

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ - ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

## ΠΜΣ «Πληροφορική»



### Εργασία Μαθήματος «Δίκτυα Υπολογιστών»

2 <sup>ο</sup> Εργαστήριο: Δυναμική Δρομολόγηση - Λίστες Ελέγχου - NAT	
Όνομα φοιτητή – Αρ. Μητρώου	Θεοδώρα Φώτα
	ΜΠΠΛ20087
Ημερομηνία παράδοσης	11/02/2022

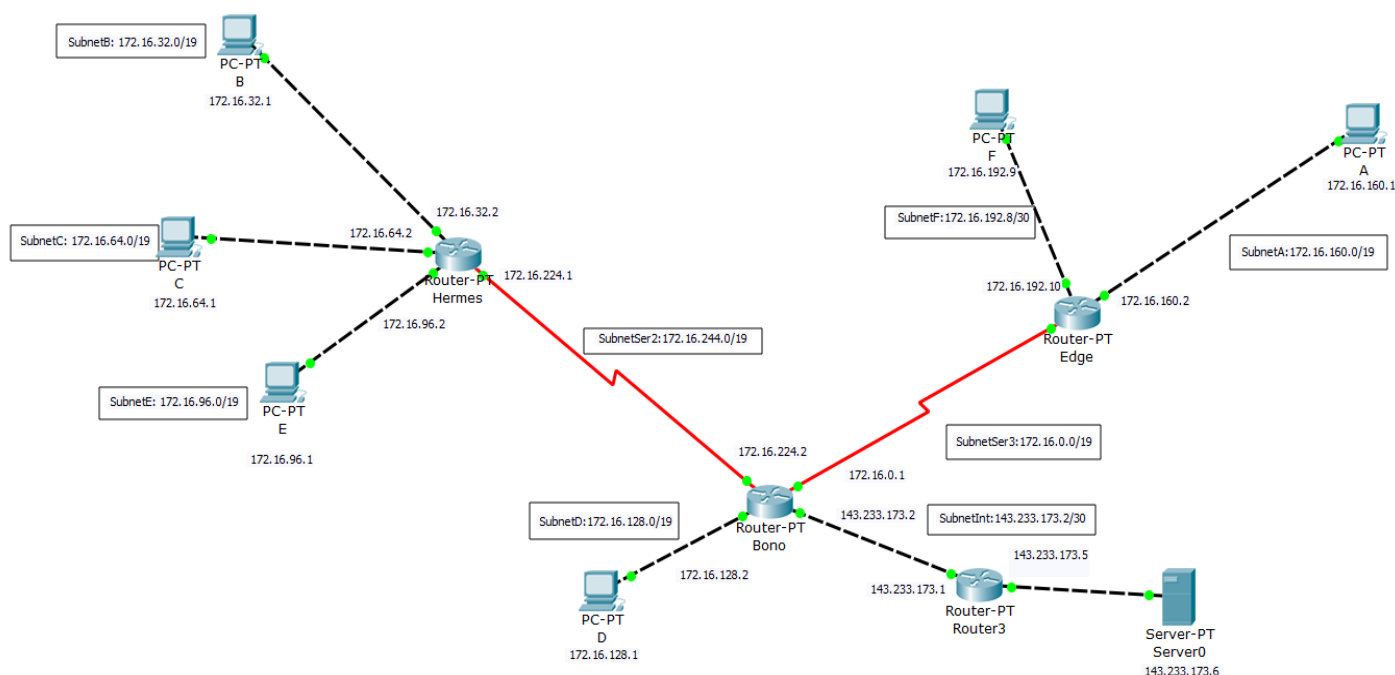
## ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ 1:

Υλοποιήστε την τοπολογία με το λογισμικό που σας δόθηκε. Σε περιπτώσεις όπου δεν δίνονται IP διευθύνσεις, θα πρέπει να υπολογισθούν από εσάς και να αποδοθούν στα αντίστοιχα interface των δρομολογητών. Σημειώστε ότι οι δοθείσες IP διευθύνσεις ανταποκρίνονται στις IP των δικτύων της τοπολογίας – εξαιρείται η διεύθυνση IP του eth1 του δρομολογητή Bono.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Στιγμιότυπο οθόνης της τοπολογίας που δημιουργήσατε καθώς και περιγραφή της (π.χ. ip διευθυνσιοδότηση κ.λπ.):

**Η τοπολογία που δημιουργήθηκε με την βοήθεια του εργαλείου Cisco Packet Tracer φαίνεται στην εικόνα παρακάτω:**



## **Περιγραφή:**

### **1.Πίνακας των υποδικτύων του δικτύου:**

Subnet	Subnet address	Subnet Mask	Host IP addresses	Broadcast IP address
SubnetA	172.16.160.0	255.255.224.0	172.16.160.1-172.16.191.254	172.16.191.255
SubnetB	172.16.32.0	255.255.224.0	172.16.32.1 -172.16.63.254	172.16.63.255
SubnetC	172.16.64.0	255.255.224.0	172.16.64.1 -172.16.95.254	172.16.95.255

SubnetD	172.16.128.0	255.255.224.0	172.16.128.1 - 172.16.159.254	172.16.159.255
SubnetE	172.16.96.0	255.255.224.0	172.16.96.1 - 172.16.127.254	172.16.127.255
SubnetF	172.16.192.8	255.255.255.252	172.16.192.9 - 172.16.192.10	172.16.192.11
SubnetSer2	172.16.244.0	255.255.224.0	172.16.244.1- 172.16.275.254	172.16.275.255
SubnetSer3	172.16.0.0	255.255.224.0	172.16.0.1- 172.16.31.254	172.16.31.255
SubnetInt	143.233.173.0	255.255.255.252	143.233.173.1 - 143.233.173.2	143.233.173.3

## 2.Πίνακας των IP διευθύνσεων του δικτύου:

Device	Interface	IP address	Subnet Mask	Default Gateway
Hermes	Fa0/0	172.16.32.2	255.255.224.0	-
	Fa1/0	172.16.64.2	255.255.224.0	-
	Fa7/0	172.16.96.2	255.255.224.0	-
	Se2/0	172.16.224.1	255.255.224.0	-
Bono	Fa0/0	172.16.128.2	255.255.224.0	-
	Fa1/0	143.233.173.2	255.255.255.252	-
	Se2/0	172.16.224.2	255.255.224.0	-
	Se3/0	172.16.0.1	255.255.224.0	-
Edge	Fa0/0	172.16.160.2	255.255.224.0	-
	Fa1/0	172.16.192.10	255.255.255.252	-
	Se3/0	172.16.0.2	255.255.224.0	-
PCA	Fa0	172.16.160.1	255.255.224.0	172.16.160.2
PCB	Fa0	172.16.32.1	255.255.224.0	172.16.32.2
PCC	Fa0	172.16.64.1	255.255.224.0	172.16.64.2
PCD	Fa0	172.16.128.1	255.255.224.0	172.16.128.2
PCE	Fa0	172.16.96.1	255.255.224.0	172.16.96.2
PCF	Fa0	172.16.192.9	255.255.255.252	172.16.192.10

