



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Δίκτυα Επικοινωνιών

Εργαστήριο

Άννα Τζανακάκη

Τμήμα Φυσικής

Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών



Θεματικές Ενότητες (ΘΕ) Εργαστηρίου:

- **ΘΕ1: Εισαγωγή στα Δίκτυα Επικοινωνιών**
 - Εισαγωγή στο Cisco Packet Tracer
 - Επίπεδα Δικτύου
 - Πρωτόκολλα Επικοινωνίας
 - Ενθυλάκωση Πακέτων
- **ΘΕ2: Επίπεδο Μεταφοράς**
 - TCP πρωτόκολλο-Τριμερής χειραψία
 - UDP πρωτόκολλο
 - Έλεγχος συμφόρησης TCP
- **ΘΕ3: Επίπεδο Δικτύου**
 - Διευθυνσιοδότηση IP (Στατική/Δυναμική)
 - Δρομολόγηση/Προώθηση πακέτων IP
 - Πρωτόκολλα Δρομολόγησης
- **ΘΕ4: Επίπεδο Ζεύξης**
 - Διευθυνσιοδότηση MAC
 - ARP Πρωτόκολλο
 - Δομή Ethernet Πλαισίου
 - Μεταγωγείς (Switches)
 - Εικονικά Τοπικά Δίκτυα (VLANs)

Εργαλεία-Λογισμικό Εργαστηρίου:

Cisco Packet Tracer (CPT)

Το CPT είναι ένα εργαλείο οπτικής προσομοίωσης που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν τοπολογίες δικτύου και να μιμούνται σύγχρονα δίκτυα υπολογιστών.

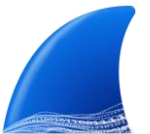
<https://www.packettracernetwork.com/>



Wireshark

Το Wireshark είναι ελεύθερο και ανοιχτού κώδικα λογισμικό ανάλυσης πρωτοκόλλων δικτύου υπολογιστών. Χρησιμοποιείται για ανάλυση δικτύου, παρακολούθηση δικτύου, εντοπισμό και αντιμετώπιση προβλημάτων στα δίκτυα και για εκπαίδευση.

<https://www.wireshark.org/>





Θεματικές Ενότητες (ΘΕ) Εργαστηρίου:

- **ΘΕ1: Εισαγωγή στα Δίκτυα Επικοινωνιών**
 - Εισαγωγή στο Cisco Packet Tracer
 - Επίπεδα Δικτύου
 - Πρωτόκολλα Επικοινωνίας
 - Ενθυλάκωση Πακέτων
- **ΘΕ2: Επίπεδο Μεταφοράς**
 - TCP πρωτόκολλο-Τριμερής χειραψία
 - UDP πρωτόκολλο
 - Έλεγχος συμφόρησης TCP

Σήμερα

- **ΘΕ3: Επίπεδο Δικτύου**
 - Διευθυνσιοδότηση IP (Στατική/Δυναμική)
 - Δρομολόγηση/Προώθηση πακέτων IP
 - Πρωτόκολλα Δρομολόγησης
- **ΘΕ4: Επίπεδο Ζεύξης**
 - Διευθυνσιοδότηση MAC
 - ARP Πρωτόκολλο
 - Δομή Ethernet Πλαισίου
 - Μεταγωγείς (Switches)
 - Εικονικά Τοπικά Δίκτυα (VLANs)

Εργαλεία-Λογισμικό Εργαστηρίου:

Cisco Packet Tracer (CPT)

Το CPT είναι ένα εργαλείο οπτικής προσομοίωσης που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν τοπολογίες δικτύου και να μιμούνται σύγχρονα δίκτυα υπολογιστών.

<https://www.packettracernetwork.com/>

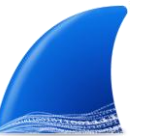
Cisco Packet Tracer



Wireshark

Το Wireshark είναι ελεύθερο και ανοιχτού κώδικα λογισμικό ανάλυσης πρωτοκόλλων δικτύου υπολογιστών. Χρησιμοποιείται για ανάλυση δικτύου, παρακολούθηση δικτύου, εντοπισμό και αντιμετώπιση προβλημάτων στα δίκτυα και για εκπαίδευση.

