

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

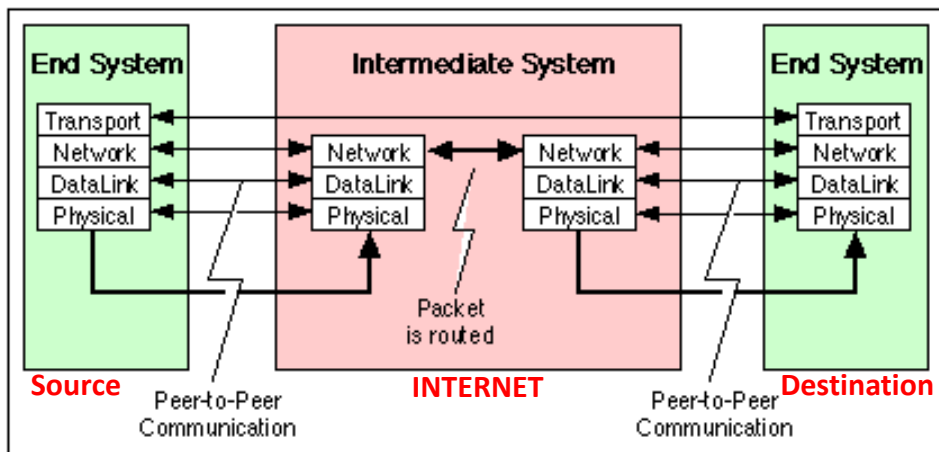
Β. Μάγκλαρης

maglaris@netmode.ntua.gr

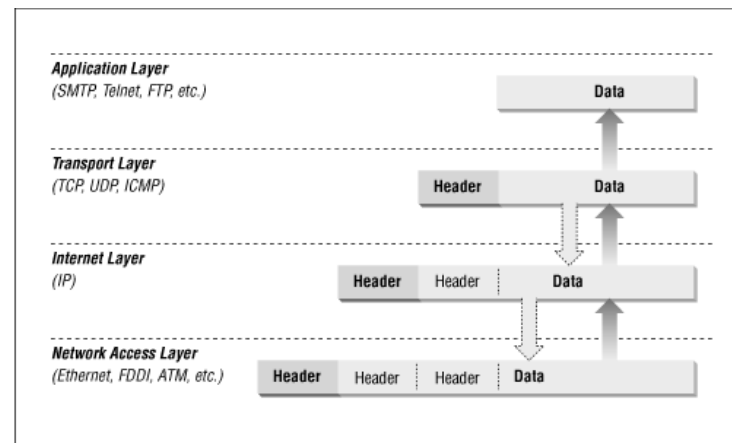
www.netmode.ntua.gr

7/10/2019

ΣΤΟΙΒΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ TCP/IP ΣΤΟ INTERNET



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

