



دانشکده مهندسی کامپیوتر

آزمایشگاه شبکه‌های کامپیوتری

گزارش آزمایش ششم

عنوان آزمایش : آشنایی با مکانیزم NAT

دکتر بردیا صفایی

سارا آذرنوش — ۹۸۱۷۰۶۶۸

کهد آئینی — ۹۸۱۰۱۲۰۹

پارسا محمدیان — ۹۸۱۰۲۲۸۴

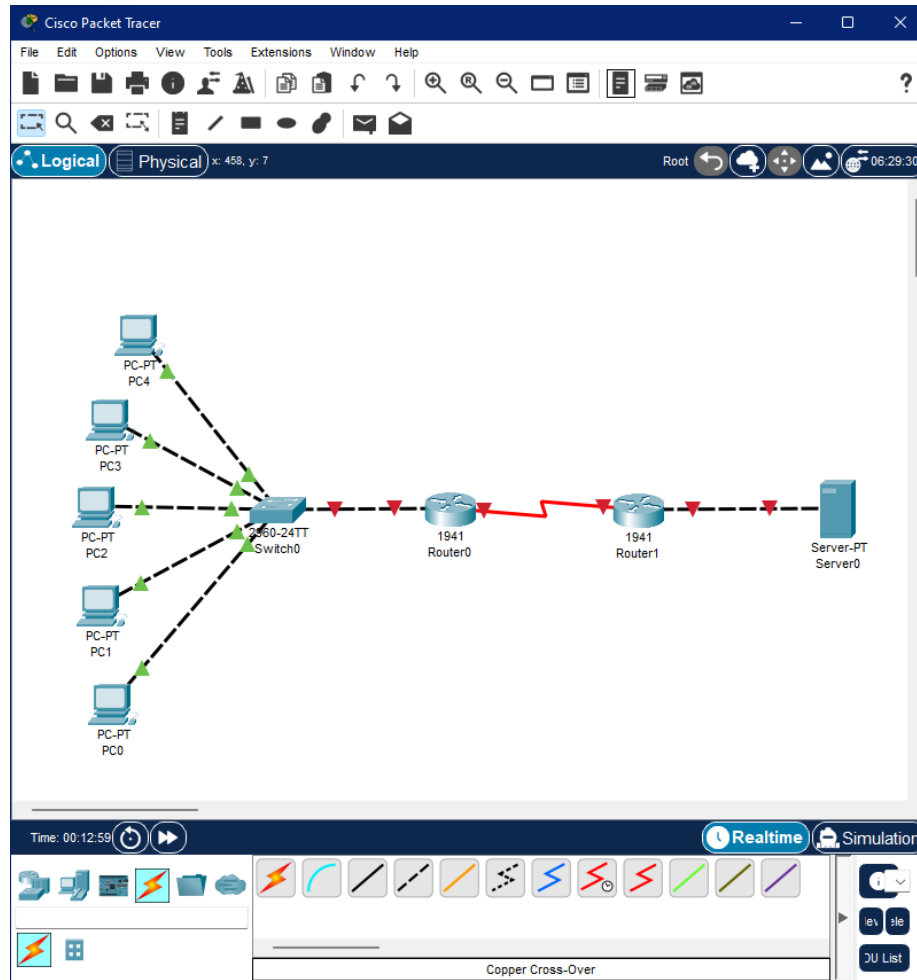
۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۲

فهرست مطالب

۲	Static NAT	۱
۱۷	Dynamic NAT	۲
۱۹	PAT	۳
۲۱	سوالات	۴
۲۱	۱.۴
۲۳	۲.۴
۲۳	۳.۴
۲۴	۴.۴

۱ Static NAT

ابتدا در نرم‌افزار packet tracer توپولوژی داده شده را طراحی می‌کنیم.



حال به هر یک از اجزای شبکه IP نسبت می‌دهیم.

