



Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

5^η Διάλεξη:

- Δικτυακές συσκευές
- Εργαλεία διαχείρισης δικτύων



Δίκτυο

■ Μέσα Μετάδοσης

□ Ενσύρματα

- Ομοαξονικό καλώδιο
- Καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους
- Οπτική ίνα

□ Ασύρματα

- Μικροκυματική ζεύξη
- Δορυφορική ζεύξη
- Ραδιοφωνική ζεύξη

■ Δικτυακός εξοπλισμός

□ Hubs

□ Switches

□ Routers



Χαρακτηριστικά μέσων μετάδοσης

- Επιτρέπουν τη μετάδοση σημάτων με συχνότητες που ανήκουν σε μια συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων που χαρακτηρίζεται από μια μέγιστη και μια ελάχιστη τιμή.
- Έχουν δύο βασικά χαρακτηριστικά:
 - Εύρος ζώνης (bandwidth): ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ των τιμών της μέγιστης και ελάχιστης συχνότητας.
 - Χωρητικότητα (capacity): ορίζεται ως ο μέγιστος ρυθμός με τον οποίο μπορούν να αποσταλούν ή να παραληφθούν δεδομένα, χωρίς να προκύψουν σφάλματα κατά τη διάρκεια της μετάδοσης.

Ενσύρματα μέσα μετάδοσης (I)




- Ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable)
 - Thinnet: Περιγράφεται από το πρότυπο 10Base2 της IEEE. Το 2 αναφέρεται στα 200 μέτρα δυνατής απόστασης.
 - Thick coaxial cable: Περιγράφεται από το 10Base5 πρότυπο της IEEE. Το 5 αναφέρεται στα 500 μέτρα δυνατής απόστασης.
- Καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους (twisted pair)
 - STP (Shielded Twisted Pair)
 - UTP (Unshielded Twisted Pair)
 - UTP κατηγορίας 3 (10 Mbps)
 - UTP κατηγορίας 5 (100 Mbps)
 - UTP κατηγορίας 6 (1Gbps)

Ενσύρματα μέσα μετάδοσης (II)



- Οπτική ίνα (Optical fiber)
 - Μονότροπη (Single mode): Μόνο μια ακτίνα μεταδίδεται στην οπτική ίνα. (Η ακτίνα του πυρήνα είναι της τάξης του μήκους κύματος που μεταδίδεται)
 - Πολύτροπη (Multi mode): πολλές ακτίνες μεταδίδονται ταυτόχρονα
- Χρήσεις οπτικής ίνας
 - Κεντρικοί διαύλοι μεγάλου μήκους (Long haul trunks)
 - Κεντρικοί διαύλοι αστικής περιοχής (Metropolitan trunks)
 - Κεντρικοί διαύλοι επαρχιών (Rural exchange trunks)
 - Τοπικοί βρόγχοι (Local loops)
 - Τοπικά δίκτυα (Local area networks)



Διαχωρισμός δικτύων με βάση την γεωγραφική κατανομή

- Τοπικά Δίκτυα (LAN – Local Area Networks): Δίκτυα στο επίπεδο ενός κτηρίου ή ενός συγκροτήματος κτηρίων.
- Μητροπολιτικά Δίκτυα (MAN – Metropolitan Area Networks): Δίκτυα στο επίπεδο ενός μεγάλου αστικού κέντρου, ή ενός συνόλου μικρότερων δήμων που συνήθως έχουν τη μορφή ενός ή πολλαπλών δακτυλίων και συμπληρωματικών υποδομών πρόσβασης.
- Δίκτυα Ευρείας Ζώνης (WAN – Wide Area Networks): Δίκτυα εθνικού ή και υπερεθνικού επιπέδου που συνήθως έχουν τη μορφή αραιού πλέγματος με κόμβους σε μεγάλα αστικά κέντρα.



LANs vs. WANs

■ LAN

- Καλύπτει μικρή γεωγραφική περιοχή
- Διασυνδέει σταθμούς εργασίας, εξυπηρετητές, εκτυπωτές κ.α.
- Για την διασύνδεση των συσκευών στο LAN χρησιμοποιείται κάποιο switch


■ WAN

- Καλύπτει μεγάλη γεωγραφική περιοχή
- Διασυνδέει μεταξύ τους διαφορετικά τοπικά δίκτυα
- Για την διασύνδεση των διαφορετικών τοπικών δικτύων χρησιμοποιείται κάποιος router




Τεχνολογίες LAN

- Ethernet: 10 Mbps
- Fast Ethernet: 100Mbps
 - 100Base-T4: UTP καλώδιο κατηγορίας 3 → ως 100m
 - 100Base-TX: UTP καλώδιο κατηγορίας 5 → ως 100m
 - 100Base-FX: Πολύτροπη οπτική ίνα → ως 2000m
- Gigabit Ethernet: 1Gbps
 - 1000Base-SX: Πολύτροπη οπτική ίνα → ως 550m
 - 1000Base-LX: Μονότροπη ή πολύτροπη οπτική ίνα → ως 5000m
 - 1000Base-CX: 2 ζεύγη STP καλώδιο → ως 25m
 - 1000Base-T: 4 ζεύγη UTP καλώδιο κατηγορίας 5 → ως 100m




Τεχνολογίες διασύνδεσης MAN/WAN (1)

- Μισθωμένες γραμμές: Είναι αναλογικές ή ψηφιακές γραμμές οι οποίες μισθώνονται με μηνιαίο τέλος για μεταφορά δεδομένων. Ο χρήστης αυτών των γραμμών έχει τη συνεχή και αποκλειστική χρήση τους.
- X.25: Πρότυπο της ITU για επικοινωνία WAN (3^ο επίπεδο OSI) το οποίο περιγράφει τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ μηχανημάτων χρηστών και μηχανημάτων δικτύου μεταφοράς δεδομένων
- Hellaspac: X.25 δίκτυο του ΟΤΕ το οποίο λειτουργεί από το 1988 και υποστηρίζει ταχύτητες μέχρι 2 Mbps
- Hellascom: Δίκτυο του ΟΤΕ το οποίο χρησιμοποιεί μισθωμένες ψηφιακές γραμμές και έχει εγκατεστημένους κόμβους στις μεγαλύτερες πόλεις της χώρας.
- Frame Relay: Πρωτόκολλο μετάδοσης δεδομένων με την μορφή πλαισίων επιπέδου σύνδεσης δεδομένων (2^ο επίπεδο OSI). Υποστηρίζει ταχύτητες ως 2 Mbps.