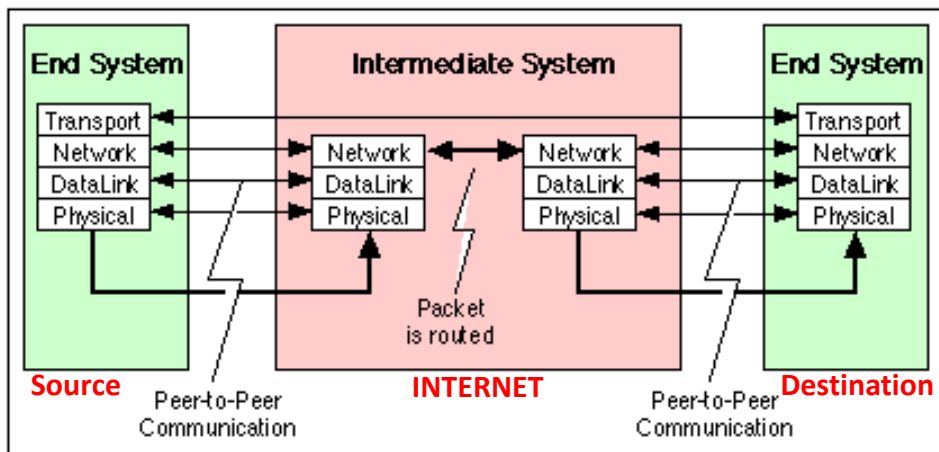


http://docstore.mik.ua/oreilly/networking/firewall/ch06_03.htm

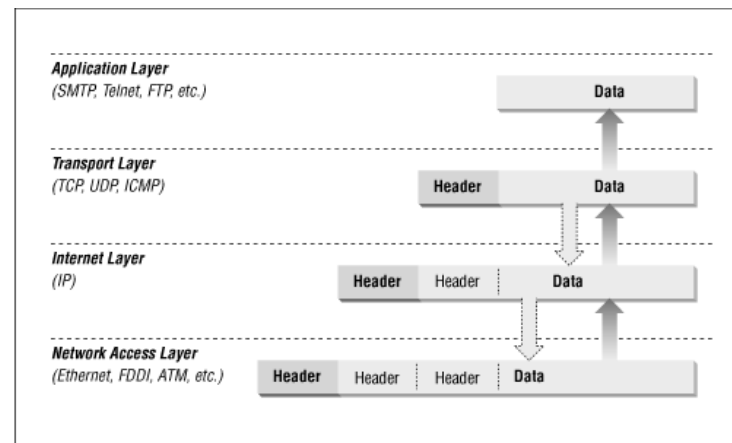
Σε ένα δίκτυο υπολογιστών αρχιτεκτονικής **Internet**:

- 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

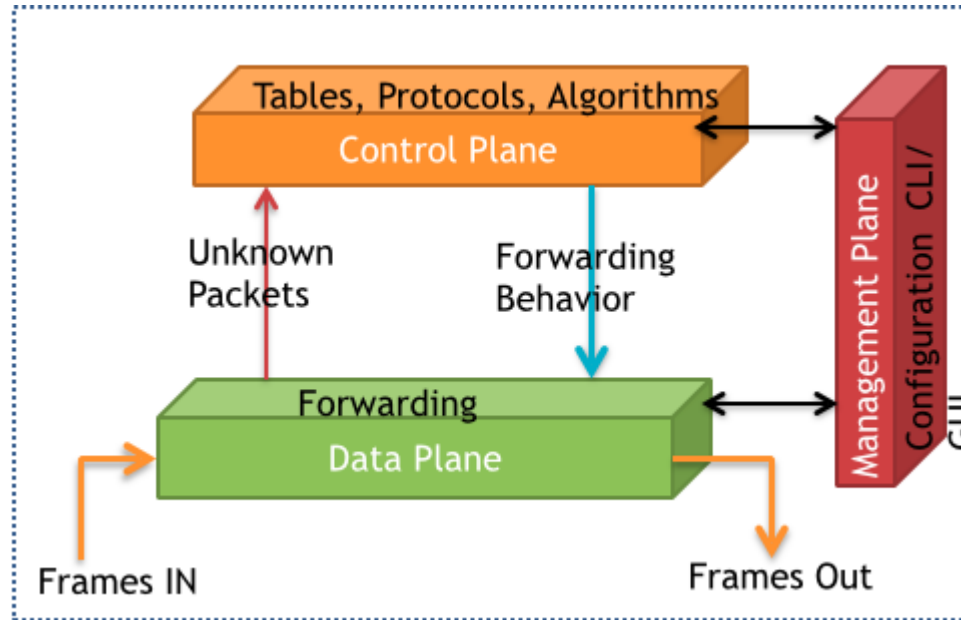
Σε ένα δίκτυο υπολογιστών αρχιτεκτονικής **Internet**:

- 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**

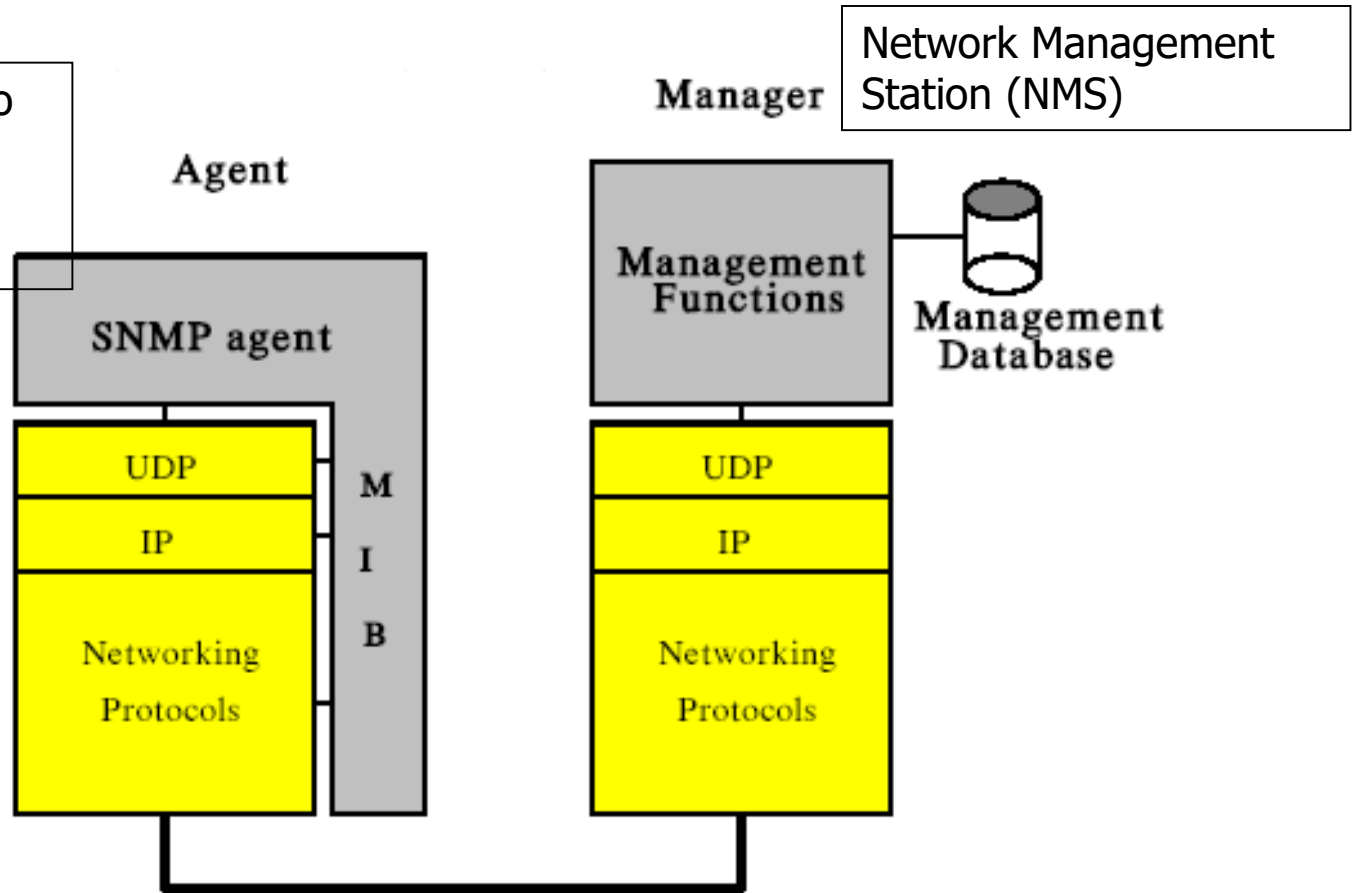
- Υλοποίηση πολιτικών διαχείρισης: Οδηγίες προς Data Plane μέσω σηματοδοσίας Control Plane
- Μοντέλο λειτουργιών FCAPS: Fault, Configuration, Accounting, Performance & Security Management

