ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΔΙΑΛΕΞΗ 2

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΑΝΑΡΓΥΡΟΣ ΣΙΔΕΡΗΣ

<sideris@epp.teiher.gr>

<https://eclass2.teicrete.gr/courses/TP182/>

ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

T.E.I. of Crete

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ (INTERNET PROTOCOL-IP)

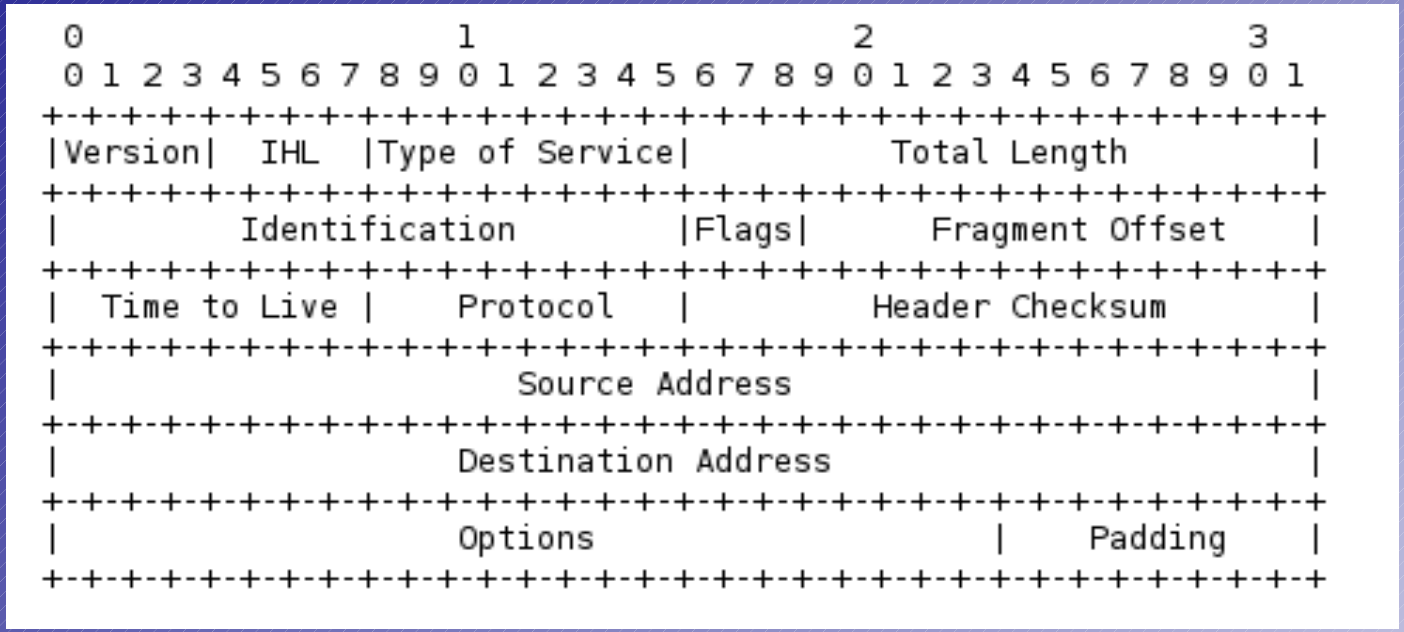
Γενικά (1)

- Προτυποποίηση το Σεπτέμβρη του 1981 (RFC 791).
- Σκοπός:
  - Υπηρεσίες διαλειτουργικότητας μεταξύ δικτύων με διαφορετικές τεχνολογίες διασύνδεσης.
- Παρέχει:
  - Έλεγχο για αλλοίωση επικεφαλίδας.
  - Υποτυπώδη έλεγχο συμφόρησης.

Γενικά (2)

- Δεν παρέχει:
  - Έλεγχο ρυθμού ροής.
  - Έλεγχο πολλαπλών αντίγραφων των πακέτων.
  - Έλεγχο για ορθή σειρά παράδοσης των πακέτων.
- Λειτουργίες:
  - Διευθυνσιοδότηση
  - Κατακερματισμό/Επανασυναρμολόγηση πακέτων
- Πύλες (Gateways)
  - Δρομολόγηση

IP Επικεφαλίδα (1)



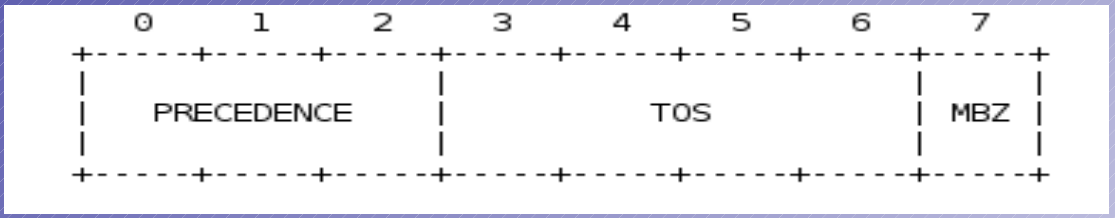
Πηγή: http://www.networksorcery.com/enp/rfc/rfc791.txt

IP Επικεφαλίδα (2)

- **Version (4 bits): Η έκδοση του πρωτοκόλλου. Σε αυτή τη διάλεξη περιγράφουμε την έκδοση 4.**
- **IHL (4 bits): Δίνει το μήκος της επικεφαλίδας σε λέξεις των 32 bit. Το ελάχιστο είναι 5.**
- **TOS (8 bits-RFC 1349):χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ποιότητας υπηρεσίας των πακέτων μιας ροής.**
  - **Τα πρώτα 3 bit καθορίζουν την προτεραιότητα του πακέτου.**
  - **Τα επόμενα 4 bit καθορίζουν το τύπο της υπηρεσίας.**
  - **Το τελευταίο bit δεσμευμένο για πειραματικούς λόγους (συνήθως είναι 0).**

IP Επικεφαλίδα (3)

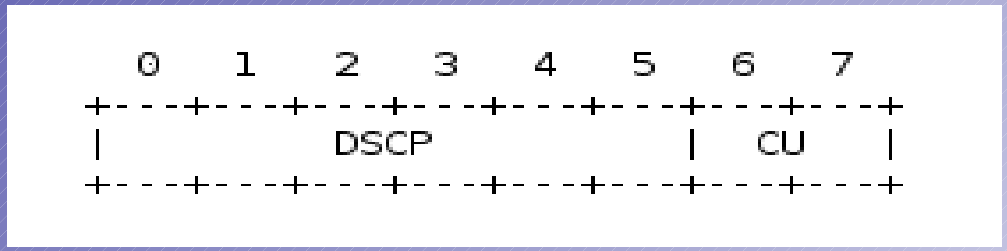
TOS τιμή	Σημασία
1000	Ελαχιστοποίηση καθυστέρησης
0100	Μεγιστοποίηση του ρυθμού μετάδοσης
0010	Μεγιστοποίηση της αξιοπιστίας
0001	Ελαχιστοποίηση κόστους
0000	Τυπική υπηρεσία



Πηγή: http://tools.ietf.org/html/rfc1349

IP Επικεφαλίδα (4)

