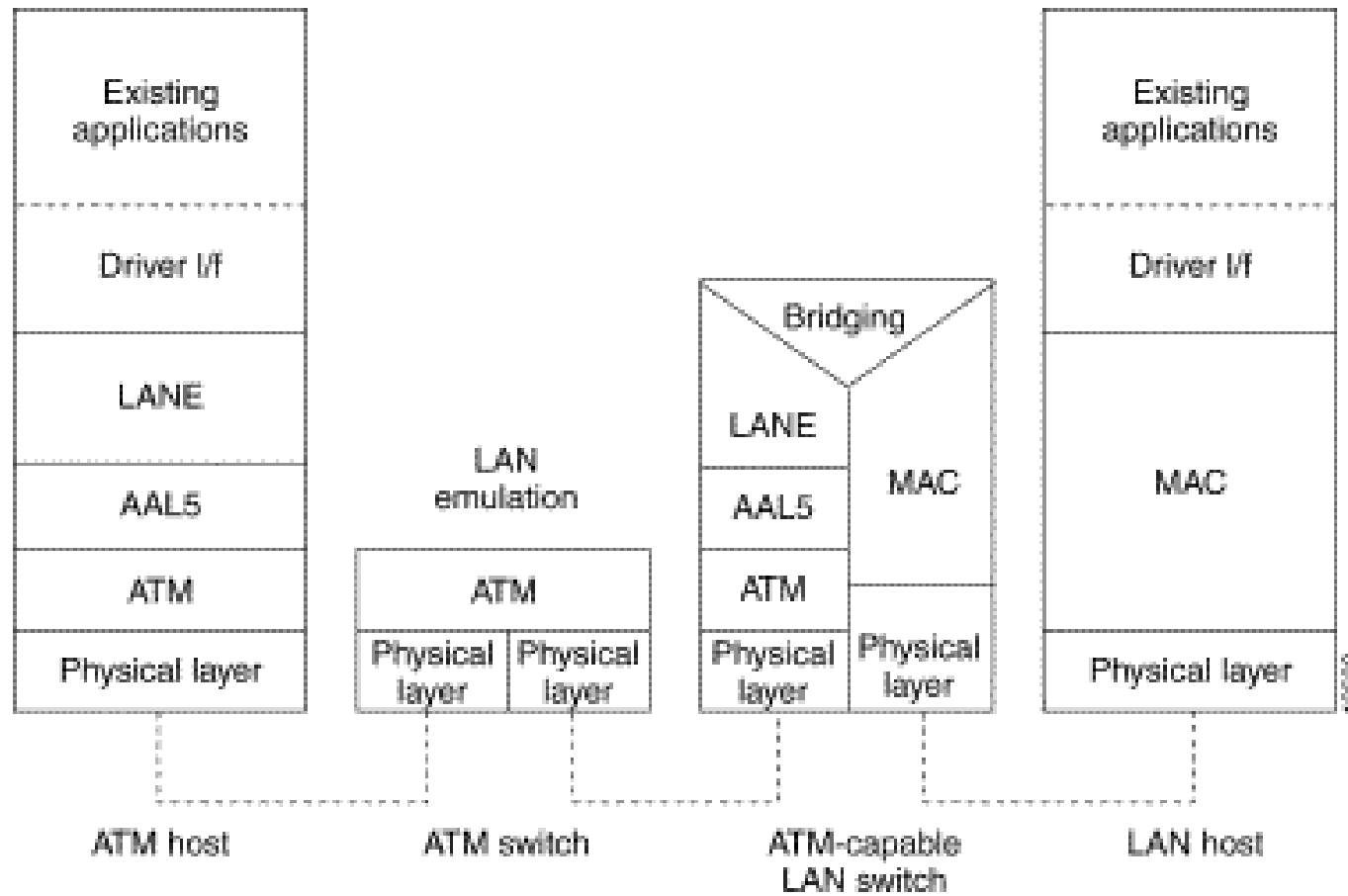
Διαφάνεια 38

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

982311



# LANE protocol stack



Διαφάνεια 39

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Συστατικά ενός LANE δικτύου

- LAN Emulation Client (LEC)
- LAN Emulation Configuration Server (LECS)
- LAN Emulation Server (LES)
- Broadcast and Unknown Server (BUS)

