



Δίκτυα Υπολογιστών I

Αυτοδύναμα πακέτα IP και η προώθησή τους



Το περιεχόμενο του μαθήματος διατίθεται με άδεια Creative Commons εκτός και αν αναφέρεται διαφορετικά



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Περιεχόμενα

1. Εικονικό δίκτυο - Εικονικό πακέτο
2. Αυτοδύναμο πακέτο IPv4
3. Κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου
4. Προώθηση Αυτοδύναμου πακέτου
5. Χρήσιμη ορολογία
6. Άσκηση: Σενάριο επικοινωνίας

Στόχος

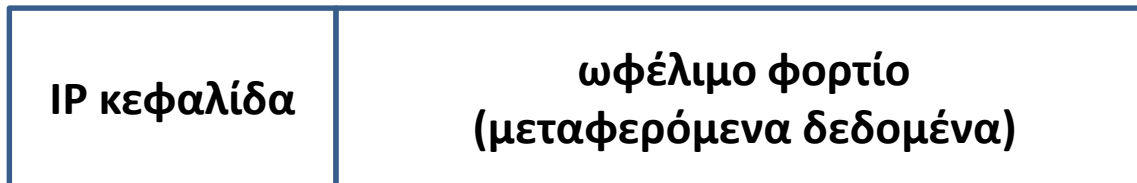
η κατανόηση της δομής του αυτοδύναμου πακέτου IPv4 και των οντοτήτων (IP, ARP, δρομολογητής) που εμπλέκονται στη διαδικασία προώθησής του στο Διαδίκτυο.

εικονικό δίκτυο



ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΠΑΚΕΤΟ

- Για να αντιμετωπιστεί η ετερογένεια των διασυνδεδεμένων δικτύων, ένα διαδίκτυο πρέπει να ορίσει μία μορφή πακέτων ανεξάρτητη από το υλικό, το **ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΠΑΚΕΤΟ** (virtual packet)
- Κάθε υπολογιστής υπηρεσίας (host) ή δρομολογητής (router) σε ένα διαδίκτυο περιέχει λογισμικό πρωτοκόλλων (L3) το οποίο κατανοεί τα πακέτα διαδικτύου.
- Κάθε πακέτο διαδικτύου αποτελείται από μία κεφαλίδα ακολουθούμενη από τα δεδομένα.

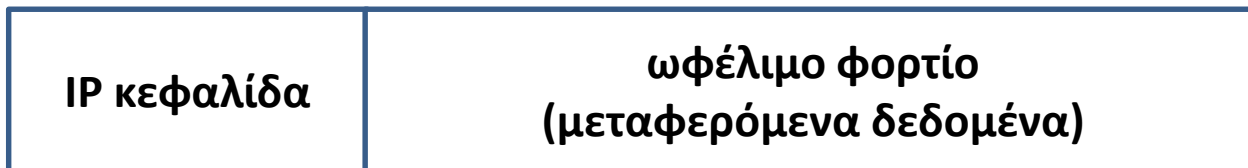


αυτοδύναμο πακέτο IP

- Κάθε πακέτο που στέλνεται μέσω ενός διαδικτύου TCP/IP λέγεται αυτοδύναμο πακέτο IP (IP datagram).

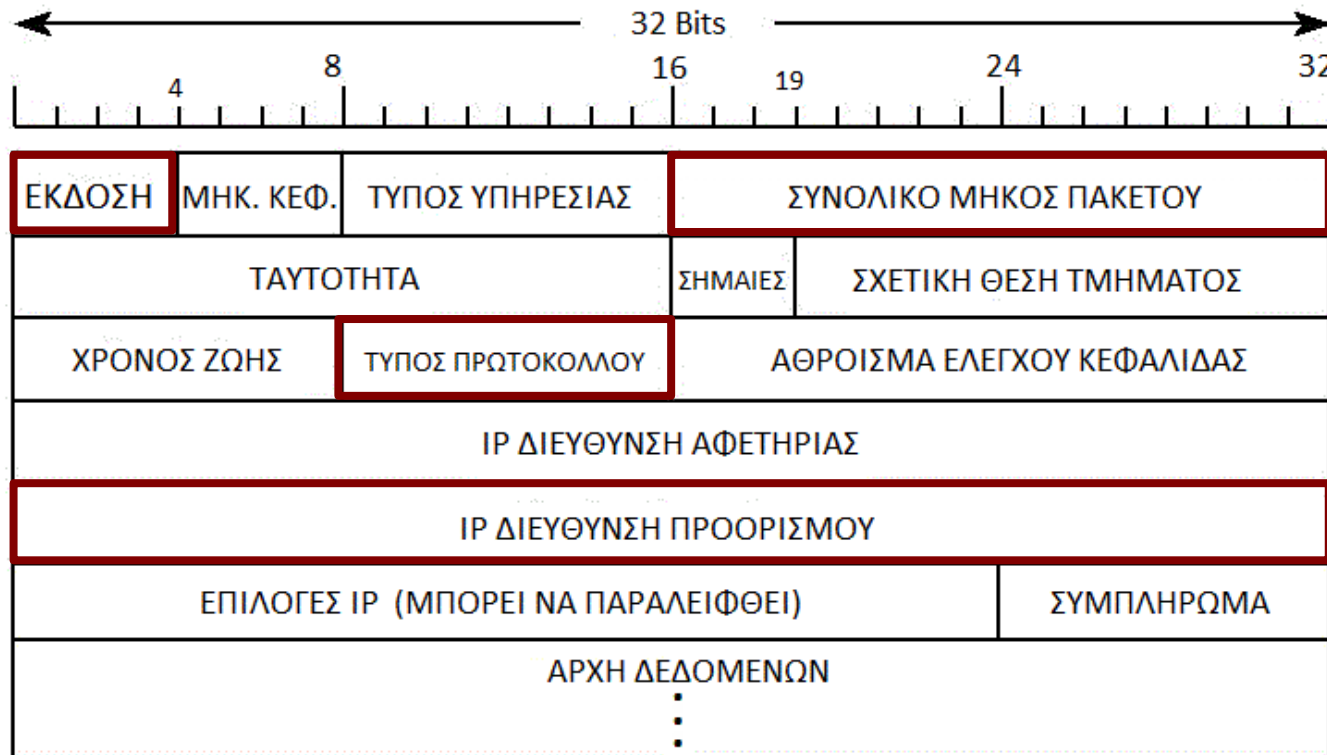
κάθε αυτοδύναμο πακέτο ταξιδεύει ανεξάρτητα, με τη διεύθυνση IP προορισμού στην κεφαλίδα του

Οι διευθύνσεις **αφετηρίας** και **προορισμού** στην κεφαλίδα ενός αυτοδύναμου πακέτου είναι διευθύνσεις IP



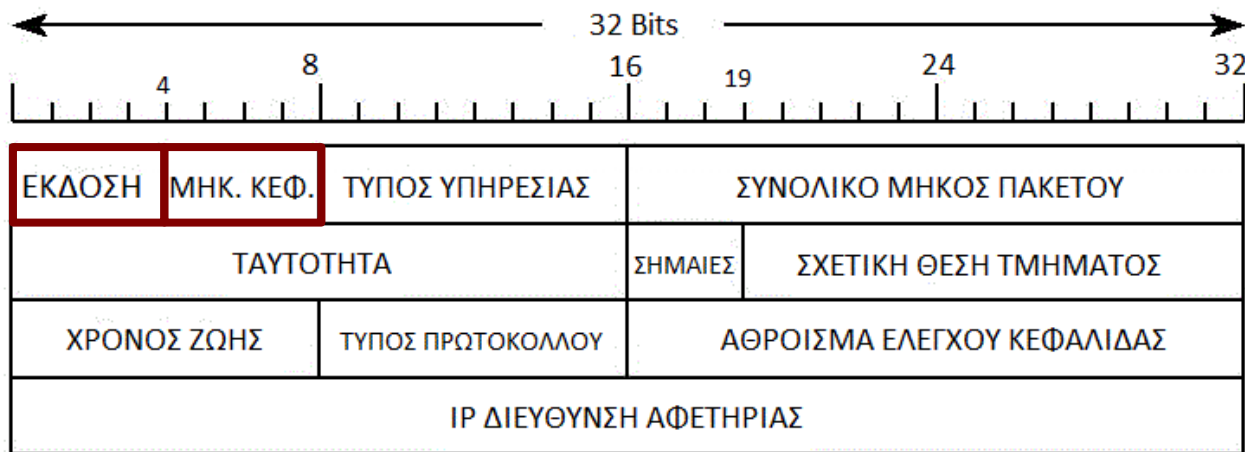
κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (1/10)

