



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ**  
**ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΓΚΟΥΜΕ ΛΑΟΥΡΕΝΤΙΑΝ**

**ΑΜ: 031 18 014**

**ΕΞΑΜΗΝΟ: 8<sup>ο</sup>**

**ΟΜΑΔΑ: 3**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**



## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 12: ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

### Άσκηση 1: Εγκατάσταση DHCP Server

1) Το κάνουμε.

2)

```
root@PC:~ # dhclient em1
DHCPDISCOVER on em1 to 255.255.255.255 port 67 interval 5
Jun  2 16:00:01 PC dhclient[1011]: send_packet: Network is down
DHCPDISCOVER on em1 to 255.255.255.255 port 67 interval 11
DHCPOFFER from 10.0.3.2
DHCPREQUEST on em1 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 10.0.3.2
bound to 10.0.3.15 -- renewal in 43200 seconds.
```

3) Μπορούμε να κάνουμε ping.

4) “pkg update”.

5) Κάνουμε export to new.ova.

---

1) Η εντολή δε λειτουργεί, οπότε εκτελούμε εκ νέου “dhclient em1” στο NS1.

2)

```
root@PC:/usr/local/etc # cat dhcpd.conf

subnet 192.168.2.0 netmask 255.255.255.240 {
    range 192.168.2.5 192.168.2.6;
    option routers 192.168.2.1;
    option broadcast-address 192.168.2.15;
    default-lease-time 60;
    max-lease-time 120;
}
```

3)

```
root@PC:~ # sysrc ifconfig_em0="192.168.2.1"
ifconfig_em0: -> 192.168.2.1
root@PC:~ # sysrc ifconfig_em1="DHCP"
ifconfig_em1: -> DHCP
root@PC:~ # sysrc dhcpd_enable="YES"
dhcpd_enable: -> YES
root@PC:~ # dhcpd_ifaces="em0"
dhcpd_ifaces=em0: Command not found.
root@PC:~ # sysrc dhcpd_ifaces="em0"
dhcpd_ifaces: -> em0
root@PC:~ # sysrc hostname="ns1.ntua.lab"
hostname: PC.ntua.lab -> ns1.ntua.lab
```

4) Εκτελούμε “reboot”.

5)

```
root@ns1:~ # service isc-dhcpd status
dhcpd is running as pid 902.
```

---

1.1)

```
root@ns1:~ # tcpdump -vvvni em0
```

1.2)

```
root@PC:~ # dhclient em0
DHCPDISCOVER on em0 to 255.255.255.255 port 67 interval 4
Jun  2 22:21:24 PC dhclient[7661]: send_packet: Network is down
DHCPDISCOVER on em0 to 255.255.255.255 port 67 interval 11
DHCPOFFER from 192.168.2.1
DHCPREQUEST on em0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 192.168.2.1
bound to 192.168.2.5 -- renewal in 60 seconds.
```

1.3)

- 1) PC1 (0.0.0.0:68) → Broadcast : DHCP Discover
- 2) NS1 → ff:ff:ff:ff:ff:ff : ARP Request (who has 192.168.2.5)

- 3) NS1 → PC1 (MAC layer) : DHCP Offer (192.168.2.5)
- 4) PC1 → Broadcast : DHCP Request (192.168.2.5)
- 5) NS1 → PC1 : DHCP ACK (192.168.2.5)
- 6) PC1 → Broadcast : ARP Request (who has 192.168.2.5)
- 7) NS1 → PC1 : ICMP Echo Request
- 8) PC1 → Broadcast : ARP Request (who has 192.168.2.1)
- 9) NS1 → PC1 : ARP Reply
- 10) PC1 → NS1 : ICMP Echo Reply
- 11) PC1 → NS1 : DHCP Request
- 12) NS1 → PC1 : DHCP ACK
- 13) PC1 → NS1 : ICMP 192.168.2.5 UDP port 68 unreachable
- 14) PC1 → NS1 : DHCP Request
- 15) NS1 → PC1 : DHCP ACK
- 16) PC1 → NS1 : ICMP UDP port 68 unreachable + αντίστοιχο ACK με το παραπάνω

```
22:22:30.724687 08:00:27:6c:f4:de > 08:00:27:dc:3d:dd, ethertype IPv4 (0x0800), length 370: (tos 0x0, ttl 64, id 18784, offset 0, flags [none], proto ICMP, length 356)
192.168.2.5 > 192.168.2.1: ICMP 192.168.2.5 udp port 68 unreachable, length 336
(tos 0x0, ttl 64, id 23828, offset 0, flags [none], proto UDP (17), length 328)
192.168.2.1.67 > 192.168.2.5.68: [udp sum ok] BOOTP/DHCP, Reply, length 100,
xid 0xaf02924d, Flags [none] (0x0000)
  Client-IP 192.168.2.5
  Your-IP 192.168.2.5
  Client-Ethernet-Address 08:00:27:6c:f4:de
  Vendor-rfc1048 Extensions
    Magic Cookie 0x63825363
    DHCP-Message Option 53, length 1: ACK
    Server-ID Option 54, length 4: 192.168.2.1
    Lease-Time Option 51, length 4: 120
    Subnet-Mask Option 1, length 4: 255.255.255.240
    BR Option 28, length 4: 192.168.2.15
    Default-Gateway Option 3, length 4: 192.168.2.1
```

**1.4)** Όπως βλέπουμε από το screenshot στο 1.2, αρχικά το PC1 κάνει broadcast DHCPDISCOVER και λαμβάνει DHCPOFFER από το NS1 (192.168.2.1). Στη συνέχεια το PC1 κάνει Broadcast ένα DHCPREQUEST στο οποίο και αποκρίνεται το NS1 με DHCPACK αποδίδοντάς του την 192.168.2.5.