Διαφάνεια 40

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών





## LAN Emulation Client (LEC)

- Αποτελούνται από τελικά συστήματα τα οποία υποστηρίζουν LANE, όπως για παράδειγμα σταθμοί εργασίας με ATM network interfaces και LAN switches με ATM uplinks.
- Ο LEC παρέχει υπηρεσίες κλασικών LAN στα πρωτόκολλα των ανώτερων επιπέδων.
- Ο LEC πραγματοποιεί προώθηση δεδομένων, ανάλυση διευθύνσεων και καταχώρηση της MAC διεύθυνσης σε ένα LANE server.
- Επίσης ένας LEC επικοινωνεί με άλλους LECs μέσα από ATM Virtual Channel Connections (VCCs).

# LAN Emulation Configuration Server (LECS)



- Ο LECS διατηρεί μια βάση δεδομένων η οποία περιέχει πληροφορίες για τα ELANs και τις ATM διευθύνσεις των LESs οι οποίοι ελέγχουν το ELAN.
- Ένα LECS δέχεται ερωτήσεις από τους LECs και τους επιστρέφει την ATM διεύθυνση του LES ο οποίος είναι υπεύθυνος για το ζητούμενο ELAN.
- Η βάση δεδομένων του LECS ορίζεται και συντηρείται από τον διαχειριστή του δικτύου.

Διαφάνεια 42

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## LAN Emulation Server (LES)

- Ένας LES αποτελεί το κεντρικό σημείο για μια σειρά από LECs που ανήκουν στο ίδιο ELAN.
- Όλοι οι LECs του ίδιου ELAN διατηρούν ένα VCC για μεταφορά πληροφοριών καταχώρησης και ελέγχου προς ένα LES.
- Ένας LES διατηρεί ένα VCC point to multipoint για όλους τους LEC το οποίο είναι γνωστό ως Control Distribute VCC.
- Το Control Distribute VCC χρησιμοποιείται μόνο για την μεταφορά πληροφοριών ελέγχου. Κάθε φορά που ένας LEC συνδέεται σε ένα ATM ELAN, προστίθεται ως φύλλο στο control distribute δένδρο.

Διαφάνεια 43

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Broadcast and Unknown Server (BUS)



- Ο BUS λειτουργεί ως κεντρικό σημείο για την διανομή broadcast και multicast δεδομένων.
- Το ATM είναι ουσιαστικά μια τεχνολογία point to point στην οποία δεν παρέχεται υποστήριξη για μετάδοση broadcast ή multicast.
- Η τεχνολογία LANE αντιμετωπίζει το παραπάνω πρόβλημα με την χρήση του BUS.
- Κάθε LEC διατηρεί ένα multicast sent VCC προς τον BUS. Ο BUS προσθέτει τον LEC σαν φύλλο σε ένα point to multipoint VCC γνωστό ως Multicast Forward VCC. Ο BUS λειτουργεί ως multicast server.

## Πλεονεκτήματα LANE



- Υποστηρίζει τα κλασσικά Ethernet και Token Ring LAN, χωρίς να απαιτούνται τροποποιήσεις στα ανώτερα πρωτόκολλα ή στις εφαρμογές.
- Υποστηρίζει multicast και broadcast
- Ο σχεδιασμός του επιτρέπει εύκολες επεκτάσεις του δικτύου.

Διαφάνεια 45

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Μειονεκτήματα LANE



- Είναι σχετικά δυσκολότερο να ρυθμιστεί αν συγκριθεί με την ρύθμιση κλασικών LAN δικτύων (π.χ. Ethernet).
- Η ανίχνευση των προβλημάτων (troubleshoot) στο δίκτυο μπορεί να είναι δύσκολη.
- Η υποστήριξη redundancy είναι προβληματική ανάμεσα σε προϊόντα από διαφορετικούς κατασκευαστές.