Τα πεδία της IP κεφαλίδας



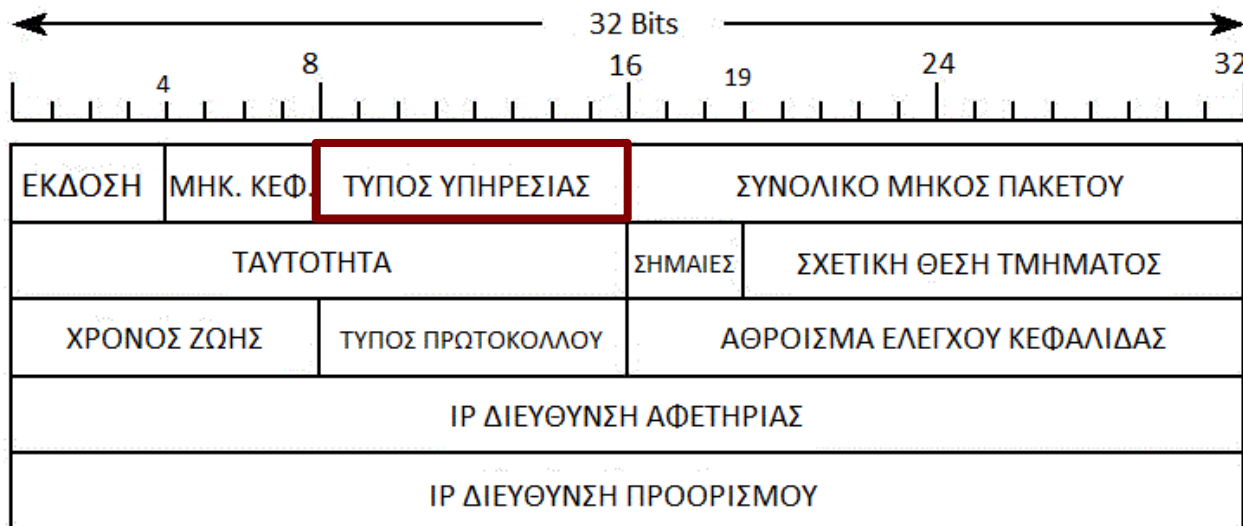
κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (2/10)

- **έκδοση:** IPv4
- **μήκος κεφαλίδας πακέτου:** εκφράζει το μήκος της κεφαλίδας σε πλήθος των 32 bits, με ελάχιστη τιμή πέντε 32άδες



κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (3/10)

- **τύπος υπηρεσίας-TOS**: δίνει τη δυνατότητα στον δρομολογητή να επιλέξει δρομολόγιο με κριτήρια όπως η προτεραιότητα (P), η ελάχιστη καθυστέρηση (D), η μέγιστη διεκπεραιωτική ικανότητα (T), η υψηλή αξιοπιστία (R). Το πεδίο TOS βοηθάει τον αλγόριθμο δρομολόγησης να επιλέξει την καταλληλότερη διαδρομή.

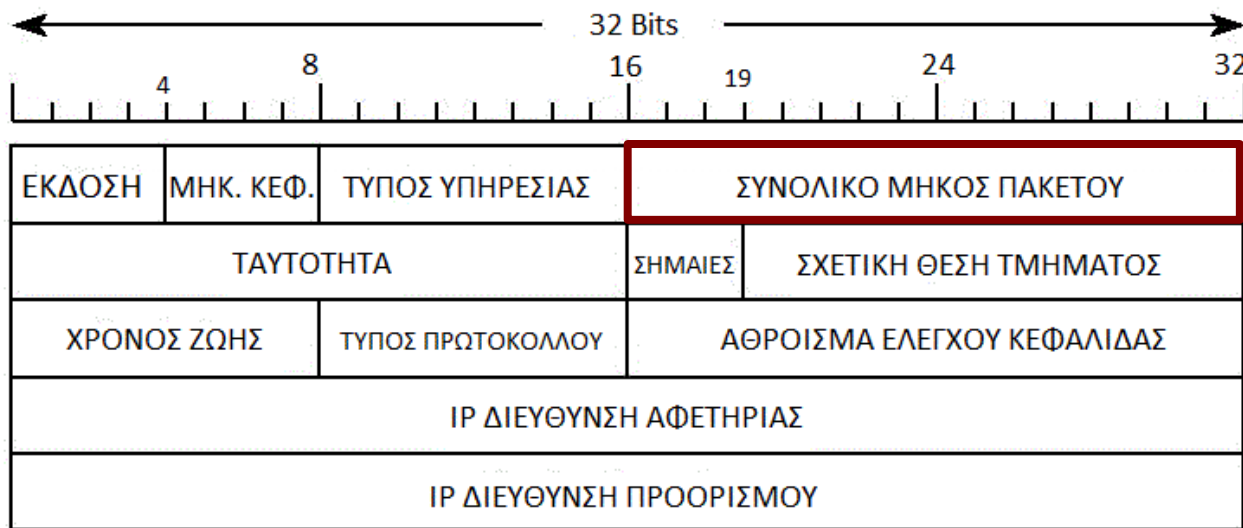


κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (4/10)

- **συνολικό μήκος πακέτου**: εκφράζει σε οκτάδες/bytes – το συνολικό μήκος του πακέτου.

Το **maximum size datagram**: 2^{16} bytes = 64Kbytes.

Το **minimum size datagram** το οποίο οφείλει να μπορεί να διαχειριστεί κάθε host: 576 bytes. Το Ethernet **MTU** 1500 οκτάδες, το FDDI MTU 4470 οκτάδες.

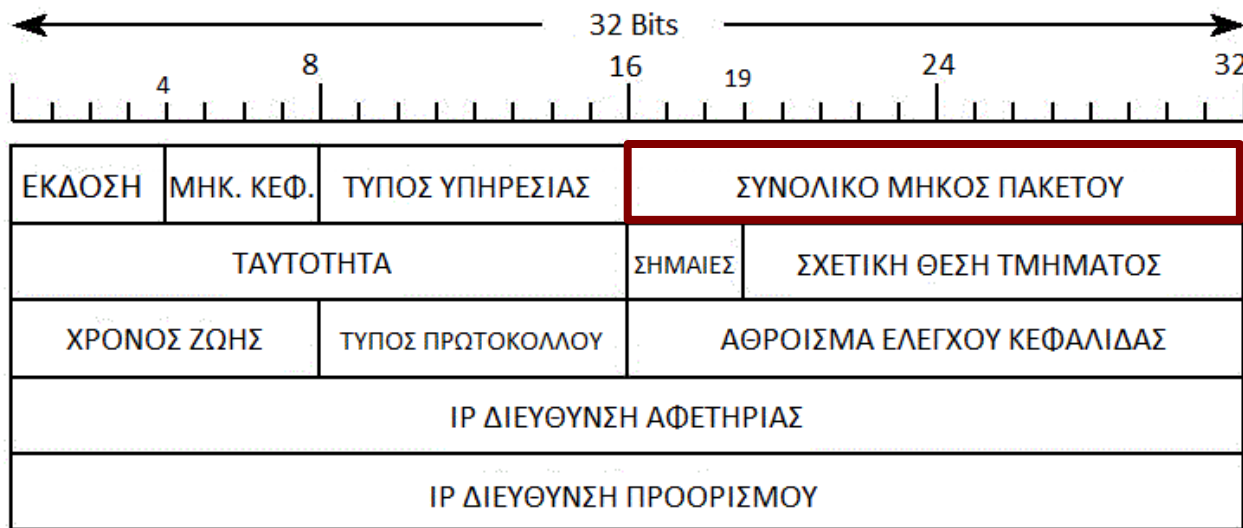


κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (5/10)