- Το TOS πεδίο έχει αντικατασταθεί από το πεδίο διαφοροποιημένων υπηρεσίων(DS field-RFC 2474).
- Τα πρώτα 6 από τα 8 bit χρησιμοποιούνται για τη κατηγοριοποίηση του πακέτου.
- Τα τελευταία 2 bit δεν χρησιμοποιούνται.
  - Πόσες διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις υπηρεσιών έχουμε τώρα;



Πηγή:
http://tools.ietf.org/html/rfc2474

IP Επικεφαλίδα (5)

- Total length (16 bits): Το συνολικό μέγεθος του IP πακέτου.
  - Ποιό είναι το μέγιστο μέγεθος;
- Identification (16 bits): Ο αριθμός αυτό χρησιμοποιείται για να αναγνωριστούν τα τμήματα ενός κατακερματισμένου πακέτου.
- Flags (3 bits):
  - Reserved (1 bit).
  - DF (1 bit): Εάν έχει την τιμή 1 απαγορεύει το τεμάχισμα του πακέτου.
  - MF (1 bit): Με τη τιμή ίσον με 1 δηλώνει ότι ακολουθούν και άλλα τεμάχια αυτού του πακέτου.

IP Επικεφαλίδα (6)

- **Fragment offset (13 bits): Δηλώνει την θέση τμήματος στο αρχικό πακέτο.**
- **Time to Live-TTL (8 bits): Προσδιορίζει από πόσους ενδιάμεσους κόμβους μπορεί να περάσει ένα πακέτο πρίν απορριφθεί.**
  - **Πόσοι κόμβοι είναι αυτοί;**
  - **Γιατί χρησιμοποιείται;**
- **Protocol (8 bits): Δηλώνει το πρωτόκολλο που τρέχει στο ανώτερο στρώμα (στρώμα μεταφοράς).**
- **Header Checksum (16 bits): Χρησιμοποιείται για να ελέγξει για τυχόν αλλοιώσεις κατά τη μετάδοση της IP επικεφαλίδας.**
  - **Κάθε πότε και γιατί γίνεται έλεγχος/υπολογισμός του checksum;**

IP Επικεφαλίδα (7)

- Source Address (32 bits): Η διεύθυνση του αποστολέα.
- Destination Address (32 bits): Η διεύθυνση του παραλήπτη.
- Options (μεταβλητό μέγεθος): Επιπλέον παράμετροι μπορούν να δηλωθούν εδώ όπως για την καταγραφή διαδρομής, χρονοσφραγίδας κ.τ.λ. Το πεδίο αυτό πρέπει να είναι πολλαπλάσιο των 32 bit (Padding εάν όχι).
- Μετά και αυτό το πεδίο ακολουθούν τα δεδομένα (payload).
  - Εάν η επικεφαλίδα έχει μέγεθος 20 bytes(no options)πόσο είναι το μέγιστο payload;

Κατακερματισμός (1) (RFC 791)

- Ενεργοποιείται όταν το MTU (Maximum Transmission Unit) της ζεύξης (link-L2) είναι μικρότερο του μεγέθους ενός IP πακέτου (L3).
- Το ελάχιστο MTU που υποστηρίζουν όλοι οι δρομολογητές είναι 576 bytes.
- Ο κατακερματισμός προκαλεί επιπλέον φόρτο στο δίκτυο (Γιατί).
- Υπάρχει η τεχνική MTU discovery:
  - Στέλνουμε πακέτα με το DF πεδίο ενεργοποιημένο.
  - Εάν κάποια ζεύξη ενός δρομολογητή δεν το υποστηρίζει θα μας γυρίσει ένα μύνημα "Destination Unreachable – Fragmentation Needed".
  - Μειώνουμε το μέγεθος του IP πακέτου και επαναλαμβάνουμε μέχρι να μην παίρνουμε αυτό το μήνυμα

Κατακερματισμός (2) (RFC 791)

IP πακέτο 5000 bytes (20 bytes OH)

MF	OFFSET	DATA
0	0	4980 bytes

LINK MTU 2100 bytes

MF	OFFSET	DATA
1	0	2080 bytes

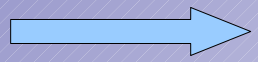
Τμήμα 1: Μέγεθος 2100 bytes

MF	OFFSET	DATA
1	260	2080 bytes

Τμήμα 2: Μέγεθος 2100 bytes

MF	OFFSET	DATA
0	520	820 bytes

Τμήμα 3: Μέγεθος 840 bytes



LINK MTU 1300 bytes

?

Ανασύνθεση κατακερματισμένων IP πακέτων (RFC 815)

- Ανασύνθεση των κατακερματισμένων πακέτων από τους τελικούς παραλήπτες.
- Βασικές λειτουργίες:
  - Αναγνώριση τμημάτων πακέτων:
    - Έλεγχος πεδίου MF.
    - Έλεγχος πεδίου Fragment Offset.
  - Ταυτοποίηση τμημάτων:
    - Πεδία protocol, identification, source/destination address.
  - Χρήση προσωρινής μνήμης για αποθήκευση.
  - Χρήση χρονοδιακόπτη.
    - Γιατί;

Διευθυνσιοδότηση(1)

- Διευθύνσεις μεγέθους 32 bits.
  - Χωρίζονται σε 4 ομάδες των 8 bit.
  - Εύρος τιμών ανά ομάδα (octet):
    - 2^8=256 άρα από 0-255.
  - Κάθε IP διεύθυνση χωρίζεται σε δικτυακό(network) μέρος και μέρος υπολογιστή (host).
    - Το μέρος δικτύου αξιοποιείται από τους δρομολογητές για τις ανάγκες της προώθησης πακέτων μεταξύ διαφορετικών δικτύων.
    - Το μέρος του υπολογιστή ταυτοποιεί τον υπολογιστή μέσα σε ένα δίκτυο.
    - Μέχρι το 1993 διαχωρισμός δικτύων με το σύστημα των κλάσσεων.
    - Από το 1993 και μετά διαχωρισμός δικτύων βάση του Classless Interdomain Routing-CIDR(RFC 4632).

Διευθυνσιοδότηση (2)

Σύστημα Τάξεων

Τάξη	1_o Octet	Default Subnet mask	Αριθ. δικτύων	Αριθ. Υπολογιστών
A	0xxxxxxx	255.0.0.0	2^7=128	2^{24}-2=16777214
B	10xxxxxx	255.255.0.0	2^{14}=16384	2^{16}-2=65534
C	110xxxxx	255.255.255.0	2^{23}=2097152	2^8-2=254
D	1110xxxx	Χρησιμοποιείται για πολλαπλή διανομή (multicast)		
E	1111xxxx	Δεσμευμένη για πειραματικούς λόγους.		

