

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

## 11<sup>η</sup> ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΠΑΠΑΔΕΑΣ

A.M el18039

## ΑΣΚΗΣΗ 1

```
1.1 sysrc ifconfig_em0_ipv6="inet6 accept_rtadv"
```

## 1.2 service netif restart

1.3 PC1 IPv6: fe80::a00:27ff:fe8d:45c7%em0

1.4 PC2 IPv6: fe80::a00:27ff:fe85:b3f5%em0

1.5 Είναι unicast και παράγονται από την MAC προσθέτοντας fffe στο ενδιαμέσότητάς και αντιστρέφοντας το 7<sup>ο</sup> bit από το πρώτο byte

## 1.6 netstat -r6n

```
PCtap6 [Running] - Oracle VM VirtualBox
```

File Machine View Input Devices Help

default routing table is displayed.

- f Display the routing table for a particular address family.
- M Use an alternative core See GENERAL OPTIONS.
- N Use an alternative kernel image See GENERAL OPTIONS.

```
root@R0:~# netstat -rnm  
Routing Tables
```

Interfaces:		Gateway	Fibres	Metric
Unicast Routing				
iproute				
	%			
ffff:f::0:0:0:0%	::1	DGKS	Iod	
ffff::c:b	:1:1	UN	Iod	
ffff::c:b%v	:	DGKS	Iod	
f000::c:b%v	:	U	cmt	
f000::c:b%v7/fcd45c7zamb	:1:a:k:l	DND	Iod	
f000::c:b%k4	:1:a:k:l	U		
f002::c:b	:1:a:k:l	Iod	Iod	
	:	DGKS	Iod	

```
root@R0:~#
```

Υπάρχουν 9 εγγραφές

### 1.7 Μία μόνο εγγραφή αφορά τη διεπαφή em0

## 1.8 2 εγγραφές σχετικές με το fe80::/64

## 1.9 Απαντά η loopback διεύθυνση του PC

1.10 ping6 fe80::a00:27ff:fece:45c7%em0

Χρειάζεται το %em0 στο τέλος για να δουλέψει

1.11 ping6 fe80::a00:27ff:fe85:b3f5%em0 (πάλι προσθέτω %em0 στο τέλος)

### 1.12 Το ίδιο το PC

### 1.13 Πάλι απαντάει το ίδιο το PC καθώς κάνουμε ping στην link-local

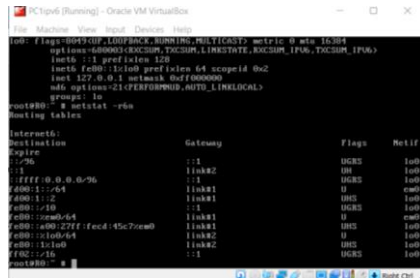
```
1.14 ifconfig em0 inet6 add fd00:1::2/64
```

```
1.15 ifconfig em0 inet6 add fd00:1::3/64
```

1.16 Πρόκειται για ψευδοτυχαίες μοναδικές τοπικές διευθύνσεις (ULA - unique local addresses). Οι ανάλογες με αυτές σε IPv4 είναι οι 192.168.1.2 και 192.168.1.3

1.17 Υπάρχουν δύο διευθύνσεις πλέον στην ίδια διεπαφή

1.18 Προστέθηκαν δύο νέες εγγραφές



1.19 Στο αρχείο /etc/hosts προσθέτω τις κατάλληλες αντιστοιχίες fd00:1::3 PC2 και αντίστοιχα στο PC2 το fd00:1::2 PC1

1.20 Μπορώ

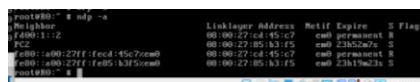
1.21 arp -a

0 εγγραφές

1.22 man ndp

1.23 ndp -a

1.24 3 εγγραφές



1.25 Οι εγγραφές έχουν διάρκεια ζωής περίπου 24 ώρες. Τα προθέματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το SLAAC είναι fe80::/64