PC0

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration

Interface: FastEthernet0

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IPv4 Address: 30.0.0.2

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 30.0.0.1

DNS Server: 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address: /

Link Local Address: FE80::260:3EFF:FE86:E03

Default Gateway:

DNS Server:

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication: MD5

Username:

Password:

☐ Top

PC1

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration

Interface: FastEthernet0

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IPv4 Address: 30.0.0.3

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 30.0.0.1

DNS Server: 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address: /

Link Local Address: FE80::260:70FF:FE87:ABD5

Default Gateway:

DNS Server:

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication: MD5

Username:

Password:

☐ Top

PC2

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration

Interface: FastEthernet0

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IPv4 Address: 30.0.0.4

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 30.0.0.1

DNS Server: 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address: /

Link Local Address: FE80::260:70FF:FEBA:975B

Default Gateway:

DNS Server:

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication: MD5

Username:

Password:

☐ Top

PC3

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration

Interface: FastEthernet0

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IPv4 Address: 30.0.0.5

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 30.0.0.1

DNS Server: 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address: /

Link Local Address: FE80::260:5CFF:FE91:B185

Default Gateway:

DNS Server:

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication: MD5

Username:

Password:

☐ Top

PC4

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration

Interface: FastEthernet0

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IPv4 Address: 30.0.0.6

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 30.0.0.1

DNS Server: 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address: /

Link Local Address: FE80::2D0:BCFF:FE17:1982

Default Gateway:

DNS Server:

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication: MD5

Username:

Password:

☐ Top

The screenshot shows the configuration window for Router0. The 'Config' tab is active, and the 'INTERFACE' section is selected in the left sidebar. The 'GigabitEthernet0/0' interface is highlighted. The main configuration area shows the following settings:

- Port Status:** On (checked)
- Bandwidth:** 100 Mbps (selected)
- Duplex:** Full Duplex (selected)
- MAC Address:** 0002.16C5.B901
- IP Configuration:**
 - IPv4 Address: 30.0.0.1
 - Subnet Mask: 255.255.255.0
- Tx Ring Limit:** 10

Below the configuration area, the 'Equivalent IOS Commands' section displays the following commands:

```
Router(config)#interface Serial0/1/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#
Router(config)#ip route 100.0.0.0 255.255.255.0 20.0.0.1
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router(config-if)#ip address 30.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
```

At the bottom left, there is a 'Top' button.

The screenshot shows the configuration window for Router0, specifically the Serial0/1/0 interface. The window has tabs for Physical, Config, CLI, and Attributes. The Config tab is active, showing a tree on the left with categories: GLOBAL, ROUTING, SWITCHING, and INTERFACE. Under INTERFACE, Serial0/1/0 is selected. The main area shows the configuration for Serial0/1/0, including Port Status (On), Duplex (Full Duplex), Clock Rate (1200), IP Configuration (IPv4 Address: 40.0.0.2, Subnet Mask: 255.255.255.0), and Tx Ring Limit (10). Below the configuration area, there is a section for Equivalent IOS Commands, which lists the following commands:

```
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router(config-if)#ip address 30.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#ip address 30.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface Serial0/1/0
Router(config-if)#ip address 40.0.0.2 255.255.255.0
Router(config-if)#
```

At the bottom left, there is a checkbox labeled "Top".

The screenshot shows the configuration window for Router1, specifically the Serial0/1/0 interface. The window has tabs for Physical, Config, CLI, and Attributes. The Config tab is active, showing a tree on the left with categories: GLOBAL, ROUTING, SWITCHING, and INTERFACE. Under INTERFACE, Serial0/1/0 is selected. The main area shows the configuration for Serial0/1/0, including Port Status (On), Duplex (Full Duplex), Clock Rate (1200), IP Configuration (IPv4 Address: 40.0.0.1, Subnet Mask: 255.255.255.0), and Tx Ring Limit (10). Below the configuration area, there is a section for Equivalent IOS Commands, which lists the following commands:

```
Router(config)#
Router(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 20.0.0.2
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#interface Serial0/1/0
Router(config-if)#ip address 40.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#ip address 40.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#clock rate 1200
Router(config-if)#ip address 40.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
```

At the bottom left, there is a checkbox labeled "Top".