Προς το διαδίκτυο χρησιμοποιήθηκε στατική δρομολόγηση με default route το interface Fa1/0 του Bono:

```
# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 143.233.173.2
# router ospf 500
# default-information originate
```

Και εφαρμόστηκε στο Interface Fa1/0 του Bono η Access-List(access-list 1):

```
permit 172.16.0.0 0.0.255.255
```

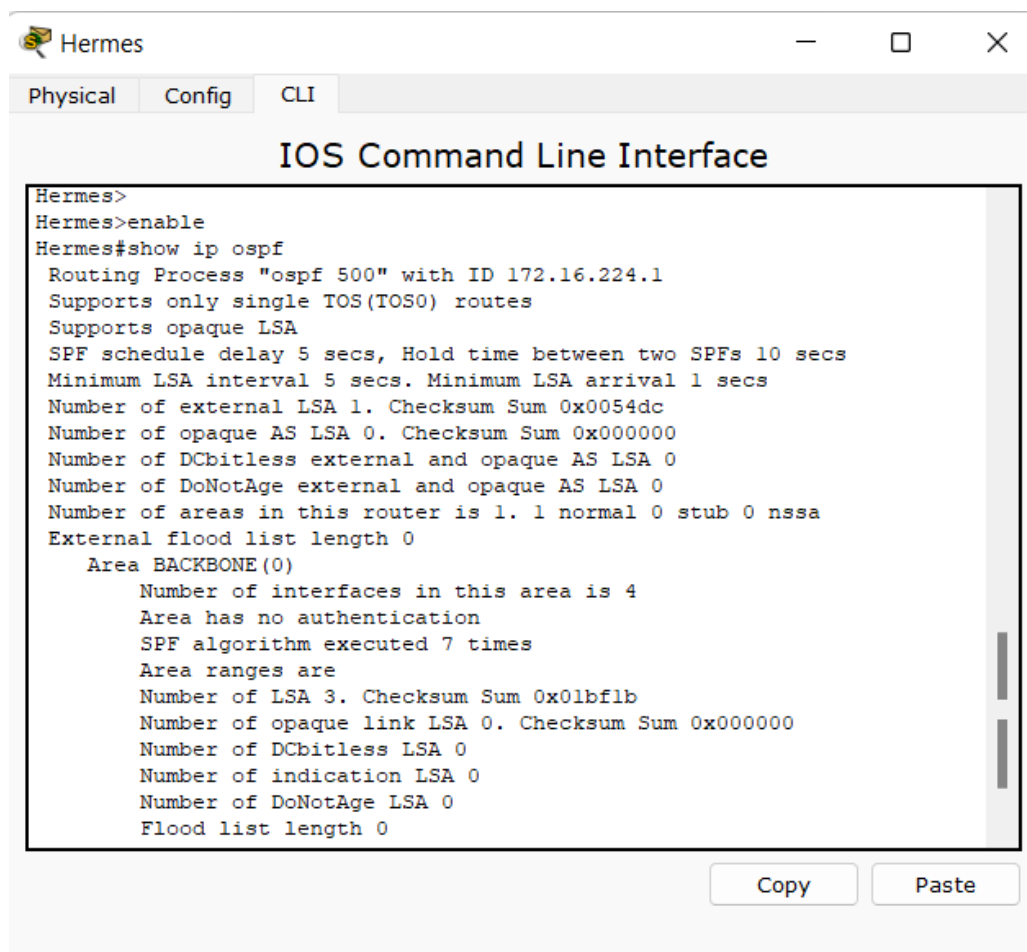
## ZHTOYMENO 2:

Οι δρομολογητές θα αξιοποιούν τον αλγόριθμο OSPF. Προς το Διαδίκτυο να χρησιμοποιήσετε στατική δρομολόγηση.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Στιγμιότυπα οθόνης με το αποτέλεσμα εκτέλεσης των εντολών: α)#show ip ospf και β)#show ip ospf database, καθώς και περιγραφή αυτών.

- **Στιγμιότυπα εκτέλεσης των εντολών και περιγραφή για τον router Hermes:**



The screenshot shows a terminal window titled 'Hermes' with tabs for 'Physical', 'Config', and 'CLI'. The 'CLI' tab is active, displaying the 'IOS Command Line Interface'. The user has entered the command 'show ip ospf', and the output is as follows:

```
Hermes>
Hermes>enable
Hermes#show ip ospf
Routing Process "ospf 500" with ID 172.16.224.1
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
Number of external LSA 1. Checksum Sum 0x0054dc
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0
Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
External flood list length 0
  Area BACKBONE(0)
    Number of interfaces in this area is 4
    Area has no authentication
    SPF algorithm executed 7 times
    Area ranges are
    Number of LSA 3. Checksum Sum 0x01bflb
    Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
    Number of DCbitless LSA 0
    Number of indication LSA 0
    Number of DoNotAge LSA 0
    Flood list length 0
```

At the bottom of the terminal window, there are 'Copy' and 'Paste' buttons.