1.26 tcpdump -vvvv

1.27 ndp -c

1.28 6 πακέτα IPv6

1.29 protocol: ICMPv6

next-header ICMPv6

1.30 PC1->PC2 NS

PC2->PC1 NA

PC1->PC2 echo request

PC2->PC1 echo reply

PC2->PC1 NS

PC1->PC2 NA

1.31 Η διεύθυνση προορισμού είναι η διεύθυνση πολλαπλής διανομής solicited-node που αντιστοιχεί στον προορισμό (ff02::1:ff00:3:)

1.32 Η διεύθυνση προορισμού είναι η διεύθυνση unicast του αναζητούμενου γείτονα (fd00:1::2:)

1.33 State: Stale

Expires: 23h 49m 12s

1.34 Reachable και Stale

1.36 1 day

1.37 Reachable και Stale ωστόσο παραμένει Stale πλέον

1.38 neighbor solicitation neighbor advertisement όπου το πρώτο χρησιμοποιείται ως επιβεβαίωση προσβασιμότητας και το δεύτερο ως απάντηση σε αυτό

## **ΑΣΚΗΣΗ 2**

2.1 sysrc ipv6\_gateway\_enable="YES"

service routing restart

2.2 ifconfig em0 inet6 alias fd00:1::3/64

ifconfig em0 inet6 add fd00:2::2/64

2.3 inter em0

ipv6 address fd00:1::1/64

2.4 inter em1

ipv6 address fd00:3::1/126

2.5 inter em1

ipv6 address fd00:2::1/64

2.6 inter em0

ipv6 address fd00:3::2/126

2.7 route -6 add -net ::0/0 fd00:1::1

2.8 route -6 add default fd00:2::1

2.9 tcpdump

2.10 ndp -c

ping -c 1 PC2

Αποτυγχάνει γιατί δεν ξέρει που να πάει μετά τον R1

2.11



### 3.9 udp, θύρα 521

Ίδιο πρωτόκολλο με το rip αλλά το rip στέλνει στη θύρα 520 αντί για 521

3.10 no network emX

no router ripng

3.11 write file

3.12 service frr restart

3.13 router ospf6

ospf6 router-id 1.1.1.1

ospf6 router-id 2.2.2.2

3.14 interface em0 area 0.0.0.0

interface em1 area 0.0.0.0

3.15 interface em0 area 0.0.0.0

interface em1 area 0.0.0.0

3.16 do show ip route ospf6



```
Router# do show ip route ospf6
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
        B - BGP, I - IGMP, D - DHCP, A - ARP, T - Table,
        W - WCCP, O - OMP-Direct, N - Nahi, B - BGP, F - FRR,
        F - OpenFabric,
        * - selected route, * - FIB route, q - queued, r - rejected, b - backup
O*E fd00:1::/64 [110/200] via fd00:a00:27ff:fe04:5c7, em0, weight 1, 00:00:12
O*E fd00:2::/64 [110/100] is directly connected, em1, weight 1, 00:00:55
Router#
```

3.17 κόστη 200 και 100 αντίστοιχα καθώς υπολογίζει ότι κάθε ζεύξη έχει κόστος 100

3.18 tcpdump -vvvni em0

3.19 τύπου hello

Dest: ff02::5:

3.20 hlim: 1

3.21 OSPF ίδιο με του ospf

3.22 ping6 fd00:1::a00:27ff:fe04:45c7

Μπορώ

3.23 no router ospf6

3.24 service frr restart

3.25 router-id 1.1.1.1

router bgp 65010

3.26 no bgp ebgp-requires-policy

3.27 no bgp default ipv4-unicast

3.28 neighbor fd00:3::2 remote-as 65020

3.29 address-family ipv6 unicast

3.30 network fd00:1::/64

3.31 neighbor fd00:3::2 activate

3.32 router-id 2.2.2.2

router bgp 65020

no bgp ebgp-requires-policy

no bgp default ipv4-unicast

neighbor fd00:3::1 remote-as 65010

address-family ipv6 unicast

network fd00:2::/64

neighbor fd00:3::1 activate

3.33 do show ipv6 route bgp



Μία δυναμική εγγραφή για το LAN2

3.34 via fe80::a00:27ff:fe8c:77ae

τύπου link-local

3.35 tcpdump -vvvni em1

3.36 keepalive message

protocol: tcp, port: 179

ίδια με το ipv4

3.37 hope limit: 1

3.38 ping6 fd00:2::2

Μπορώ

3.39 reboot

ipv6 address fd00:1::2/64

3.40 router-id 1.1.0.0

router bgp 65010

3.41 no bgp default ipv4-unicast

3.42 neighbor fd00:1::1 remote-as 65010

3.43 address-family ipv6 unicast

neighbor fd00:1::1 activate

3.44 neighbor fd00:1::2 remote-as 65010

3.45 neighbor fd00:1::2 activate

neighbor fd00:1::2 next-hop-self

3.46 do show ip bgp neighbors

Βλέπουμε internal link

3.47 do show ipv6 route bgp



2 εγγραφές

3.48 Είναι επιλεγμένη αλλά όχι μέσω του bgp αλλά μέσω της connected

3.49 via fd00:1::1

τύπου unique local address

3.50 ping6 fd00:1::2

Μπορώ

## ΑΣΚΗΣΗ 4

4.1 interface em0

ip address 192.168.1.1/24

4.2 interface em1

ip address 192.168.2.1/24

4.3 interface em0

ip address 192.168.1.2/24

ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1

4.4 interface em0

ip address 192.168.2.2/24

ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1

4.5 sysrc firewall\_enable="YES"

sysrc firewall\_nat64\_enable="YES"

sysrc firewall\_type="open"

sysrc firewall\_logif="YES"

4.6 service ipfw start



## 4.7 ipfw show

```
root@bsd11:~# ipfw show
000000 0 0 allow ip from any to any via lo0
000000 0 0 deny ip from any to 127.0.0.0
000000 0 0 deny ip from 127.0.0.0 to any
000000 0 0 deny ip from any to ::1
000000 0 0 deny ip from ::1 to any
000000 0 0 allow ip6-icmp from :: to ff02::16
000000 0 0 allow ip6-icmp from fe80::10 to fe80::10
000000 0 0 allow ip6-icmp from fe80::10 to ff02::16
000000 0 0 allow ip6-icmp from any to any icmptypes 1
010000 0 0 allow ip6-icmp from any to any icmptypes 2,135,136
050000 4 325 allow ip from any to any
055335 0 0 deny ip from any to any
root@bsd11:~#
```

## 12 κανόνες

## 4.8 ping6 fd00:2::2

## Μπορώ

## 4.9 ipfw nat64clat nat64 create clat\_prefix fd00:3:1::/96 plat\_prefix 64:ff9b::/96

allow\_private log

## 4.10 ipfw add 2000 nat64clat nat64 ipv4 from any to not 192.168.1.1 via em0

## 4.11 ipfw add 3000 nat64clat nat64 ipv6 from 64:ff9b::/96 to fd00:3:1::/96 via em1

## 4.12 ipv6 route 64:ff9b::/96 fd00:3::2

## 4.13 sysrc firewall\_enable="YES"

sysrc firewall\_nat64\_enable="YES"

sysrc firewall\_type="open"

sysrc firewall\_logif="YES"

service ipfw start

## 4.14 ipfw nat64lsn nat64 create prefix4 2.2.2.0/24 prefix6 64:ff9b::/96 allow\_private log

## 4.15 ipfw add 2000 nat64lsn nat64 ipv6 from fd00:3:1::/96 to 64:ff9b::/96 recv em0

## 4.16 ipfw add 3000 nat64lsn nat64 ipv4 from any to 2.2.2.0/24 recv em1

## 4.17 ip route fd00:3:1::/96 fd00:3::1

## 4.18 ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.2

## 4.19 ping 192.168.1.1

ping 192.168.2.2

## 4.20 ipfw ipfwlog0 create

tcpdump

## 4.21 ipfw ipfwlog0 create

tcpdump

## 4.22 ping -c 1 192.168.2.2

```
root@bsd11:~# tcpdump
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
02:30:13.517313 IP 192.168.2.2 > 192.168.2.2: ICMP echo request, id 30915, seq 0, length 64
02:30:13.518300 IP 192.168.2.2 > 192.168.2.2: ICMP echo reply, id 30915, seq 0, length 64
2 packets captured
2 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
root@bsd11:~#
```

```
root@bsd11:~# tcpdump
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on em0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
02:30:17.440126 IP6 fd00:3:1::c0a0:102 > 64:ff9b::c0a0:202: ICMP6, echo request, seq 0, length 64
02:30:17.440602 IP6 64:ff9b::c0a0:202 > fd00:3:1::c0a0:102: ICMP6, echo reply, seq 0, length 64
2 packets captured
2 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
root@bsd11:~#
```