The screenshot shows the configuration window for Router1, specifically the 'Config' tab. The left sidebar contains a tree view with categories: GLOBAL, ROUTING, SWITCHING, and INTERFACE. Under the INTERFACE category, 'GigabitEthernet0/0' is selected. The main area displays the configuration for this interface. The 'Port Status' is 'On'. 'Bandwidth' is set to '100 Mbps'. 'Duplex' is set to 'Full Duplex'. The 'MAC Address' is '000A.F3BE.2601'. The 'IP Configuration' section shows 'IPv4 Address' as '50.0.0.1' and 'Subnet Mask' as '255.255.255.0'. The 'Tx Ring Limit' is set to '10'. Below the configuration fields, there is a section titled 'Equivalent IOS Commands' which lists the following commands:

```
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#interface Serial0/1/0
Router(config-if)#ip address 40.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#ip address 40.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#clock rate 1200
Router(config-if)#ip address 40.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#ip address 40.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router(config-if)#ip address 50.0.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
```

At the bottom left of the window, there is a 'Top' button.

The screenshot shows the 'Server0' configuration window with the 'Desktop' tab selected. The 'IP Configuration' section is expanded, showing the following settings:

- IP Configuration:**
 - ☐ DHCP
 - ☒ Static
 - IPv4 Address: 50.0.0.2
 - Subnet Mask: 255.255.255.0
 - Default Gateway: 50.0.0.1
 - DNS Server: 0.0.0.0
- IPv6 Configuration:**
 - ☐ Automatic
 - ☒ Static
 - IPv6 Address: [Empty field] / [Empty field]
 - Link Local Address: FE80::201:96FF:FE4E:13ED
 - Default Gateway: [Empty field]
 - DNS Server: [Empty field]
- 802.1X:**
 - ☐ Use 802.1X Security
 - Authentication: MD5
 - Username: [Empty field]
 - Password: [Empty field]

At the bottom left, there is a 'Top' button.

برای تشخیص صحت کارکرد اتصالات، یک static routing بدون NAT مانند شکل زیر در نظر می‌گیریم.