**1.5)** Του αποδόθηκε η 192.168.2.5, ενώ η διεύθυνση του εξυπηρετητή είναι η 192.168.2.1.

**1.6)** Μετά από 1 λεπτό.

**1.7)** Το UDP.

**1.8)** PC1: Port 68, NS1: Port: 67

**1.9)** DHCPDISCOVER: PC1(0.0.0.0) → Broadcast(255.255.255.255)  
DHCPOFFER: NS1(192.168.2.1) → PC1(192.168.2.5)  
DHCPREQUEST: PC1(0.0.0.0) → Broadcast(255.255.255.255)  
DHCPACK: NS1(192.168.2.1) → PC1(192.168.2.5)

**1.10)** DHCPDISCOVER: 08:00:27:6c:f4:de → ff:ff:ff:ff:ff:ff  
DHCPOFFER: 08:00:27:dc:3d:dd → ff:ff:ff:ff:ff:ff  
DHCPREQUEST: 08:00:27:6c:f4:de → ff:ff:ff:ff:ff:ff  
DHCPACK: 08:00:27:dc:3d:dd → 08:00:27:6c:f4:de,

όπου 08:00:27:6c:f4:de (PC1) και 08:00:27:dc:3d:dd (NS1)

**1.11)** Τα στέλνει μέσω της 0.0.0.0.

**1.12)** Ναι και τα παράγει ο NS1 για να δει εάν έχει κανείς στο τοπικό δίκτυο την IP που πρόκειται να δώσει στο PC1.

**1.13)** Όχι, δε παρατηρήσαμε.

**1.14)** Για να επαληθεύσει πως δεν έχει άλλος την IP του στο ίδιο υποδίκτυο.

**1.15)** Ναι παρατηρήσαμε πως ο NS1 στέλνει ICMP Echo requests στην IP που μόλις έδωσε στο PC1, πιθανόν για να επαληθεύσει πως η ανάθεση ολοκληρώθηκε επιτυχώς.

**1.16)** Για 2 λεπτά (120 seconds).

**1.17)**

```
Server-ID Option 54, length 4: 192.168.2.1  
Requested-IP Option 50, length 4: 192.168.2.5
```

**1.18)** Το δεύτερο μήνυμα έχει επιπλέον το πεδίο “Client IP: 192.168.2.5” και έχει “Client-ID Option 61, length 7: ether: 08:00:27:6c:f4:de” αντί για την αντίστοιχη γραμμή του Server-ID.

**1.19)** Το χρησιμοποιεί ως επιβεβαίωση στο DHCP ACK.

**1.20)** Στο /var/db/dhcpd/dhcpd.leases.

**1.21)** Κάθε λεπτό.

1.22) Βλέπουμε τις παρακάτω πληροφορίες:

```
lease 192.168.2.5 {
  starts 5 2022/06/03 01:15:41;
  ends 5 2022/06/03 01:17:41;
  cltt 5 2022/06/03 01:15:41;
  binding state active;
  next binding state free;
  rewind binding state free;
  hardware ethernet 08:00:27:6c:f4:de;
  uid "\001\010\000'1\364\336";
  client-hostname "PC";
}
```

1.23) Στο /var/db/dhclient.leases.em0.

1.24) Παρέχονται οι εξής πληροφορίες:

```
lease {
  interface "em0";
  fixed-address 192.168.2.5;
  option subnet-mask 255.255.255.240;
  option routers 192.168.2.1;
  option broadcast-address 192.168.2.15;
  option dhcp-lease-time 120;
  option dhcp-message-type 5;
  option dhcp-server-identifier 192.168.2.1;
  renew 5 2022/6/3 01:16:40;
  rebind 5 2022/6/3 01:17:25;
  expire 5 2022/6/3 01:17:40;
}
```

1.25) Πρέπει να περάσουν 45 δευτερόλεπτα (rebind – renew).

1.26) Ζητήθηκαν 10 παράμετροι.

```
Parameter-Request Option 55, length 10:
  Subnet-Mask, BR, Time-Zone, Classless-Static-Route
  Default-Gateway, Domain-Name, Domain-Name-Server, Hostname
Option 119, MTU
```

1.27) Ο σέρβερ προσδιορίζει μόνο τα Subnet-Mask, BR (Broadcast), Default Gateway.

```
Magic Cookie 0x63825363
DHCP-Message Option 53, length 1: Offer
Server-ID Option 54, length 4: 192.168.2.1
Lease-Time Option 51, length 4: 120
Subnet-Mask Option 1, length 4: 255.255.255.240
BR Option 28, length 4: 192.168.2.15
Default-Gateway Option 3, length 4: 192.168.2.1
END Option 255, length 0
PAD Option 0, length 0, occurs 26
```

1.28) Εκτελούμε στο NS1 “tcpdump -ni em0”.

1.29) “service isc-dhcpd stop”.

1.30) “service isc-dhcpd start”.

1.31) Η IPv4 αποδόθηκε μετά από ελάχιστα δευτερόλεπτα.

1.32) Για όσο διάστημα το PC1 έχει ακόμα IP διεύθυνση, στέλνει 3 DHCP request προς τον Server, ανά άτακτα χρονικά διαστήματα (7 sec, 23 sec, 22 sec)

```
01:42:12.056832 IP 192.168.2.5.68 > 192.168.2.1.67: BOOTP/DHCP, Request from
00:27:6c:f4:de, length 300
01:42:12.056918 IP 192.168.2.1 > 192.168.2.5: ICMP 192.168.2.1 udp port 67
chable, length 336
01:42:19.156330 IP 192.168.2.5.68 > 192.168.2.1.67: BOOTP/DHCP, Request from
00:27:6c:f4:de, length 300
01:42:19.156434 IP 192.168.2.1 > 192.168.2.5: ICMP 192.168.2.1 udp port 67
chable, length 336
01:42:42.197742 IP 192.168.2.5.68 > 192.168.2.1.67: BOOTP/DHCP, Request from
00:27:6c:f4:de, length 300
01:42:42.197806 IP 192.168.2.1 > 192.168.2.5: ICMP 192.168.2.1 udp port 67
chable, length 336
01:43:04.217039 IP 192.168.2.5.68 > 255.255.255.255.67: BOOTP/DHCP, Request
08:00:27:6c:f4:de, length 300
01:43:13.351180 IP 0.0.0.0.68 > 255.255.255.255.67: BOOTP/DHCP, Request from
00:27:6c:f4:de, length 300
01:43:21.416529 IP 0.0.0.0.68 > 255.255.255.255.67: BOOTP/DHCP, Request from
00:27:6c:f4:de, length 300
01:43:31.467901 IP 0.0.0.0.68 > 255.255.255.255.67: BOOTP/DHCP, Request from
00:27:6c:f4:de, length 300
01:43:31.468329 IP 192.168.2.1 > 192.168.2.5: ICMP echo request, id 8259, s
length 28
01:43:32.489455 IP 192.168.2.1.67 > 192.168.2.5.68: BOOTP/DHCP, Reply, leng
0
01:43:34.521914 IP 0.0.0.0.68 > 255.255.255.255.67: BOOTP/DHCP, Request from
00:27:6c:f4:de, length 300
01:43:34.525238 IP 192.168.2.1.67 > 192.168.2.5.68: BOOTP/DHCP, Reply, leng
0
01:43:34.539543 ARP, Request who-has 192.168.2.5 tell 192.168.2.5, length 4
```

**1.33)** Ο σέρβερ απαντάει με “ICMP 192.168.2.1 udp port 67 unreachable”, λέγοντας μας με αυτόν τον τρόπο πως δε λειτουργεί η υπηρεσία dhcp σε αυτόν.