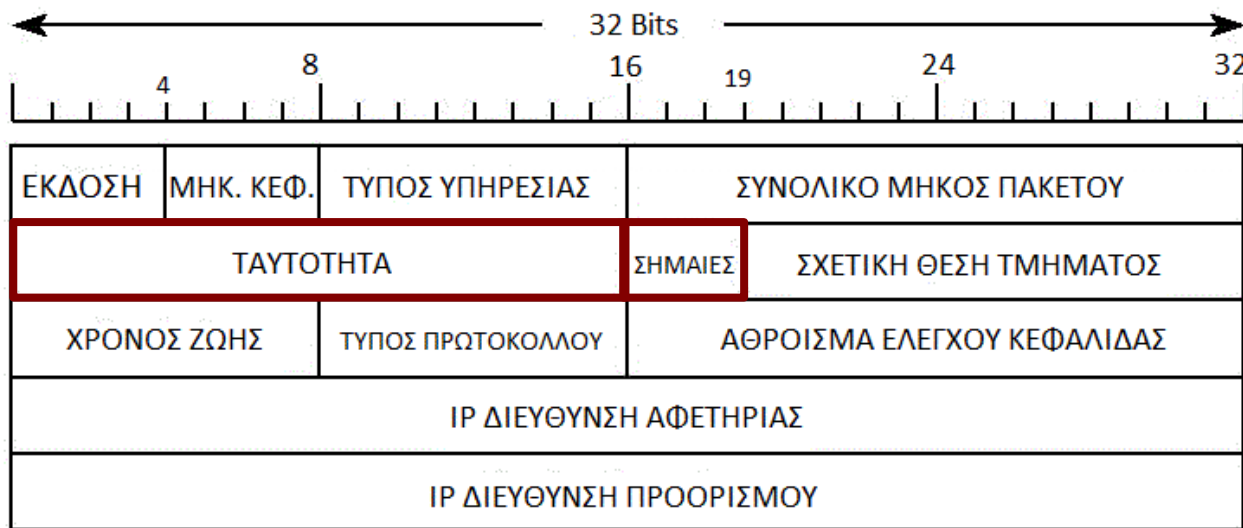
Το **μέγεθος ενός αυτοδύναμου πακέτου** καθορίζεται από την εφαρμογή που στέλνει δεδομένα

Η δυνατότητα να ποικίλλει το μέγεθος των αυτοδύναμων πακέτων κάνει το πρωτόκολλο IP προσαρμόσιμο σε ποικιλία εφαρμογών



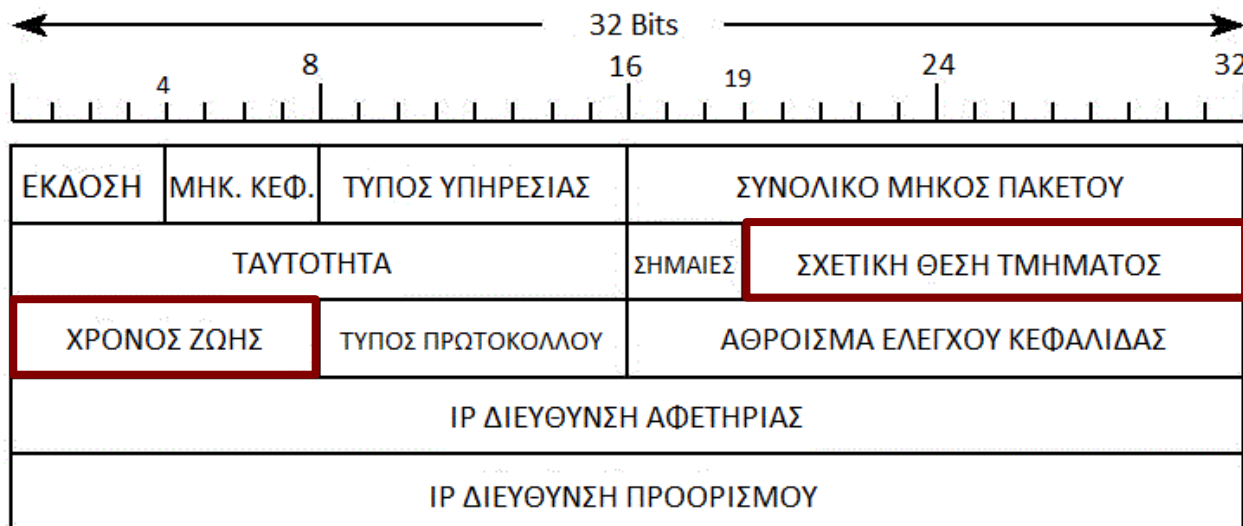
κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (6/10)

- **ταυτότητα πακέτου**: μοναδικός αριθμός ταυτότητας που τοποθετείται από τον αποστολέα κατά την αποστολή ενός αυτοδύναμου πακέτου. Όταν έχουμε κατάτμηση η ταυτότητα αναφέρεται σε κάθε τμήμα του αυτοδύναμου πακέτου
- **σημαίες**: - 3 bits: μη χρησιμοποιούμενο ψηφίο, ψηφίο μη κατάτμησης, ψηφίο πρόσθετων τμημάτων



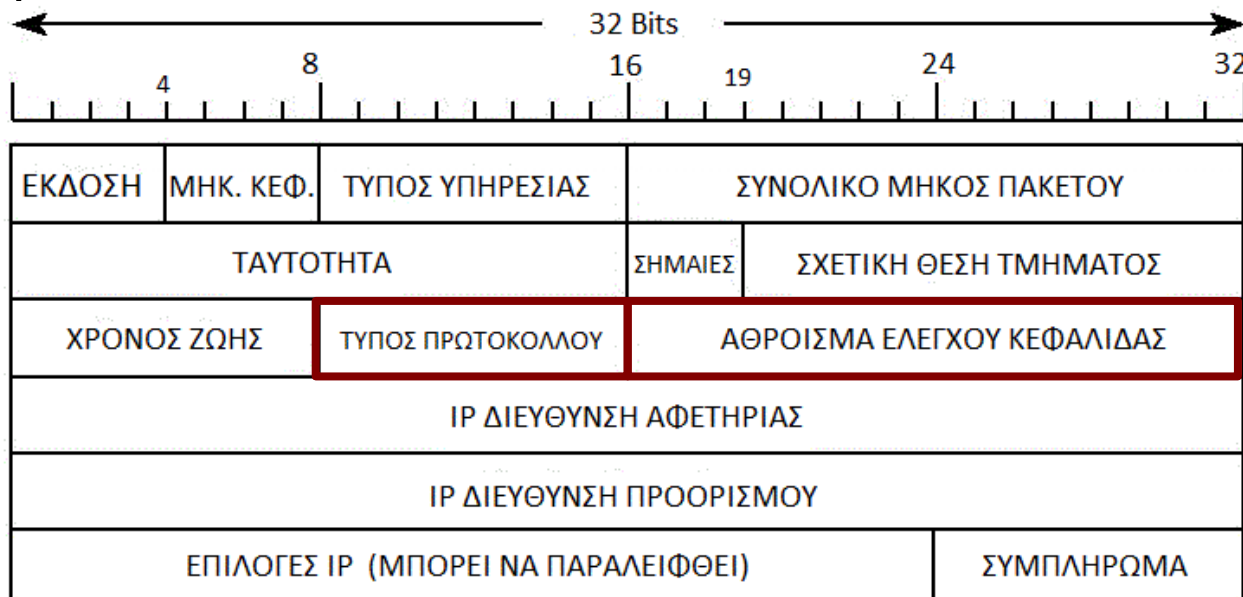
κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (7/10)