Router0

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

VLAN Database

INTERFACE

GigabitEthernet0/0

GigabitEthernet0/1

Serial0/1/0

Serial0/1/1

Static Routes

Network 50.0.0.0

Mask 255.255.255.0

Next Hop 40.0.0.1

Add

Network Address

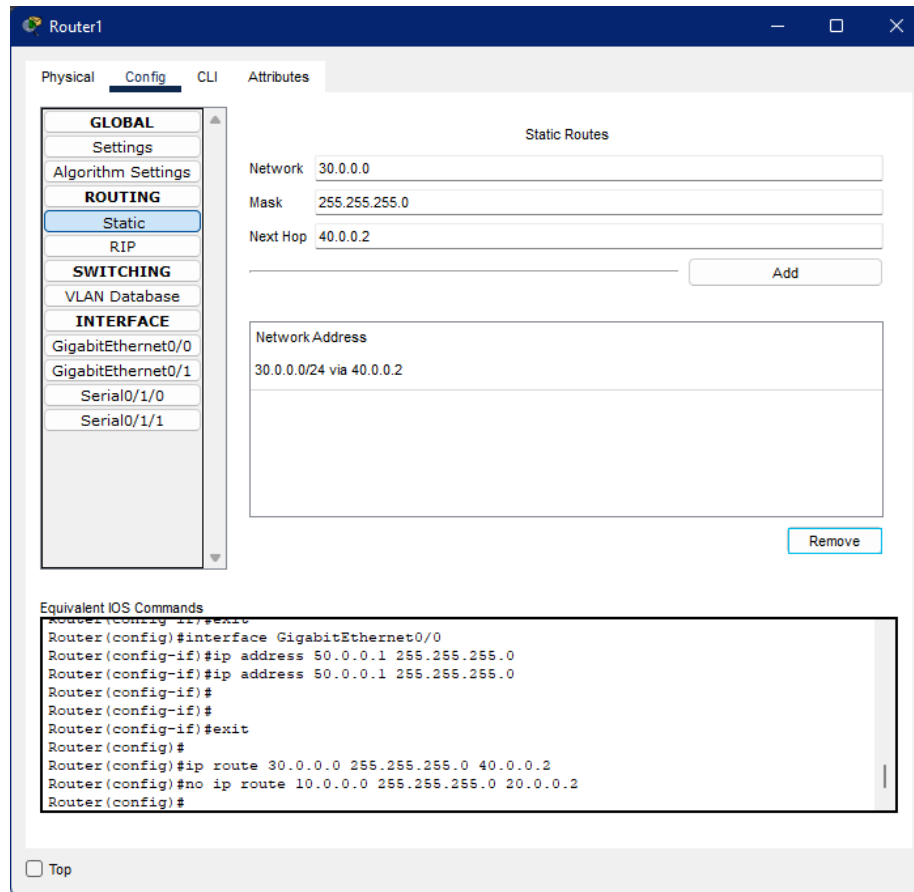
50.0.0.0/24 via 40.0.0.1

Remove

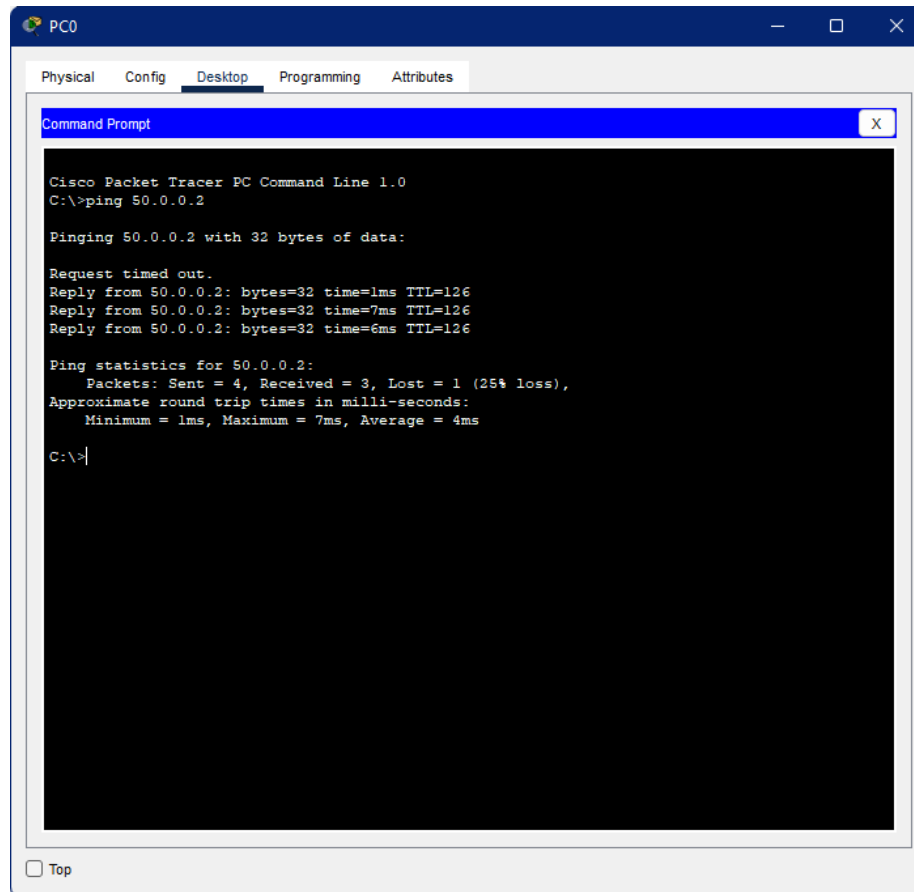
Equivalent IOS Commands

```
Router(config)#exit
Router(config)#interface Serial0/1/0
Router(config-if)#ip address 40.0.0.2 255.255.255.0
Router(config-if)#ip address 40.0.0.2 255.255.255.0
Router(config-if)#
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#
Router(config)#no ip route 100.0.0.0 255.255.255.0 20.0.0.1
Router(config)#ip route 50.0.0.0 255.255.255.0 40.0.0.1
Router(config)#
```