Τεχνολογίες διασύνδεσης MAN/WAN (2)

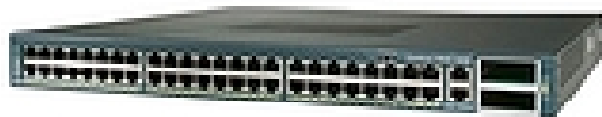
- ATM: Τεχνολογία μετάδοσης πακέτων με την οποία συνδυάζονται τα πλεονεκτήματα μεταγωγής πακέτου και μεταγωγής κυκλώματος. Υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης 155~622 Mbps
- MPLS: Με το MPLS προσπαθούμε να δημιουργήσουμε κυκλώματα σε ένα μέσο (δίκτυο IP) που εξορισμού δεν υποστηρίζει κυκλώματα. Ο ΟΤΕ παρέχει υπηρεσία MPLS VPN.
- SDH/SONET: Αποτελεί ένα πρωτόκολλο οπτικής μετάδοσης που προσφέρει υψηλές ταχύτητες μετάδοσης (από 155 Mbps ως 10 Gbps) διαμέσου οπτικών ινών (SDH είναι το Ευρωπαϊκό πρότυπο και SONET είναι το Αμερικάνικο πρότυπο).



Τεχνολογίες διασύνδεσης MAN/WAN (3)

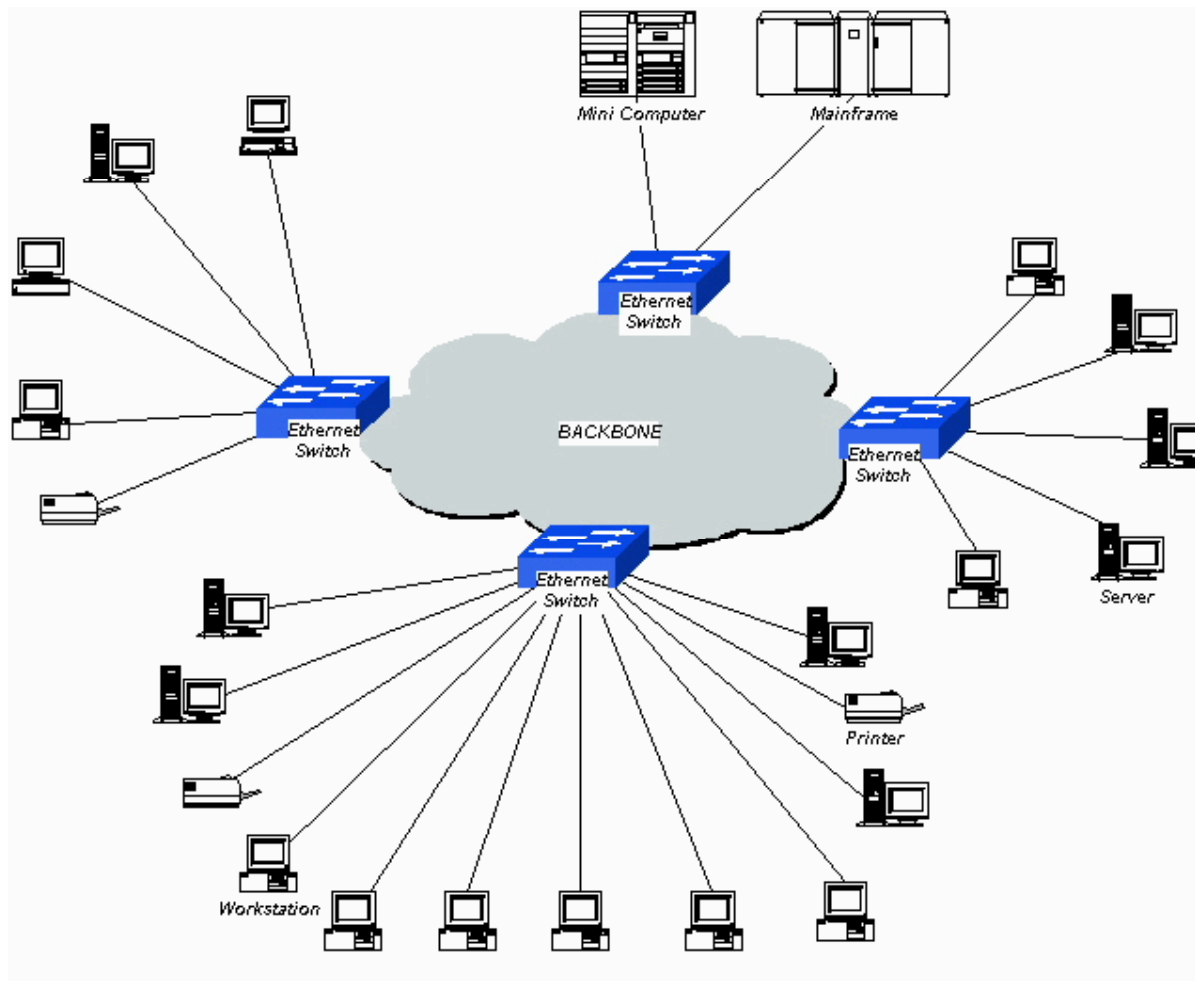
- WDM: Με την χρήση WDM διασυνδέονται SDH πολυπλέκτες και επιτρέπεται η μεταφορά μέχρι 80 πολυπλεγμένων σημάτων μέσα από μια οπτική ίνα.
 - Εκμίσθωση λάμδα: Μίσθωση ενός μήκους οπτικού κύματος σε υποδομή WDM.
 - Εκμίσθωση σκοτεινής οπτικής ίνας (dark fiber): Μίσθωση ενός ζεύγους οπτικής ίνας στην οποία ο εκμισθωτής τοποθετεί ο ίδιος τον απαραίτητο εξοπλισμό για την μετάδοση δεδομένων.
- Ασύρματες ζεύξεις
 - IEEE 802.16: Ταχύτητές μέχρι 72 Mbps
 - Δορυφορικά συστήματα: Κύριο χαρακτηριστικό η μεγάλη καθυστέρηση μετάδοσης.