<https://www.wireshark.org/>





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

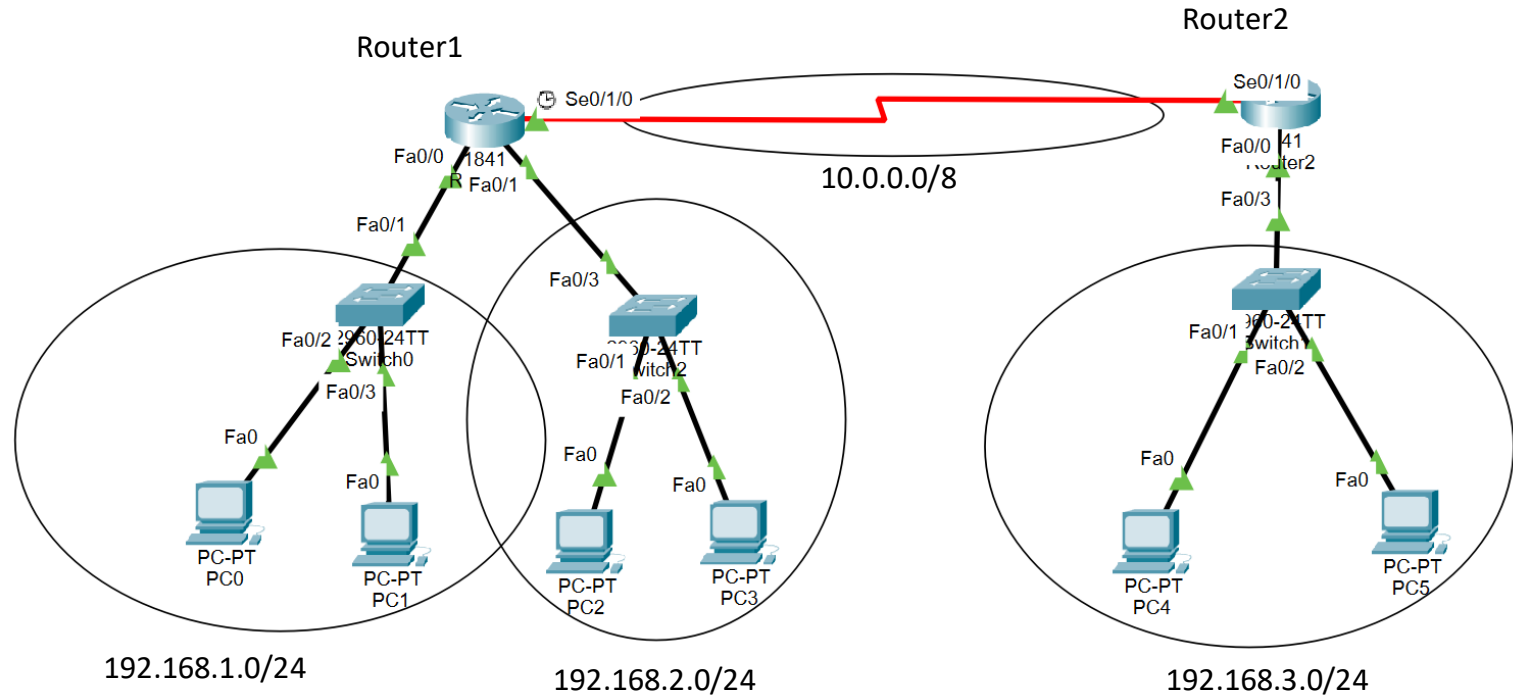
ΘΕ3: Επίπεδο Δικτύου

Στατική Δρομολόγηση μη άμεσα συνδεδεμένων δικτύων
Routing Information Protocol



Στην τοπολογία του παραδείγματος:

- ❑ Στον Router1 συνδέονται τα υποδίκτυα 192.168.1.0/24 και 192.168.2.0/24
- ❑ Στον Router2 συνδέεται το υποδίκτυο 192.168.3.0/24
- ❑ Οι δυο routers συνδεονται μεταξύ τους μέσω του υποδικτύου 10.0.0.0/8





**Στην εικόνα βλέπουμε τον Πίνακα
Δρομολόγησης του Router1:**

- ❑ Με βάση τις καταχωρήσεις του, ένας υπολογιστής του υποδικτύου 192.168.1.0/24 μπορεί να επικοινωνήσει με έναν υπολογιστή του υποδικτύου 192.168.2.0/24
- ❑ Όμως δεν έχει κάποια καταχώρηση για το 192.168.3.0/24
- ❑ Θα πρέπει να γίνει μια νέα καταχώρηση είτε χειροκίνητα (Static route), είτε μέσω της χρήσης κάποιου δυναμικού πρωτοκόλλου δρομολόγησης. Πχ. RIP, OSPF, BGP κλπ.

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	10.0.0.0/8	Serial0/1/0	---	0/0
C	192.168.1.0/24	FastEthernet0/0	---	0/0
C	192.168.2.0/24	FastEthernet0/1	---	0/0



Static Routing Configuration

- ❑ Ορίζουν ρητά τη διαδρομή που θα ακολουθηθεί για τη σύνδεση δυο μη-άμεσα συνδεδεμένων δικτύων
- ❑ Δεν μπορούν να ανανεωθούν αυτόματα
- ❑ Ένα static route διαμορφώνεται με βάση τρεις παραμέτρους:
 - Destination network
 - Destination network subnet mask
 - Next Hop

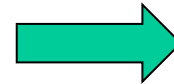
Static Routes

Network

Mask

Next Hop

Network Address

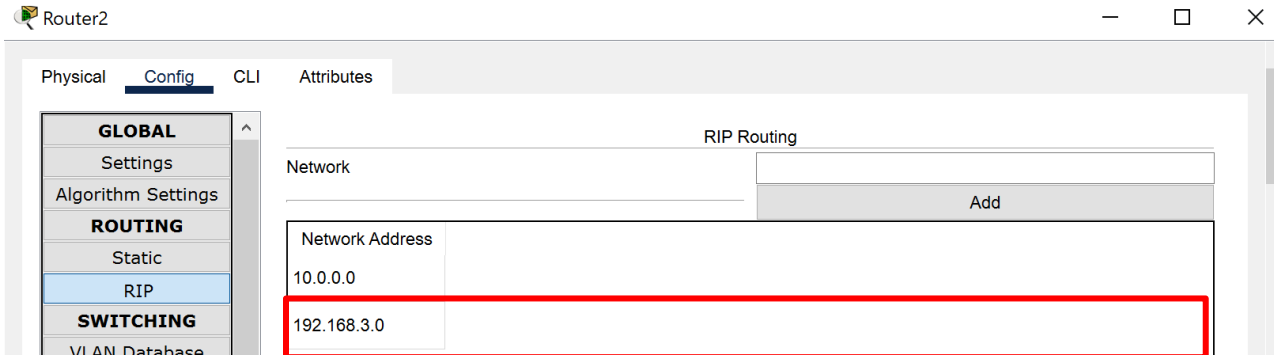


Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	10.0.0.0/8	Serial0/1/0	---	0/0
C	192.168.1.0/24	FastEthernet0/0	---	0/0
C	192.168.2.0/24	FastEthernet0/1	---	0/0
S	192.168.3.0/24	---	10.0.0.2	1/0



Routing Information Protocol

- ❑ Πρωτόκολλο δρομολόγησης για την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής μεταξύ ενός source και ενός destination host
- ❑ Distance Vector πρωτόκολλο (Hop count)
- ❑ Κάθε δρομολογητής έχει έναν πίνακα δρομολόγησης τον οποίο κοινοποιεί στους γείτονες του ανά 30 sec.
- ❑ Αν ένας δρομολογητής δεν στείλει για 6 συνεχόμενες περιόδους (180sec.) τότε παύει να θεωρείται ενεργός



Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	10.0.0.0/8	Serial0/1/0	---	0/0
C	192.168.1.0/24	FastEthernet0/0	---	0/0
C	192.168.2.0/24	FastEthernet0/1	---	0/0
R	192.168.3.0/24	Serial0/1/0	10.0.0.2	120/1



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

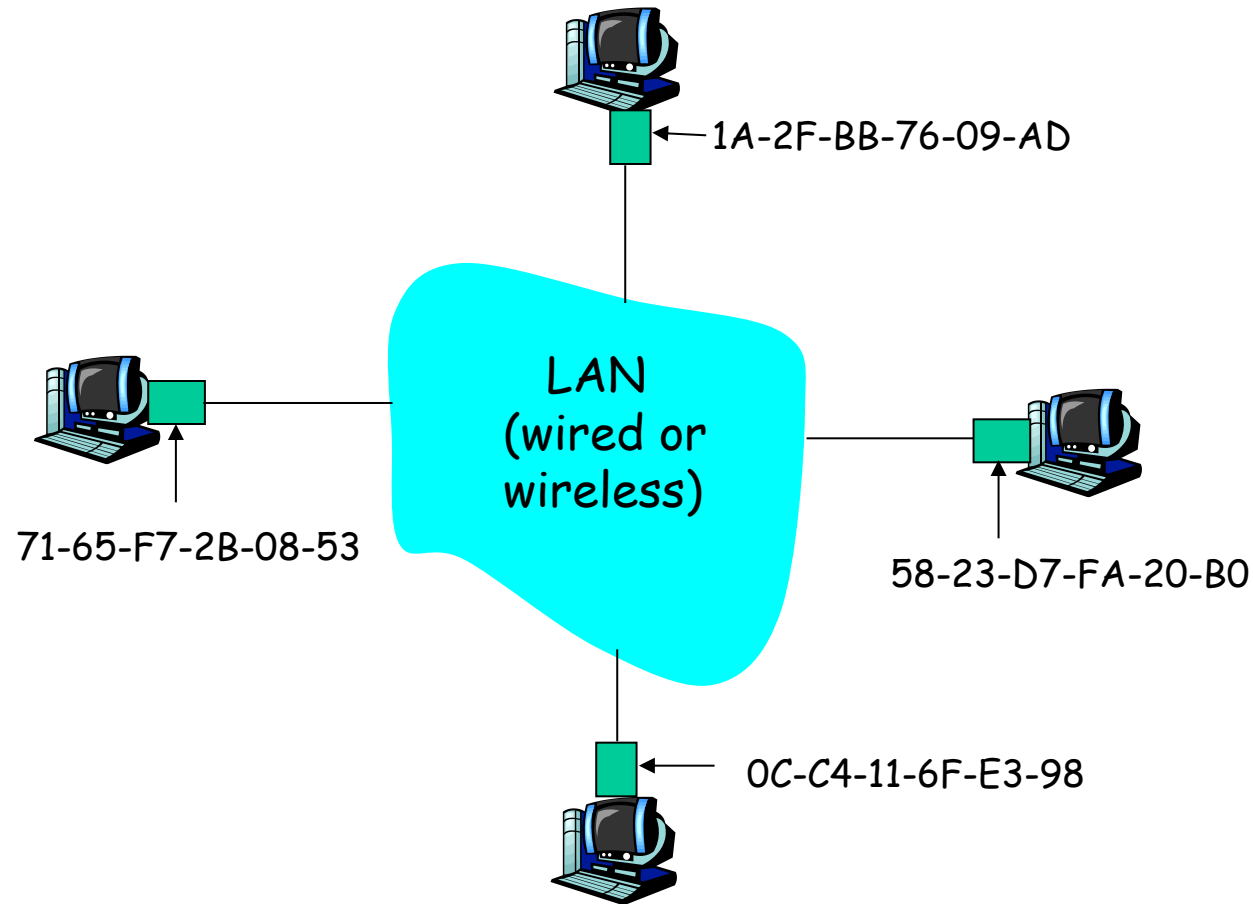
ΘΕ4: Επίπεδο Ζεύξης

Διευθυνσιοδότηση MAC, ARP Πρωτόκολλο, Δομή Ethernet Πλαισίου



Διευθύνσεις LAN

- Κάθε προσαρμογέας (adapter) δικτύου Ethernet/Wi-Fi έχει μια μοναδική διεύθυνση MAC
- Το IEEE διαχειρίζεται την εκχώρηση MAC διευθύνσεων
- Ένας κατασκευαστής αγοράζει τμήμα του χώρου των MAC διευθύνσεων (για να διασφαλιστεί μοναδικότητα)



Broadcast address =
FF-FF-FF-FF-FF-FF

■ = adapter



Διαφορά IP και MAC διεύθυνσης

- Διευθύνσεις IP 32-bit:
 - διεύθυνση επιπέδου δικτύου για τη διεπαφή
 - χρησιμοποιείται για προώθηση επιπέδου 3 (επίπεδο δικτύου)