☐ Top



همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌کنیم، سرور را با آدرس اصلی آن می‌توانیم به درستی از PC0 پینگ کنیم.



```
PC0
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 50.0.0.2

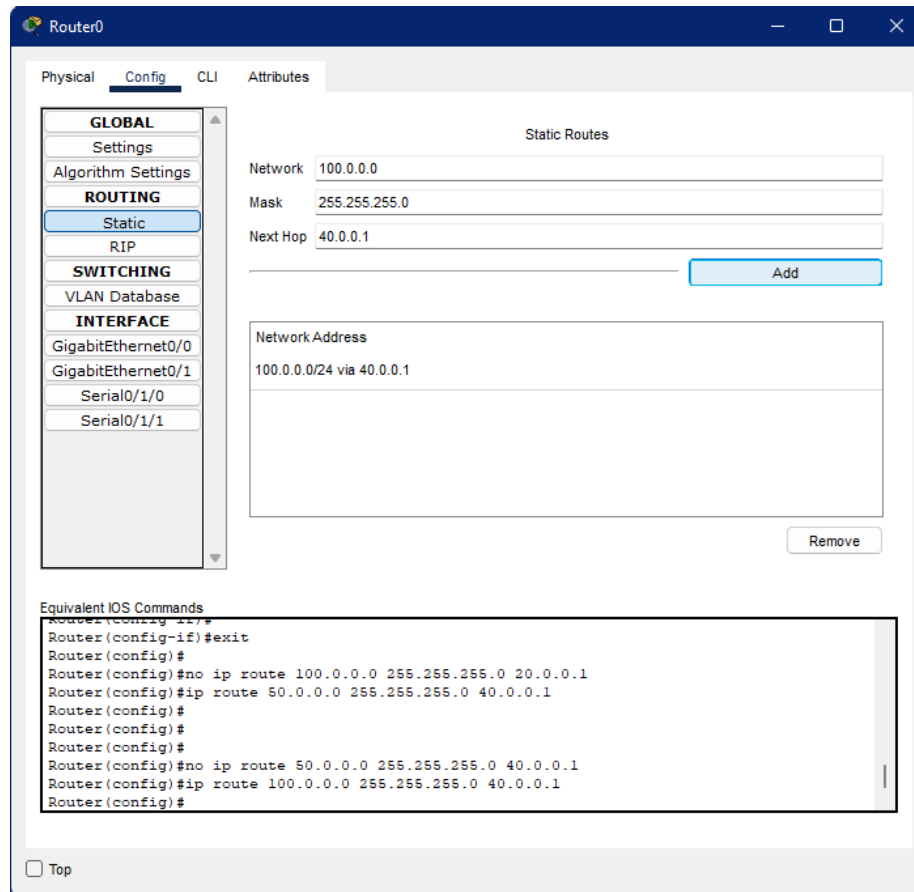
Pinging 50.0.0.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 50.0.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 50.0.0.2: bytes=32 time=7ms TTL=126
Reply from 50.0.0.2: bytes=32 time=6ms TTL=126

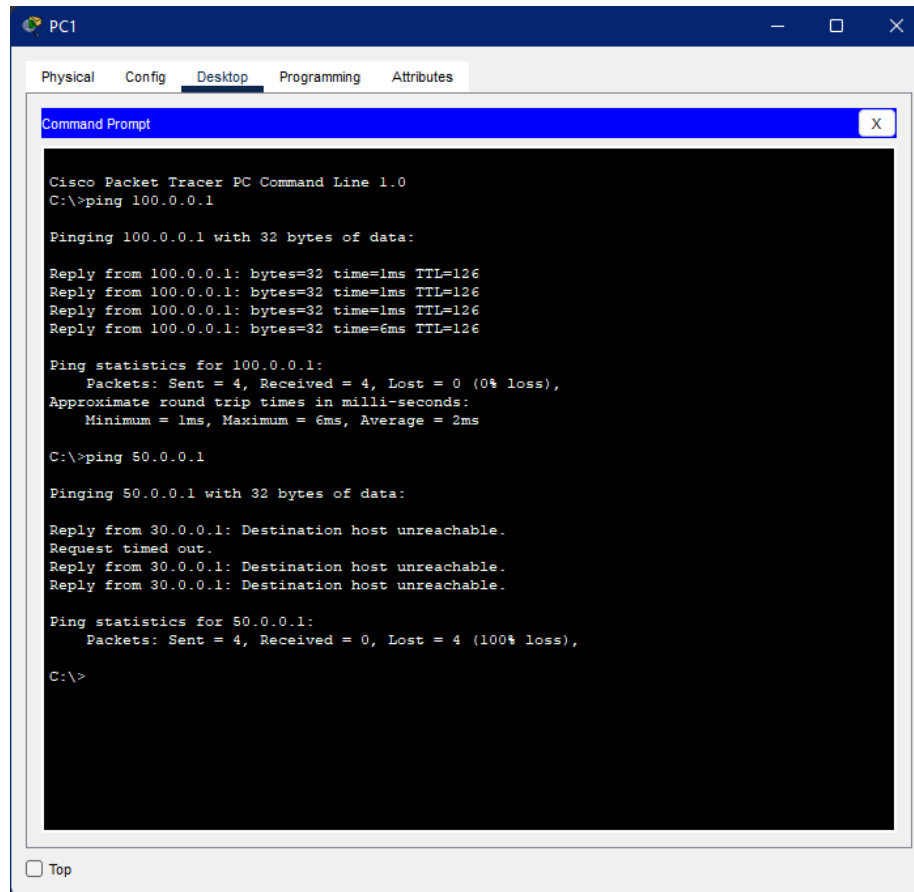
Ping statistics for 50.0.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 7ms, Average = 4ms

C:\>
```