Switches



- Λειτουργούν στο 2^ο επίπεδο της TCP/IP στοίβας πρωτοκόλλων
- Η εισερχόμενη κίνηση από ένα σταθμό προωθείται (switched) μόνο στην κατάλληλη έξοδο (στον παραλήπτη)
- Οι μη χρησιμοποιούμενες γραμμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το switching άλλης κίνησης
- Περισσότεροι από ένας σταθμοί μπορούν να μεταδίδουν κάθε χρονική στιγμή
- Αυξημένη χωρητικότητα στο LAN

Υλοποίηση LAN με χρήση switches



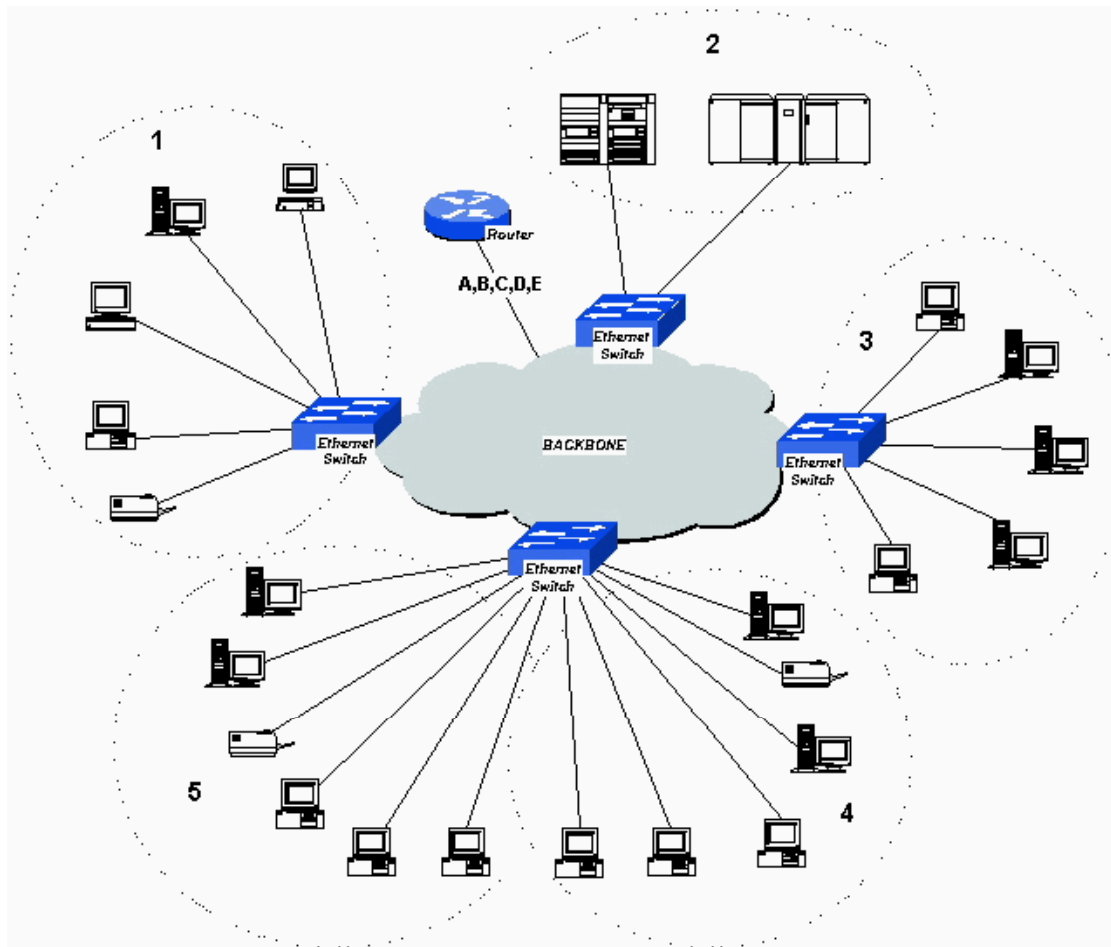
- Όλοι η μεταγωγή δεδομένων γίνεται στο επίπεδο 2 του TCP/IP
- Όλοι οι σταθμοί συμμετέχουν στο ίδιο broadcast domain → προσθέτει σημαντική κίνηση στο δίκτυο
- Με σημαντική αύξηση του μεγέθους του δικτύου το παραπάνω πρόβλημα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά προβλήματα



Virtual Local Area Network (VLAN)

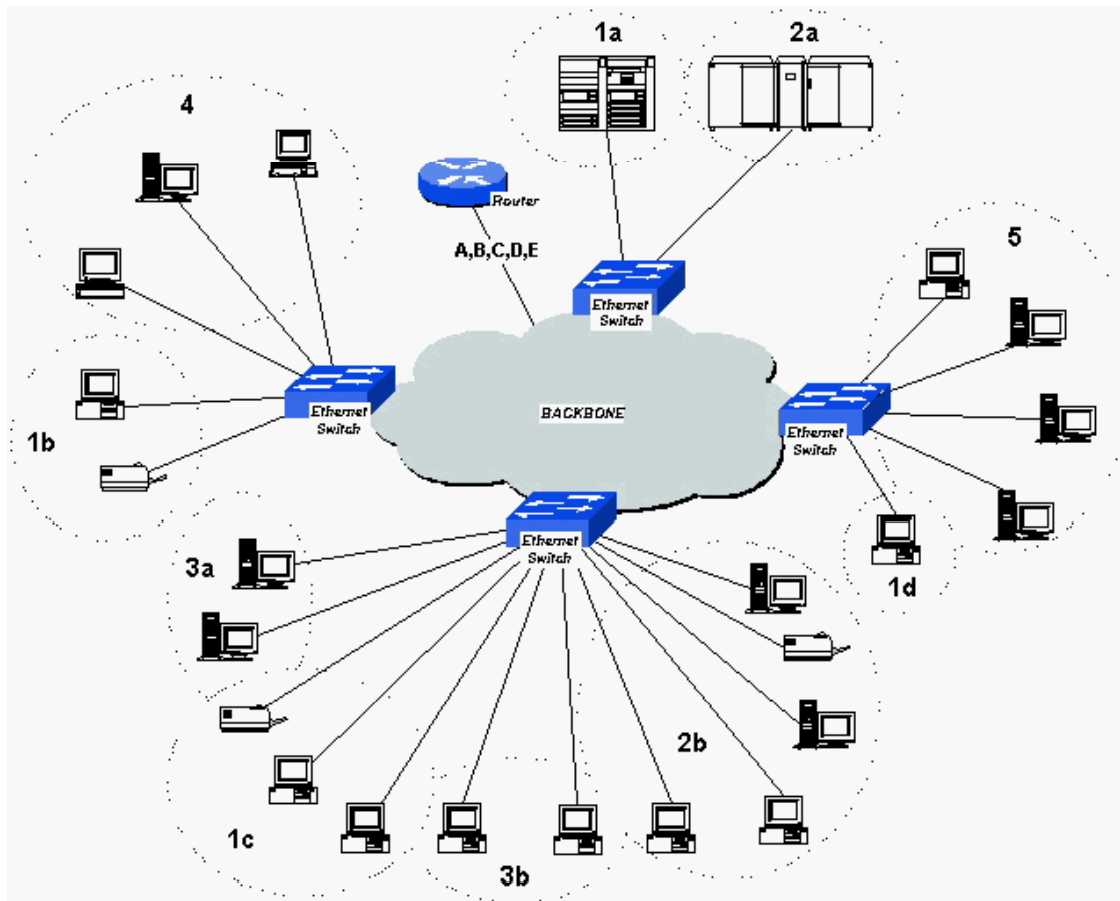
- Τα Virtual LANs (VLANs) μπορούν να θεωρηθούν ως μια ομάδα συσκευών οι οποίες βρίσκονται σε διαφορετικά φυσικά LAN αλλά επικοινωνούν μεταξύ τους σαν να βρίσκονται στο ίδιο φυσικό LAN.
- Για την χρήση τους θα πρέπει να υπάρχει υποστήριξη VLAN από τις δικτυακές συσκευές του δικτύου
- Κάθε LAN αποτελεί ένα collision domain
- Πλεονεκτήματα
 - Μείωση της κίνησης στο δίκτυο
 - Αύξηση της ασφάλειας
 - Μείωση σε απαιτήσεις hardware

