

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ - NETWORK MANAGEMENT

Εισαγωγή - Introduction

Πρότυπο τριών Διαστάσεων Λειτουργίας - Network Operation Planes

Μοντέλο Διαχείρισης FCAPS - ISO Telecommunications Management Model

Το Δίκτυο του Ε.Μ.Π. - NTUA LAN

Περιβάλλον Εργαστηριακών Ασκήσεων - Laboratory Setup

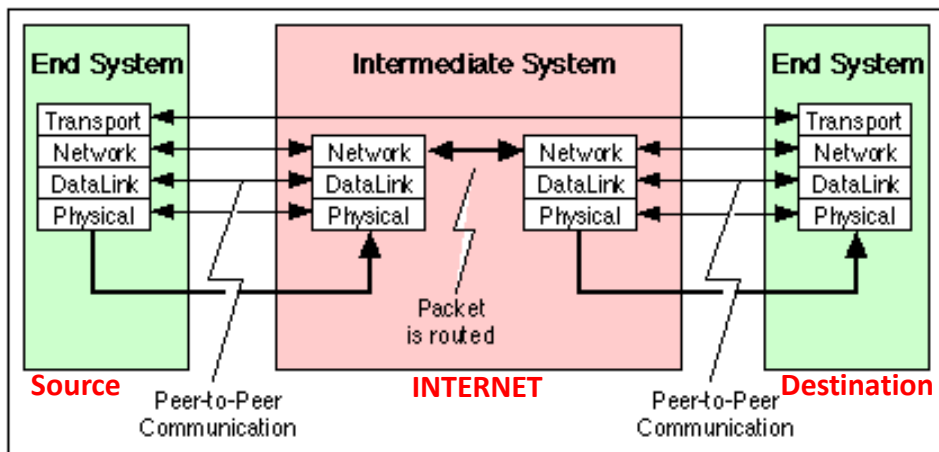
Β. Μάγκλαρης

maglaris@netmode.ntua.gr

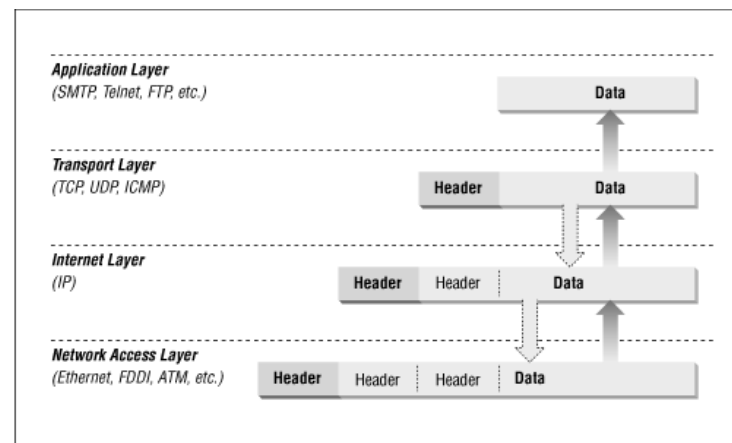
www.netmode.ntua.gr

12/10/2020

ΣΤΟΙΒΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ TCP/IP ΣΤΟ INTERNET



<http://www.erg.abdn.ac.uk/users/gorry/eg3567/inet-pages/transport.html>

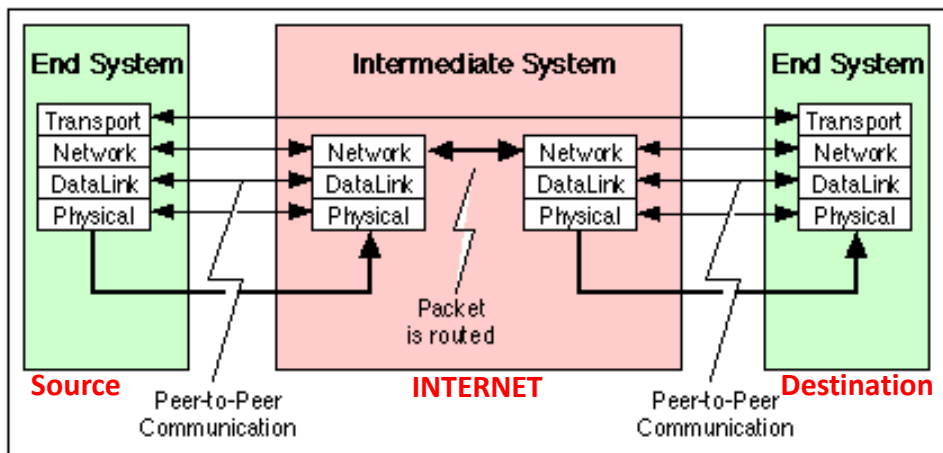


http://docstore.mik.ua/oreilly/networking/firewall/ch06_03.htm

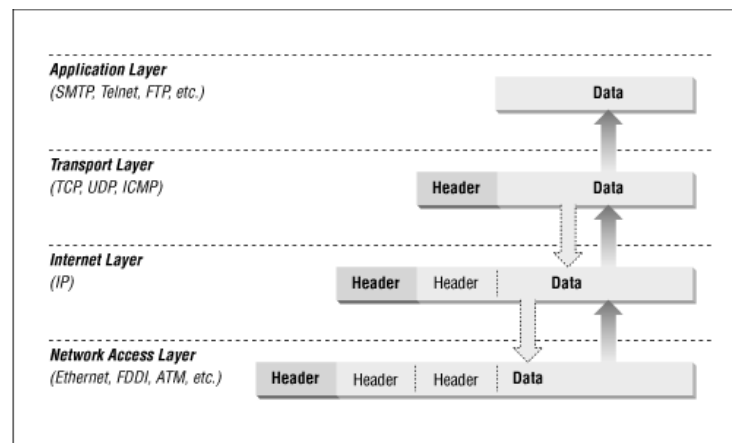
Σε ένα δίκτυο υπολογιστών αρχιτεκτονικής **Internet**:

- Τα δύο άκρα (source - destination) υλοποιούν εφαρμογές (applications) με συνεργατικό τρόπο (π.χ. *Simple Mail Transfer Protocol - SMTP* για e-mail) μέσω ανταλλαγής κωδικοποιημένων ψηφιακών μηνυμάτων, τεμαχισμένα σε **πακέτα** που προωθούνται αυτόνομα στο Internet
- Για την διάφανη και αξιόπιστη υλοποίηση της επικοινωνίας, τα δύο άκρα υλοποιούν διαδικασίες **πρωτοκόλλων peer-to-peer** σε πολλαπλά στρώματα (layers) που καθιστούν συμβατές τις επιμέρους εφαρμογές, ανεξάρτητα από λειτουργικά συστήματα, κατασκευαστή και λεπτομέρειες υλοποίησης (π.χ. *Transport Layer, TCP/UDP/ICMP*)