Διευθυνσιοδότηση (3)

- CIDR
  - Οι διευθύνσεις αναγράφονται μαζί με το subnet mask τους.
    - 10.0.2.3/24
      - /24=11111111.11111111.11111111.00000000
  - Το subnet mask είναι πια μεταβλητού μήκους.
  - Πιο ευέλικτος τρόπος οργάνωσης και διαχείρισης δικτύων.
    - Δηλαδή;
- Διευθύνσεις ιδιωτικών δικτύων (ψεύτικες IP):
  - 10.0.0.0/8
  - 172.16.0.0/12
  - 192.168.0.0/16

Διευθυνσιοδότηση (4)

- Παράδειγμα εύρεσης μέρους δικτύου και υπολογιστή:
  - 11.5.4.130/26:

```
      00001011.00000101.00000100.10000010  (Μέρος υπολογ.)
AND   11111111.11111111.11111111.11000000
-------------------------------------------
      00001011.00000101.00000100.10000000  (Μέρος δικτύου)
```

  - Σε δεκαδικό το δικτυακό μέρος είναι 11.5.4.128.
    - Άν το αφαιρέσουμε από το αρχικό IP παίρνουμε πάλι το μέρος υπολογιστή:

```
  11.5.4.130
- 11.5.4.128
-------------
  0.0.0.2    (Μέρος υπολογ.)
```

Υποδίκτυα (1)

- Δίκτυο:
  - 13.13.0.0/16
- Να το "σπάσουμε" σε 4 υποδίκτυα
  - Βήματα:
    - Υπολογίζουμε το νέο subnet mask.
      - Ποιός είναι ο ελάχιστος αριθμός εκείνος που εάν τον υψώσουμε σαν εκθέτη στο 2 θα μας καλύψει τον αριθμό των νέων υποδικτύων;
    - Προσθέτουμε αυτό τον αριθμό στο αρχικό αριθμό άσων του subnet mask,16+2=18.
    - Αρα το νέο mask είναι /18.(Οι νέοι άσσοι είναι στο 3 octet)
      - Πόσα μηδενικά είναι στο octet που έχει το τελευταίο 1 στο νέο subnet; (Ονομάστε το αριθμό αυτό κ).

Υποδίκτυα (2)

- Τα νέα υποδίκτυα προκύπτουν με επαναληπτική πρόσθεση του αριθμού 2^k (εδώ k=6) ξεκινώντας από το πρώτο υποδίκτυο.

Υποδίκτυο	Εύρος Διευθύνσεων	Broadcast
13.13.0.0/18	13.13.0.1-13.13.63.254	13.13.63.255
13.13.64.0/18	13.13.64.1-13.13.127.254	13.13.127.255
13.13.128.0/18	13.13.128.1-13.13.191.254	13.13.191.255
13.13.192.0/18	13.13.192.1-13.13.255.254	13.13.255.255

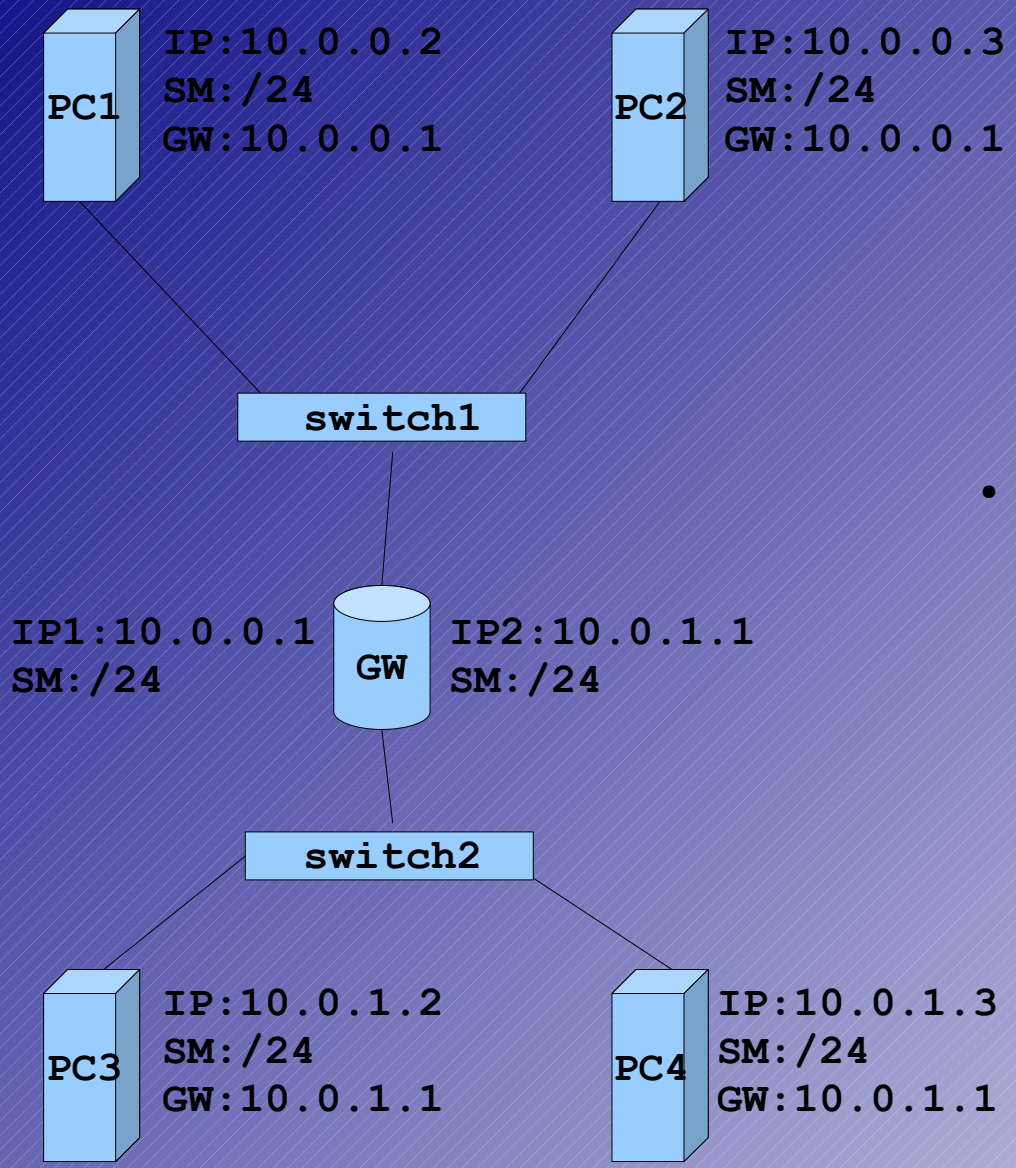
Δρομολόγηση (1)

- Τι είναι;
  - Η διαδικασία παράδοσης ενός IP πακέτου.
    - Γίνεται βάση του μέρους δικτύου μιας IP διεύθυνσης και ενός πίνακα δρομολόγησης.

```
lilith ~ # ip route show
10.0.0.0/24 dev wlan0  proto kernel  scope link  src 10.0.0.242
127.0.0.0/8 dev lo  scope link
default via 10.0.0.1 dev wlan0
```

- Δύο κατηγορίες:
  - Άμεση παράδοση.
  - Έμμεση παράδοση.