**1.34)** Στέλνει στην 255.255.255.255.

**1.35)** Κάνει Broadcast το προηγούμενο μήνυμα, αφού δε κατάφερε εντός του χρόνου επανασύνδεσης να ανανεώσει την IP του, οπότε και τη ζητάει από οποιονδήποτε άλλον server ακούει.

**1.36)** Από όταν το PC1 έχασε την IP του, στέλνει μηνύματα στην (MAC, IP) = (ff:ff:ff:ff:ff:ff, 255.255.255.255). Από το Source IP address, βλέπουμε πως έχει απολεσθεί η IP του, αφού τα στέλνει από την 0.0.0.0.

**1.37)** Για να επιβεβαιώσει πως δε χρησιμοποιεί κανείς άλλος την IP που πρόκειται να δώσει στο PC1.

**1.38)** Τα δεδομένα που υπήρχαν έχουν γίνει Overwrite από νέα δεδομένα.

**1.39)** Διότι ο πελάτης στην αρχή, δεδομένου ότι δεν έχει IP, στέλνει το πακέτο από την IP 0.0.0.0 και από τη θύρα 68. Αν χρησιμοποιούσε οποιαδήποτε θύρα, τότε ο στόχος θα ήταν undefined, ενώ με χρήση well-known θύρας ο εξυπηρετητής καταλαβαίνει ποιο μηχανήμα ζητάει IP.

## **Άσκηση 2: Εγκατάσταση εξυπηρετητή DNS**

1) Εγκαθιστούμε το πακέτο.

2)

```
root@ns1:~ # sysrc local_unbound_enable="YES"
local_unbound_enable: NO -> YES
```

3) Δημιουργούμε κατάλληλα το αρχείο.

4) Δεν υπάρχουν λάθη, οπότε το αντιγράφουμε στο κατάλληλο destination.

```
root@ns1:~ # unbound-checkconf
unbound-checkconf: no errors in /usr/local/etc/unbound/unbound.conf

root@ns1:~ # cp /var/tmp/unbound.conf /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
```



5) Δημιουργούμε το αρχείο:

```
root@ns1:~ # cat /etc/resolv.conf
search ntua.lab
nameserver 192.168.2.1
```

6)

```
root@ns1:~ # cat /usr/local/etc/dhcpd.conf
option domain-name "ntua.lab";
option domain-name-servers 192.168.2.1;

subnet 192.168.2.0 netmask 255.255.255.240 {
    range 192.168.2.5 192.168.2.6;
    option routers 192.168.2.1;
    option broadcast-address 192.168.2.15;
    default-lease-time 60;
    max-lease-time 120;
}
```

7)

```
root@ns1:~ # service isc-dhcpd restart
Stopping dhcpd.
Starting dhcpd.
Internet Systems Consortium DHCP Server 4.4.2-P1
Copyright 2004-2021 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/
Config file: /usr/local/etc/dhcpd.conf
Database file: /var/db/dhcpd/dhcpd.leases
PID file: /var/run/dhcpd/dhcpd.pid
Wrote 1 leases to leases file.
Listening on BPF/em0/08:00:27:dc:3d:dd/192.168.2.0/28
Sending on   BPF/em0/08:00:27:dc:3d:dd/192.168.2.0/28
Sending on   Socket/fallback/fallback-net
```

8) Δημιουργούμε τον κλώνο.

2.1)

::1	localhost	localhost.ntua.lab
127.0.0.1	localhost	localhost.ntua.lab
192.168.2.5	PC1	PC1.ntua.lab
192.168.2.6	PC2	PC2.ntua.lab

2.2) Σε όλα τα ping απαντάει το PC2, επομένως το αν έχουμε μικρά/κεφαλαία είναι αδιάφορο.

2.3) Αντίστοιχα τροποποιούμε κατάλληλα το αρχείο του PC2 και κάνουμε ping.

```
::1          localhost localhost.ntua.lab
127.0.0.1    localhost localhost.ntua.lab
192.168.2.5  PC1      PC1.ntua.lab
192.168.2.6  PC2      PC2.ntua.lab
```

2.4) Αφού διαγράψουμε την εγγραφή για το PC1 λαμβάνουμε την παρακάτω απάντηση:

```
root@PC:~ # ping PC1
ping: cannot resolve PC1: Host name lookup failure
```

2.5) Προσθέτουμε τις παρακάτω εγγραφές:

```
local-data: "PC1.ntua.lab. IN A 192.168.2.5"
local-data: "PC2.ntua.lab. IN A 192.168.2.6"
```

2.6)

```
local-data-ptr: "192.168.2.5 PC1.ntua.lab."
local-data-ptr: "192.168.2.6 PC2.ntua.lab."
```

2.7)

```
root@ns1:~ # unbound-checkconf
unbound-checkconf: no errors in /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
root@ns1:~ # cp /var/tmp/unbound.conf /usr/local/etc/unbound/unbound.conf

root@ns1:~ # service unbound onerestart
unbound not running? (check /usr/local/etc/unbound/unbound.pid).
Obtaining a trust anchor...
Starting unbound.
```

2.8) Εκτελούμε “tcpdump -vvvni em0”.

2.9)

```
root@PC:~ # ifconfig em0 delete
root@PC:~ # dhclient em0
DHCPDISCOVER on em0 to 255.255.255.255 port 67 interval 7
DHCPOFFER from 192.168.2.1
DHCPREQUEST on em0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 192.168.2.1
bound to 192.168.2.5 -- renewal in 60 seconds.
```

2.10) Έλαβε την 192.168.2.5.