- **σχετική θέση τμήματος πακέτου**: δείχνει τη διάταξη των τμημάτων ενός πακέτου (σε περίπτωση κατάτμησης)
- **χρόνος ζωής πακέτου στο δίκτυο**: ακέραιος από 1 έως 255, που μειώνεται κατά 1 όταν περνά από έναν δρομολογητή – αποφεύγεται η άενη παραμονή του πακέτου στο δίκτυο



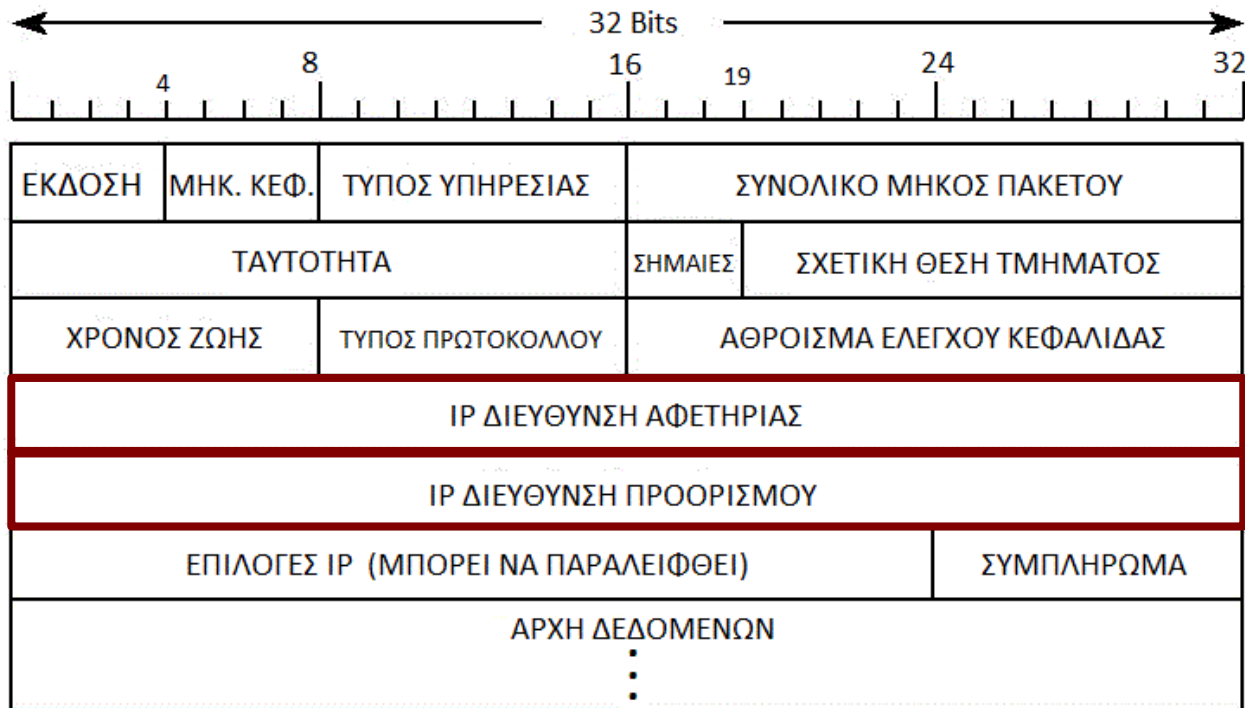
κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (8/10)

- **τύπος πρωτοκόλλου**: τύπος της πληροφορίας/πρωτοκόλλου που μεταφέρεται στα δεδομένα π.χ. TCP, UDP, ICMP
- **άθροισμα ελέγχου κεφαλίδας πακέτου**: διασφαλίζει την ακεραιότητα των τιμών των κεφαλίδων (συμπλήρωμα ως προς 1)



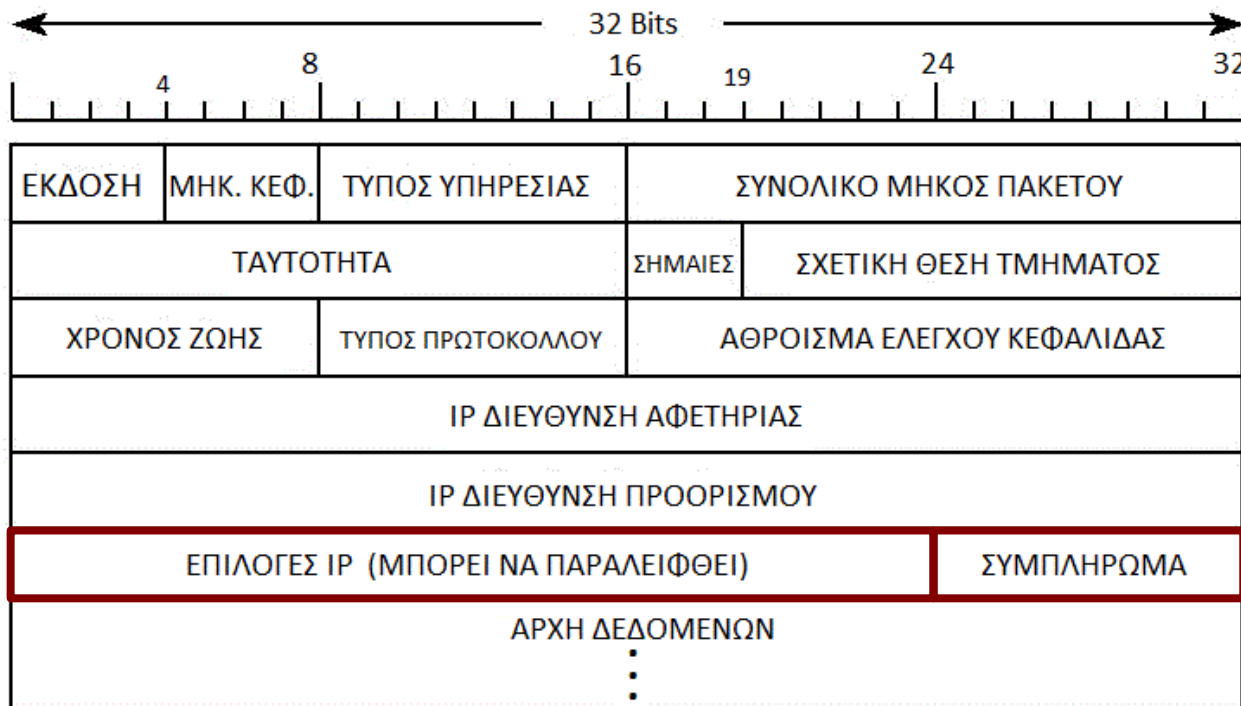
κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (9/10)

- διεύθυνση IP αποστολέα πακέτου (32 bits)
- διεύθυνση IP προορισμού (32 bits)



κεφαλίδα αυτοδύναμου πακέτου (10/10)