Δρομολόγηση (2)



- Άμεση παράδοση (PC1->PC2):
  - Το PC1 ελέγχει εάν ο παραλήπτης είναι στο ίδιο δίκτυο. (Είναι;)
  - Το PC1 μαθαίνει το MAC του παραλήπτη. (Πώς;)
  - Το PC1 ενθυλακώνει το IP πακέτο σε ένα Ethernet πλαίσιο και το αποστέλλει.
- Έμμεση παράδοση (PC1->PC4):
  - Το PC1 ελέγχει εάν ο παραλήπτης είναι στο ίδιο δίκτυο. (Είναι;)
  - Συμβουλεύεται το πίνακα δρομολόγησης για να μάθει τον επόμενο κόμβο-σταθμό.
  - Το PC1 ενθυλακώνει το IP πακέτο σε ένα Ethernet πλαίσιο με MAC παραλήπτη τη MAC του επόμενου κόμβου και το αποστέλλει.
  - Ο GW επαναλαμβάνει τη διαδικασία.
    - Της άμεσης ή έμμεσης παράδοσης;

Internet Control Message Protocol

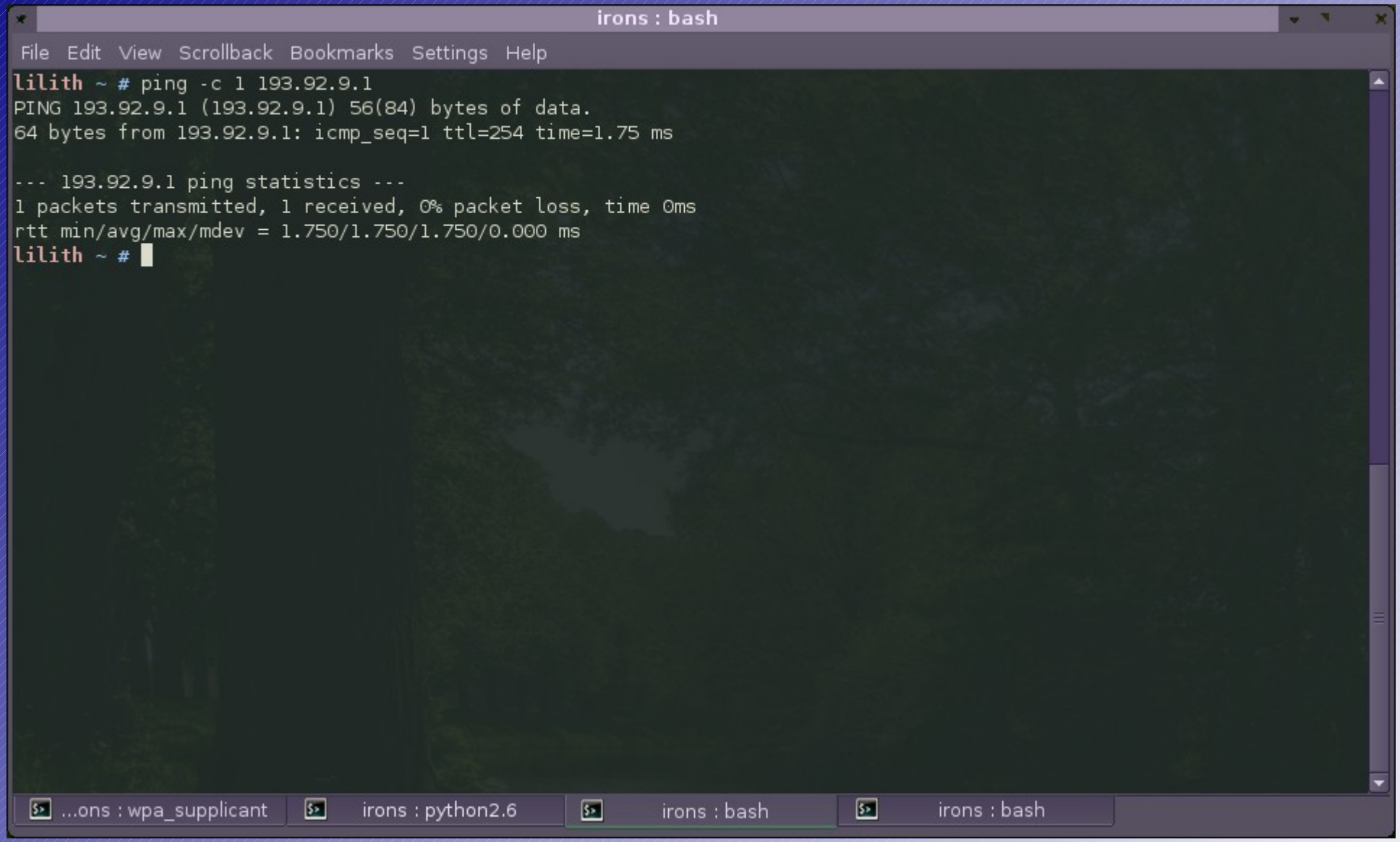
ICMP

ICMP (RFC 792)

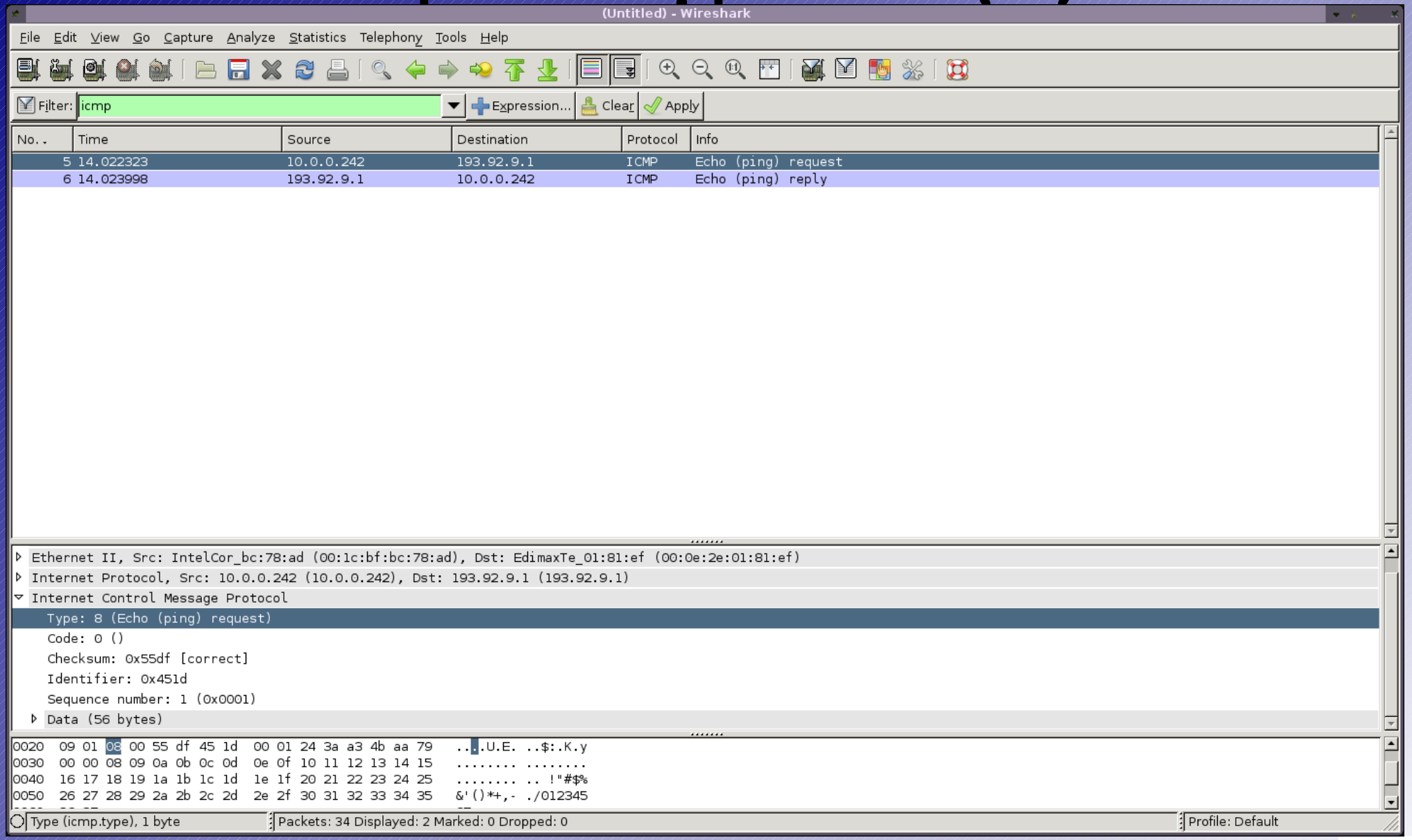
- Προτυποποιήθηκε Σεπτέμβρη του 1981 (RFC 792).
- Προσφέρει μηχανισμούς ελέγχου και αναφοράς σφαλμάτων κατά την μετάδοση πακέτων IP.
- Τα ICMP πακέτα ενθυλακώνονται στο πεδίο δεδομένων των IP πακέτων.
- Στη ICMP επικεφαλίδα υπάρχουν τα πεδία τύπος και κωδικός.
  - Βάση των δύο αυτών πεδίων προσδιορίζεται και το είδος του ICMP μηνύματος.