Η εντολή #show ip ospf χρησιμοποιείται για να εμφανιστούν γενικές πληροφορίες σχετικές με την διαδικασία δρομολόγησης OSPF. Εδώ , για παράδειγμα, βλέπουμε ότι χρησιμοποιείται η διαδικασία δρομολόγησης ospf 500 , ότι υπάρχει μόνο μία περιοχή η area backbone(0),ότι γίνεται Link State Advertisement (LSA) κ.α.

```
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#
Hermes#show ip ospf database
          OSPF Router with ID (172.16.224.1) (Process ID 500)

          Router Link States (Area 0)

Link ID      ADV Router    Age      Seq#       Checksum Link
count
172.16.224.1 172.16.224.1   529      0x80000008 0x0056a2 5
172.16.192.10 172.16.192.10 530      0x80000007 0x00fed3 4
172.16.224.2 172.16.224.2   528      0x80000009 0x0069a6 5

          Type-5 AS External Link States

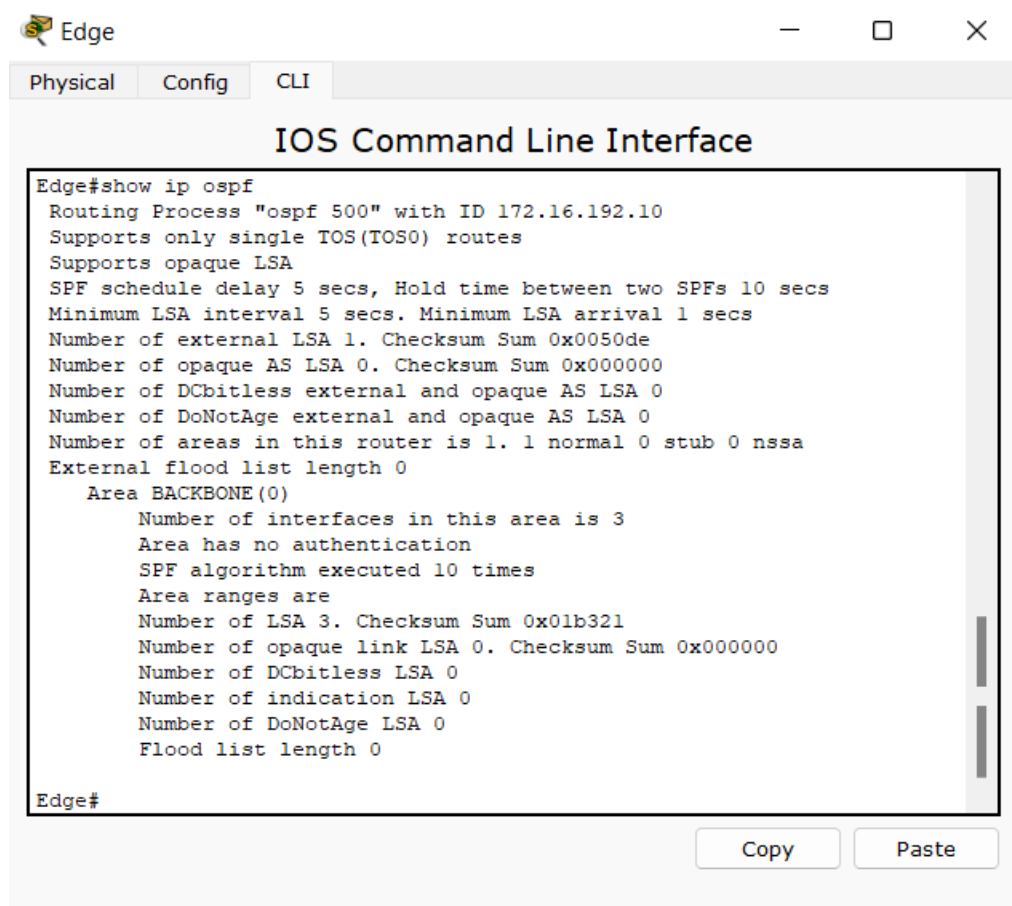
Link ID      ADV Router    Age      Seq#       Checksum Tag
0.0.0.0      172.16.224.2 538      0x80000003 0x0054dc 1
Hermes#
```

Η εντολή `#show ip ospf database` χρησιμοποιείται για να εμφανιστούν λίστες πληροφοριών που σχετίζονται με την βάση δεδομένων του OSPF.

Το Router link States μας ενημερώνει ότι υπάρχουν 3 routers στην περιοχή 0. Ο δρομολογητής με RID 172.16.224.1 και ο δρομολογητής με RID 172.16.224.2 έχουν 5 links στην περιοχή 0, ενώ ο δρομολογητής με RID 172.16.192.10 έχει 4 links.

Το External Link States μας ενημερώνει ότι ο Hermes περιέχει ένα εξωτερικό LSA που περιγράφει το εξωτερικό δίκτυο 0.0.0.0, το οποίο διαφημίστηκε στο OSPF από τον δρομολογητή Bono με router id 172.16.224.2.

- **Στιγμιότυπα εκτέλεσης των εντολών και περιγραφή για τον router Edge:**



```
Edge#show ip ospf
Routing Process "ospf 500" with ID 172.16.192.10
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
Number of external LSA 1. Checksum Sum 0x0050de
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0
Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
External flood list length 0
  Area BACKBONE(0)
    Number of interfaces in this area is 3
    Area has no authentication
    SPF algorithm executed 10 times
    Area ranges are
    Number of LSA 3. Checksum Sum 0x01b321
    Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
    Number of DCbitless LSA 0
    Number of indication LSA 0
    Number of DoNotAge LSA 0
    Flood list length 0
Edge#
```

Η εντολή `#show ip ospf` χρησιμοποιείται για να εμφανιστούν γενικές πληροφορίες σχετικές με την διαδικασία δρομολόγησης OSPF. Εδώ , για παράδειγμα, βλέπουμε ότι χρησιμοποιείται η διαδικασία δρομολόγησης ospf 500 , ότι υπάρχει μόνο μία περιοχή η area backbone(0),ότι γίνεται Link State Advertisement (LSA) κ.α.

Edge

PhysicalConfigCLI

### IOS Command Line Interface

```
Area has no authentication
SPF algorithm executed 10 times
Area ranges are
Number of LSA 3. Checksum Sum 0x01b321
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless LSA 0
Number of indication LSA 0
Number of DoNotAge LSA 0
Flood list length 0

Edge#show ip ospf database
      OSPF Router with ID (172.16.192.10) (Process ID 500)

          Router Link States (Area 0)

Link ID      ADV Router    Age      Seq#        Checksum Link
count
172.16.192.10 172.16.192.10  768      0x80000009  0x00fad5  4
172.16.224.1  172.16.224.1  769      0x8000000a  0x0052a4  5
172.16.224.2  172.16.224.2  768      0x8000000b  0x0065a8  5

          Type-5 AS External Link States

Link ID      ADV Router    Age      Seq#        Checksum Tag
0.0.0.0      172.16.224.2  778      0x80000005  0x0050de  1
Edge#
```