2.11) Από τις ζητούμενες από το PC1 παραμέτρους, βλέπουμε πως ο NS1 αποδίδει επιπλέον αυτή τη φορά τις “Domain-Name” και “Domain-Name-Server” με τιμές “ntua.lab” και “192.168.2.1” αντίστοιχα.

```
Parameter-Request Option 55, length 10:
  Subnet-Mask, BR, Time-Zone, Classless-Static-Route
  Default-Gateway, Domain-Name, Domain-Name-Server, Hostname
Option 119, MTU
```

```
Magic Cookie 0x63825363
DHCP-Message Option 53, length 1: Offer
Server-ID Option 54, length 4: 192.168.2.1
Lease-Time Option 51, length 4: 120
Subnet-Mask Option 1, length 4: 255.255.255.240
BR Option 28, length 4: 192.168.2.15
Default-Gateway Option 3, length 4: 192.168.2.1
Domain-Name Option 15, length 8: "ntua.lab"
Domain-Name-Server Option 6, length 4: 192.168.2.1
END Option 255, length 0
PAD Option 0, length 0, occurs 10
```

2.12) Ναι έχει δημιουργηθεί:

```
root@PC:~ # cat /etc/resolv.conf
# Generated by resolvconf
search ntua.lab
nameserver 192.168.2.1
```

2.13) Είναι PC1.ntua.lab, όπως βλέπουμε παρακάτω.

```
root@PC:~ # host 192.168.2.5
5.2.168.192.in-addr.arpa domain name pointer PC1.ntua.lab.
```

2.14) Βλέπουμε στο PC1 πως αντιστοιχεί στην 192.168.2.1.

```
root@PC:~ # host NS1
NS1.ntua.lab has address 192.168.2.1
```

2.15) Ναι.

2.16) Έλαβε την 192.168.2.6.

```
root@PC:~ # ifconfig em0 delete
root@PC:~ # dhclient em0
DHCPDISCOVER on em0 to 255.255.255.255 port 67 interval 3
DHCPOFFER from 192.168.2.1
DHCPREQUEST on em0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 192.168.2.1
bound to 192.168.2.6 -- renewal in 60 seconds.
```

2.17) Ναι μπορούμε να κάνουμε “ping PC1”.

2.18) Το έλαβε από το DNS, καθώς από το /etc/hosts έχουμε διαγράψει τη σχετική εγγραφή.

2.19) Αφού τροποποιήσουμε κατάλληλα την εγγραφή για το PC2, μπορούμε να κάνουμε μεν “ping pc2”, αλλά δεδομένου ότι στέλνεται στην 192.168.2.7, λαμβάνουμε το εξής μήνυμα σφάλματος:

```
root@PC:~ # ping pc2
PING PC2 (192.168.2.7): 56 data bytes
ping: sendto: Host is down
ping: sendto: Host is down
ping: sendto: Host is down
```

2.21) Δεδομένου ότι το παραπάνω ping απέτυχε, πρέπει να έγινε πρώτα αναζήτηση στο /etc/hosts και στη συνέχεια στο DNS, καθώς διαφορετικά θα πετύχαινε το παραπάνω ping.

2.22) Εκτελούμε στο PC1 “cat /etc/nsswitch.conf”, οπότε και βλέπουμε την παρακάτω γραμμή, η οποία δηλώνει πως πρώτα γίνεται αναζήτηση στο /etc/hosts και μετά στον DNS server, επιβεβαιώνοντας το παραπάνω.

```
hosts: files dns
```

2.23) Έχει την 192.168.2.6.

```
root@PC:~ # host PC2
PC2.ntua.lab has address 192.168.2.6
```

2.24) Η εντολή “host PC2” κάνει DNS query στον DNS server που έχουμε ορίσει, ενώ το Ping αντλεί τα δεδομένα από το /etc/hosts.

2.25) Το ίδιο περιεχόμενο που είχε πριν διαγραφεί.

```
root@PC:~ # cat /etc/resolv.conf
# Generated by resolvconf
search ntua.lab
nameserver 192.168.2.1

root@PC:~ # rm /etc/resolv.conf
root@PC:~ # resolvconf -u
root@PC:~ # cat /etc/resolv.conf
# Generated by resolvconf
search ntua.lab
nameserver 192.168.2.1
```

2.26)

```
root@ns1:~ # tcpdump -u -vni em0 'not ( udp port 67 or udp port 68 )'
```

2.27) Βλέπουμε πως έχει την 192.168.2.1.

```
root@PC:~ # host ntua.lab
ntua.lab has address 192.168.2.1
ntua.lab mail is handled by 10 192.168.2.1.
```

2.28) Ναι, μέρος της οποίας φαίνεται παρακάτω:

```
21:03:09.786656 IP (tos 0x0, ttl 64, id 31498, offset 0, flags [none], protocol 17), length 54)
    192.168.2.5.40892 > 192.168.2.1.53: [udp sum ok] 17157+ A? ntua.lab. (2)
21:03:09.787032 IP (tos 0x0, ttl 64, id 40509, offset 0, flags [none], protocol 17), length 70)
    192.168.2.1.53 > 192.168.2.5.40892: [bad udp cksum 0x859a -> 0xd8a2!] 1
q: A? ntua.lab. 1/0/0 ntua.lab. [1h] A 192.168.2.1 (42)
21:03:09.788739 IP (tos 0x0, ttl 64, id 31499, offset 0, flags [none], protocol 17), length 54)
    192.168.2.5.31219 > 192.168.2.1.53: [udp sum ok] 26755+ AAAA? ntua.lab.
21:03:09.788974 IP (tos 0x0, ttl 64, id 40510, offset 0, flags [none], protocol 17), length 100)
    192.168.2.1.53 > 192.168.2.5.31219: [bad udp cksum 0x85b8 -> 0xdacc!] 2
q: AAAA? ntua.lab. 0/1/0 ns: ntua.lab. [6m] SOA ns1.ntua.lab. admin.ntua.l
0220501 3600 1200 604800 10800 (72)
21:03:09.790483 IP (tos 0x0, ttl 64, id 31500, offset 0, flags [none], protocol 17), length 54)
    192.168.2.5.14387 > 192.168.2.1.53: [udp sum ok] 11878+ MX? ntua.lab. (
```

2.29) Το UDP.

2.30) Χρησιμοποιήθηκε η θύρα 53 από τον DNS server και μία δυναμική κάθε φορά από τον πελάτη.

2.31) Η θύρα 53.

2.32)

```
root@ns1:~ # tcpdump -vvvni em0 port 53
tcpdump: listening on em0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144
s
```

2.33) Εκτελούμε στο PC1 “host ns1” και παίρνουμε ως απάντηση το 192.168.2.1.

2.34) 6 μηνύματα.

2.35) Το πρώτο αίτημα είναι Α? για το “ns1.ntua.lab.”, ενώ το 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> αντίστοιχα είναι AAAA? και MX? αντίστοιχα για το ίδιο όνομα.