- **επιλογές IP** (το πεδίο μπορεί να παραληφθεί -> μήκος κεφαλίδας = 5)
- **συμπλήρωμα - padding** (προστίθενται μηδενικά bit ώστε μήκος επικεφαλίδας πολλαπλάσιο των 32 bits)



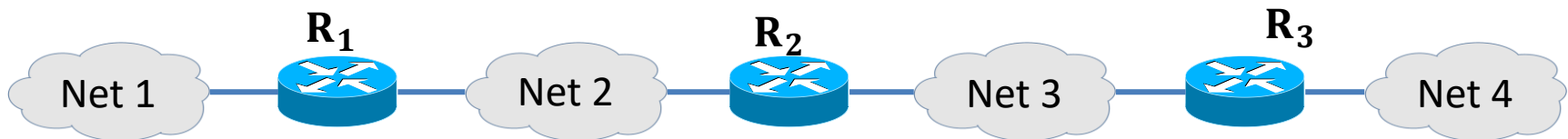
προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (1/16)

ασυνδεσμική υπηρεσία

- **E:** Πως περνά ένα πακέτο IP μέσα από ένα διαδίκτυο;
- **A:** Κάθε δρομολογητής προωθεί το πακέτο, από το ένα δίκτυο στο άλλο με βάση την **IP διεύθυνση προορισμού** του και με τη βοήθεια του **πίνακα δρομολόγησης**.



Η βασική υπηρεσία επίδοσης πακέτων IP, είναι **ασυνδεσμική υπηρεσία**, δεν απαιτείται δηλαδή πριν την αποστολή των πακέτων εγκατάσταση σύνδεσης μεταξύ αποστολέα & παραλήπτη.



προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (2/16)

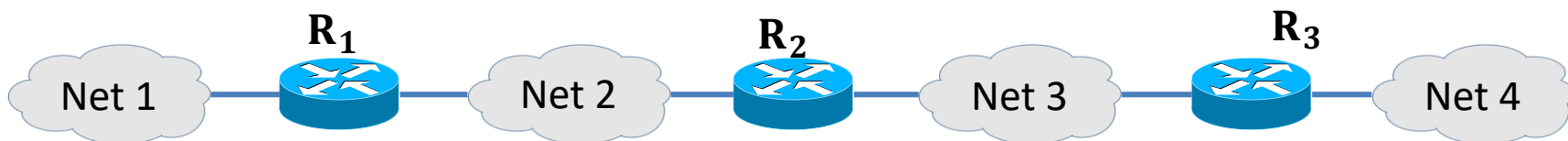
πίνακας δρομολόγησης

ο **πίνακας δρομολόγησης**

περιλαμβάνει τα δίκτυα προορισμού & το επόμενο άλμα προς τα δίκτυα προορισμού

Κάθε δρομολογητής **αρχικά** γνωρίζει μόνον τα δίκτυα τα οποία συνδέονται άμεσα επάνω του και μόνον αυτά περιλαμβάνονται αρχικά στον πίνακα δρομολόγησης του.

Αρχικός Πίνακας Δρομολόγησης R2	
Δίκτυο προορισμού	Επόμενο άλμα
Net 2	άμεση διασύνδεση
Net 3	άμεση διασύνδεση



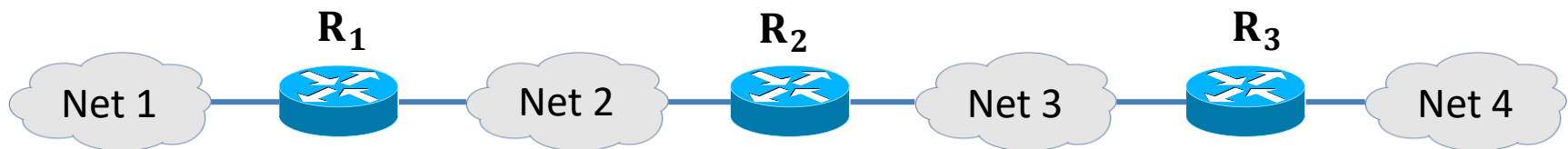
προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (3/16)

πίνακας δρομολόγησης

E: Πως πληθυσμώνεται ο πίνακας δρομολόγησης στη συνέχεια με διαδρομές προς δίκτυα που δεν συνδέονται άμεσα στον δρομολογητή μας;

A:

- Ο διαχειριστής μπορεί να ορίσει μια διαδρομή σε έναν δρομολογητή με χρήση μεμονωμένων εντολών διαμόρφωσης - **στατική δρομολόγηση**
- Κάθε δρομολογητής μπορεί να ανακοινώσει τις διαδρομές του σε γειτονικούς δρομολογητές με τη βοήθεια πρωτοκόλλων δρομολόγησης - **δυναμική δρομολόγηση**



προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (4/16)

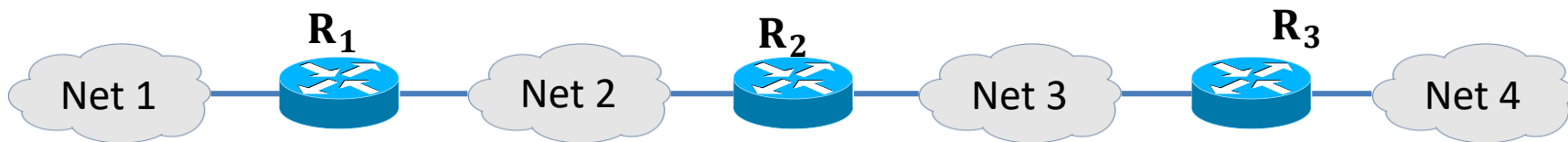
πίνακας δρομολόγησης

ο αριθμός των καταχωρίσεων ενός πίνακα δρομολόγησης είναι ανάλογος με τον αριθμό των δικτύων που περιέχει το διαδίκτυο.

Πίνακας Δρομολόγησης R1	
Δίκτυο προορισμού	Επόμενο άλμα
Net 1	άμεση διασύνδεση
Net 2	άμεση διασύνδεση
Net 3	R ₂
Net 4	R ₂

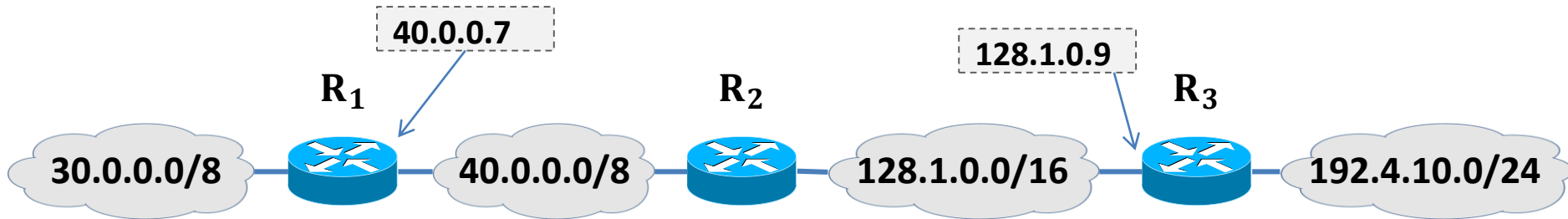
Πίνακας Δρομολόγησης R2	
Δίκτυο προορισμού	Επόμενο άλμα
Net 1	R ₁
Net 2	άμεση διασύνδεση
Net 3	άμεση διασύνδεση
Net 4	R ₃

Πίνακας Δρομολόγησης R3	
Δίκτυο προορισμού	Επόμενο άλμα
Net 1	R ₂
Net 2	R ₂
Net 3	άμεση διασύνδεση
Net 4	άμεση διασύνδεση



προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (5/16)