Διαφάνεια 46

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Κάθε LEC εκτελεί την παρακάτω διαδικασία για την αρχικοποίηση της σύνδεσής του με ένα ELAN:



- Εύρεση του LECS: Ο LEC επικοινωνεί με το ATM switch και ζητά την ATM διεύθυνση του LECS.
- Επικοινωνία με τον LECS και εύρεση LES: Ο LEC επικοινωνεί με τον LECS και ενημερώνεται για την ATM διεύθυνση του επιθυμητού LES.
- Επικοινωνία με LES και εύρεση του BUS. Ο LEC επικοινωνεί με LES. Ο LEC δηλώνει στο LES την ATM διεύθυνσή του καθώς επίσης και την MAC διεύθυνση του.
  - Στην συνέχεια ο LES προσθέτει τον LEC ως φύλλο στο point-to-multipoint Control Distribute VCC.
  - Ακολούθως, ο LES δίνει στον LEC ένα LANE client ID το οποίο είναι μοναδικό και προσδιορίζει τον LEC.
  - Ο LEC για να βρει την ATM διεύθυνση του BUS, στέλνει το κατάλληλο request στον LES, ο οποίος του επιστρέφει την ATM διεύθυνση του BUS

## Κάθε LEC εκτελεί την παρακάτω διαδικασία για την αρχικοποίηση της σύνδεσής του με ένα ELAN:



- Επικοινωνία με τον BUS: Ο LEC επικοινωνεί με τον BUS και ο BUS προσθέτει τον LEC στο point-to-multipoint Multicast Forward VCC.
- Με το τέλος της παραπάνω διαδικασίας ο LEC είναι μέλος του ELAN.
- Κάθε LEC διατηρεί ένα πίνακα LE\_ARP ο οποίος περιέχει αντιστοιχίσεις MAC διευθύνσεων σε ATM διευθύνσεις που χρησιμοποιούν οι άλλοι LEC του ELAN.
- Το περιεχόμενο του πίνακα LE\_ARP δημιουργείται δυναμικά κατά την διάρκεια της επικοινωνίας μεταξύ των LECs (υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί το περιεχόμενο του LE\_ARP με στατικές τιμές).
- Όταν ένας LEC συνδέεται σε ELAN ο πίνακας LE\_ARP είναι κενός.



Όταν ένας LEC θέλει να βρει την διεύθυνση ενός άλλου LEC ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:



- Ο LEC στέλνει ένα request στον LES δίνοντας την MAC διεύθυνση του LEC που θέλει να επικοινωνήσει και ζητώντας από τον LES την ATM διεύθυνση αυτού του LEC.
- Εάν η ATM διεύθυνση η οποία ζητείται είναι καταχωρημένη στον LES, αυτή επιστρέφεται στον LEC. Διαφορετικά, ο LES προωθεί το request του LEC στους άλλους LECs του ELAN μέσω του point-to-multipoint control distribute VCC.

Διαφάνεια 49

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

Όταν ένας LEC θέλει να βρει την διεύθυνση ενός άλλου LEC ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

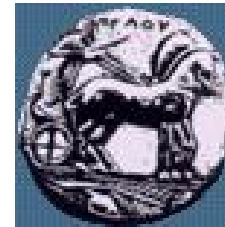


- Εάν ένας LEC αναγνωρίσει την MAC διεύθυνση, στέλνει στον LES την ATM διεύθυνσή του.
- Ο LES προωθεί την ATM διεύθυνση στον LEC.
- Ο LEC καταχωρεί το ζευγάρι MAC διεύθυνση / ATM διεύθυνση στον πίνακα LE\_ARP.
- LEC δημιουργεί ένα VCC στον επιθυμητό προορισμό και μεταδίδει τα δεδομένα στην ATM διεύθυνση που του δόθηκε.

Διαφάνεια 50

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# Broadcast, multicast ή unicast σε άγνωστη διεύθυνση



- Στην περίπτωση που ένα LEC θέλει να μεταδώσει broadcast, multicast ή unicast σε άγνωστη διεύθυνση, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:
- Ο LEC στέλνει το πακέτο στον BUS.
- BUS προωθεί το πακέτο σε όλους τους LECs.

Διαφάνεια 51

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

## Για να υλοποιήσουμε σε ένα ATM δίκτυο LANE, πρέπει να ακολουθήσουμε τα παρακάτω βήματα:



- Επιλογή των σημείων, δηλαδή δικτυακών συσκευών ή interfaces, που θα τοποθετηθούν τα instances των LECS, LES και BUS:
  - Στις υλοποιήσεις ορισμένων κατασκευαστών (πχ Cisco) τα instances των LES/BUS πρέπει να βρίσκονται στην ίδια συσκευή.
  - Δεν είναι απαραίτητο τα instances LES/BUS όλων των ELANs να βρίσκονται στην ίδια συσκευή.
  - Επίσης ο LECS μπορεί να βρίσκεται σε διαφορετική συσκευή από ότι οι LES/BUS.
- Εύρεση των προκαθορισμένων LANE διευθύνσεων: Καταγράφουμε τις προκαθορισμένες διευθύνσεις κάθε router ή switch το οποίο εκτελεί κάποια λειτουργία σχετικά με το LANE.
- Εισαγωγή της ATM διεύθυνσης του LECS: Εισάγουμε την ATM διεύθυνση του LECS σε όλες τις δικτυακές συσκευές (ATM switches κλπ) και τους LANE clients στο LANE δίκτυο.