2.36) Σε όλες λήφθηκαν απαντήσεις. Ωστόσο, μόνο στο Α? έχουμε ως απάντηση αυτό που όντως ψάχναμε (screenshot 1), ενώ τα επόμενα 2 ερωτήματα λαμβάνουν αυτό που βλέπουμε στα screenshot 2 και 3 ως απάντηση.

```
A? ns1.ntua.lab. 1/0/0 ns1.ntua.lab. [1h] A 192.168.2.1 (46)
q: AAAA? ns1.ntua.lab. 0/1/0 ns: ntua.lab. [6m] SOA ns1.ntua.lab. admin.ntua.lab. 20220501 3600 1200 604800 10800 (72)
q: MX? ns1.ntua.lab. 0/1/0 ns: ntua.lab. [6m] SOA ns1.ntua.lab. admin.ntua.lab. 20220501 3600 1200 604800 10800 (72)
```

2.37) Εκτελούμε στο PC1 “drill ns1” και “drill ns1.ntua.lab”.

2.38) Με την πρώτη εντολή έγινε ερώτηση για το “ns1.”, ενώ με τη δεύτερη για το “ns1.ntua.lab.”. Οι ερωτήσεις ήταν αμφότερες τύπου Α?, ενώ οι αντίστοιχες απαντήσεις φαίνονται παρακάτω:

```
NXDomain q: A? ns1. 0/1/0 ns: . [1h] SOA a.root-servers.net. nstld.verisign.com. 2022060302 1800 900 604800 86400 (96)
q: A? ns1.ntua.lab. 1/0/0 ns1.ntua.lab. [1h] A 192.168.2.1 (46)
```

2.39) Η χρήση του επιθέματος είναι απαραίτητη αν θέλουμε να κάνουμε το σωστό query.

2.40) Δε φαίνεται να παράγονται DNS queries.

2.41) Εκτελούμε το ping.

2.42) Ανταλλάχθηκαν συνολικά 2 μηνύματα, ένα query και ένα response, τα οποία αφορούσαν Α? ερωτήματα προς τον DNS server για το “ns1.ntua.lab.”.

2.43) Εκτελούμε στο PC1 “ping -c 1 ns1” 3 φορές. Παράχθηκαν 3 Α? ερωτήματα για το “ns1.ntua.lab.” και οι αντίστοιχες απαντήσεις.

2.44) Δεν αποθηκεύονται οι απαντήσεις του DNS server στο PC1.

### Άσκηση 3: Εγκατάσταση εξυπηρετητή HTTP

1) Η em1 είναι σε NAT.

2) “dhclient em1”.

```
root@PC:~ # dhclient em1
DHCPDISCOVER on em1 to 255.255.255.255 port 67 interval 5
Jun  3 22:37:19 PC dhclient[10041]: send_packet: Network is down
DHCPDISCOVER on em1 to 255.255.255.255 port 67 interval 7
DHCPOFFER from 10.0.3.2
DHCPREQUEST on em1 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 10.0.3.2
bound to 10.0.3.15 -- renewal in 43200 seconds.
```

3) Μπορούμε να κάνουμε ping κατευθείαν.

4) Εγκαθιστούμε το πακέτο.

5) Εισάγουμε το SRV1 και εκτελούμε “ifconfig em0 192.168.2.3/28”.

3.1)

```
root@SRV:~ # sysrc hostname="SRV"
hostname: PC.ntua.lab -> SRV
root@SRV:~ # sysrc lighttpd_enable="YES"
lighttpd_enable:  -> YES
```

3.2) Εκτελούμε “mkdir /usr/local/www/data”.

3.3)

```
root@SRV:/usr/local/www/data # cat index.html
Hello World!
```

3.4) Κάνουμε επανεκκίνηση.

3.5)

```
root@SRV:~ # service lighttpd status
lighttpd is running as pid 968.
```

3.6) Με “netstat -a” βλέπουμε πως τρέχουν 2 υπηρεσίες http, μία για tcp4 και μία για tcp6.

```
root@SRV:~ # netstat -a
Active Internet connections (including servers)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         (state)
tcp4    0      0 *.ssh                   *.*                     LISTEN
tcp6    0      0 *.ssh                   *.*                     LISTEN
tcp4    0      0 localhost.smtp          *.*                     LISTEN
tcp6    0      0 *.http                  *.*                     LISTEN
tcp4    0      0 *.http                  *.*                     LISTEN
udp4    0      0 *.syslog                *.*                     *
udp6    0      0 *.syslog                *.*                     *
```

3.7) “ifconfig em0 192.168.2.3/28”.

3.8)

```
local-data: "SRV.ntua.lab. IN A 192.168.2.3"
```

3.9)

```
local-data-ptr: "192.168.2.3 SRV.ntua.lab."
```

3.10)

```
root@ns1:~ # unbound-checkconf
unbound-checkconf: no errors in /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
root@ns1:~ # cp /var/tmp/unbound.conf /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
root@ns1:~ # service unbound onerestart
Stopping unbound.
Waiting for PIDS: 1110.
Obtaining a trust anchor...
Starting unbound.
```



3.11) Εκτελούμε στο SRV “tcpdump -vvvni em0”.

3.12)

```
root@PC1:~ # fetch -o my_index http://srv.ntua.lab
my_index                                     13   B   98 kBps
root@PC1:~ # cat my_index
Hello World!
```

3.13) Χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο μεταφοράς TCP, και ο http server ακούει στη θύρα 80.

3.14) Στο /root/my\_index.

#### Άσκηση 4: Εγκατάσταση ιδιωτικού δρομολογητή και Firewall

4.1) Εκτελούμε “sysrc gateway\_enable=”YES” ”

4.2) Ενεργοποιούμε το firewall, ωστόσο δεν έχουμε φορτώσει το ipfw module.

```
root@ns1:~ # sysrc firewall_enable="YES"
firewall_enable: NO -> YES
```

4.3)

```
sysrc firewall_type="OPEN"
firewall_type: UNKNOWN -> OPEN
```

4.4)

```
root@ns1:~ # sysrc firewall_nat_enable="YES"
firewall_nat_enable: NO -> YES
```

4.5)

```
root@ns1:~ # sysrc ifconfig_em2="192.168.2.17/28"
ifconfig_em2: _ -> 192.168.2.17/28
```

4.6) Επιβεβαιώνουμε τις τιμές.

```

root@ns1:~ # cat /etc/rc.conf
hostname="ns1.ntua.lab"
sshd_enable="YES"
syslogd_flags="-scc"
#ifconfig_DEFAULT="DHCP inet6 accept_rtadv"
#growfs_enable="YES"
ifconfig_em0="192.168.2.1"
ifconfig_em1="DHCP"
dhcpcd_enable="YES"
dhcpcd_ifaces="em0"
local_unbound_enable="YES"
gateway_enable="YES"
firewall_enable="YES"
firewall_type="OPEN"
firewall_nat_enable="YES"
ifconfig_em2="192.168.2.17/28"