- Διεύθυνση MAC (ή LAN ή φυσική ή Ethernet) :
 - Λειτουργία: **χρησιμοποιείται "τοπικά" για να πάει το πλαίσιο από τη μια διεπαφή σε μια άλλη φυσικά συνδεδεμένη διεπαφή (ίδιο δίκτυο, υπό την έννοια της IP διευθυνσιοδότησης)**
 - 48 bit διεύθυνση MAC (για τα περισσότερα LANs) αποθηκευμένη στη ROM του προσαρμογέα (NIC ROM)
 - π.χ.: 1A-2F-BB-76-09-AD
- Αναλογία:
 - (a) διεύθυνση MAC: όπως ο αριθμός κοινωνικής ασφάλισης
 - (b) διεύθυνση IP: όπως η ταχυδρομική διεύθυνση
- Φορητότητα
 - Η MAC είναι «επίπεδη» (flat) διεύθυνση, δηλαδή δεν κωδικοποιεί σε ποιο δίκτυο ανήκει η συσκευή. Αν μετακινήσω την κάρτα δικτύου/adapter σε άλλο LAN, η MAC παραμένει ίδια.
 - Η IP είναι «ιεραρχική» διεύθυνση, δηλαδή εξαρτάται από το δίκτυο IP στον οποίο ο κόμβος είναι συνδεδεμένος

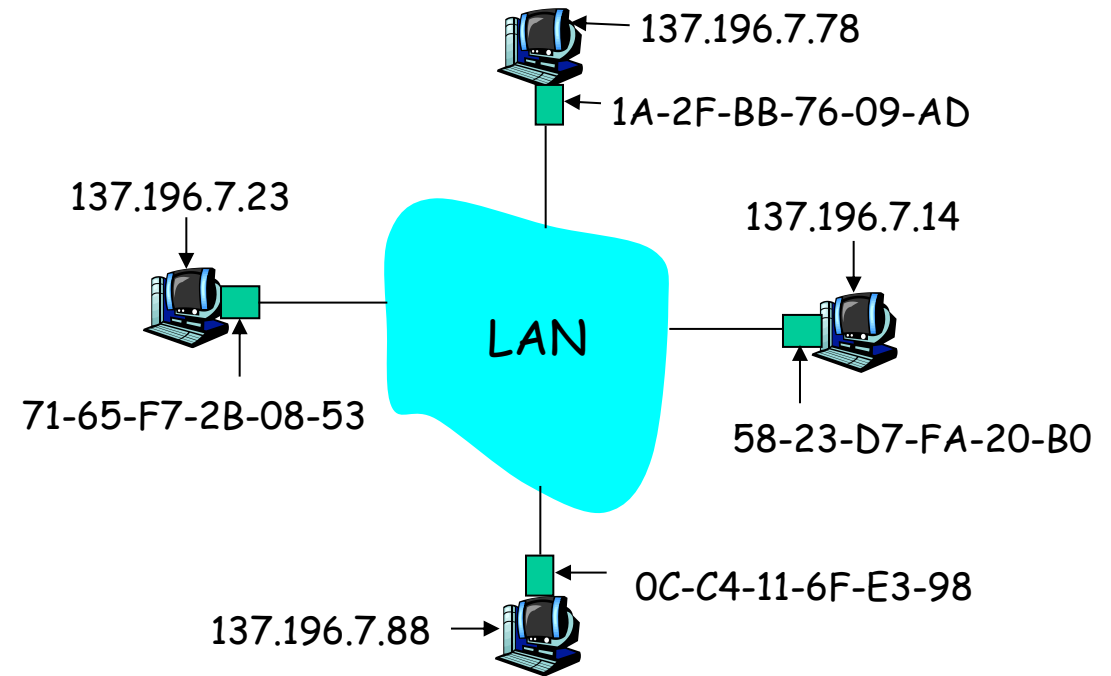
δεκαεξαδικός (βάση 16) συμβολισμός
(κάθε "νούμερο" αντιπροσωπεύει 4 bits)