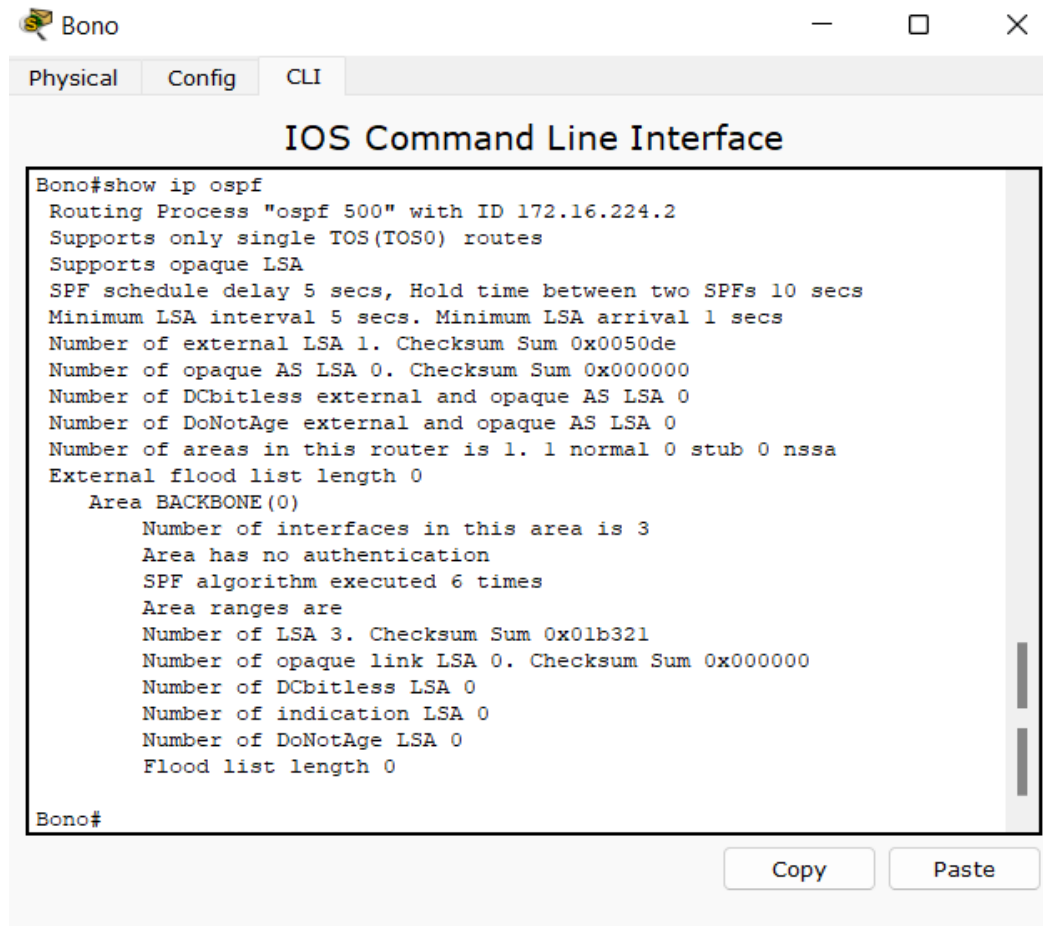
CopyPaste

Η εντολή `#show ip ospf database` χρησιμοποιείται για να εμφανιστούν λίστες πληροφοριών που σχετίζονται με την βάση δεδομένων του OSPF.

Το Router link States μας ενημερώνει ότι υπάρχουν 3 routers στην περιοχή 0. Ο δρομολογητής με RID 172.16.224.1 και ο δρομολογητής με RID 172.16.224.2 έχουν 5 links στην περιοχή 0, ενώ ο δρομολογητής με RID 172.16.192.10 έχει 4 links.

Το External Link States μας ενημερώνει ότι ο Edge περιέχει ένα εξωτερικό LSA που περιγράφει το εξωτερικό δίκτυο 0.0.0.0, το οποίο διαφημίστηκε στο OSPF από τον δρομολογητή Bono με router id 172.16.224.2.

- Στιγμιότυπα εκτέλεσης των εντολών και περιγραφή για τον router Bono:

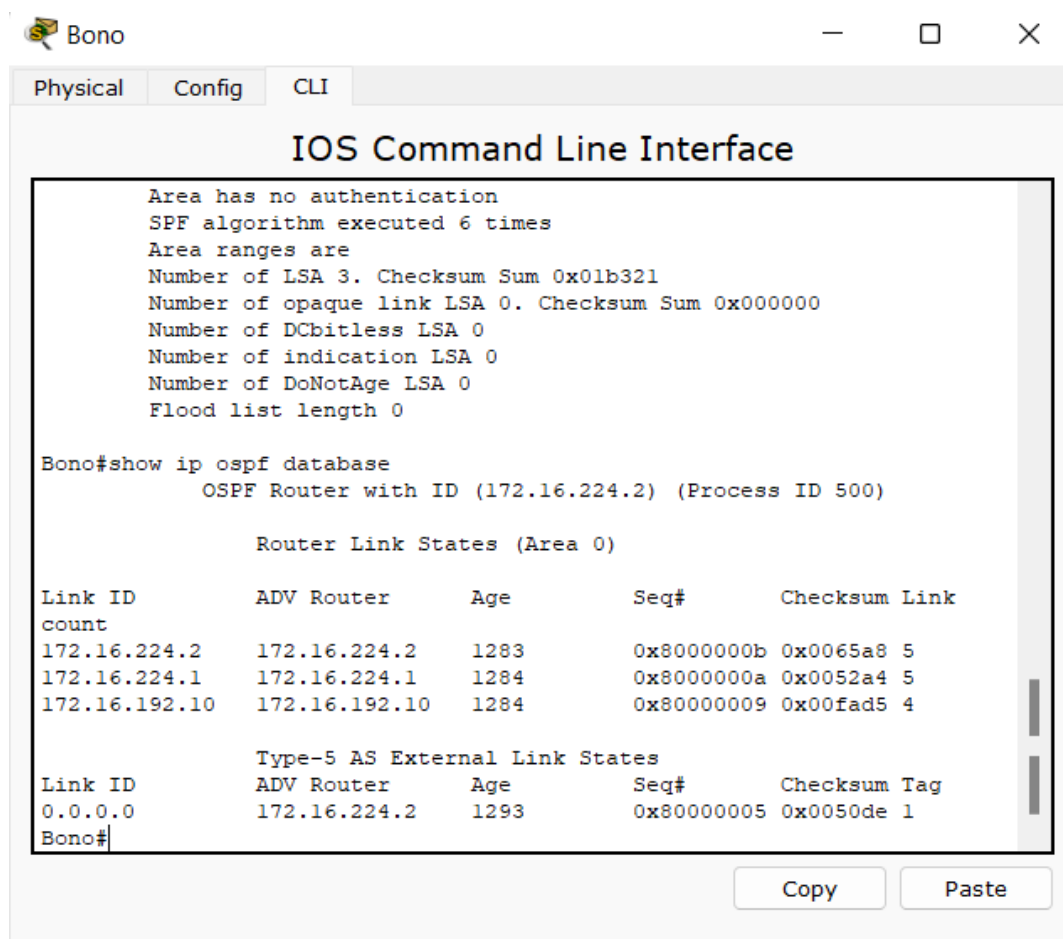


The screenshot shows a window titled "Bono" with three tabs: "Physical", "Config", and "CLI". The "CLI" tab is active, displaying the "IOS Command Line Interface". The command entered is "Bono#show ip ospf". The output shows the OSPF process "ospf 500" with ID 172.16.224.2. It lists various OSPF parameters: supports single TOS(TOS0) routes, supports opaque LSA, SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs, Minimum LSA interval 5 secs, Minimum LSA arrival 1 secs, Number of external LSA 1, Checksum Sum 0x0050de, Number of opaque AS LSA 0, Checksum Sum 0x000000, Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0, Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0, Number of areas in this router is 1, 1 normal 0 stub 0 nssa, External flood list length 0. It also shows details for Area BACKBONE(0): Number of interfaces in this area is 3, Area has no authentication, SPF algorithm executed 6 times, Area ranges are, Number of LSA 3, Checksum Sum 0x01b321, Number of opaque link LSA 0, Checksum Sum 0x000000, Number of DCbitless LSA 0, Number of indication LSA 0, Number of DoNotAge LSA 0, Flood list length 0. The prompt "Bono#" is visible at the bottom left. There are "Copy" and "Paste" buttons at the bottom right.

```
Bono#show ip ospf
Routing Process "ospf 500" with ID 172.16.224.2
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
Number of external LSA 1. Checksum Sum 0x0050de
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0
Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
External flood list length 0
  Area BACKBONE(0)
    Number of interfaces in this area is 3
    Area has no authentication
    SPF algorithm executed 6 times
    Area ranges are
    Number of LSA 3. Checksum Sum 0x01b321
    Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
    Number of DCbitless LSA 0
    Number of indication LSA 0
    Number of DoNotAge LSA 0
    Flood list length 0
Bono#
```

Η εντολή #show ip ospf χρησιμοποιείται για να εμφανιστούν γενικές πληροφορίες σχετικές με την διαδικασία δρομολόγησης OSPF. Εδώ , για παράδειγμα, βλέπουμε ότι χρησιμοποιείται η διαδικασία δρομολόγησης ospf 500 , ότι υπάρχει μόνο μία περιοχή η area backbone(0),ότι γίνεται Link State Advertisement (LSA) κ.α.