```

4.7) Κάνουμε reboot το NS1 και βλέπουμε πως υπάρχει κανονικά η προκαθορισμένη πύλη:

```

root@ns1:~ # netstat -rn
Routing tables

Internet:
Destination            Gateway                Flags                Netif  Expire
default                 10.0.3.2              UGS                  em1
10.0.3.0/24             link#2                U                    em1
10.0.3.15               link#2                UHS                  lo0
127.0.0.1               link#4                UH                   lo0
192.168.2.0/24          link#1                U                    em0
192.168.2.1             link#1                UHS                  lo0
192.168.2.16/28         link#3                U                    em2
192.168.2.17            link#3                UHS                  lo0

```

4.8)

```

root@ns1:~ # cat /etc/resolv.conf
# Generated by resolvconf
# nameserver 62.217.126.164
# nameserver 194.177.210.210

search ntua.lab
nameserver 192.168.2.1

```

4.9) Εκτελούμε “sysrc ifconfig\_em0=”DHCP” ” και “service netif restart”.

4.10)

```
root@PC2:~ # sysrc ifconfig_em0="192.168.2.4/28"
ifconfig_em0: -> 192.168.2.4/28
root@PC2:~ # sysrc defaultrouter="192.168.2.1"
defaultrouter: NO -> 192.168.2.1
```

4.11) Εκτελούμε στο PC2 “service netif restart” και “service routing restart”.

4.12) Εκτελούμε “sysrc ifconfig\_em0=”192.168.2.18/28”, “sysrc defaultrouter=”192.168.2.17”, “service netif restart” και “service routing restart”.

4.13) Τροποποιούμε κατάλληλα το αρχείο.

```
local-data: "ns1.ntua.lab. IN A 192.168.2.1"
local-data: "PC1.ntua.lab. IN A 192.168.2.5"
local-data: "PC2.ntua.lab. IN A 192.168.2.4"
local-data: "SRV.ntua.lab. IN A 192.168.2.18"
local-data: "www.ntua.lab. IN CNAME ntua.lab"
local-zone: "2.168.192.in-addr.arpa." static
local-data-ptr: "192.168.2.1 ns1.ntua.lab."
local-data-ptr: "192.168.2.5 PC1.ntua.lab."
local-data-ptr: "192.168.2.4 PC2.ntua.lab."
local-data-ptr: "192.168.2.18 SRV.ntua.lab."
```

```
root@ns1:~ # unbound-checkconf
unbound-checkconf: no errors in /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
```

```
root@ns1:~ # cp /var/tmp/unbound.conf /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
root@ns1:~ # service unbound restart
Cannot 'restart' unbound. Set unbound_enable to YES in /etc/rc.conf or use
restart' instead of 'restart'.
root@ns1:~ # service unbound onerestart
```

4.14) Ναι.

4.15)

```
root@ns1:~ # ipfw add 2000 deny all from any to 192.168.2.0/28 recv em2
02000 deny ip from any to 192.168.2.0/28 recv em2
```

4.16) Όχι.

4.17) Εκτελούμε “ipfw add 1900 allow all from 192.168.2.0/28 to 192.168.2.18/28 recv em0 keep-state”.

4.18) Ναι, τώρα μπορούμε ενώ πριν τον κανόνα όχι.

4.19) Ναι, καθώς πάνεται από τον 1<sup>ο</sup> κανόνα που επιτρέπει οποιαδήποτε κίνηση από την loopback.

```
root@ns1:~ # ipfw list
00100 allow ip from any to any via lo0
00200 deny ip from any to 127.0.0.0/8
00300 deny ip from 127.0.0.0/8 to any
00400 deny ip from any to ::1
00500 deny ip from ::1 to any
00600 allow ipv6-icmp from :: to ff02::/16
00700 allow ipv6-icmp from fe80::/10 to fe80::/10
00800 allow ipv6-icmp from fe80::/10 to ff02::/16
00900 allow ipv6-icmp from any to any icmp6types 1
01000 allow ipv6-icmp from any to any icmp6types 2,135,136
01900 allow ip from 192.168.2.0/28 to 192.168.2.16/28 recv em0 keep-state :
lt
02000 deny ip from any to 192.168.2.0/28 recv em2
65000 allow ip from any to any
65535 deny ip from any to any
```

4.20) Όχι.

4.21)

```
root@ns1:~ # ipfw nat 111 config unreg_only reset if em1
ipfw nat 111 config if em1 unreg_only reset
```

4.22)

```
root@ns1:~ # ipfw add 2000 nat 111 ipv4 from any to any via em1
02000 nat 111 ip4 from any to any via em1
```

4.23) Ναι.

4.24) Η 147.102.1.1 αντιστοιχεί στην theseas.softlab.ece.ntua.gr

```
root@PC1:~ # host 147.102.1.1
1.1.102.147.in-addr.arpa domain name pointer theseas.softlab.ece.ntua.gr.
```

4.25) “tcpdump -ni em1”.

4.26) Με την “10.0.3.15”.

```
root@ns1:~ # tcpdump -ni em1
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
13:07:54.355600 IP 10.0.3.15.57898 > 9.9.9.9.53: 15985+ [1au] A? www.ntua.g
0)
13:07:54.364104 IP 9.9.9.9.53 > 10.0.3.15.57898: 15985 1/0/1 A 147.102.224.
56)
13:07:54.367644 IP 10.0.3.15 > 147.102.224.101: ICMP echo request, id 39402
0, length 64
13:07:54.373818 IP 147.102.224.101 > 10.0.3.15: ICMP echo reply, id 39402,
, length 64
```

4.27) Η “147.102.224.101”.

4.28) Προς τον “9.9.9.9”.

4.29) Εκτελούμε “tcpdump -ni em1 port 53”.