Τύπος	Κωδικός	Περιγραφή
8	0	Echo request
0	0	Echo reply
11	0	time to live exceeded in transit
11	1	fragment reassembly time exceeded
3	0	net unreachable

Παραδείγματα (1)

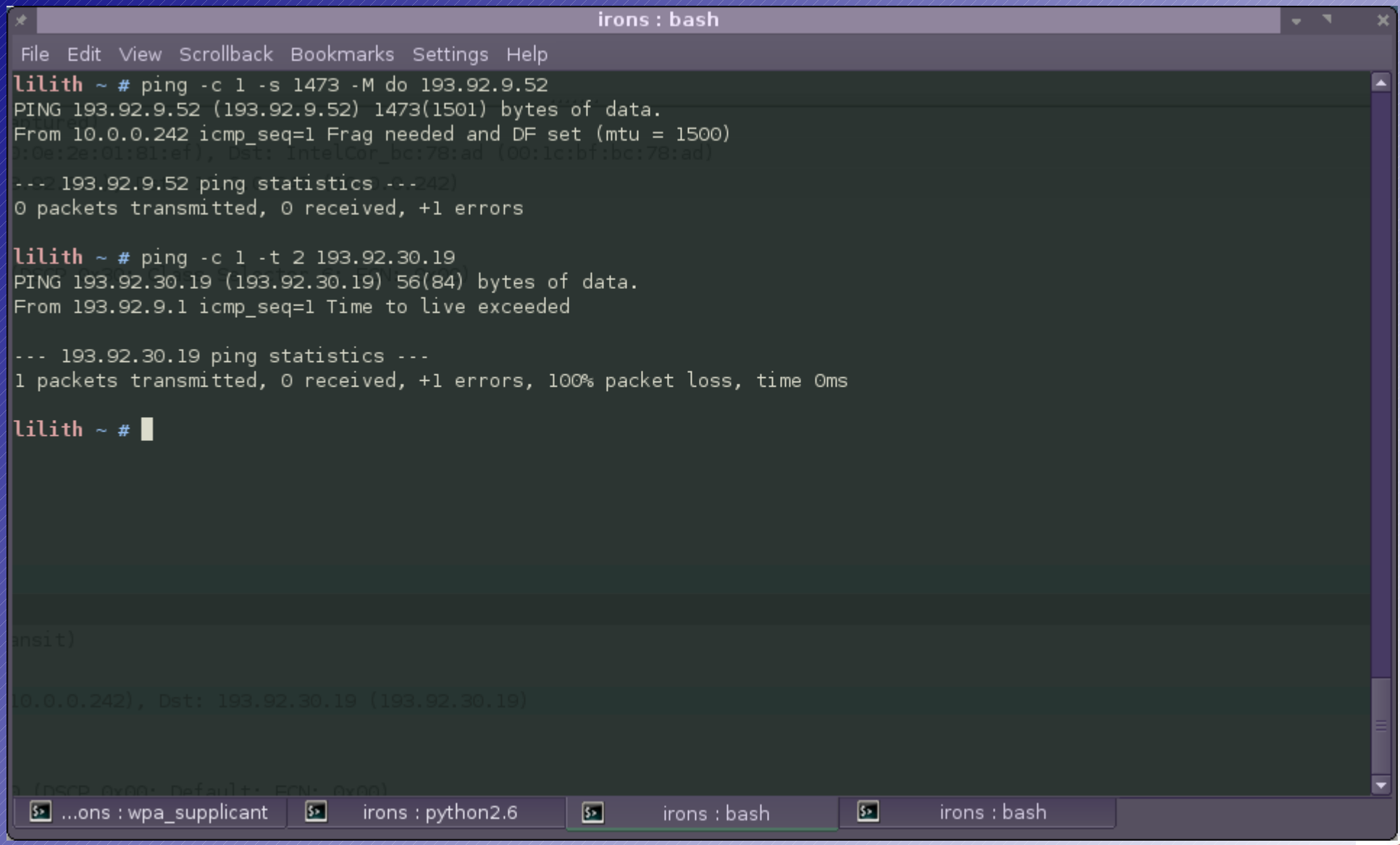


Παραδείγματα (2)