The screenshot shows the Bono CLI interface with the 'CLI' tab selected. The title is 'IOS Command Line Interface'. The output of the command 'show ip ospf database' is displayed. It shows OSPF Router with ID (172.16.224.2) (Process ID 500). The Router Link States (Area 0) table lists three routers: 172.16.224.2, 172.16.224.1, and 172.16.192.10. The Type-5 AS External Link States table shows one entry for 0.0.0.0. At the bottom, there are 'Copy' and 'Paste' buttons.

```
Area has no authentication
SPF algorithm executed 6 times
Area ranges are
Number of LSA 3. Checksum Sum 0x01b321
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless LSA 0
Number of indication LSA 0
Number of DoNotAge LSA 0
Flood list length 0

Bono#show ip ospf database
      OSPF Router with ID (172.16.224.2) (Process ID 500)

      Router Link States (Area 0)

Link ID      ADV Router    Age      Seq#        Checksum Link
count
172.16.224.2 172.16.224.2   1283     0x8000000b 0x0065a8 5
172.16.224.1 172.16.224.1   1284     0x8000000a 0x0052a4 5
172.16.192.10 172.16.192.10 1284     0x80000009 0x00fad5 4

      Type-5 AS External Link States

Link ID      ADV Router    Age      Seq#        Checksum Tag
0.0.0.0      172.16.224.2 1293     0x80000005 0x0050de 1
Bono#
```

Η εντολή #show ip ospf database χρησιμοποιείται για να εμφανιστούν λίστες πληροφοριών που σχετίζονται με την βάση δεδομένων του OSPF.

Το Router link States μας ενημερώνει ότι υπάρχουν 3 routers στην περιοχή 0. Ο δρομολογητής με RID 172.16.224.1 και ο δρομολογητής με RID 172.16.224.2 έχουν 5 links στην περιοχή 0, ενώ ο δρομολογητής με RID 172.16.192.10 έχει 4 links.

Το External Link States μας ενημερώνει ότι ο Bono περιέχει ένα εξωτερικό LSA που περιγράφει το εξωτερικό δίκτυο 0.0.0.0, το οποίο διαφημίστηκε στο OSPF από τον ίδιο, τον δρομολογητή Bono, με router id 172.16.224.2.

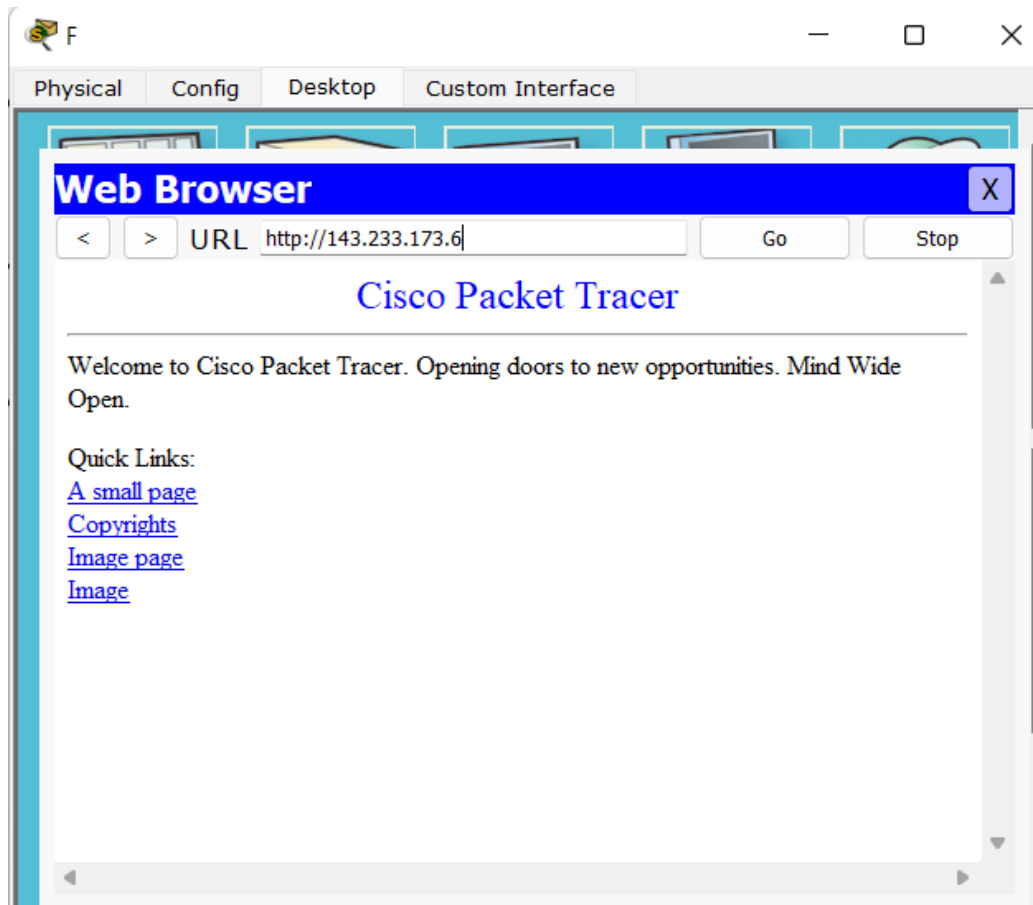
### ZHTOYMENO 3:

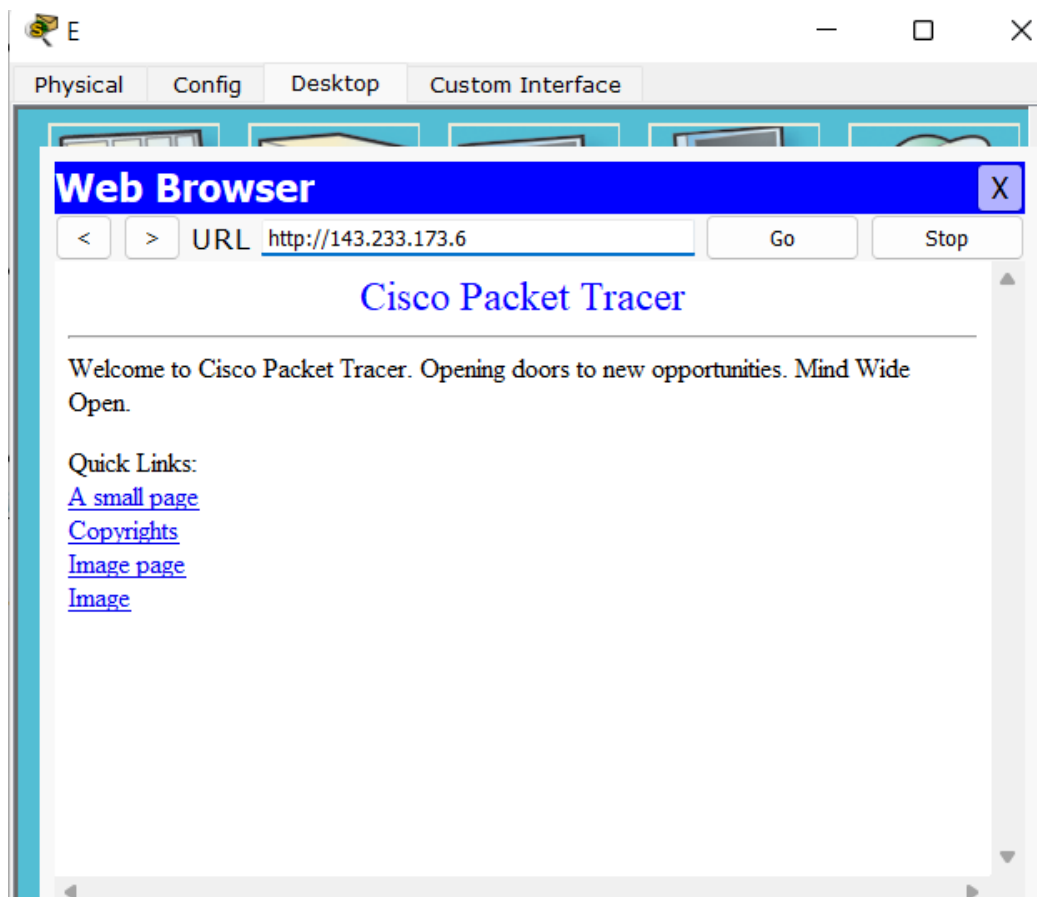
Όλοι οι σταθμοί της τοπολογίας πρέπει να έχουν πρόσβαση στην υπηρεσία HTTP που εξυπηρετείται από κάποιον διακομιστή στο Διαδίκτυο. Δεν έχουν πρόσβαση σε κάποια άλλη υπηρεσία του διαδικτύου.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Στιγμιότυπο οθόνης που θα εμφανίζει τις επιτυχημένες προσπάθειες πρόσβασης 2 σταθμών στην διαδικτυακή υπηρεσία HTTP όπως και μια γρήγορη περιγραφή του πώς επιτεύχθηκε το ζητούμενο 3:

**Τα 2 στιγμιότυπα, φαίνονται στις παρακάτω εικόνες:**





### Περιγραφή:

Για να είναι δυνατή η πρόσβαση των σταθμών στην υπηρεσία http του Server και σε καμία άλλη υπηρεσία του διαδικτύου, εφαρμόστηκε στο interface Fa1/0 του Bono η εξής Access-List(access-list 121):

```
permit tcp any any eq www
```

### ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ 4:

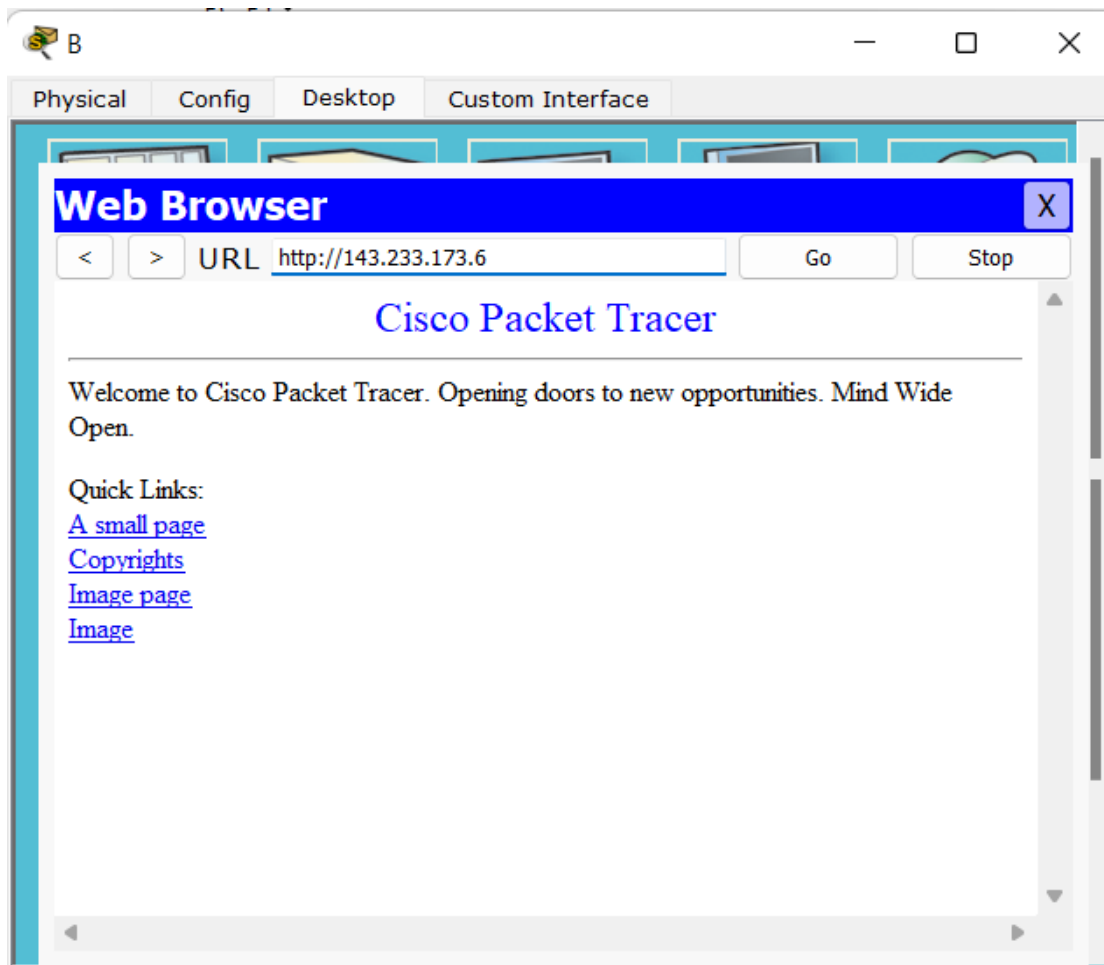
Τα δίκτυα που βρίσκονται στον δρομολογητή Hermes είναι προσβάσιμα σε όλους τους άλλους σταθμούς της τοπολογίας μόνο σε περίπτωση χρήσης των εργαλείων ping και traceroute.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