Στον R1 παρατηρώ ipv4 διευθύνσεις ενώ στον R2 παρατηρώ διευθύνσεις ipv6

4.23 interface em0

ip address 172.17.17.2/24

ip address 10.0.0.2/24

4.24 Μπορώ να κάνω ping

4.25 ipfw nat64ln nat64 show states

Δεν παρατηρώ κάτι

4.26 ping 192.168.2.2

ping 172.17.17.2

ipfw nat64ln nat64 show states

```
root@R0:~ # ipfw nat64ln nat64 show states


| IPv6 Address      | IPv4 Address | ICMPv6 | Count | IPv4 Address |
|-------------------|--------------|--------|-------|--------------|
| fe80::3::c0a8:102 | 2.2.2.4      | ICMPv6 | 0     | 192.168.2.2  |
| fe80::3::c0a8:102 | 2.2.2.4      | ICMPv6 | 1     | 172.17.17.2  |


root@R0:~ #
```

Τώρα υπάρχουν σχετικές εγγραφές οι οποίες διατηρούνται για περίπου 1 λεπτό (60 δευτερόλεπτα)

## ΑΣΚΗΣΗ 5

5.1 dhclient em0

5.2 pkg install miredo

5.3 sysrc miredo\_enable="YES"

5.4 service miredo start

5.5 ifconfig

```
teredo: flags=43<UP, BROADCAST, RUNNING> metric 0 mtu 1500
options=00000001<INSTRATE>
inet6 fe80::ffff:ffff:ffff:teredo prefixlen 64 scopeid 0x3
inet6 2001:0:c38c:c38c:286c:36f7:d109:7aac prefixlen 128
groups: tun
nd6 options=21<DEFERUPDATE, AUTO_LINKLOCAL>
Opened by PID 1054
```

teredo με ipv6 fe80:ffff:ffff:ffff%teredo/64 και

ipv6 2001:0:c38c:c38c:286c:36f7:d109:7aac/128

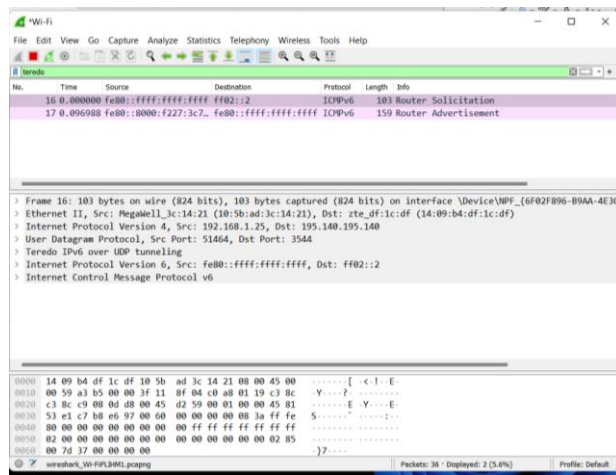
5.6 tcpdump -ni em0

```
root@PC:~ # tcpdump -ni em0
tcpdump: warning: packet capture skipped after 4096 bytes
tcpdump: listening on em0, link-type ETHERNET, capture size 262144 bytes
15.02.447243 IP 10.0.2.15.27610 > 195.140.195.140.3544: UDP, length 61
15.02.540800 IP 195.140.195.140.3544 > 10.0.2.15.27610: UDP, length 117
15.37.486536 IP 10.0.2.15.27610 > 195.140.195.140.3544: UDP, length 61
15.37.541119 IP 195.140.195.140.3544 > 10.0.2.15.27610: UDP, length 117
```