## Για να υλοποιήσουμε σε ένα ATM δίκτυο LANE, πρέπει να ακολουθήσουμε τα παρακάτω βήματα:



- Δημιουργία της βάσης δεδομένων του LECS: Η πληροφορίες που απαιτούνται για την δημιουργία της βάσης δεδομένων του LECS είναι οι παρακάτω:
  - Το όνομα της βάσης δεδομένων,
  - η ATM διεύθυνση του Server του ELAN,
  - το ring number (στην περίπτωση που εξομοιώνεται Token Ring δίκτυο) και το όνομα του LANE.
- Ενεργοποίηση του LECS: Μετά την δημιουργία της βάσης του LECS, ενεργοποιούμε τον LECS.
- Εγκατάσταση του LES/BUS: Για κάθε ELAN θα πρέπει να υπάρχει ένα σύνολο από servers, ένας κύριος και μια σειρά από δευτερεύοντες (back-up) servers.
- Εγκατάσταση και ρύθμιση των LECs.

Διαφάνεια 53

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# Virtual LAN



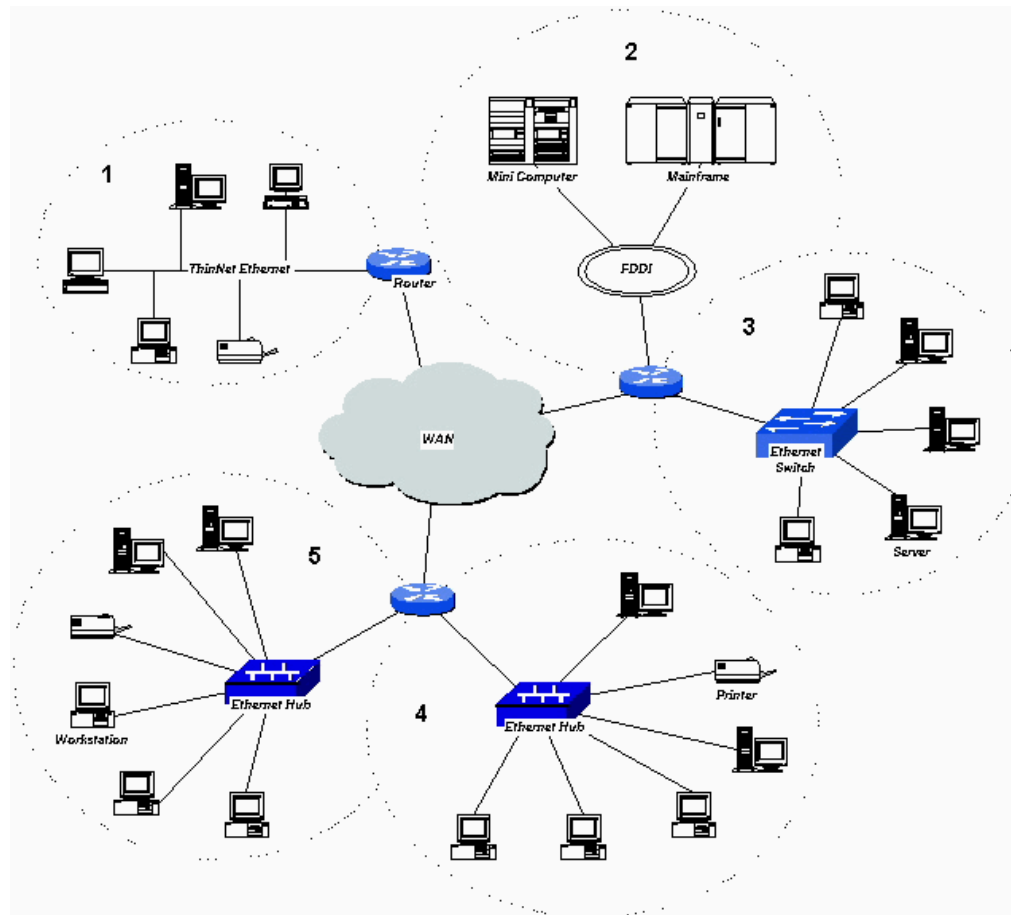
- Τα Virtual LANs (VLANs) μπορούν να θεωρηθούν ως μια ομάδα συσκευών οι οποίες βρίσκονται σε διαφορετικά φυσικά LAN αλλά επικοινωνούν μεταξύ τους λες και βρίσκονται στο ίδιο φυσικό LAN.
- Για την χρήση τους θα πρέπει να υπάρχει υποστήριξη VLAN από τις δικτυακές συσκευές του δικτύου (switches)
- Κάθε LAN αποτελεί ένα collision domain