Υλοποίηση LAN με χρήση switches και VLAN



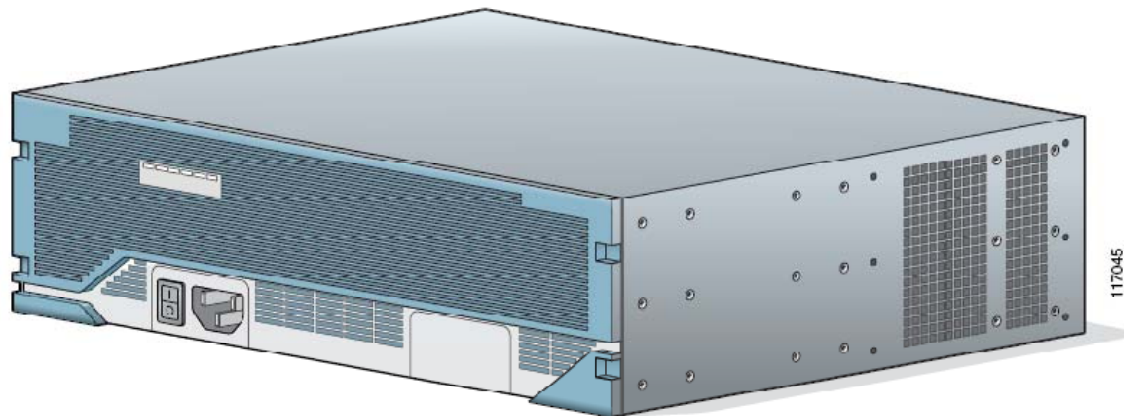
- Μειωμένη κίνηση στο δίκτυο
- Broadcast μόνο στα μέλη του VLAN και όχι σε όλους του χρήστες

Λογικά ομαδοποιημένα VLAN με βάση την αναμενόμενη κίνηση



- Σταθμοί της ίδιας ομάδας (π.χ. 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

Routers



- Λειτουργούν στο 3^ο επίπεδο της TCP/IP στοίβας πρωτοκόλλων
- Συνδέουν διαφορετικού τύπου δίκτυα
- Συνδέουν δίκτυα με διαφορετικό χώρο διευθύνσεων
- Προωθούν πακέτα στον επόμενο router ανάλογα με τον προορισμό του πακέτου



Τμήματα ενός δρομολογητή

- CPU: Αρχικοποίηση συστήματος και λειτουργίες δρομολόγησης
- Memory
 - RAM: Πίνακας δρομολόγησης και running-configuration
 - Flash: Cisco IOS software images
 - NVRAM: Startup-configuration
 - ROM: Διαγνωστικός κώδικας εκκίνησης
- Interfaces: Συνδέεται ο δρομολογητής με κάποιο LAN ή WAN.
- Buses: Επικοινωνία μεταξύ της CPU, των διεπαφών (interfaces) και των slots
- Console και Auxiliary Ports: Ασύγχρονες σειριακές συνδέσεις για διαχείριση του δρομολογητή
- Power Supply: Παροχή τροφοδοσίας για την λειτουργία του δρομολογητή



Interfaces

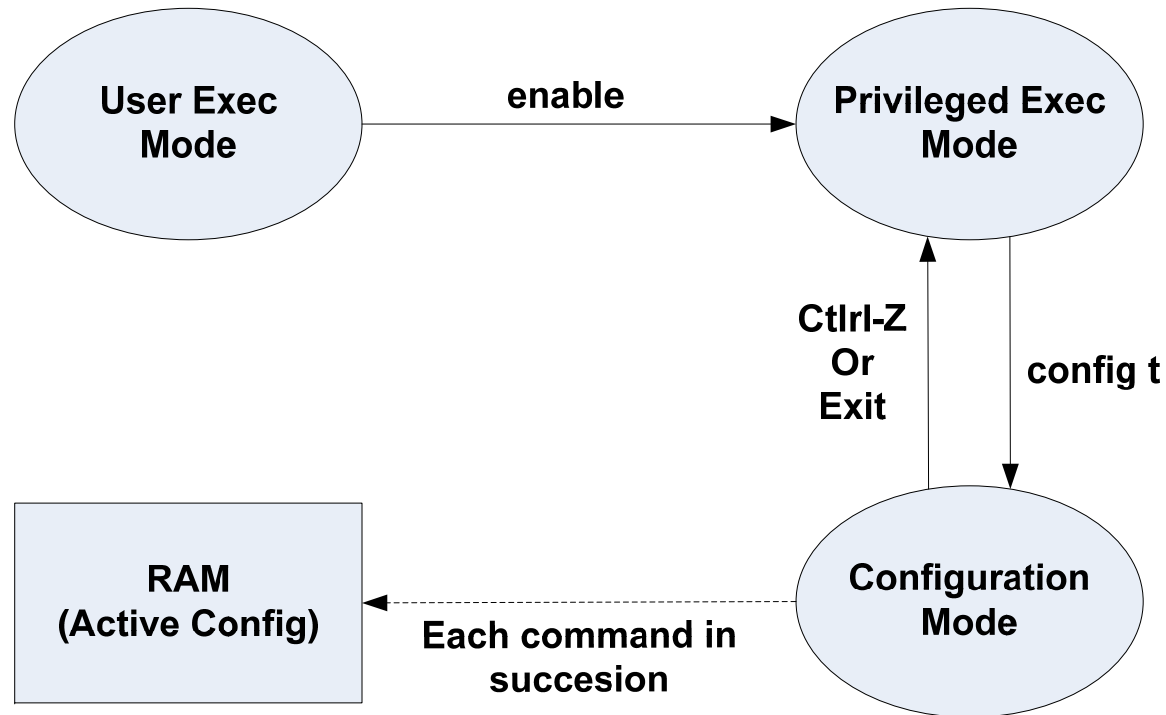
- Μπορεί να είναι ενσωματωμένες στο motherboard του δρομολογητή, ή να εισάγονται στον δρομολογητή ως ξεχωριστό module (ως επεκτάσεις)
- Διάφοροι τύποι:
 - Serial, ATM, ISDN, Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, κτλ
- Ακολουθούν την ονοματολογία Interface Type Slot/Interface (η αρίθμηση ξεκινά από το 0)
 - Serial 0/1: The 2nd serial interface at 1st slot (slot 0)
 - Serial 1/0: The 1st serial interface at slot 2nd slot (slot 1)
 - FastEthernet 0/1: The 2nd fast ethernet interface at 1st slot (slot 0)