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



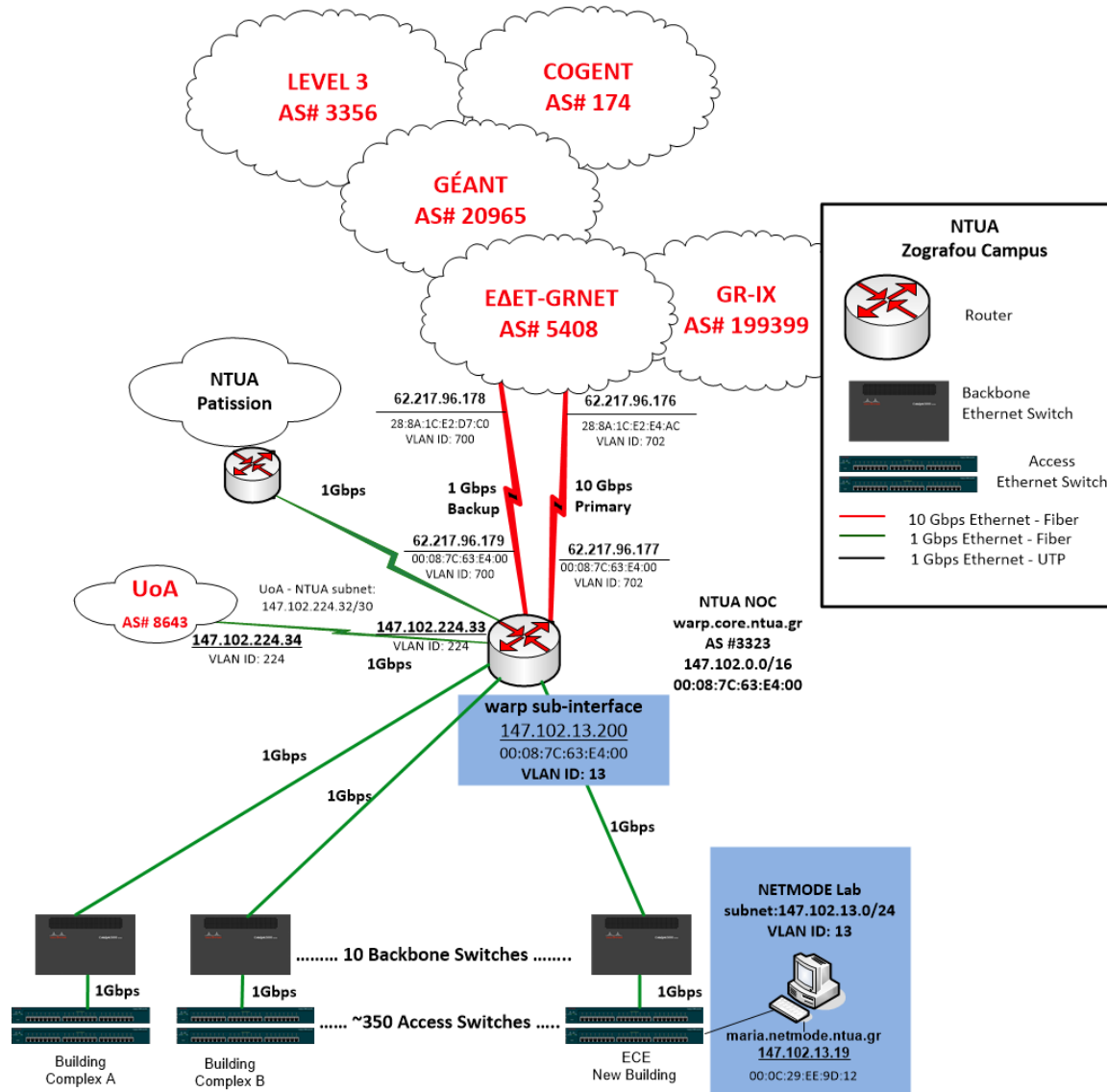
← Κλήση SNMP

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