Διαφάνεια 54

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



# Τυπικό δίκτυο με χρήση router



Διαφάνεια 55

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Τυπικό δίκτυο με χρήση router

- Οι routers εισάγουν καθυστέρηση σε σχέση με τα switch γιατί λειτουργούν στο επίπεδο 3
- Λύση: Εκτεταμένη χρήση switches

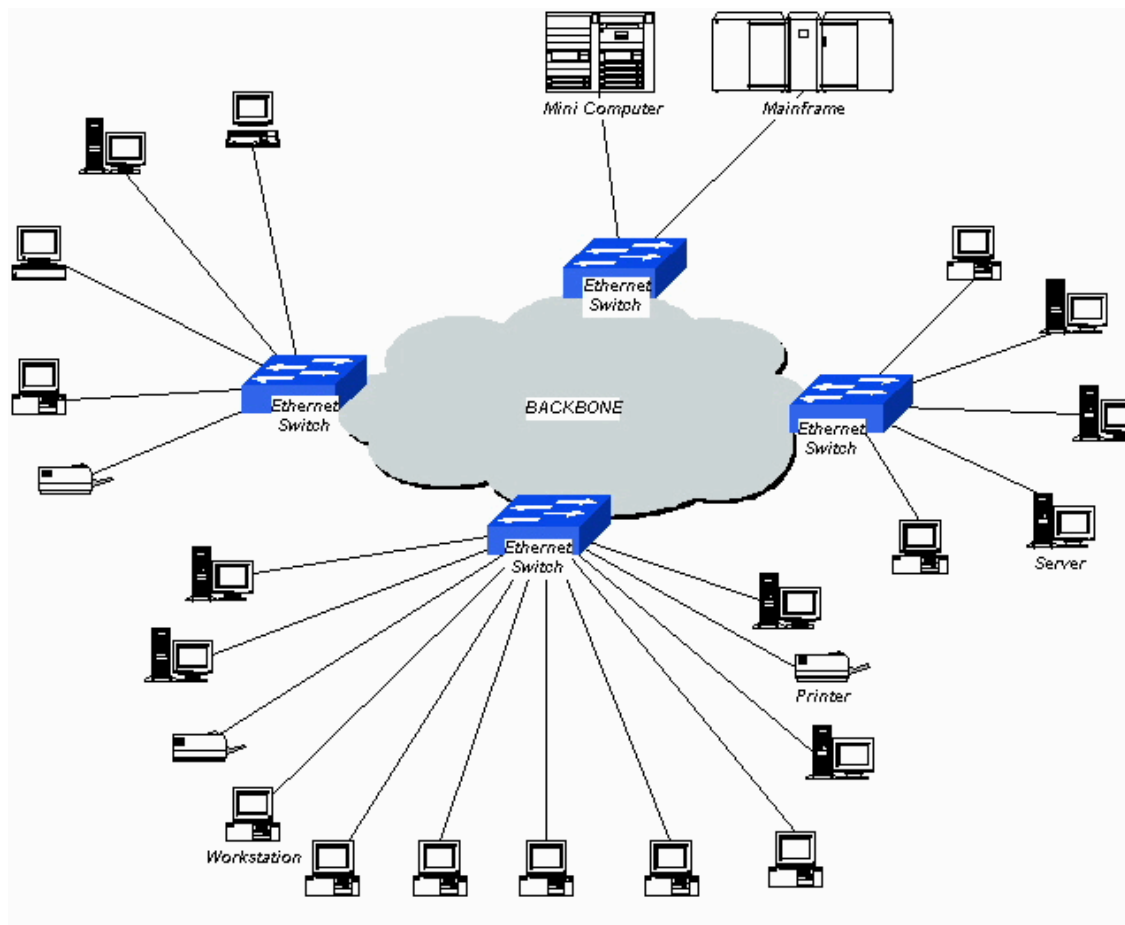
Διαφάνεια 56

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών





# Τυπικό δίκτυο με χρήση switches



Διαφάνεια 57

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Τυπικό δίκτυο με χρήση switches