- Η υλοποίηση γίνεται με την διαδοχική ενθυλάκωση των **πακέτων** σε φακέλους (onion skin model) με επικεφαλίδες που επιτρέπουν την συμβατή προώθηση στα δίκτυα επικοινωνιών, χωρίς γνώση του περιεχομένου τους (π.χ. *Internet Layer*, αλγόριθμος δρομολόγησης - routing με βάση τις διευθύνσεις *IP* των δυο άκρων)
- Στα χαμηλότερα στρώματα γίνεται η αξιόπιστη και αποδοτική πρόσβαση στο φυσικό μέσο (**PHY**) των ενδιαμέσων δικτύων, συμπεριλαμβανόμενης της διαμόρφωσης του ψηφιακού μηνύματος σε σήματα (ηλεκτρικά, οπτικά, ηλεκτρομαγνητικά) ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του μέσου (π.χ. *Network Access Layer = Data Link & Physical Layers*: Αλγόριθμοι πρόσβασης Ethernet, *διαμόρφωση - modulation, πολυπλεξία - multiplexing*)
- Από τα επίπεδα πρωτοκόλλων τα τρία πρώτα (**Physical, Data Link & Network**) αφορούν στις ενδιάμεσες δικτυακές υποδομές (switches, routers) που μπορεί να τροποποιούν τις επικεφαλίδες ανάλογα με τις προδιαγραφές των δικτύων. Οι επικεφαλίδες **Transport** (TCP/UDP/ICMP) και το αρχικό περιεχόμενο των πακέτων (**payload**) αφορούν μόνο τις τελικές εφαρμογές και διαπερνούν διαφανώς τις ενδιάμεσες δικτυακές διασυνδέσεις

ΣΤΟΙΒΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ TCP/IP ΣΤΟ INTERNET



<http://www.erg.abdn.ac.uk/users/gorry/eg3567/inet-pages/transport.html>



http://docstore.mik.ua/oreilly/networking/firewall/ch06_03.htm

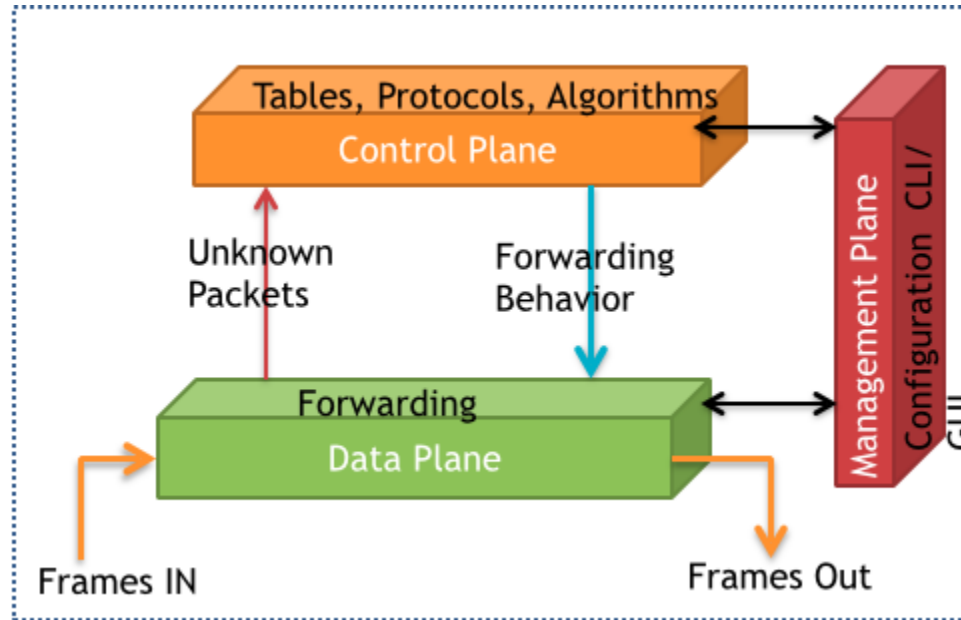
Σε ένα δίκτυο υπολογιστών αρχιτεκτονικής **Internet**:

- Τα δύο άκρα (source - destination) υλοποιούν εφαρμογές (applications) με συνεργατικό τρόπο (π.χ. *Simple Mail Transfer Protocol - SMTP* για e-mail) μέσω ανταλλαγής κωδικοποιημένων ψηφιακών μηνυμάτων, τεμαχισμένα σε **πακέτα** που προωθούνται αυτόνομα στο Internet
- Για την διάφανη και αξιόπιστη υλοποίηση της επικοινωνίας, τα δύο άκρα υλοποιούν διαδικασίες **πρωτοκόλλων peer-to-peer** σε πολλαπλά στρώματα (layers) που καθιστούν συμβατές τις επιμέρους εφαρμογές, ανεξάρτητα από λειτουργικά συστήματα, κατασκευαστή και λεπτομέρειες υλοποίησης (π.χ. *Transport Layer, TCP/UDP/ICMP*)
- Η υλοποίηση γίνεται με την διαδοχική ενθυλάκωση των **πακέτων** σε φακέλους (onion skin model) με επικεφαλίδες που επιτρέπουν την συμβατή προώθηση στα δίκτυα επικοινωνιών, χωρίς γνώση του περιεχομένου τους (π.χ. *Internet Layer*, αλγόριθμος δρομολόγησης - routing με βάση τις διευθύνσεις *IP* των δυο άκρων)
- Στα χαμηλότερα στρώματα γίνεται η αξιόπιστη και αποδοτική πρόσβαση στο φυσικό μέσο (**PHY**) των ενδιαμέσων δικτύων, συμπεριλαμβανόμενης της διαμόρφωσης του ψηφιακού μηνύματος σε σήματα (ηλεκτρικά, οπτικά, ηλεκτρομαγνητικά) ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του μέσου (π.χ. *Network Access Layer = Data Link & Physical Layers*: Αλγόριθμοι πρόσβασης Ethernet, *διαμόρφωση - modulation, πολυπλεξία - multiplexing*)
- Από τα επίπεδα πρωτοκόλλων τα τρία πρώτα (**Physical, Data Link & Network**) αφορούν στις ενδιάμεσες δικτυακές υποδομές (switches, routers) που μπορεί να τροποποιούν τις επικεφαλίδες ανάλογα με τις προδιαγραφές των δικτύων. Οι επικεφαλίδες **Transport** (TCP/UDP/ICMP) και το αρχικό περιεχόμενο των πακέτων (**payload**) αφορούν μόνο τις τελικές εφαρμογές και διαπερνούν διαφανώς τις ενδιάμεσες δικτυακές διασυνδέσεις

Αναλογία με πρωτόκολλα συνεννόησης μεταξύ δυο στελεχών ενός οργανισμού, τοποθετημένων σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις:

- Στο υψηλότερο επίπεδο τα στελέχη ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μηνύματος και όχι τη μορφοποίηση ή τη διαδικασία μεταφοράς του
- Το μήνυμα κωδικοποιείται από τη γραμματεία σε μορφή συμβατή με το πρωτόκολλο του οργανισμού
- Η υπηρεσία διακίνησης εγγράφων το τοποθετεί σε σφραγισμένο φάκελο με τη διεύθυνση προορισμού
- Στο χαμηλότερο (φυσικό) επίπεδο το μήνυμα διαβιβάζεται μέσω του δικτύου ταχυδρομικών υπηρεσιών

ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ



<https://thenewstack.io/defining-software-defined-networking-part-1/>

Data Plane: Μετάδοση - Προώθηση Δεδομένων σε Πλαίσια/Frames ή Πακέτα

Control Plane: Έλεγχος - Σηματοδότηση Ροής Πακέτων Δεδομένων

Management Plane: Διαχειριστικές Λειτουργίες Δικτύου

ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

- **Διάσταση Μετάδοσης Δεδομένων - Data (forwarding) Plane**
 - Πολυπλεξία στο φυσικό επίπεδο:
 - Διαμόρφωση πλαισίων TDM: ITU-T SDH/GFP framing (από STM-1=155 Mbps → STM- n , εφεδρεία ring protection, virtual concatenation (150 Mbps VC-4, 1 Gbps VC-4-7v = 7 x VC-4))
 - Optical Digital Wrapper (ITU-T G.709: 2.5, 10, 40, 100 Gbps, Forward Error Correction - FEC)
 - Κωδικοποίηση σε πακέτα Ethernet, WiFi (IEEE 802.11), MPLS, IP
 - Προώθηση (forwarding) δεδομένων σε μεταγωγείς (switches) & δρομολογητές (routers)
 - Προς αρχιτεκτονικές Programmable Data-Plane: Ευφυής πολύ-επίπεδη επεξεργασία πακέτων εντός του Δικτύου Μετάδοσης Δεδομένων (in-network processing) για μετρήσεις (**monitoring, in-network telemetry**) και προώθηση (**forwarding**). Προτεινόμενη Γλώσσα Προγραμματισμού: **P4 (Programming Protocol-Independent Packet Processors)** και χρήση Προγραμματιζόμενου Hardware (FPGA) στους μεταγωγείς και στις διεπαφές (**Smart Network Interface Cards - NIC**)

ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

- **Διάσταση Μετάδοσης Δεδομένων - Data (forwarding) Plane**

- Πολυπλεξία στο φυσικό επίπεδο:
 - Διαμόρφωση πλαισίων TDM: ITU-T SDH/GFP framing (από STM-1=155 Mbps → STM- n , εφεδρεία ring protection, virtual concatenation (150 Mbps VC-4, 1 Gbps VC-4-7v = 7 x VC-4)
 - Optical Digital Wrapper (ITU-T G.709: 2.5, 10, 40, 100 Gbps, Forward Error Correction - FEC)
- Κωδικοποίηση σε πακέτα Ethernet, WiFi (IEEE 802.11), MPLS, IP
- Προώθηση (forwarding) δεδομένων σε μεταγωγείς (switches) & δρομολογητές (routers)
- Προς αρχιτεκτονικές Programmable Data-Plane: Ευφυής πολύ-επίπεδη επεξεργασία πακέτων εντός του Δικτύου Μετάδοσης Δεδομένων (in-network processing) για μετρήσεις (**monitoring, in-network telemetry**) και προώθηση (**forwarding**). Προτεινόμενη Γλώσσα Προγραμματισμού: **P4 (Programming Protocol-Independent Packet Processors)** και χρήση Προγραμματιζόμενου Hardware (FPGA) στους μεταγωγείς και στις διεπαφές (**Smart Network Interface Cards - NIC**)

- **Διάσταση Ελέγχου - Control Plane**

- **In-band Signaling**: Σηματοδοσία ενσωματωμένη σε επικεφαλίδες πακέτων (IP headers, MPLS labels, VLAN tags)
 - Ξεχωριστά μηνύματα / πακέτα ελέγχου για σύνταξη πινάκων δρομολόγησης (Interior Gateway Protocol – IGP, Exterior/Border Gateway Protocol – EGP/BGP)
 - Πακέτα ελέγχου «υγείας» του δικτύου – ICMP/ping/traceroute
 - Μηνύματα σηματοδοσίας για αποκατάσταση μονοπατιού – path (RSVP, LDP) & αντιστοίχιση επικεφαλίδων (*labels*) σε γραμμές MPLS
 - Σηματοδοσία αντιστοίχισης time slots (ή χρώματος) σε γραμμές SDH (ή WDM)
 - Πρωτόκολλα ARP & DNS, αντιστοίχιση VLAN tags...
- **Out-of band Signaling**: Εξαγωγή των λειτουργιών ελέγχου εκτός μηχανισμών μετάδοσης, εξωτερικές βάσεις δεδομένων και εφαρμογές **ευφυούς δικτύου**:
 - Ψηφιακή τηλεφωνία: Σηματοδοσία Common Channel Signalling CCS7, **Intelligent Networks**
 - Προγραμματιζόμενα ευφυή δίκτυα νέας γενιάς (user programmable networks): **Software Defined Networks - SDN** σε τοπικά δίκτυα **Data Centers** & αρχιτεκτονικές **Future Internet**
 - Πρωτόκολλο **OpenFlow** διασύνδεσης (**σηματοδοσίας**) φυσικού επιπέδου (**switch**) και ελεγκτή (**controller**) → **Programmable Data-Planes**, FPGA + **P4**

ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

• Διάσταση Μετάδοσης Δεδομένων - **Data (forwarding) Plane**

- Πολυπλεξία στο φυσικό επίπεδο:
 - Διαμόρφωση πλαισίων TDM: ITU-T SDH/GFP framing (από STM-1=155 Mbps → STM- n , εφεδρεία ring protection, virtual concatenation (150 Mbps VC-4, 1 Gbps VC-4-7v = 7 x VC-4))
 - Optical Digital Wrapper (ITU-T G.709: 2.5, 10, 40, 100 Gbps, Forward Error Correction - FEC)
- Κωδικοποίηση σε πακέτα Ethernet, WiFi (IEEE 802.11), MPLS, IP
- Προώθηση (forwarding) δεδομένων σε μεταγωγείς (switches) & δρομολογητές (routers)
- Προς αρχιτεκτονικές Programmable Data-Plane: Ευφυής πολύ-επίπεδη επεξεργασία πακέτων εντός του Δικτύου Μετάδοσης Δεδομένων (in-network processing) για μετρήσεις (**monitoring, in-network telemetry**) και προώθηση (**forwarding**). Προτεινόμενη Γλώσσα Προγραμματισμού: **P4 (Programming Protocol-Independent Packet Processors)** και χρήση Προγραμματιζόμενου Hardware (FPGA) στους μεταγωγείς και στις διεπαφές (**Smart Network Interface Cards - NIC**)

• Διάσταση Ελέγχου - **Control Plane**

- **In-band Signaling**: Σηματοδοσία ενσωματωμένη σε επικεφαλίδες πακέτων (IP headers, MPLS labels, VLAN tags)
 - Ξεχωριστά μηνύματα / πακέτα ελέγχου για σύνταξη πινάκων δρομολόγησης (Interior Gateway Protocol – IGP, Exterior/Border Gateway Protocol – EGP/BGP)
 - Πακέτα ελέγχου «υγείας» του δικτύου – ICMP/ping/traceroute
 - Μηνύματα σηματοδοσίας για αποκατάσταση μονοπατιού – path (RSVP, LDP) & αντιστοίχιση επικεφαλίδων (*labels*) σε γραμμές MPLS
 - Σηματοδοσία αντιστοίχισης time slots (ή χρώματος) σε γραμμές SDH (ή WDM)
 - Πρωτόκολλα ARP & DNS, αντιστοίχιση VLAN tags...
- **Out-of band Signaling**: Εξαγωγή των λειτουργιών ελέγχου εκτός μηχανισμών μετάδοσης, εξωτερικές βάσεις δεδομένων και εφαρμογές **ευφυούς δικτύου**:
 - Ψηφιακή τηλεφωνία: Σηματοδοσία Common Channel Signalling CCS7, **Intelligent Networks**
 - Προγραμματιζόμενα ευφυή δίκτυα νέας γενιάς (user programmable networks): **Software Defined Networks - SDN** σε τοπικά δίκτυα **Data Centers** & αρχιτεκτονικές **Future Internet**
 - Πρωτόκολλο **OpenFlow** διασύνδεσης (**σηματοδοσίας**) φυσικού επιπέδου (**switch**) και ελεγκτή (**controller**) → **Programmable Data-Planes**, FPGA + **P4**