4.30) Παρατηρούμε τα εξής:

- [www.google.com](http://www.google.com) → 8.8.8.8

```
13:24:27.345673 IP 10.0.3.15.52191 > 8.8.8.8.53: 46515+ [1au] A? www.google
(43)
13:24:27.380330 IP 8.8.8.8.53 > 10.0.3.15.52191: 46515 1/0/1 A 216.58.209.3
)
```

- [www.cnn.com](http://www.cnn.com) → 9.9.9.9, αλλά κάνει και στο 8.8.8.8 για το turner-tls.map.fastly.net

```
13:25:19.393413 IP 10.0.3.15.54689 > 9.9.9.9.53: 8035+ [1au] A? www.cnn.com
)
13:25:19.432195 IP 9.9.9.9.53 > 10.0.3.15.54689: 8035 2/0/1 CNAME turner-tl
.fastly.net., A 151.101.241.67 (95)
13:25:19.432571 IP 10.0.3.15.65468 > 8.8.8.8.53: 61977+ [1au] A? turner-tls
.fastly.net. (54)
13:25:19.468048 IP 8.8.8.8.53 > 10.0.3.15.65468: 61977 4/0/1 A 151.101.1.67
51.101.65.67, A 151.101.129.67, A 151.101.193.67 (118)
```

- [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com) → 8.8.8.8, αλλά κάνει και στο 1.1.1.1 για το new-fp-shed.wg1.yahoo.com

```
13:26:53.260277 IP 10.0.3.15.55225 > 8.8.8.8.53: 42184+ [1au] A? www.yahoo.
(42)
13:26:53.327006 IP 8.8.8.8.53 > 10.0.3.15.55225: 42184 3/0/1 CNAME new-fp-s
g1.b.yahoo.com., A 87.248.100.215, A 87.248.100.216 (106)
13:26:53.327425 IP 10.0.3.15.35804 > 1.1.1.1.53: 11796+ [1au] A? new-fp-she
.b.yahoo.com. (56)
13:26:53.335116 IP 1.1.1.1.53 > 10.0.3.15.35804: 11796 2/0/1 A 87.248.100.2
87.248.100.216 (88)
```

- [www.mit.edu](http://www.mit.edu) → 8.8.8.8, αλλά στη συνέχεια και στο 1.1.1.1 για το e9566.dscb.akamaiedge.net

```
13:29:04.205326 IP 10.0.3.15.58561 > 8.8.8.8.53: 51127+ [1au] A? www.mit.ed
ekey.net. (52)
13:29:04.242294 IP 8.8.8.8.53 > 10.0.3.15.58561: 51127 2/0/1 CNAME e9566.ds
amaiedge.net., A 104.103.85.139 (104)
13:29:04.242679 IP 10.0.3.15.37288 > 1.1.1.1.53: 226+ [1au] A? e9566.dscb.a
edge.net. (54)
13:29:04.286135 IP 1.1.1.1.53 > 10.0.3.15.37288: 226 1/0/1 A 95.101.209.207
```

Παρατηρούμε ότι αρχικά γίνονται DNS queries στο 8.8.8.8, ο οποίος και απαντάει στο NS1 με το Canonical Name, για το οποίο στη συνέχεια ρωτάμε τον 1.1.1.1, δίνοντας αυτή την απάντηση στο PC1. Χρησιμοποιούνται επομένως, οι DNS servers που ορίσαμε στην αρχή στο αρχείο unbound.conf, χωρίς κάποια σειρά.

4.31) Εκτελούμε στο NS1 “tcpdump -ni em0 port 53”.

4.32) Είναι “courses.cn.ece.ntua.gr”.

4.33) Το PC1 έκανε A? Query, δηλαδή ζήτησε την IP για το courses.cn.ntua.gr, ενώ ο NS1 του απάντησε πέραν της ζητούμενης IP με το canonical name του courses.cn.ntua.gr. Ο NS1 από την άλλη, έκανε A? Query στον DNS server, από όπου και έλαβε το CNAME του courses.cn.ntua.gr, οπότε και στη συνέχεια έκανε 2<sup>ο</sup> A? Query σε άλλον DNS server.

4.34) Εκτελούμε “tcpdump -vnni em1 port 53”.

4.35) Παρατηρούμε 2 ερωτήματα DNS, ενώ η χρονική διάρκεια ισχύος είναι 1200 sec, το οποίο φαίνεται από την εντολή “drill [www.cn.ece.ntua.gr](http://www.cn.ece.ntua.gr)”, καθώς την πρώτη φορά η τιμή ήταν 1200, ενώ λίγα δευτερόλεπτα μετά 1181.

```
13:45:21.558375 IP (tos 0x0, ttl 64, id 53849, offset 0, flags [none], protocol (17), length 71)
  10.0.3.15.54191 > 9.9.9.9.53: [bad udp cksum 0x1f65 -> 0xb490!] 51805+
  A? cn.ece.ntua.gr. ar: . OPT UDPsize=1232 DO (43)
13:45:21.565703 IP (tos 0x0, ttl 64, id 659, offset 0, flags [none], protocol (17), length 87)
  9.9.9.9.53 > 10.0.3.15.54191: [udp sum ok] 51805 q: A? cn.ece.ntua.gr.
  cn.ece.ntua.gr. [20m] A 147.102.40.1 ar: . OPT UDPsize=1232 DO (59)
```

4.36) Προφανώς δε παράγεται τίποτα από το PC2, ωστόσο παράγονται DNS A? Queries από τον PC1 στο NS1. Όσον αφορά τη χρονική διάρκεια των απαντήσεων βλέπουμε πως βαίνει μειούμενη.

4.37) Συμπεραίνουμε πως αποθηκεύονται στον NS1 για 20 λεπτά.

4.38) Ναι μπορούμε.

4.39) Όχι, καθώς αποτυγχάνει η dns αναζήτηση για το όνομα [www.ntua.gr](http://www.ntua.gr).

```
root@SRV:~ # ping www.ntua.gr
ping: cannot resolve www.ntua.gr: Host name lookup failure
```

4.40)

```
root@SRV:~ # cat /etc/resolv.conf
nameserver 192.168.2.17
```

4.41) Ναι.

4.42) Με την εντολή `host` βλέπουμε μόνο το `alias`, ενώ και το `Ping` αποτυγχάνει.

```
root@PC1:~ # host www.ntua.lab
www.ntua.lab is an alias for ntua.lab.
root@PC1:~ # ping -c 1 www.ntua.lab
ping: cannot resolve www.ntua.lab: Unknown server error
```

4.43) Πραγματοποιούμε την αλλαγή:

```
local-data: "SRV.ntua.lab. IN A 192.168.2.18"
local-data: "www.ntua.lab IN A 192.168.2.18"
local-data: "www.ntua.lab. IN CNAME ntua.lab"
```

```
root@ns1:~ # unbound-checkconf
unbound-checkconf: no errors in /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
root@ns1:~ # cp /var/tmp/unbound.conf /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
root@ns1:~ # service unbound restart
Cannot 'restart' unbound. Set unbound_enable to YES in /etc/rc.conf or use
'restart' instead of 'restart'.
root@ns1:~ # service unbound onerestart
Stopping unbound.
Waiting for PIDS: 1103.
Obtaining a trust anchor...
Starting unbound.
```

4.44) Απαντάει ο SRV.