Cisco IOS

- Βασίζεται σε BSD KERNEL
- Εκδόσεις
- Command Line Interface (CLI)
- Configuration File

Command Line Interface (CLI) modes



```
Router>enable
```

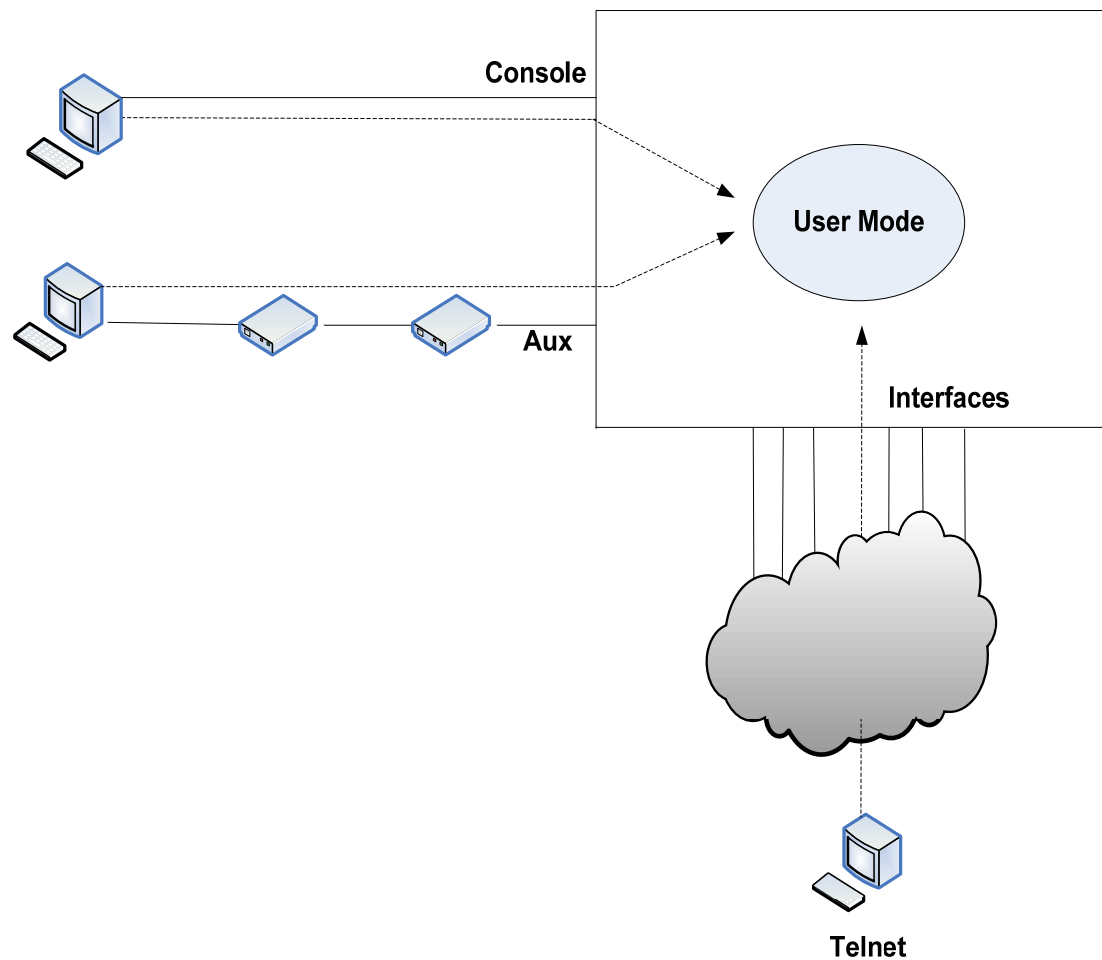
```
Router# configure terminal
```

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/X
```

```
Router(config)#exit
```

```
Router#
```

Πρόσβαση στο CLI



- Τοπικά μέσω console port
- Απομακρυσμένα μέσω:
 - auxiliary port
 - telnet




Configuration File

- Κάθε φορά που πραγματοποιούμε κάποια αλλαγή στο configuration του δρομολογητή, πρέπει να αποθηκεύουμε τις αλλαγές στην μνήμη του δρομολογητή, διότι αν δεν τις αποθηκεύουμε, οι όποιες αλλαγές θα χαθούν μετά από κάποια επανεκκίνηση του δρομολογητή ή αστοχία στην τροφοδοσία του με ρεύμα
- Υπάρχουν δύο τύποι configuration files:
 - startup-configuration
 - running-configuration



Παροχή βοήθειας στο CLI

- Σε κάθε κατάσταση εντολών (command mode), μπορείτε να δείτε μία λίστα των διαθέσιμων εντολών πληκτρολογώντας ένα ερωτηματικό (?)
 - Router#?
- Για να σας εμφανιστεί μία λίστα εντολών οι οποίες ξεκινάνε με μία συγκεκριμένη ακολουθία χαρακτήρων, πληκτρολογήστε αυτούς τους χαρακτήρες και μετά ένα ερωτηματικό (?).
 - Router#co?
configure connect copy
- Για να σας εμφανιστεί μία λίστα με λέξεις κλειδιά (keywords) ή παραμέτρους (arguments), πληκτρολογήστε ένα ερωτηματικό (?) στην θέση της λέξης κλειδί ή της παραμέτρου.
 - Router#configure ?
memory Configure from NV memory
network Configure from a TFTP network host
terminal Configure from the terminal



Βασικές εντολές Cisco IOS

- `show version`: παρέχει πληροφορίες σχετικά με το hardware του δρομολογητή, την έκδοση του IOS, τα ονόματα των configuration files και τα boot images.
- `show running-config`: εμφανίζει το running configuration.
- `show startup-config`: εμφανίζει το startup configuration.
- `copy running-config startup-config`: αντιγράφει το running configuration στο startup configuration.
- `copy startup-config running-config`: αντιγράφει το startup configuration στο running configuration.