ARP: Address Resolution Protocol

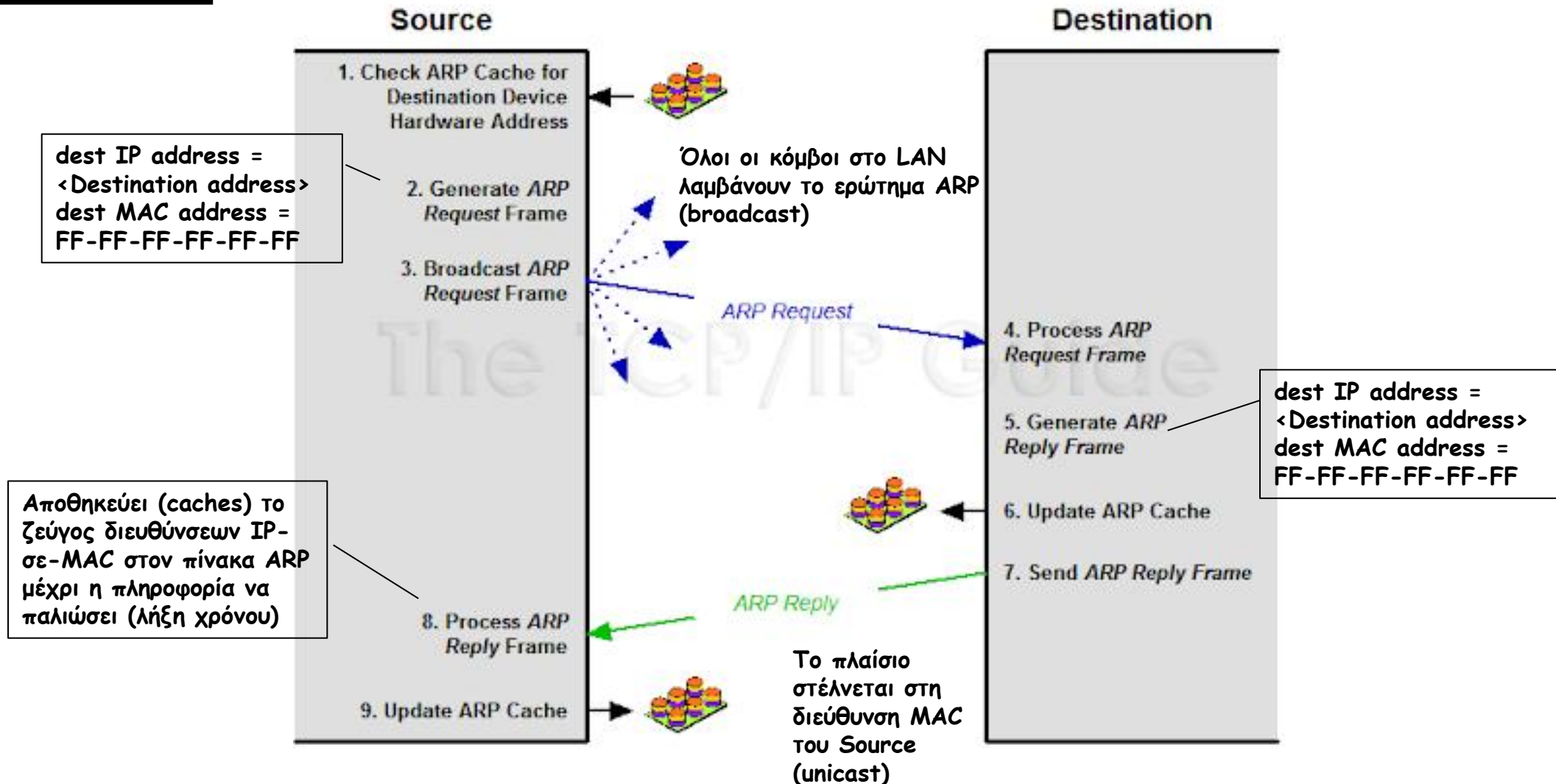
Ερώτηση: πώς να βρούμε τη MAC διεύθυνση μιας διεπαφής γνωρίζοντας την IP διεύθυνση της;