## Άσκηση 5: Εγκατάσταση δημόσιου δρομολογητή και DNS

5.1)

```
root@ns1:~ # sysrc hostname="ns2.ntua.lab"
hostname: ns1.ntua.lab -> ns2.ntua.lab
```

5.2)

```
root@ns1:~ # sysrc ifconfig_em0="192.0.2.1/29"
ifconfig_em0: 192.168.2.1 -> 192.0.2.1/29
root@ns1:~ # sysrc ifconfig_em2="192.0.2.9/29"
ifconfig_em2: -> 192.0.2.9/29
```

5.3)

```
root@ns1:~ # sysrc ifconfig_em1="DHCP"
ifconfig_em1: DHCP -> DHCP
```

5.4)

```
root@ns1:~ # sysrc gateway_enable="YES"
gateway_enable: NO -> YES
```

5.5)

```
root@ns1:~ # sysrc firewall_enable="YES"
firewall_enable: NO -> YES
```

5.6)

```
root@ns1:~ # sysrc firewall_type="OPEN"
firewall_type: UNKNOWN -> OPEN
```

5.7)

```
root@ns1:~ # sysrc firewall_nat_enable="YES"
firewall_nat_enable: NO -> YES
```

5.8) Διαγράφουμε τα παρακάτω:

```
dhcpd_enable="YES"
dhcpd_ifaces="em0"
```

```
root@ns1:~ # cat /etc/rc.conf
hostname="ns2.ntua.lab"
sshd_enable="YES"
syslogd_flags="-scc"
#ifconfig_DEFAULT="DHCP inet6 accept_rtadv"
#growfs_enable="YES"
ifconfig_em0="192.0.2.1/29"
ifconfig_em1="DHCP"
local_unbound_enable="YES"
ifconfig_em2="192.0.2.9/29"
gateway_enable="YES"
firewall_enable="YES"
firewall_type="OPEN"
firewall_nat_enable="YES"
```



5.9) Βλέπουμε παραπάνω την εντολή “local\_unbound\_enable=“YES” ”.

5.10) Κάνουμε τις αλλαγές και το αντιγράφουμε.

```
access-control: 192.0.2.0/24 allow
#private-domain: "ntua.lab"
local-zone: "ntua.lab." redirect
#local-data: "ntua.lab. 360 IN SOA ns1.ntua.lab. admin.ntua.lab. 20220501 3
200 604800 10800"
#local-data: "ntua.lab. 360 IN NS ns1.ntua.lab."
#local-data: "ntua.lab. IN MX 10 192.168.2.1"
local-data: "ntua.lab. IN A 192.0.2.10"
#local-data: "ns1.ntua.lab. IN A 192.168.2.1"
#local-data: "www.ntua.lab. IN CNAME ntua.lab"
#local-zone: "2.168.192.in-addr.arpa." static
#local-data-ptr: "192.168.2.1 ns1.ntua.lab."
forward-zone:
```

```
root@ns1:~ # unbound-checkconf
unbound-checkconf: no errors in /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
root@ns1:~ # cp /var/tmp/unbound.conf /usr/local/etc/unbound/unbound.conf
```

5.11) Υπάρχει ως προκαθορισμένη διαδρομή η 10.0.3.2.

5.12)

```
root@ns2:~ # ipfw nat 222 config reset same_ports if em1
ipfw nat 222 config if em1 same_ports reset
```

5.13)

```
root@ns2:~ # ipfw add 1100 nat 222 ip v4 from any to any via em1
01100 nat 222 ip4 from any to any via em1
```

5.14)

```
root@PC2:~ # sysrc ifconfig_em0="192.0.2.2/29"
ifconfig_em0: 192.168.2.4/28 -> 192.0.2.2/29
root@PC2:~ # sysrc defaultrouter="192.0.2.1"
defaultrouter: 192.168.2.1 -> 192.0.2.1
```

5.15) Εκτελούμε τις οδηγίες.

5.16) Αρχικά το ping δε μπορούσε να γίνει λόγω name lookup failure. Στη συνέχεια, βλέπουμε πως στο NS2 δε τρέχει το unbound, οπότε το επανεκκινούμε (“service unbound onerestart”), οπότε αυτή τη φορά εκτελείται κανονικά το ping.

5.17)

```
root@ns1:~ # sysrc ifconfig_em1="192.0.2.10/29"
ifconfig_em1: DHCP -> 192.0.2.10/29
root@ns1:~ # defaultrouter="192.0.2.9"
defaultrouter=192.0.2.9: Command not found.
root@ns1:~ # sysrc defaultrouter="192.0.2.9"
defaultrouter: NO -> 192.0.2.9
```

5.18) Κάνουμε τα ζητούμενα.

5.19) Μπορούμε από αμφότερα, και βλέπουμε να αυξάνεται ο μετρητής του κανόνα που αφορά τον πίνακα 111, άρα παραμένει σε λειτουργία όταν χρησιμοποιούμε και τα 2 pings.

5.20) Στο PC1 επιστρέφεται η 192.168.2.18, ενώ στο PC2 η 192.0.2.10.

5.21)

```
root@PC2:~ # fetch -o my_file http://www.ntua.lab
fetch: http://www.ntua.lab: Connection refused
```

5.22)

```
root@ns1:~ # ipfw nat 111 config unreg_only reset if em1 redirect_port tcp 192.168.2.18:80 80
```

5.23) Ναι, πλέον μπορούμε.

5.24) Ναι μπορούμε και απαντάει το 192.0.2.10, δηλαδή το NS1.

5.25) Απαντά το SRV.

5.26) Στο NS1, αφού είδαμε πως για τον PC2 το [www.ntua.lab](http://www.ntua.lab) είναι στην 192.0.2.10, δηλαδή στο NS1.

5.27)

```
root@ns1:~ # ipfw nat 111 config unreg_only reset if em1 redirect_port tcp 192.168.2.18:80 80 redirect_port tcp 192.168.2.18:22 22
ipfw nat 111 config if em1 unreg_only reset redirect_port tcp 192.168.2.18:22 22 redirect_port tcp 192.168.2.18:80 80
```

5.28) Μπορούμε και το επιβεβαιώνουμε από το prompt:

```
root@PC2:~ # ssh lab@www.ntua.lab
Password for lab@SRV:
```