- `copy tftp running-config`: φορτώνει ένα configuration file αποθηκευμένο σε έναν TFTP server στο running configuration.
- `copy running-config tftp`: αποθηκεύει το running configuration σε έναν TFTP server.



CLI password configuration

Access From...	Password Type	Configuration
Console	Console password	line console 0
		login
		password faith
Auxiliary	Auxiliary password	line aux 0
		login
		Password hope
Telnet	Vty password	line vty 0 4
		login
		password love



Ενεργοποίηση και εισαγωγή της IP διεύθυνσης ενός Interface

- Router>enable
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/X
Router(config)#interface Serial0/1
Router(config-if)#description Connection to GRNET
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#ip address 150.140.12.108 255.255.0.0
Router(config-if)#exit
Router(config)#



Switches vs. Routers

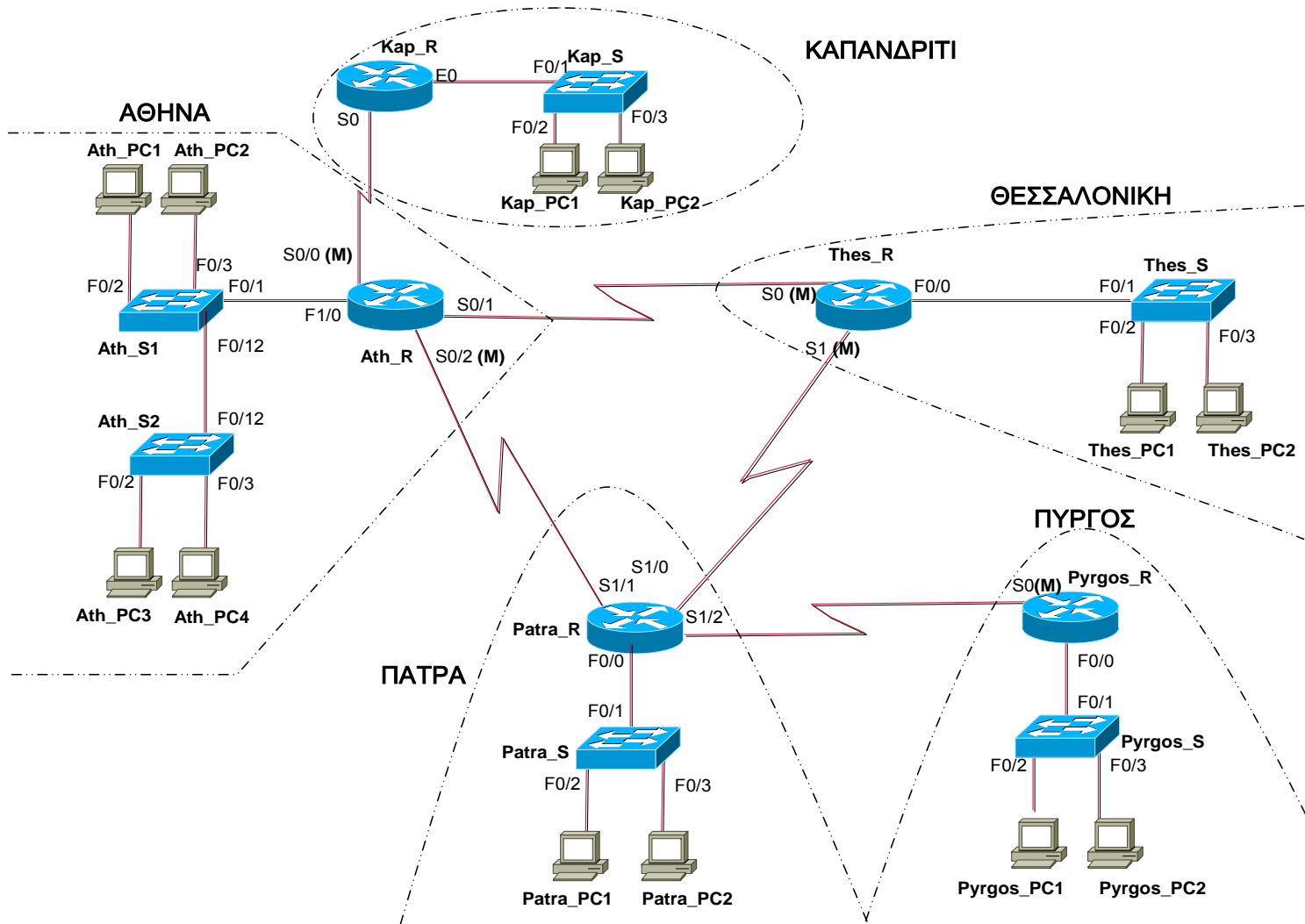
■ Switches:

- Λειτουργούν στο 2^ο επίπεδο (Ζεύξης Δεδομένων) της TCP/IP στοίβας πρωτοκόλλων
- Διαχειρίζονται πλαίσια (frames)
- Δρομολόγηση των πλαισίων εντός του τοπικού δικτύου

■ Routers:

- Λειτουργούν στο 3^ο επίπεδο (Δικτύου) της TCP/IP στοίβας πρωτοκόλλων
- Διαχειρίζονται πακέτα (packets)
- Δρομολόγηση των πακέτων μεταξύ διαφορετικών δικτύων

Παράδειγμα χρήσης switches και routers





Διαχείριση Δικτύων

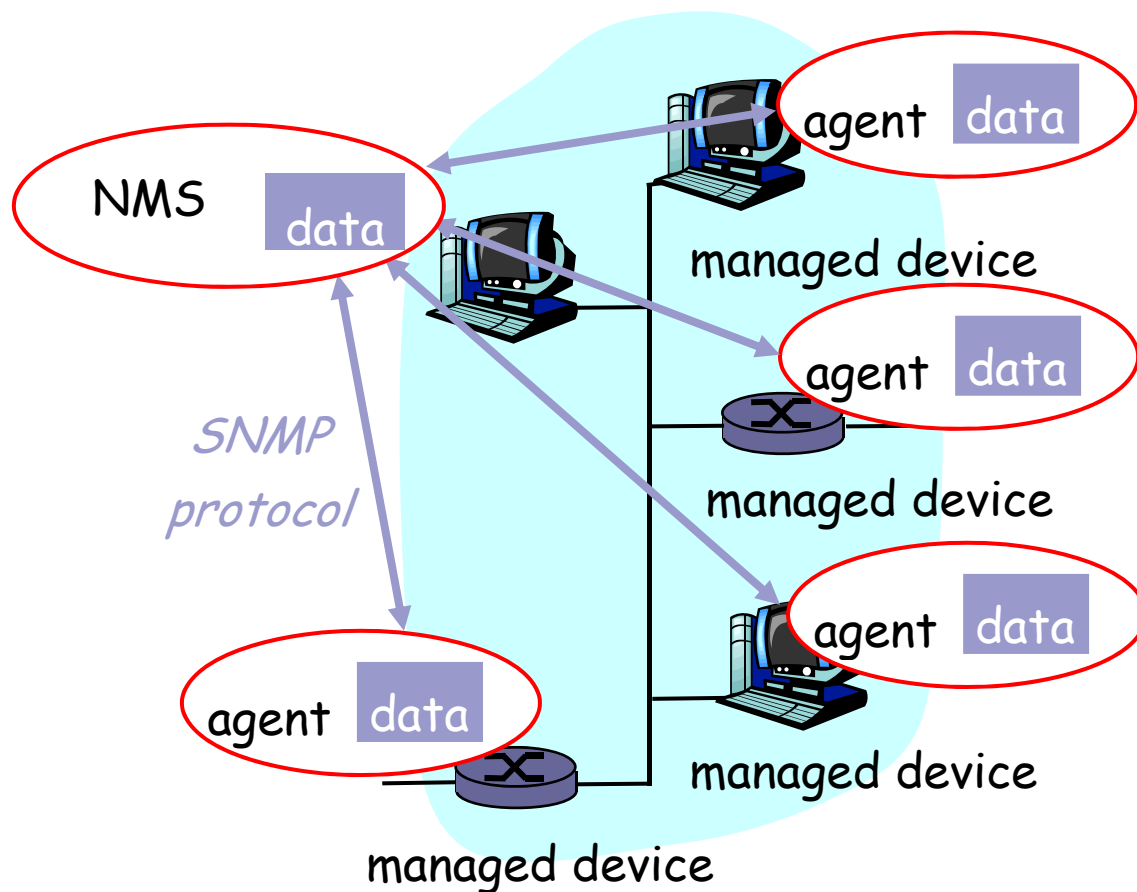
- SNMP
- Εργαλεία Διαχείρισης Δικτύων
 - HP Open View
 - MRTG's
 - Cisco Works
- Telnet



SNMP πρωτόκολλο

- Πρωτόκολλο διαχείρισης TCP/IP δικτύων
- Τρεις γενιές εξέλιξης
 - Τρέχουσα έκδοση: SNMP v3
- Management information base (MIB):
Αποθήκευση Κατανεμημένης πληροφορίας σχετικά με τα δεδομένα διαχείρισης δικτύου.
- Structure of Management Information (SMI):
Γλώσσα ορισμού των MIB αντικειμένων

SNMP-based διαχείριση δικτύων



- Managed devices: Περιέχουν managed objects τα δεδομένα των οποίων οργανώνονται σε μία MIB
- Agents: Εκτελούνται σε managed devices και στέλνουν δεδομένα διαχείρισης στο network management system