• Διάσταση Διαχείρισης - **Management Plane**

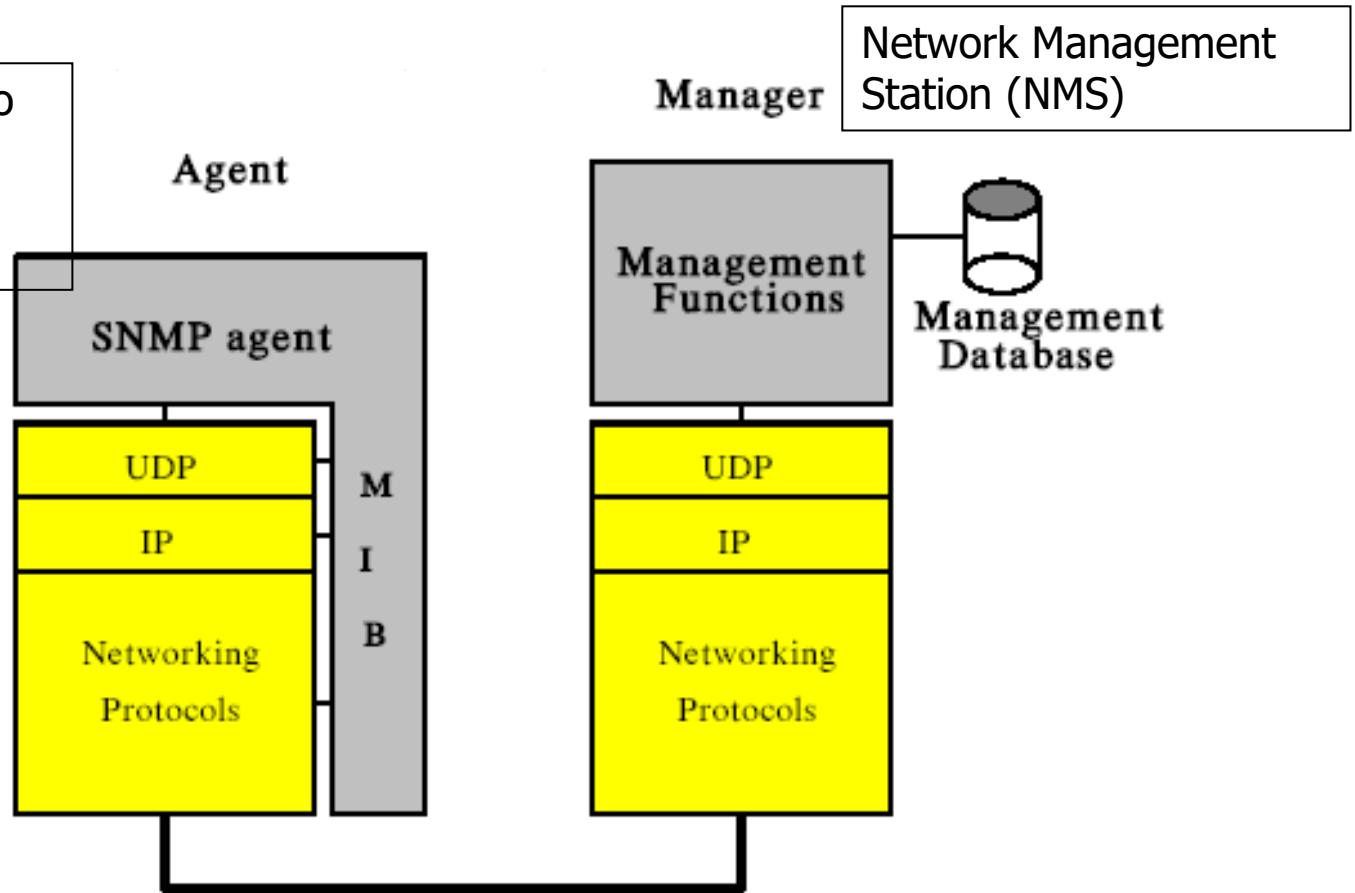
- Υλοποίηση πολιτικών διαχείρισης: Οδηγίες προς Data Plane μέσω σηματοδοσίας Control Plane
- Μοντέλο λειτουργιών FCAPS: Fault, Configuration, Accounting, Performance & Security Management

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ **FCAPS** (OSI – OSI)

- **F**ault Management (Διαχείριση Βλαβών)
- **C**onfiguration Management (Διαχείριση Διάρθρωσης)
- **A**ccounting Management (Λογιστική Διαχείριση)
- **P**erformance Management (Διαχείριση Επιδόσεων)
- **S**ecurity Management (Διαχείριση Ασφαλείας)

ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ SNMP

Σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο που μπορεί να εκτελεί οποιαδήποτε εργασία