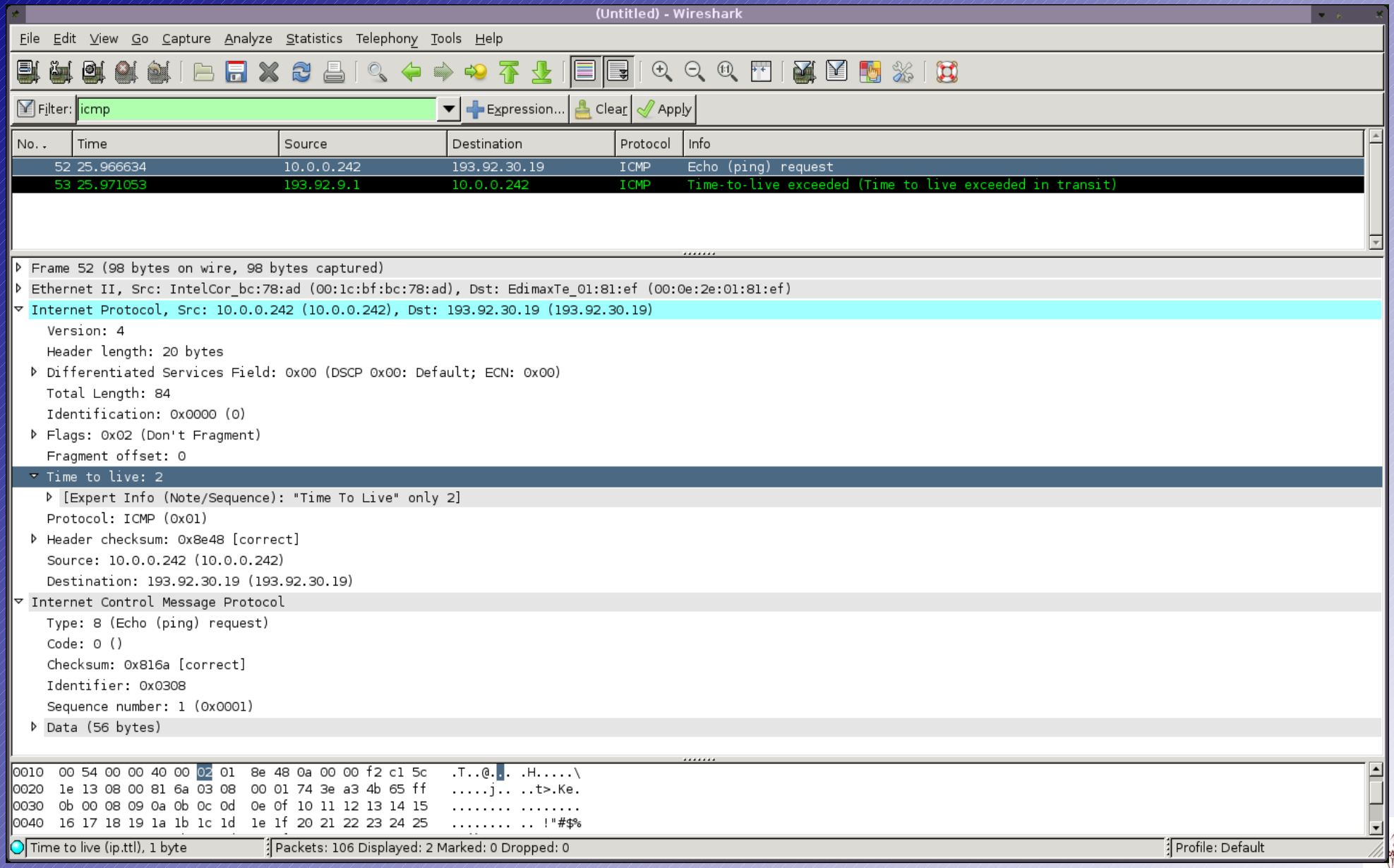


T.E.I. of Crete

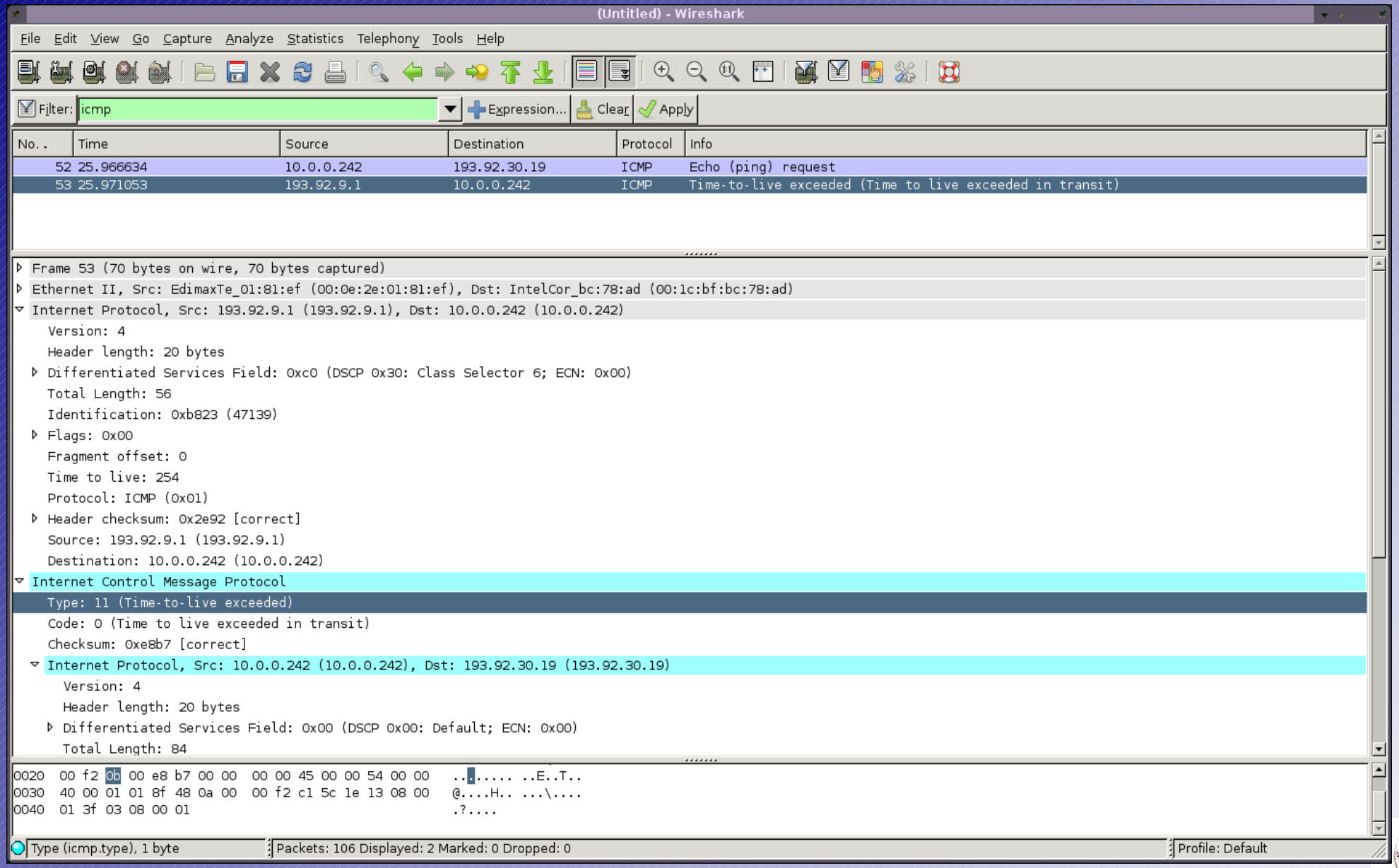
Παραδείγματα (3)



Παραδείγματα (4)



Παραδείγματα (5)