πίνακας δρομολόγησης



Πίνακας δρομολόγησης του δρομολογητή R2

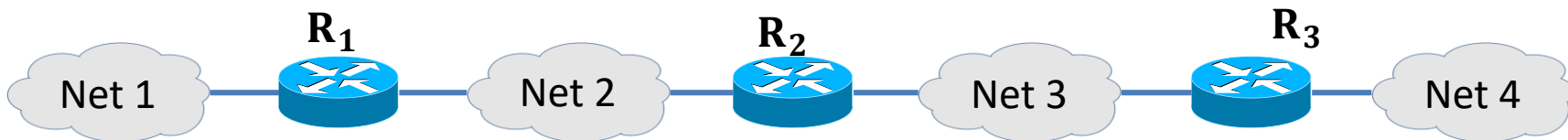
Δίκτυο προορισμού	Μάσκα	Επόμενο άλμα
30.0.0.0	255.0.0.0	40.0.0.7
40.0.0.0	255.0.0.0	άμεση διασύνδεση
128.1.0.0	255.255.0.0	άμεση διασύνδεση
192.4.10.0	255.255.255.0	128.1.0.9

προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (6/16)

πίνακας δρομολόγησης



- Κάθε δρομολογητής μπορεί να προωθεί πακέτα μόνο σε δίκτυα που βρίσκονται στον πίνακα δρομολόγησης του
- Ο δρομολογητής ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΙ κάθε αυτοδύναμο πακέτο, για το οποίο δεν βρέθηκε Δίκτυο Προορισμού στον πίνακα δρομολόγησης του.



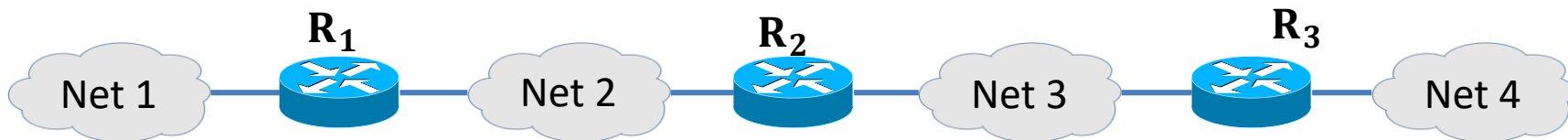
προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (7/16)

προσδιορισμός δικτύου προορισμού



Για κάθε πακέτο που λαμβάνει ένας δρομολογητής γνωρίζει μόνον την **IP διεύθυνση προορισμού** του συγκεκριμένου μηχανήματος προορισμού (υπολογιστή, δρομολογητή) και όχι την **IP διεύθυνση δικτύου** στην οποία ανήκει το μηχάνημα.

Επομένως για να προωθήσει ο δρομολογητής κάθε πακέτο που λαμβάνει, θα πρέπει να προσδιορίσει τη διεύθυνση του δικτύου προορισμού του πακέτου καθώς και τη διεύθυνση του επόμενου άλματος προς τον προορισμό.



προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (8/16)

προσδιορισμός δικτύου προορισμού & επόμενου
άλματος προς τον προορισμό

Το λογισμικό IP του δρομολογητή από την IP διεύθυνση προορισμού (D) του αυτοδύναμου πακέτου & την εκάστοτε μάσκα διεύθυνσης δικτύου προορισμού [i] του πίνακα δρομολόγησης, προσδιορίζει τη διεύθυνση του δικτύου προορισμού:

Αν ($D \& \text{Μάσκα δικτύου}[i]$) = Δίκτυο Προορισμού [i])

- η D ανήκει στο Δίκτυο Προορισμού [i] και
- το επόμενο άλμα (E) προς τον προορισμό μας είναι το Επόμενο_άλμα[i];

προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (9/16)

προσδιορισμός δικτύου προορισμού- επίλυση ασάφειας

Πίνακας δρομολόγησης του δρομολογητή R2

Δίκτυο προορισμού	Μάσκα	Επόμενο άλμα
30.0.0.0	255.0.0.0	40.0.0.7
30.10.10.0	255.255.255.0	50.0.0.3
128.1.0.0	255.255.0.0	άμεση διασύνδεση
192.4.10.0	255.255.255.0	128.1.0.9

Στη διαδικασία αναζήτησης του δικτύου προορισμού της ip διεύθυνσης 30.10.10.3, έχουμε ταύτιση με τις δύο καταχωρήσεις του πίνακα δρομολόγησης!!!:

30.10.10.3 & 255.0.0.0= **30.0.0.0** (1η)

30.10.10.3 & 255.255.255.0 = **30.10.10.0** (2η)

Ποια από τις δύο καταχωρήσεις του πίνακα δρομολόγησης θα επιλεγεί για την προώθηση;

More specific !!!!!

Στη διαδικασία προώθησης, όταν περισσότερες από μία καταχωρήσεις ταυτίζονται με τον ίδιο προορισμό, επιλέγεται η καταχώρηση με το μεγαλύτερο σε μήκος πρόθεμα -
More specific !!!!!

προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (10/16)

προσδιορισμός δικτύου προορισμού

Πίνακας δρομολόγησης του δρομολογητή R2

Δίκτυο προορισμού	Μάσκα	Επόμενο άλμα
30.0.0.0	255.0.0.0	40.0.0.7
30.10.10.0	255.255.255.0	50.0.0.3
128.1.0.0	255.255.0.0	άμεση διασύνδεση
0.0.0.0	0.0.0.0	128.1.0.9

Ο πίνακας δρομολόγησης μπορεί να περιέχει μία μόνο προεπιλεγμένη διαδρομή, η οποία έχει και τη μικρότερη προτεραιότητα - **less specific!!!**:

προεπιλεγμένη διαδρομή είναι η διαδρομή που αφορά όλους τους προορισμούς που δεν αναφέρονται ρητά στον πίνακα δρομολόγησης.

προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (11/16)

αναγωγή της IP επόμενου άλματος

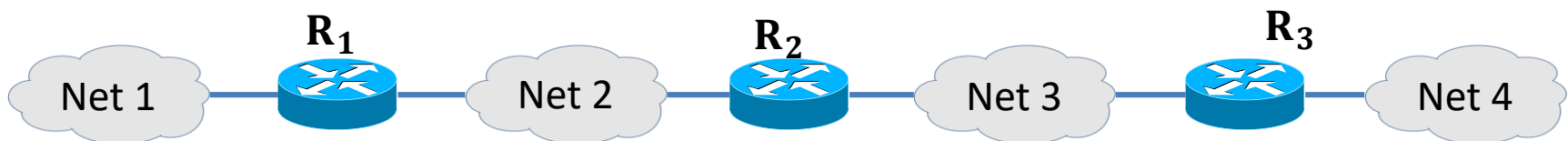
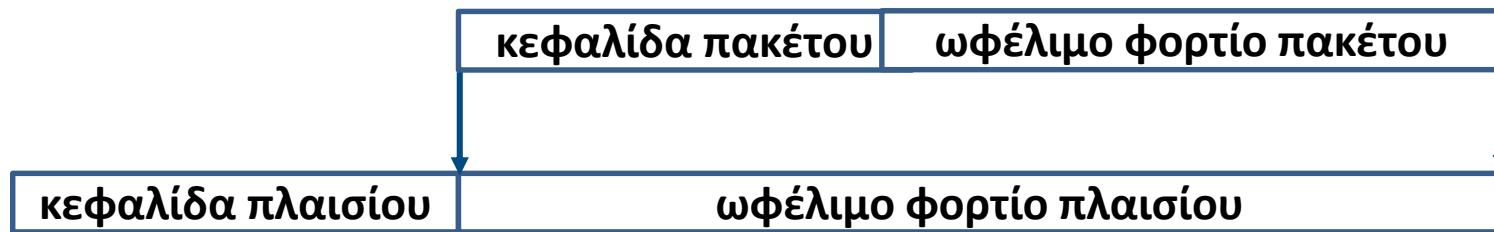
Αν το λογισμικό IP του δρομολογητή ΔΕΝ βρει στον πίνακα ARP την αντιστοίχιση «της διεύθυνσης IP του επόμενου άλματος προς τον προορισμό» με την «φυσική διεύθυνση», ζητά από το πρωτόκολλο ARP να κάνει αναγωγή :