حال به سراغ پیاده‌سازی NAT می‌رویم. ابتدا routing روتر را به صورت زیر تغییر می‌دهیم.



حال می‌توانیم سرور را از PC ها با آدرس غیر واقعی‌اش پینگ کنیم. و همچنین پینگ کردن سرور با آدرس واقعی آن با خطا مواجه می‌شود.



The screenshot shows a Cisco Packet Tracer PC Command Line window for PC1. The window has tabs for Physical, Config, Desktop, Programming, and Attributes. The Desktop tab is active, displaying a Command Prompt window. The Command Prompt shows the following output:

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 100.0.0.1

Pinging 100.0.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 100.0.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 100.0.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 100.0.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 100.0.0.1: bytes=32 time=6ms TTL=126

Ping statistics for 100.0.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 6ms, Average = 2ms

C:\>ping 50.0.0.1

Pinging 50.0.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 30.0.0.1: Destination host unreachable.
Request timed out.
Reply from 30.0.0.1: Destination host unreachable.
Reply from 30.0.0.1: Destination host unreachable.

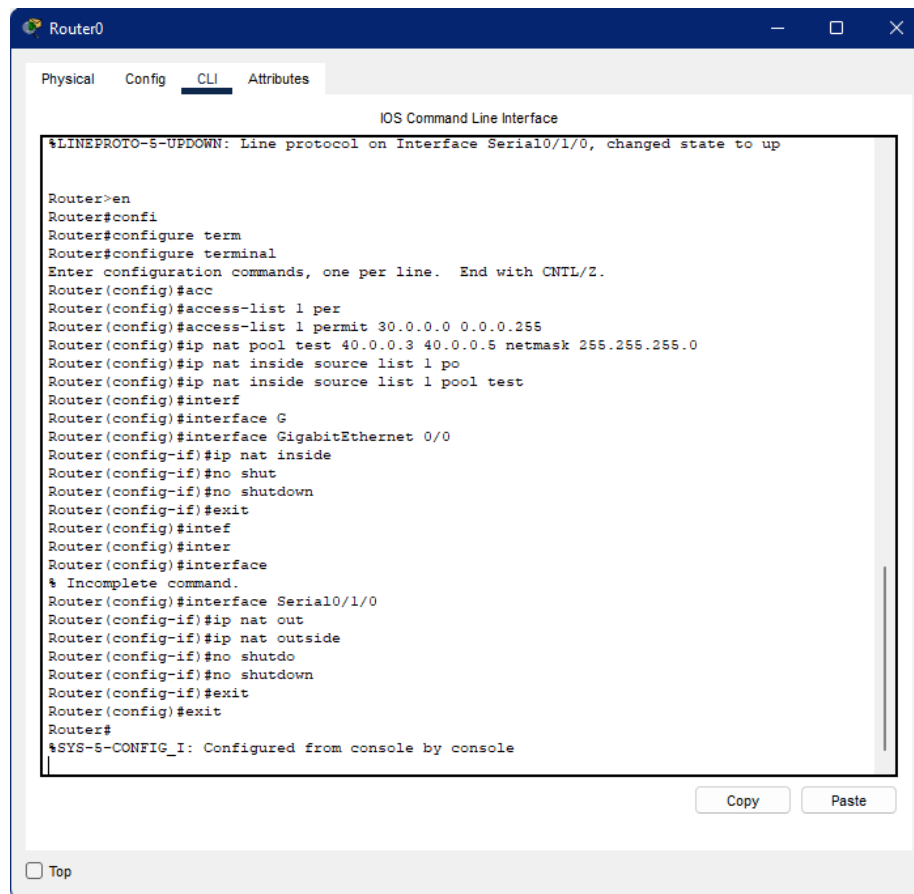
Ping statistics for 50.0.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