User Datagram Protocol

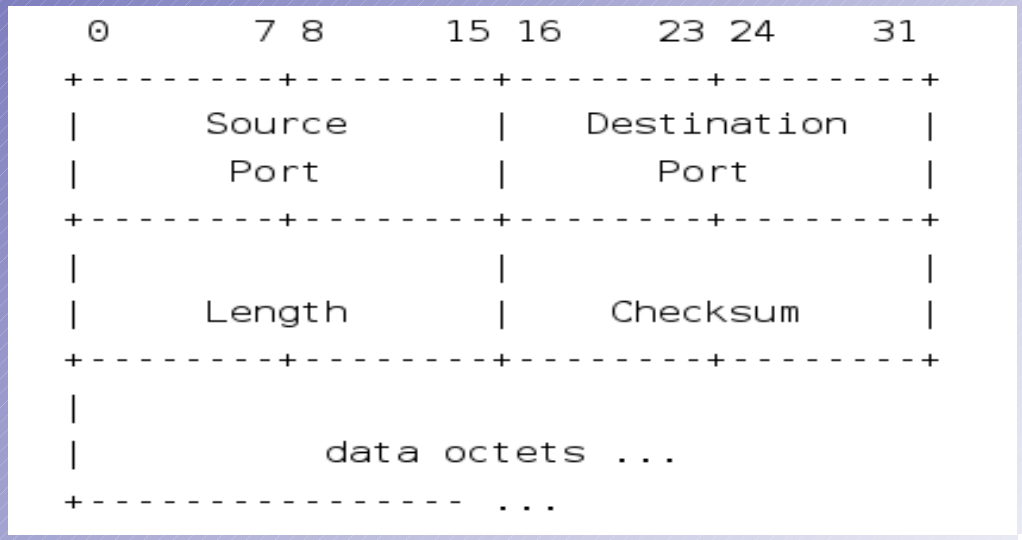
UDP

Γενικά (1)

- Προτυποποίηση το Αύγουστο του 1980 (RFC 768).
- Σκοπός:
  - Υπηρεσίες επικοινωνίας μεταξύ διεργασιών.
- Παρέχει:
  - Έλεγχο για αλλοίωση πακέτου.
    - Χρήση ψευτοεπικεφαλίδας.
      - IP:src/dst address,protocol,udp length
      - UDP: όλα τα πεδία.
- Δεν παρέχει:
  - Έλεγχο ρυθμού ροής, συμφόρησης και απώλειας πακέτων.
  - Έλεγχο πολλαπλών αντίγραφων των πακέτων.
  - Έλεγχο για ορθή σειρά παράδοσης των πακέτων.

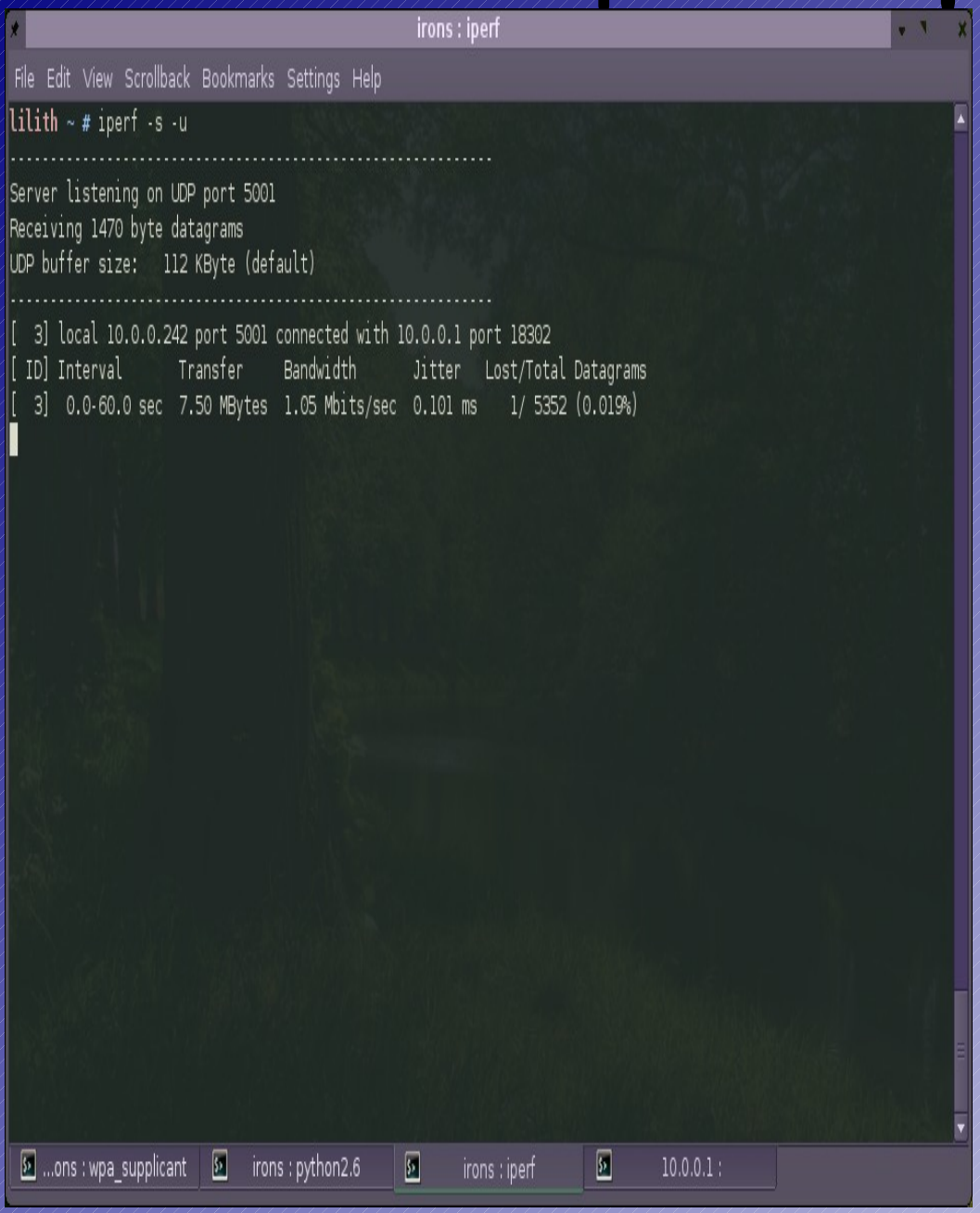
Γενικά (2)