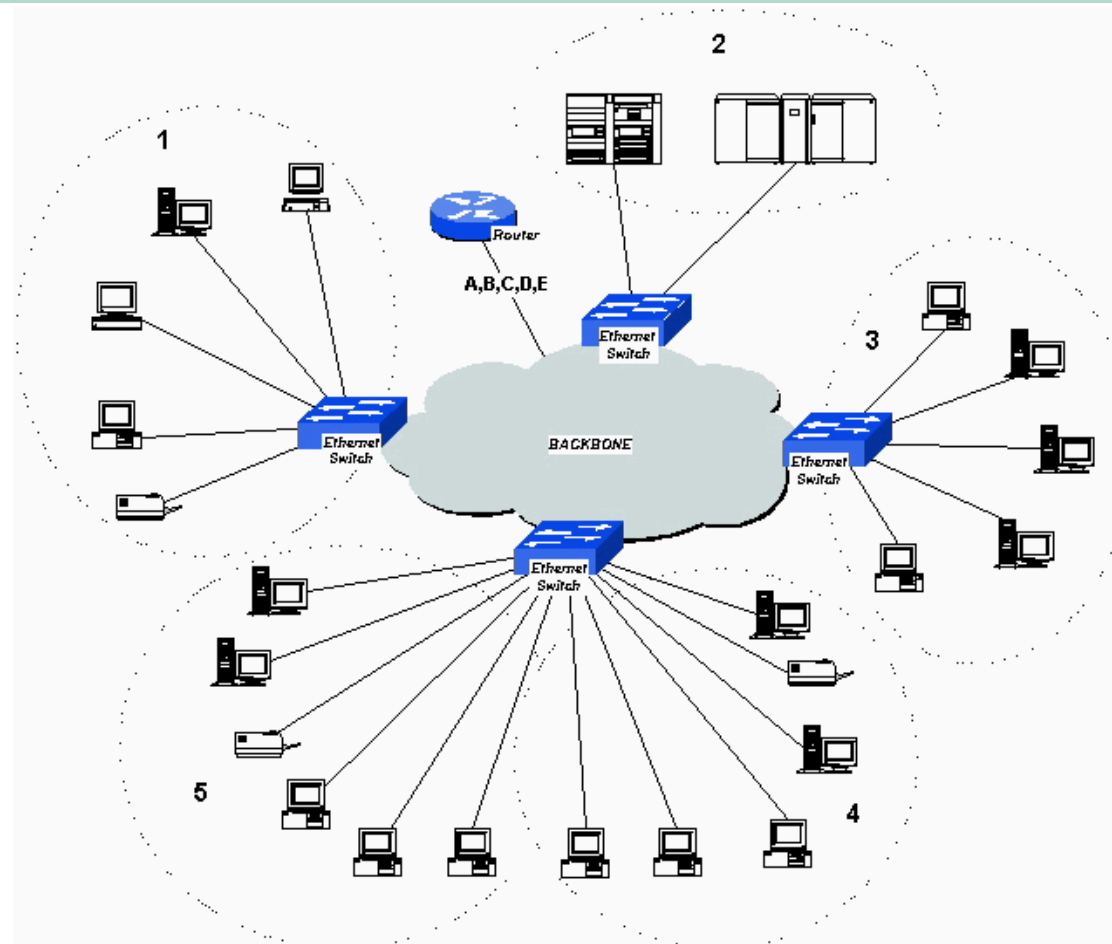
- Όλοι η μεταγωγή δεδομένων γίνεται στο επίπεδο 2 – μικρότερη καθυστέρηση
- Όλοι οι σταθμοί συμμετέχουν στο ίδιο broadcast domain
- Αυτό προσθέτει σημαντική κίνηση στο δίκτυο
- Με σημαντική αύξηση του δικτύου το παραπάνω πρόβλημα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά προβλήματα