- Το ARP στέλνει ένα πλαίσιο εκπομπής στο φυσικό δίκτυο με αίτημα «ο σταθμός με διεύθυνση IP να αποστείλει την φυσική του διεύθυνση ».
- Όλες οι συσκευές του φυσικού τοπικού δικτύου λαμβάνουν το παραπάνω πλαίσιο, το μηχανήμα με διεύθυνση IP απαντά αποστέλλοντας τη φυσική του διεύθυνση
- Ενημερώνεται ο πίνακας ARP με την αντιστοίχιση
- Το λογισμικό IP του δρομολογητή μπορεί πλέον να δημιουργήσει το κατάλληλο πλαίσιο στο οποίο θα ενθυλακώσει το IP πακέτο για προώθηση.

προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (12/16)

ενθυλάκωση αυτοδύναμου πακέτου σε πλαίσιο

Το λογισμικό IP του δρομολογητή θα ενθυλακώσει το αυτοδύναμο πακέτο IP σε κατάλληλο πλαίσιο για να συνεχίσει το ταξίδι του στο φυσικό δίκτυο, μέχρι το επόμενο άλμα προς τον προορισμό



προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (13/16)

IP προορισμού vs IP επόμενου άλματος

H IP διεύθυνση προορισμού του αυτοδύναμου πακέτου:

- βρίσκεται στην κεφαλίδα του
- δεν αλλάζει κατά μήκος της διαδρομής από την αφετηρία μέχρι τον προορισμό
- αναφέρεται σε συγκεκριμένη IP διεύθυνση διασύνδεσης μηχανήματος (υπολογιστή, δρομολογητή) τελικού προορισμού και όχι σε IP διεύθυνση δικτύου
- με βάση αυτή την IP δρομολογείται το πακέτο σε κάθε βήμα (hop) προς τον προορισμό.

προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (14/16)

IP προορισμού vs IP επόμενου άλματος

Αντίθετα **η IP διεύθυνση του επόμενου άλματος**:

- δεν υπάρχει στην κεφαλίδα του αυτοδύναμου πακέτου
- βρίσκεται με lookup στον πίνακα δρομολόγησης **σε κάθε hop** κατά μήκος της διαδρομής από την αφετηρία στον προορισμό
- αφορά τους ενδιάμεσους προορισμούς και
- ανάγεται κάθε φορά σε φυσική διεύθυνση η οποία τοποθετείται στο πεδίο **διεύθυνση προορισμού του πλαισίου** που θα μεταφέρει το αυτοδύναμο πακέτο μέχρι το επόμενο άλμα ή τον τελικό προορισμό.

προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (15/16)

επίδοση αυτοδύναμων πακέτων με βέλτιστη προσπάθεια

Τα αυτοδύναμα πακέτα IP μπορεί να χαθούν, να επαναληφθούν, να καθυστερήσουν, να επιδοθούν εκτός σειράς ή να επιδοθούν με αλλοιωμένα δεδομένα.

- Επειδή το πρωτόκολλο IP δεν εγγυάται ότι θα μπορέσει να αντιμετωπίσει τα παραπάνω προβλήματα λέμε ότι εκτελεί **επίδοση με τη βέλτιστη προσπάθεια (best-effort Delivery)**.
- Στην επίδοση με τη βέλτιστη προσπάθεια, τα υψηλότερα επίπεδα λογισμικού πρωτοκόλλων πρέπει να χειρίζονται κάθε ένα από αυτά τα σφάλματα.

προώθηση αυτοδύναμου πακέτου IP (16/16)

σύνοψη

Κάθε δρομολογητής κατά μήκος της διαδρομής από την αφετηρία στον προορισμό, όταν λαμβάνει ένα IP πακέτο:

1. εξάγει τη διεύθυνση προορισμού από την κεφαλίδα του
2. προσδιορίζει τη διεύθυνση του δικτύου προορισμού (&)
3. προσδιορίζει τη διεύθυνση του επόμενου άλματος προς τον προορισμό (lookup στον πίνακα δρομολόγησης)
4. ανάγει την IP διεύθυνση του επόμενου άλματος σε φυσική διεύθυνση (πίνακας ARP / πρωτόκολλο ARP)
5. δημιουργεί κατάλληλο πλαίσιο στο οποίο ενθυλακώνει το αυτοδύναμο πακέτο και το προωθεί στο επόμενο άλμα μέσω του κατάλληλου φυσικού δικτύου

Χρήσιμη ορολογία

- **ασυνδεσμική υπηρεσία:**

κάθε πακέτο ταξιδεύει ανεξάρτητα, με τη διεύθυνση του παραλήπτη στην επικεφαλίδα. Δεν απαιτείται εγκατάσταση σύνδεσης. Παράδειγμα η βασική υπηρεσία επίδοσης πακέτων IP, στην οποία κάθε πακέτο ταξιδεύει ανεξάρτητα και περιέχει πληροφορίες οι οποίες προσδιορίζουν τον τελικό προορισμό (χρήστη).

- **συνδεσμική υπηρεσία:**

όλα τα πακέτα ταξιδεύουν σε συγκεκριμένη διαδρομή που «εγκαθίσταται» πριν την έναρξη της μετάδοσης. Παράδειγμα, η αξιόπιστη συνδεσμική υπηρεσία του TCP που χρησιμοποιεί την υποκείμενη ασυνδεσμική υπηρεσία του IP

Χρήσιμη ορολογία

Εικονικό πακέτο (virtual packet)

=

Πακέτο Διαδικτύου

=

Πακέτο IP

=

Πακέτο δεδομένων IP

=

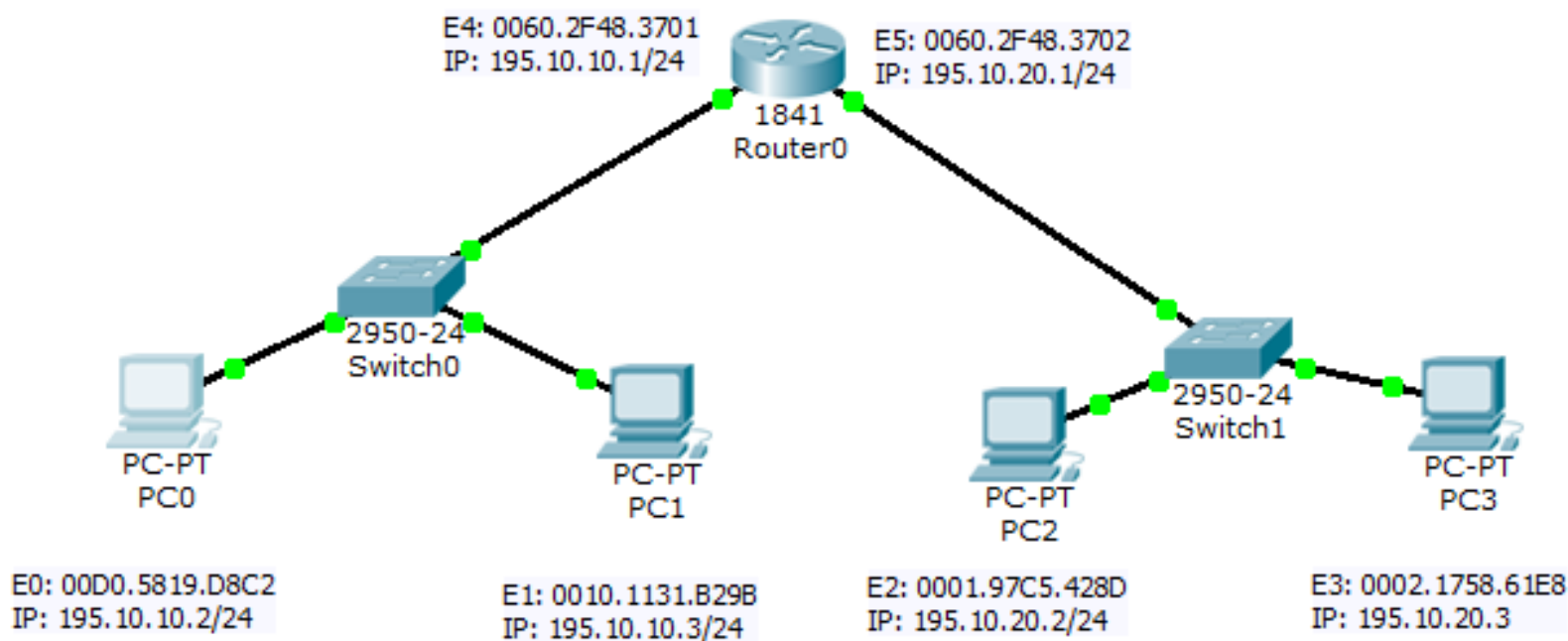
Αυτοδύναμο πακέτο (IP datagram)