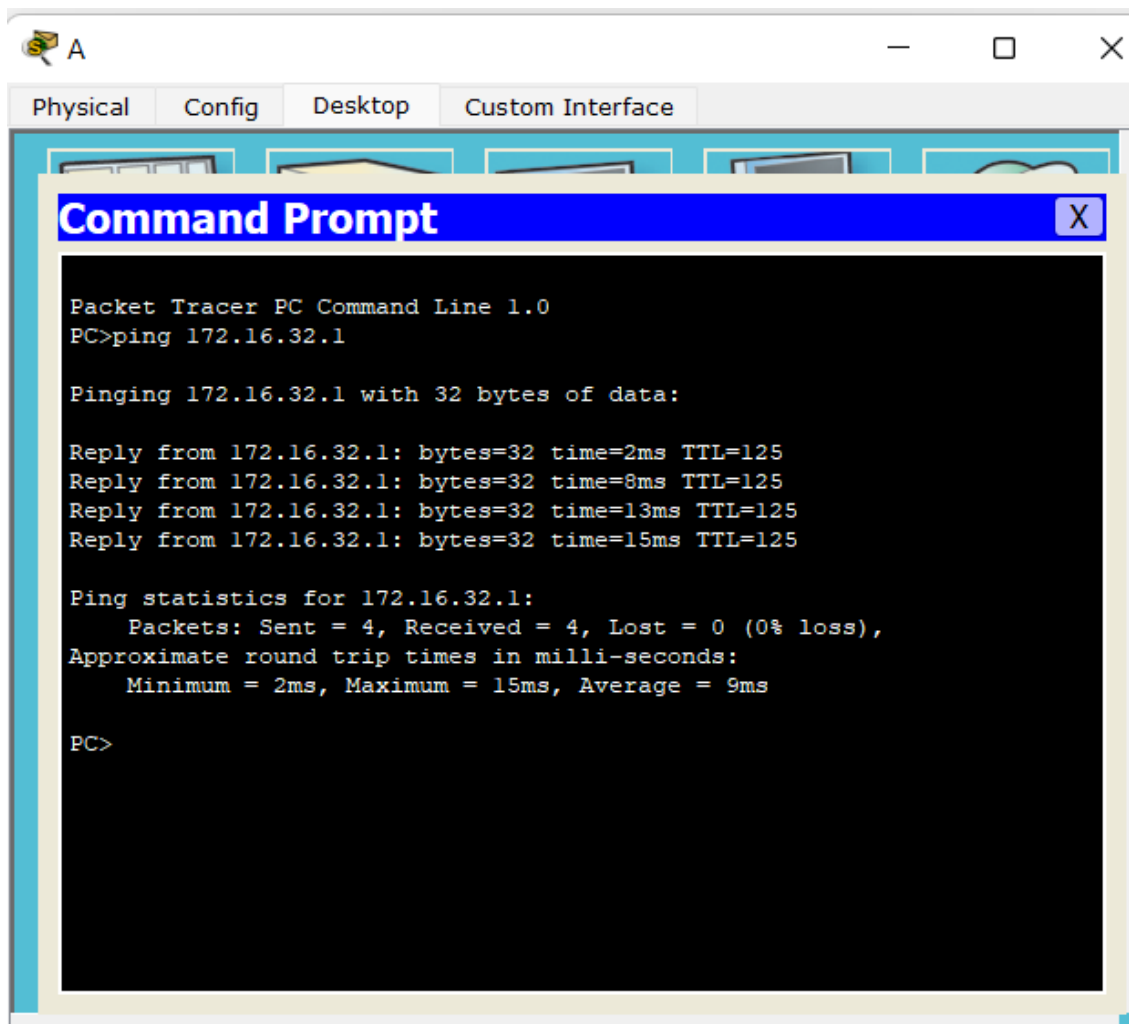
Στιγμιότυπο οθόνης και θα αποδεικνύει το ζητούμενο 4 (όπως διατυπώνεται παραπάνω) όπως και μια γρήγορη περιγραφή του πώς επιτεύχθηκε:

**Τα στιγμιότυπα φαίνονται στις εικόνες παρακάτω:**

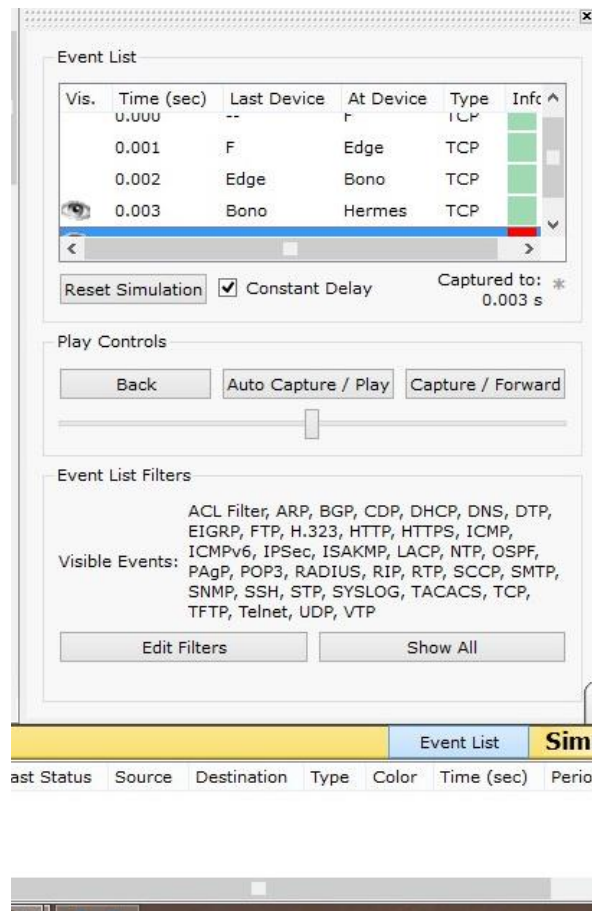
- **Screenshot επιτυχημένου http request από τερματικό του Hermes:**



- **Screenshot επιτυχημένο ping request από το PCA προς το τερματικό του Hermes PCB:**



- Screenshot από μπλοκαρισμένο πακέτο tcp από επικοινωνία που έχει ξεκινήσει από το τερματικό PCF εκτός των δικτύων του Hermes:



## Περιγραφή:

Για να είναι τα δίκτυα που βρίσκονται στον δρομολογητή Hermes προσβάσιμα από τους άλλους σταθμούς της τοπολογίας μόνο για τις υπηρεσίες ping και traceroute, εφαρμόστηκε στα interface Fa0/0, Fa1/0 και Fa7/0 την Access-List(access-list 122):

```
permit icmp any any
```

Όμως, εάν η Access-List παρέμενε όπως παραπάνω θα υπήρχε το εξής πρόβλημα: Εάν κάποιο από τα δίκτυα που βρίσκονται στον Hermes ήθελε να έχει πρόσβαση στις υπηρεσίες HTTP του διαδικτύου, η αίτηση του θα έφτανε στο Server, αλλά η απάντηση του Server θα απορριπτόταν από τον δρομολογητή Hermes καθώς επιτρέπει μόνο εισερχόμενη κυκλοφορία ICMP. Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα, και παράλληλα να ισχύει το ζητούμενο 3, προστέθηκε το εξής στην παραπάνω Access-List(access-list 122):

```
permit tcp any any established
```

Με αυτή την προσθήκη επιτρέπονται τα tcp πακέτα προς τα δίκτυα πίσω από τον Hermes, αλλά μόνο από επικοινωνία που έχουν ξεκινήσει τα τερματικά.