Διαφάνεια 58

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



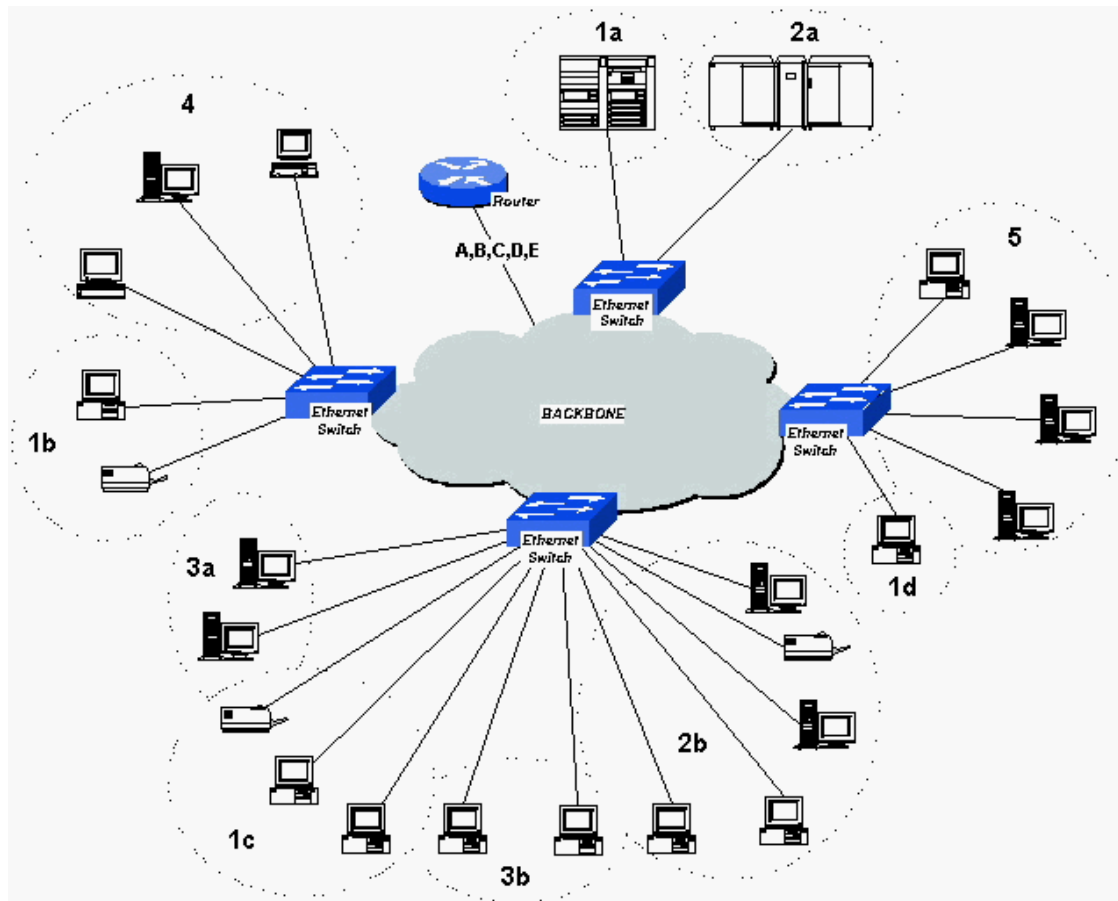
# Τυπικό δίκτυο με χρήση VLAN



Διαφάνεια 59

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# Λογικά ομαδοποιημένα VLAN με βάση την αναμενόμενη κίνηση