- Κάθε IP κόμβος (υπολογιστής, δρομολογητής) στο LAN έχει **πίνακα ARP**
- πίνακας ARP: αντιστοίχιση διευθύνσεων IP/MAC για κάποιους κόμβους του LAN
- **< διεύθυνση IP, διεύθυνση MAC, TTL >**
 - TTL (Time To Live - διάρκεια ζωής): χρόνος μετά τον οποίο η αντιστοίχιση διευθύνσεων θα έχει «ξεχαστεί» (τυπικά 20 λεπτά) - soft state
- Το ARP είναι "plug-and-play":
 - Οι κόμβοι δημιουργούν τους πίνακες ARP τους χωρίς την παρέμβαση του διαχειριστή του δικτύου



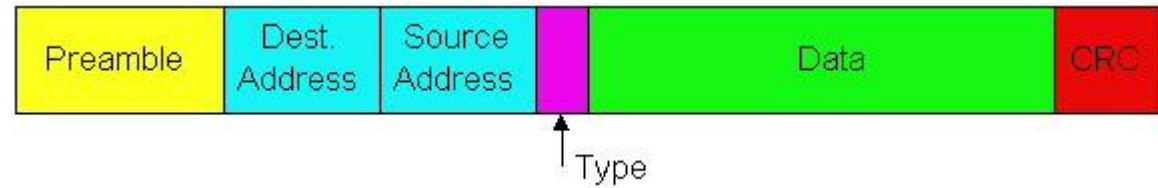


Πρωτόκολλο ARP





Δομή του πλαισίου Ethernet



- **Πρόθεμα (Preamble):**
 - 7 bytes με μοτίβο 10101010 ακολουθούμενα από ένα byte με μοτίβο 10101011
 - Χρησιμοποιείται για το συγχρονισμό των ρυθμών ρολογιού του δέκτη και του πομπού
- **Διευθύνσεις (Dest/Source Addresses):**
 - 6 bytes MAC διευθύνσεις πηγής, προορισμού
 - Αν ο προσαρμογέας λάβει πλαίσιο με διεύθυνση προορισμού που ταιριάζει με τη δική του ή με τη broadcast διεύθυνση (π.χ. πακέτο ARP), μεταβιβάζει τα δεδομένα του πλαισίου στο πρωτόκολλο επιπέδου δικτύου
 - διαφορετικά, ο προσαρμογέας απορρίπτει το πλαίσιο
- **Τύπος (Type):**
 - δείχνει το υψηλότερου επιπέδου πρωτόκολλο, κυρίως IP, άλλα υποστηρίζονται και άλλα (όπως Novell IPX και AppleTalk)
- **Κυκλικός έλεγχος πλεονασμού στο δεκτή (CRC):**
 - αν ανιχνευτεί λάθος το πλαίσιο απορρίπτεται