- Network-management system (NMS): Συγκεντρώνει την πληροφορία διαχείρισης από όλα τα managed devices



SNMP πρωτόκολλο: τύποι μηνυμάτων

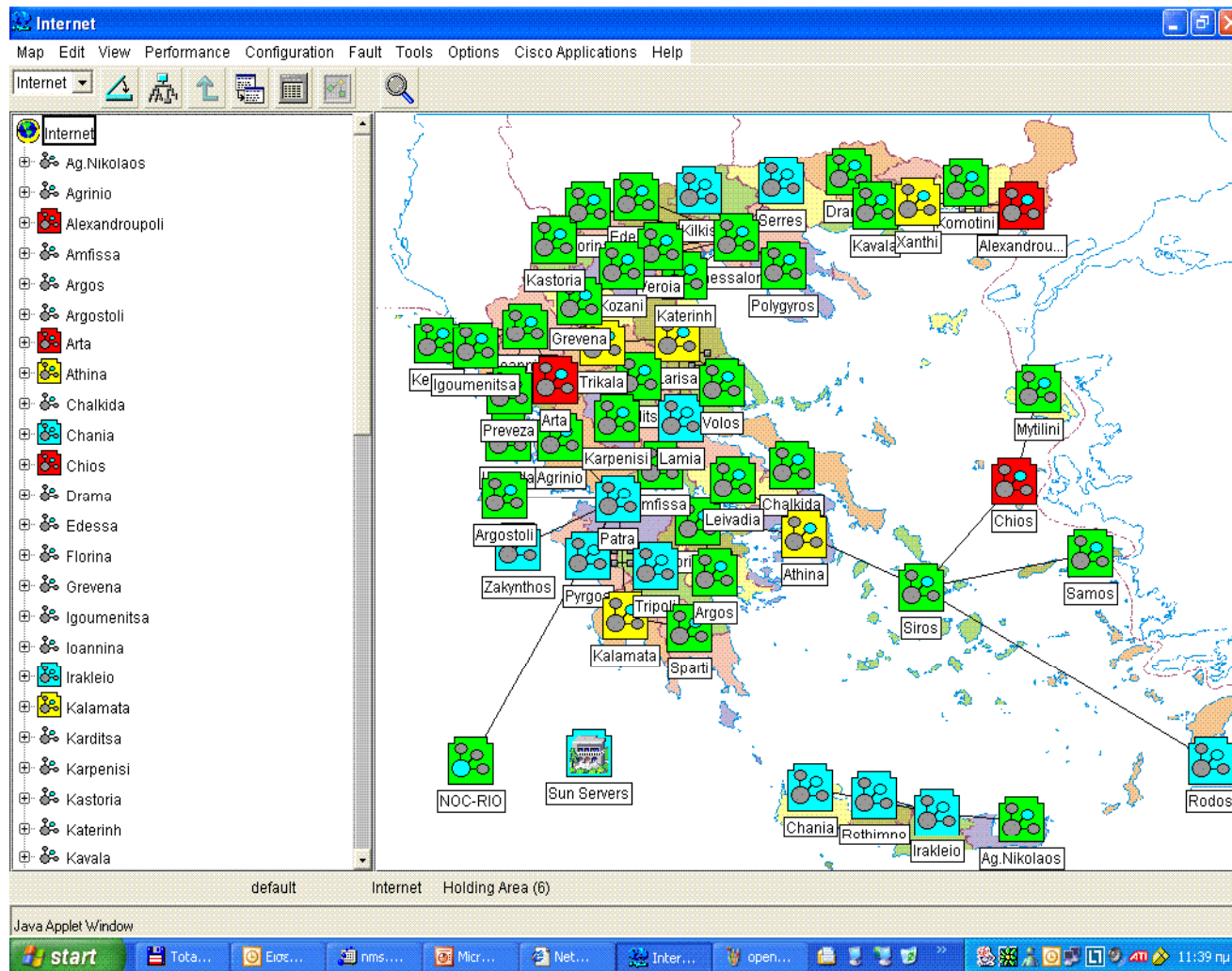
- Καθορίζει πέντε βασικά μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ των agents και του NMS
 - GET REQUEST: Ανάκτηση πληροφορίας Διαχείρισης (NMS → Agent)
 - GETNEXT REQUEST: Ανάκτηση ακολουθίας πληροφορίας διαχείρισης (NMS → Agent)
 - GET RESPONSE: Απόκριση σε GET REQUEST και GET NEXT REQUEST μηνύματα (Agent → NMS)
 - SET REQUEST: Αρχικοποίηση ή αλλαγή στην τιμή ενός δικτυακού στοιχείου (NMS → Agent)
 - TRAP: Αποστολή μηνυμάτων συναγερμού (linkDown, linkUp, authentication Failure, κτλ) (Agent → NMS)



HP Open View

- Αναπαράσταση της κατάστασης στην οποία βρίσκονται οι κόμβοι και οι συνδέσεις των κόμβων ενός δικτύου σε πραγματικό χρόνο
- Ακριβή πληροφορία για την κατάσταση κάθε interface κάθε κόμβου του δικτύου

HP Open View – Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο (1)



HP Open View – Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο (2)

The screenshot displays the HP Open View network management interface. The window title is "cas". The menu bar includes "Map", "Edit", "View", "Performance", "Configuration", "Fault", "Tools", "Options", "Cisco Applications", and "Help". The toolbar contains icons for "Internet", "Map", "Edit", "View", "Performance", "Configuration", "Fault", "Tools", "Options", "Cisco Applications", and "Help".

The left pane shows a tree view of the network structure. The root node is "Internet". Under "Internet", there are several nodes representing different locations: Ag.Nikolaos, Agrinio, Alexandroupoli, Amfissa, Argos, Argostoli, Arta, 194.63.237.240, cas, Athina, Chalkida, Chania, Chios, Drama, Edessa, Florina, Grevena, Igoumenitsa, Ioannina, Irakleio, Kalamata, Karditsa, Karpenisi, and Kastoria. The "cas" node is highlighted.

The main pane displays a grid of device icons representing network elements. The icons are arranged in a grid and labeled as follows:

Row	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
1	Lo0	Se1/1	Se1/2	Se1/3	Se2/0
2	Se2/1	Se2/2	Se2/3	Se2/4	Se2/5
3	Se2/6	Se2/7	Nu0	E1 3/0	E1 3/1
4	E1 4/0	E1 4/1	Di1	Vt1	Di0
5	Vt1	Se1/0	Fa0/0		

The status bar at the bottom of the main pane shows "default", "cas", and "[Hidden: 92] [Auto-Layout]".

The bottom of the screen shows the Windows taskbar with the "start" button and several open applications: "Total C...", "Εισαγ...", "nms.no...", "Micro...", "Networ...", and "cas". The system tray shows the time as "11:51 ημ".



MRTG – Multi Router Traffic Grapher (1)

- Εργαλείο για παρακολούθηση και μέτρηση της κίνησης σε δικτυακούς συνδέσμους
- Γραφική απεικόνιση της κίνησης σε έναν σύνδεσμο σε σχέση με τον χρόνο
- Απαιτείται να τρέχει στα άκρα ενός σύνδεσμου

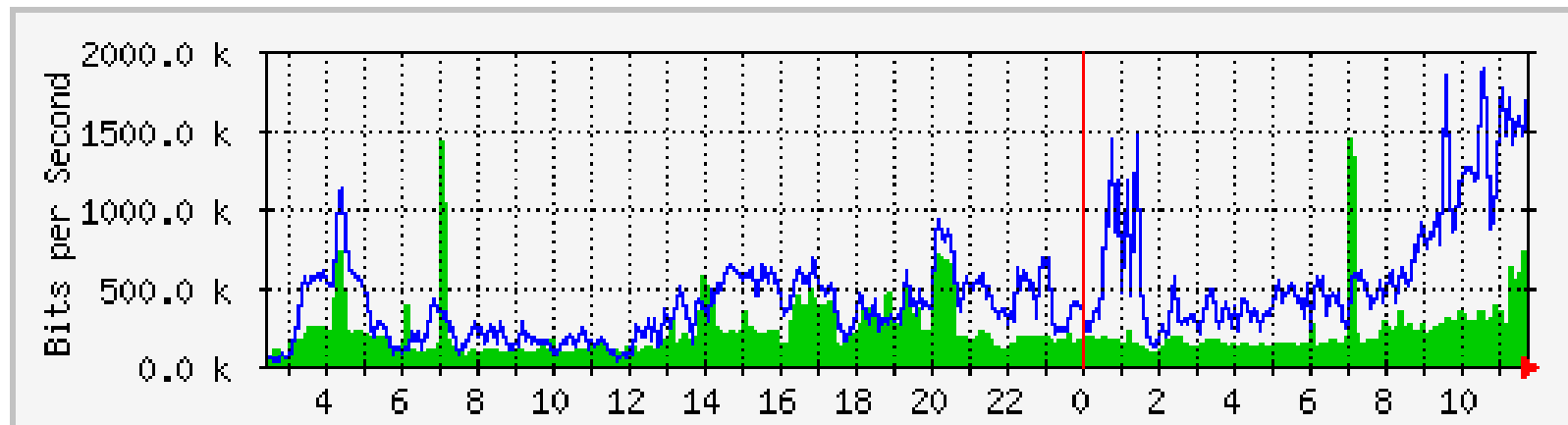


MRTG – Multi Router Traffic Grapher (2)

- Το MRTG χρησιμοποιεί το SNMP πρωτόκολλο για να στέλνει requests με δύο object identifiers (OIDs) σε μία συσκευή (π.χ. δρομολογητής).
- Η συσκευή, η οποία πρέπει να υποστηρίζει το SNMP πρωτόκολλο, θα έχει μία MIB για την εύρεση των απαιτούμενων OID's.
- Τα MRTG καταγράφουν αυτή την πληροφορία σε ένα log αρχείο στον client, μαζί με την παλαιότερα καταγεγραμμένη πληροφορία για την συγκεκριμένη συσκευή.
- Το software ακολούθως δημιουργεί ένα HTML αρχείο από τα logs, το οποίο περιέχει μία λίστα με γραφήματα καταγραφής της εισερχόμενης/εξερχόμενης κίνησης προς/από μία διεπαφή της συσκευής.

MRTG- Traffic Analysis for Serial1/2 -- Patra-R.ach.sch.gr

■ `Daily' Graph (5 Minute Average)



	Max	Average	Current
In	1441.6 kb/s (70.4%)	217.1 kb/s (10.6%)	752.7 kb/s (36.8%)
Out	1870.1 kb/s (91.3%)	457.4 kb/s (22.3%)	1863.0 kb/s (91.0%)



Cisco Works

- Εργαλείο μαζικής διαχείρισης δικτυακών συσκευών (switches και routers)
- IOS configuration
- Access Control Lists (ACLs) Manager
- CiscoView (Γραφική απεικόνιση δρομολογητών)



Telnet

- Το βασικό εργαλείο διαχείρισης !!!!!!!!