Άσκηση: Σενάριο επικοινωνίας

Πρώθηση πακέτων μεταξύ δικτύων συνδεδεμένων στον ίδιο δρομολογητή

Σενάριο επικοινωνίας PC0 – PC3 (1/3)

Στο παρακάτω σχήμα διακρίνουμε δύο τοπικά δίκτυα 195.10.10.0/24 (Lan1) & 195.10.20.0/24 (Lan2) βασισμένα σε μεταγωγείς ethernet τα οποία διασυνδέονται με δρομολογητή



Σενάριο επικοινωνίας PC0 – PC3 (2/3)

1. Το λογισμικό επιπέδου εφαρμογών (5^{ου} επιπέδου) του PC0 παραδίδει στο λογισμικό IP ένα πακέτο για μετάδοση με διεύθυνση προορισμού 195.10.20.3 (IP του PC3)
2. Το λογισμικό IP του PC0 εξετάζει τη διεύθυνση προορισμού 195.10.20.3 και βλέπει ότι αυτή ΔΕΝ βρίσκεται στο δίκτυό του (διεύθυνση προορισμού & μάσκα διεύθυνσης PC0 ≠ διεύθυνση PC0 & μάσκα διεύθυνσης PC0)
3. Το λογισμικό IP του PC0 γνωρίζει ότι πρέπει να στείλει όλη την κίνηση που βγαίνει εκτός του δικτύου του στον δρομολογητή που έχει οριστεί ως προεπιλεγμένη πύλη (default gateway), δηλαδή στον δρομολογητή router0 και συγκεκριμένα στη διασύνδεσή του με το LAN1 (195.10.10.1)
4. Με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου ARP θα γίνει αναγωγή της IP διεύθυνσης 195.10.10.1 σε φυσική διεύθυνση.
5. Το λογισμικό IP του PC0 μπορεί πλέον να δημιουργήσει το κατάλληλο πλαίσιο στο οποίο θα ενθυλακώσει το IP πακέτο για να κινηθεί στο φυσικό δίκτυο μέχρι τον δρομολογητή router0.

Σενάριο επικοινωνίας PC0 – PC3 (3/3)

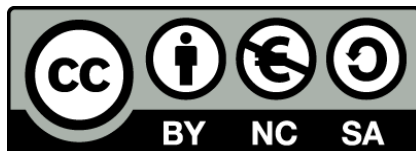
6. Η κάρτα δικτύου του δρομολογητή (που τον διασυνδέει στο LAN1) λαμβάνει το πλαίσιο και παραδίδει τα ενθυλακωμένα δεδομένα της εφαρμογής στο λογισμικό IP του δρομολογητή.
7. Το λογισμικό IP του δρομολογητή router0, ο οποίος ανήκει και στα δύο LAN, εξετάζει τη διεύθυνση προορισμού 195.10.20.3 και βλέπει ότι αυτή βρίσκεται στο ίδιο δίκτυο LAN2 με αυτόν
8. Με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου ARP θα γίνει αναγωγή της IP διεύθυνσης 195.10.20.3 σε φυσική διεύθυνση.
9. Το λογισμικό IP του δρομολογητή μπορεί πλέον να δημιουργήσει το κατάλληλο πλαίσιο στο οποίο θα ενθυλακώσει το IP πακέτο για να κινηθεί στο φυσικό δίκτυο μέχρι το PC3.
10. Η κάρτα δικτύου του PC3 λαμβάνει το πλαίσιο και παραδίδει τα ενθυλακωμένα δεδομένα (IP πακέτο) στο λογισμικό IP του PC3.
11. Το λογισμικό IP του PC3 παραδίδει τα δεδομένα στην εφαρμογή του PC3.

Βιβλιογραφία

1. Δίκτυα και Διαδίκτυα Υπολογιστών και εφαρμογές τους στο Internet, Douglas E. Comer, εκδόσεις Κλειδάριθμος (4^η έκδοση) ISBN: 978-960-461-040-2
2. Δίκτυα και Διαδίκτυα Υπολογιστών, Douglas E. Comer, εκδόσεις Κλειδάριθμος (6^η έκδοση) ISBN: 978-960-461-621-3

Τέλος Ενότητας

Ερωτήσεις;



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Σημειώματα

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας, Ιφιγένεια Φουντά 2014.
Ιφιγένεια Φουντά. «Δίκτυα Υπολογιστών II (Ε). Αυτοδύναμα πακέτα IP και η
προώθησή τους». Έκδοση: 2.0. Αθήνα 2016. Διαθέσιμο από τη δικτυακή
διεύθυνση: ocp.teiath.gr.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση.

Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό. Οι όροι χρήσης των έργων τρίτων επεξηγούνται στη διαφάνεια «Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων».

Τα έργα για τα οποία έχει ζητηθεί άδεια αναφέρονται στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων

© Δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, παρά μόνο εάν ζητηθεί εκ νέου άδεια από το δημιουργό.

διαθέσιμο με
άδεια CC-BY

Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου και η δημιουργία παραγώγων αυτού με απλή αναφορά του δημιουργού.

διαθέσιμο με άδεια
CC-BY-SA

Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού, και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια.

διαθέσιμο με άδεια
CC-BY-ND

Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού.
Δεν επιτρέπεται η δημιουργία παραγώγων του έργου.

διαθέσιμο με άδεια
CC-BY-NC

Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού.
Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.

διαθέσιμο με άδεια
CC-BY-NC-SA

Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού.
και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια
Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.

διαθέσιμο με άδεια
CC-BY-NC-ND

Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού.
Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου και η δημιουργία παραγώγων του.

διαθέσιμο με άδεια
CC0 Public Domain

Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.

διαθέσιμο ως κοινό κτήμα

Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.

χωρίς σήμανση

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση περιεχομένου από τα ακόλουθα έργα:

1. Comer, Douglas E. Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών / Douglas E. Comer · μετάφραση Παναγιώτης Φουληράς. - Αθήνα : Κλειδάριθμος, 2014.
2. Tanenbaum, Andrew S. Δίκτυα υπολογιστών : Πέμπτη αμερικανική έκδοση / Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall · μετάφραση Φώτης Σκουλαρίκης, Γιώργος Ξυλωμένος. - Αθήνα : Κλειδάριθμος, 2012.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