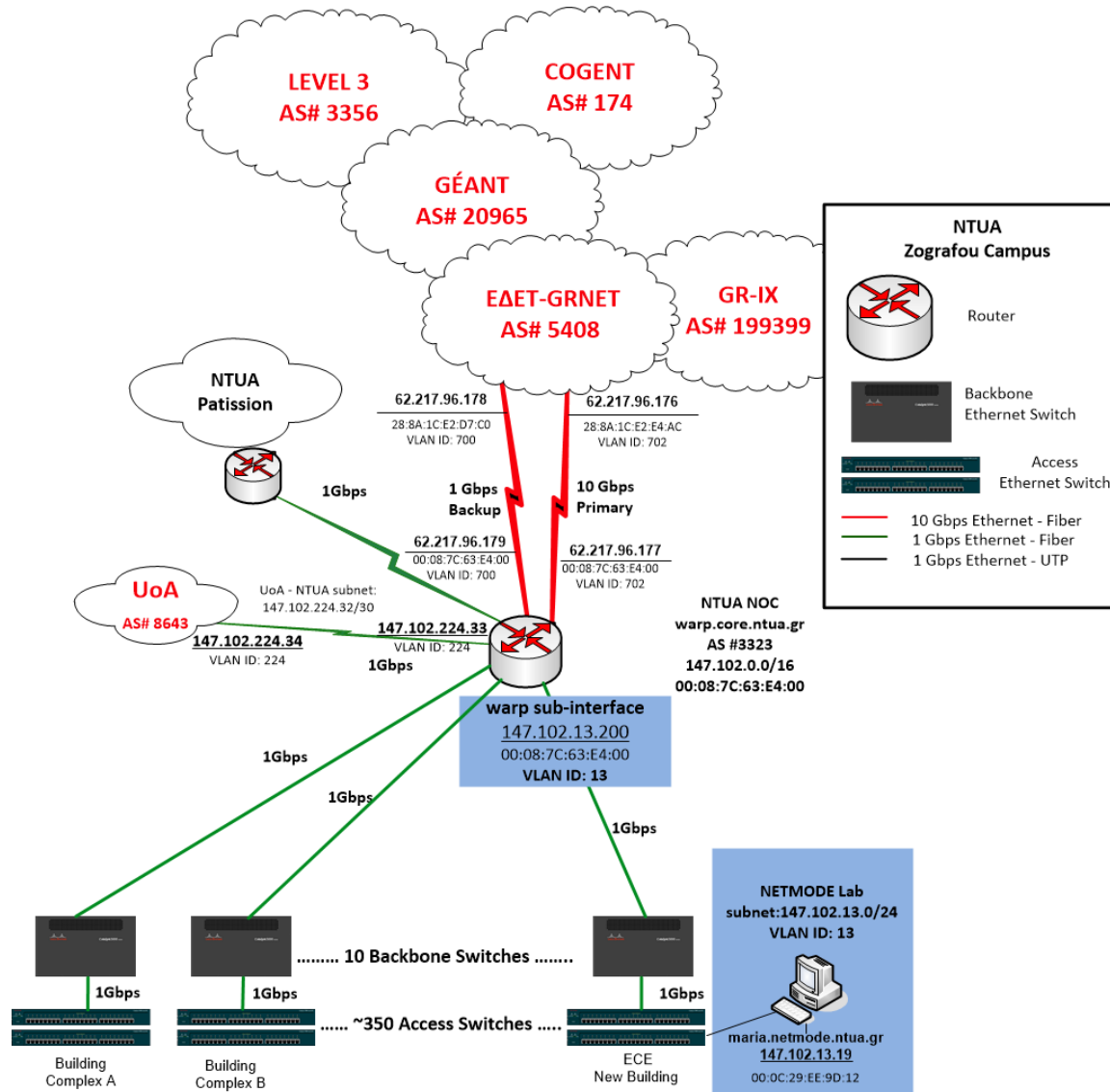
Κλήση SNMP

Απάντηση στην ερώτηση

Ασύγχρονο μήνυμα (Trap) προς το manager

ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ Ε.Μ.Π. (2016)

ntua.gr (147.102.0.0/16, 2001:648:2000::/48, AS# 3323)



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