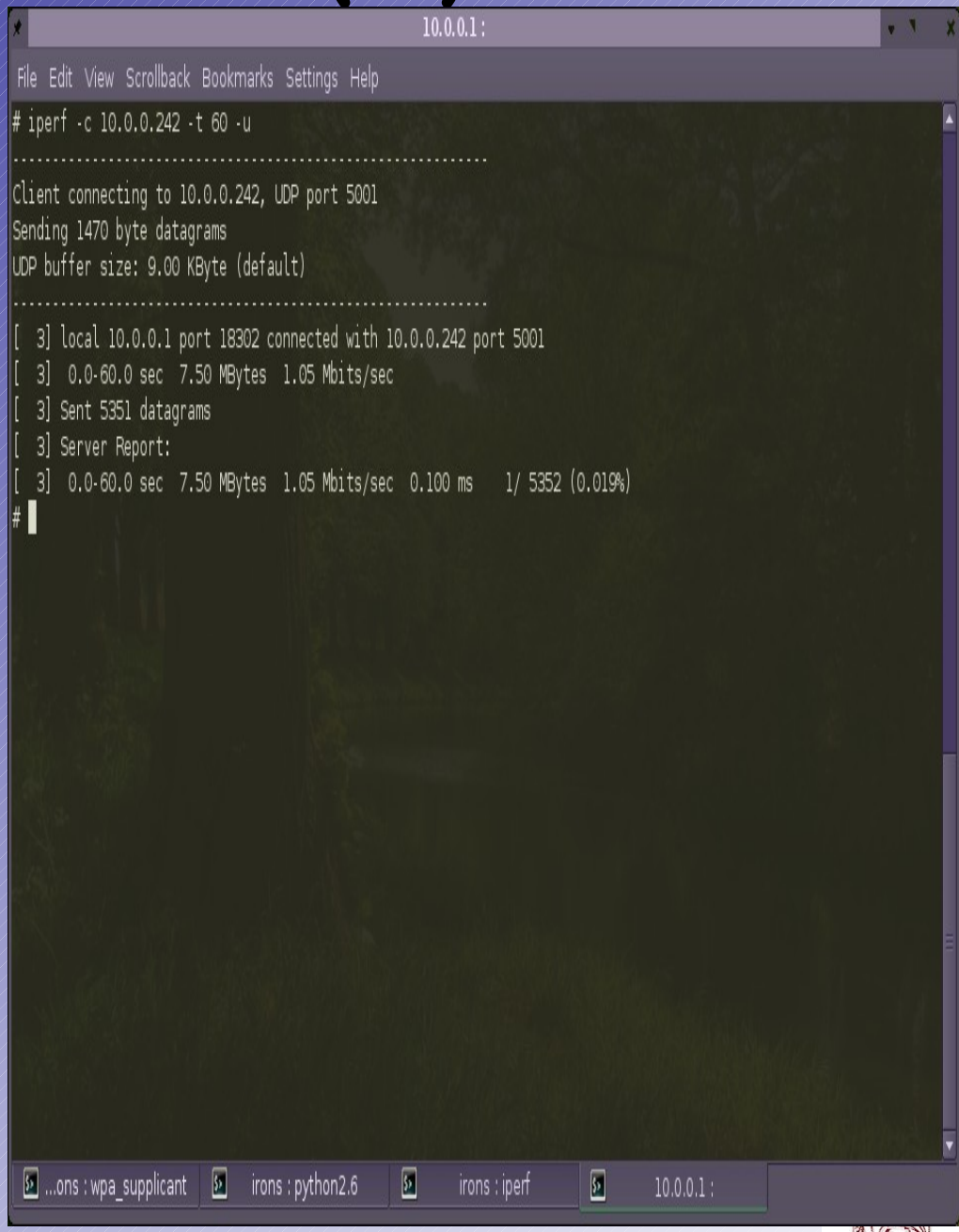
- Γρήγορο: μη εγκαθίδρυση σύνδεσης πριν την αποστολή δεδομένων.
- Εύκολη υλοποίηση
- Χρησιμοποιείται από εφαρμογές όπως:
  - Εφαρμογές μετάδοσης video και φωνής.
    - Γιατί;
  - DNS, DCHP, SNMP....



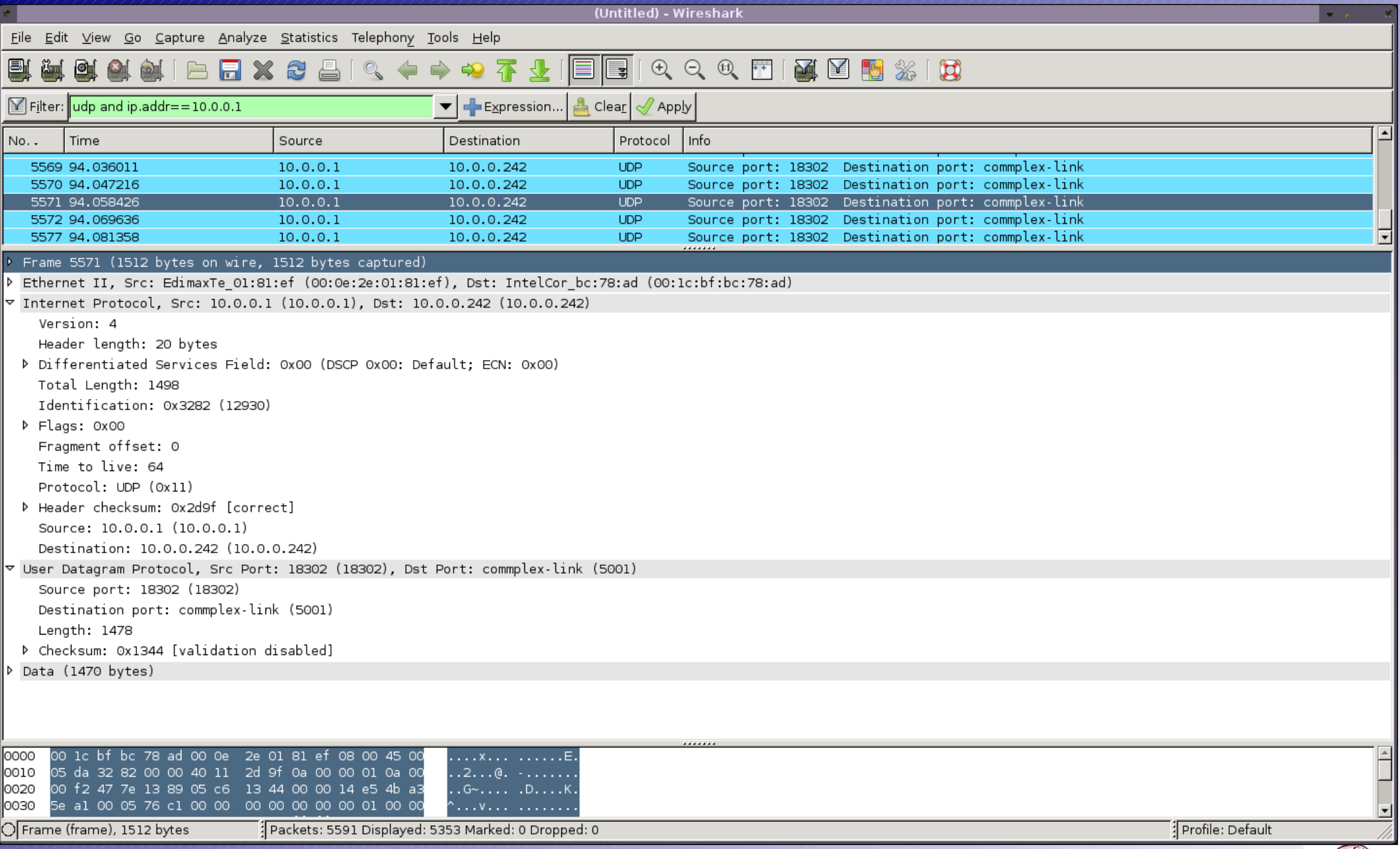
Πηγή: http://tools.ietf.org/html/rfc768

Παραδείγματα (1)





Παραδείγματα (2)



T.E.I. of Crete

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- "Δίκτυα Υπολογιστών", A.S. Tanenbaum, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 3η έκδοση.
- *The TCP/IP GUIDE © 2003-2005 Charles M. Kozierok. All Rights Reserved. http://www.tcpipguide.com/free/index.htm*
- *RFCs*
  - *http://www.ietf.org/rfc.html*