5.7 195.140.195.140

5.8 udp και θύρα 3544

5.9



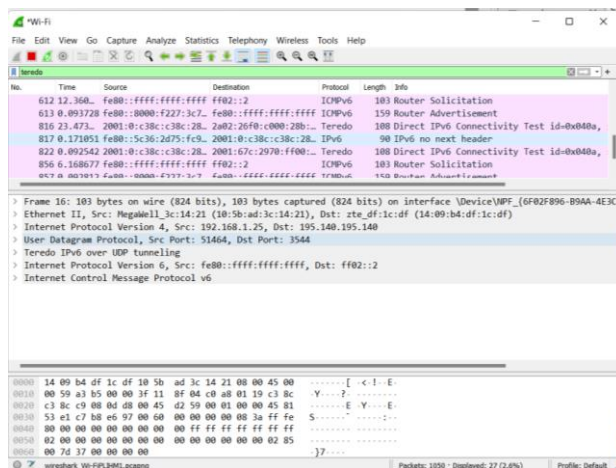
Παρατηρώ μηνύματα πρωτοκόλλου ICMPv6 και συγκεκριμένα router advertisement και router solicitation

5.10 Μπορώ να κάνω ping6 μόνο στον [www.ibm.com](http://www.ibm.com)

5.11 ping [www.ibm.com](http://www.ibm.com)

5.12 protocol teredo

direct ipv6 connectivity test



5.13 Δεν παρατηρώ echo request echo reply

5.14 udp και η θύρα που αντιστοιχεί στον αναμεταδοτή teredo η 3545

5.15 tcpdump -ni teredo

5.16 icmp6 echo request echo reply

5.17 ping6 2001:0:c38c:c38c:18d4:d19:d109:7aac

Είναι επιτυχές

5.18 Παράγονται icmpv6 echo request, echo reply

```
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 31, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 32, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 33, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 34, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 35, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 36, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 37, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 38, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 39, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 40, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 41, length 16
21:27:22.676304 IP 2001:0:c30c:c30c:36f7:4109:7aac > 2001:0:c30c:c30c:1049:4109:7aac: ICMP0, echo request, seq 42, length 16
```

## 5.19 Παράγονται

```
0 packets dropped by kernel
root@PC: ~# tcpdump -s 0 -i eth0 -w /dev/null
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
0 packets captured
0 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
root@PC: ~#
```

## 5.20 Μόνο το ping6 προς το [www.f5.com](http://www.f5.com) πετυχαίνει και επιλέγεται διαφορετικός teredo relay (216.66.80.238.3545)

```
root@PC: ~# tcpdump -s 0 -i eth0 -w /dev/null
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
0 packets captured
0 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
root@PC: ~#
```

## 5.21 Επιλέγεται ο ίδιος teredo relay όπως και στο ping προς το PC2 αλλά με διαφορετική θύρα 43920

```
21:29:540064 IP 195.140.195.140.43920 > 10.0.2.15.27610: UDP, length 66
21:29:540130 IP 10.0.2.15.27610 > 195.140.195.140.43920: UDP, length 56
21:29:557102 IP 195.140.195.140.43920 > 10.0.2.15.27610: UDP, length 56
21:30:357522 IP 10.0.2.15.27610 > 195.140.195.140.43920: UDP, length 56
21:30:455405 IP 195.140.195.140.43920 > 10.0.2.15.27610: UDP, length 56
21:31:363113 IP 10.0.2.15.27610 > 195.140.195.140.43920: UDP, length 56
21:31:467261 IP 195.140.195.140.43920 > 10.0.2.15.27610: UDP, length 56
21:32:370415 IP 10.0.2.15.27610 > 195.140.195.140.43920: UDP, length 56
21:32:475640 IP 195.140.195.140.43920 > 10.0.2.15.27610: UDP, length 56
21:33:380400 IP 10.0.2.15.27610 > 195.140.195.140.43920: UDP, length 56
21:33:487301 IP 195.140.195.140.43920 > 10.0.2.15.27610: UDP, length 56
0 packets captured
0 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
root@PC: ~#
```