Διαφάνεια 60

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# Χρήση VLAN

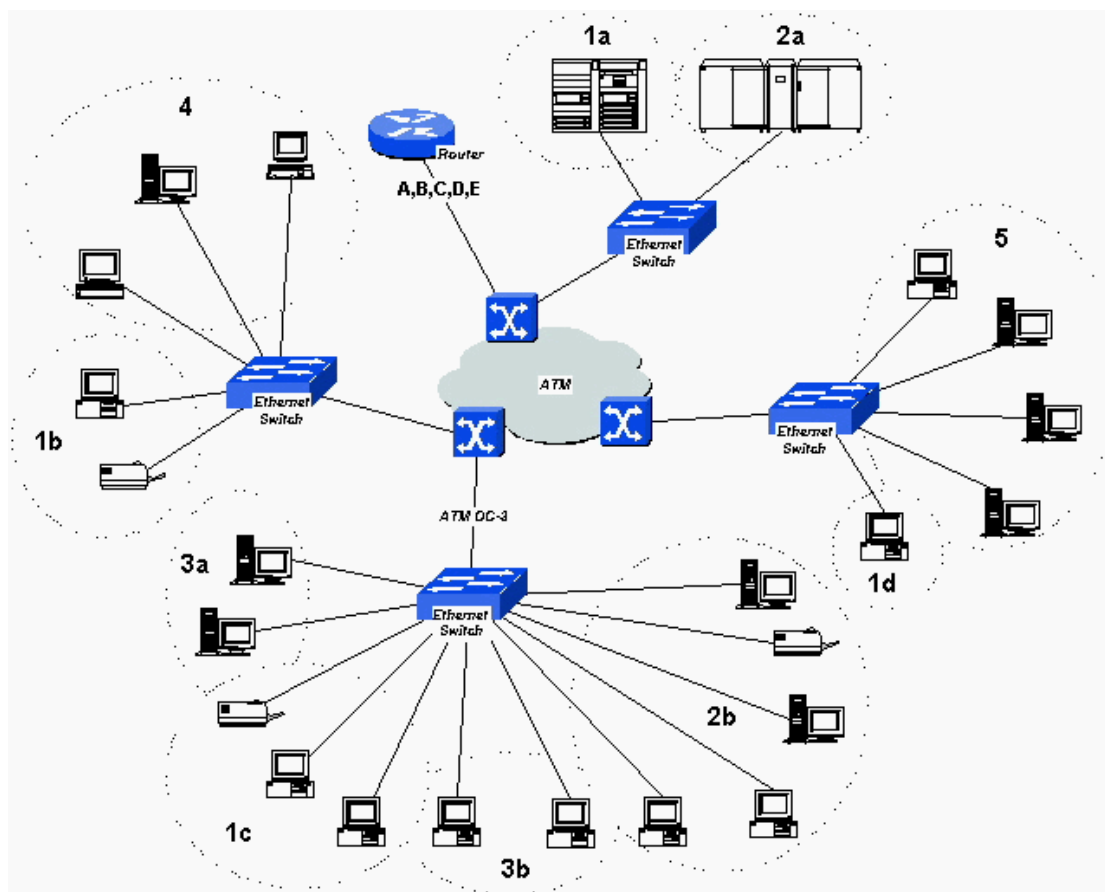


- Χρησιμοποιείται μόνο ένας δρομολογητής
- Τα λογικά VLAN δημιουργούνται με βάση την αναμενόμενη κίνηση:
  - Σταθμοί της ίδιας ομάδας (πχ τμήμα πανεπιστημίου) ομαδοποιούνται στο ίδιο VLAN ανεξάρτητα από την φυσική τοποθεσία των σταθμών
  - Τερματικά και servers όπου αναμένεται κίνηση μεταξύ τους ομαδοποιούνται στο ίδιο VLAN

Διαφάνεια 61

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών

# Στο δίκτυο κορμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνολογίες (πχ LANE)



Διαφάνεια 62

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών



## Πλεονεκτήματα VLAN

- Αυξημένη απόδοση (λιγότερα collision και broadcast domains, λιγότερη χρήση routers)
- Ευκολότερη διαχείριση (ευκολία στην δημιουργία και διαχείριση των λογικών groups)
- Ευκολότερη ρύθμιση του δικτύου (λιγότερα υποδίκτυα, λιγότεροι DSCP server)
- Ανεξαρτησία από την φυσική τοπολογία και τους περιορισμούς που αυτή θέτει.
- Αυξημένη ασφάλεια (broadcast μόνο στα μέλη του VLAN και όχι σε όλους του χρήστες)

## Μειονεκτήματα VLAN



- Περιορισμοί στην υλοποίηση του broadcast (πχ LANE)
- Η χρήση VLAN θα πρέπει να υποστηρίζεται από τον δικτυακό εξοπλισμό
- Τα Hubs δεν υποστηρίζουν VLAN (όλα τα port του hub ανήκουν στο ίδιο VLAN)

Διαφάνεια 64

Υλοποίηση Δικτυακών Υποδομών και Υπηρεσιών