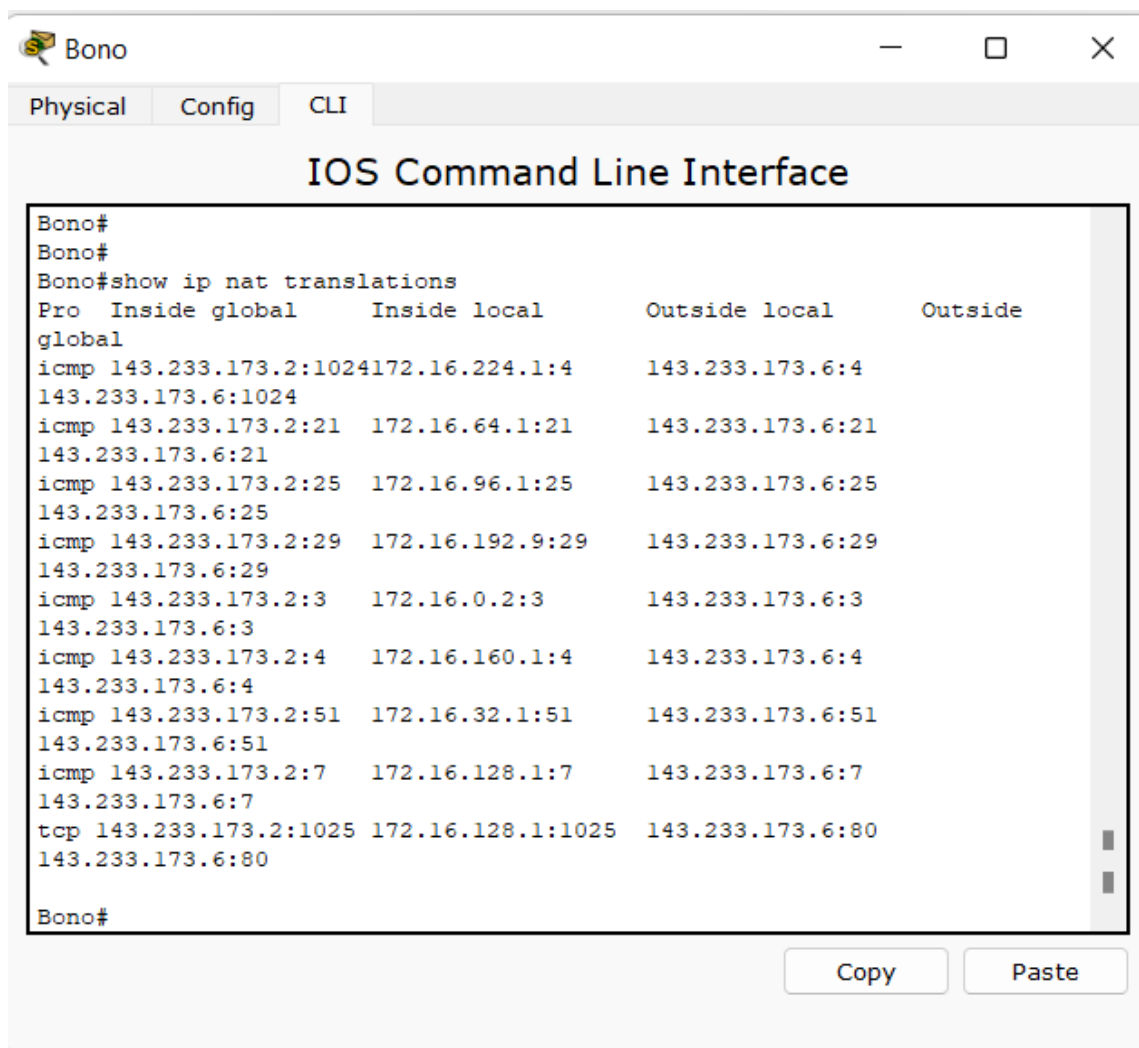
#### ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ 5:

Στον Bono είναι απαραίτητο να υλοποιηθεί η τεχνική overloaded NAT (PAT) με overloaded δημόσια IP την 143.233.173.2/30.

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Στιγμιότυπο οθόνης με το αποτέλεσμα εκτέλεσης της εντολής: #show ip nat translations, καθώς και μια γρήγορη περιγραφή του αποτελέσματος:

**Το στιγμιότυπο, φαίνεται παρακάτω:**



The screenshot shows a window titled "Bono" with three tabs: "Physical", "Config", and "CLI". The "CLI" tab is active, displaying the "IOS Command Line Interface". The command prompt is "Bono#". The command entered is "show ip nat translations". The output is a table with four columns: "Pro", "Inside global", "Inside local", and "Outside local". The "Outside" column is empty. The output shows several ICMP and TCP translations. Below the table, there are "Copy" and "Paste" buttons.

```
Bono#
Bono#
Bono#show ip nat translations
Pro  Inside global      Inside local      Outside local      Outside
global
icmp 143.233.173.2:1024 172.16.224.1:4    143.233.173.6:4
143.233.173.6:1024
icmp 143.233.173.2:21 172.16.64.1:21    143.233.173.6:21
143.233.173.6:21
icmp 143.233.173.2:25 172.16.96.1:25    143.233.173.6:25
143.233.173.6:25
icmp 143.233.173.2:29 172.16.192.9:29   143.233.173.6:29
143.233.173.6:29
icmp 143.233.173.2:3  172.16.0.2:3      143.233.173.6:3
143.233.173.6:3
icmp 143.233.173.2:4  172.16.160.1:4    143.233.173.6:4
143.233.173.6:4
icmp 143.233.173.2:51 172.16.32.1:51    143.233.173.6:51
143.233.173.6:51
icmp 143.233.173.2:7  172.16.128.1:7    143.233.173.6:7
143.233.173.6:7
tcp  143.233.173.2:1025 172.16.128.1:1025 143.233.173.6:80
143.233.173.6:80
Bono#
```

Copy Paste

Με την εντολή `#show ip nat translations`, προβάλλονται πληροφορίες σχετικά με το πως λειτουργεί το NAT στον δρομολογητή Bono. Στην στήλη `inside local` υπάρχουν οι διευθύνσεις όπως φαίνονται στο εσωτερικό δίκτυο, ενώ στην στήλη `outside local`, υπάρχουν οι μεταφράσεις αυτών των IP διευθύνσεων προς τον «έξω κόσμος» (Internet). Επίσης βλέπουμε την πόρτα που χρησιμοποιείται κάθε φορά, ώστε να γίνεται διαχωρισμός σχετικά με το ποια είναι η source IP από το εσωτερικό δίκτυο που στέλνει το πακέτο στο Διαδίκτυο.