C:\>
```

At the bottom of the Command Prompt window, there is a checkbox labeled "Top" which is currently unchecked.

۲ Dynamic NAT

ابتدا روتر ۰ را همانند شکل زیر کانفیگ می‌کنیم.



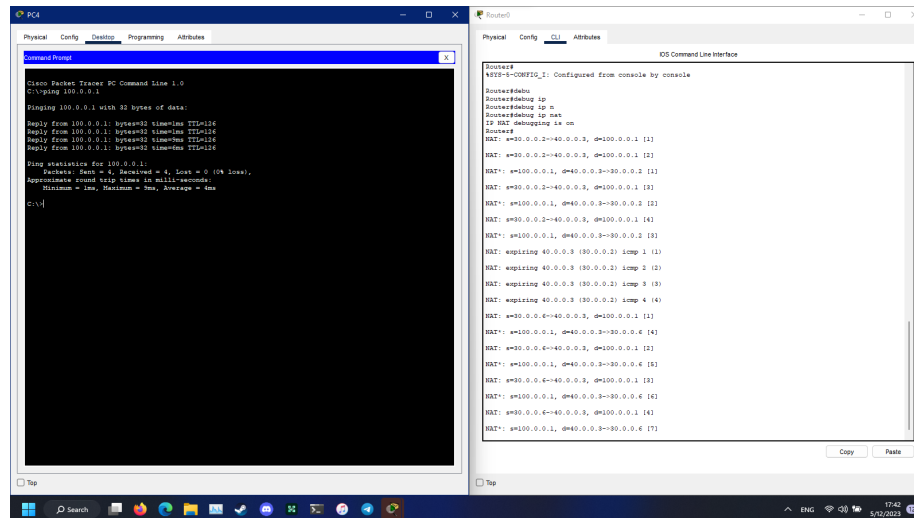
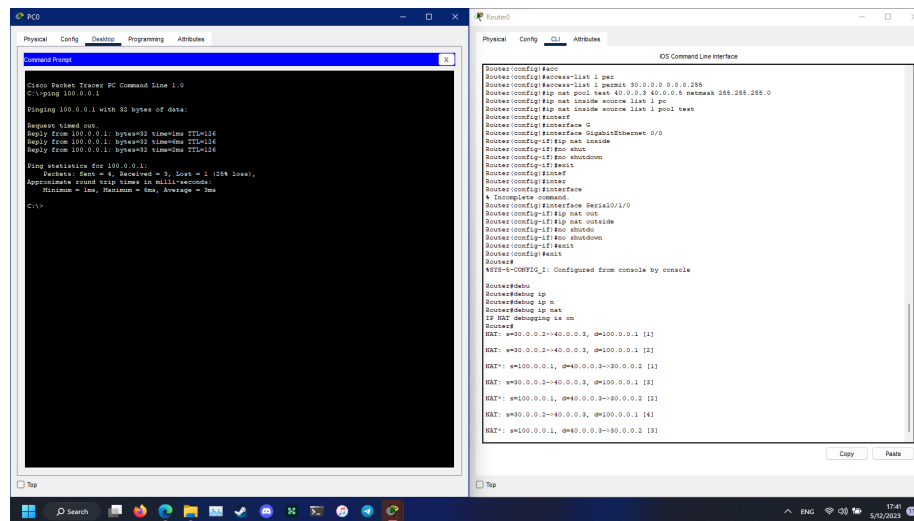
The screenshot shows a Cisco Router CLI window titled "Router0". The "CLI" tab is selected. The window displays the following commands and their outputs:

```

Router>en
Router#confi
Router#configure term
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#acc
Router(config)#access-list 1 per
Router(config)#access-list 1 permit 30.0.0.0 0.0.0.255
Router(config)#ip nat pool test 40.0.0.3 40.0.0.5 netmask 255.255.255.0
Router(config)#ip nat inside source list 1 po
Router(config)#ip nat inside source list 1 pool test
Router(config)#interf
Router(config)#interface G
Router(config)#interface GigabitEthernet 0/0
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#intef
Router(config)#interf
Router(config)#interface
% Incomplete command.
Router(config)#interface Serial0/1/0
Router(config-if)#ip nat out
Router(config-if)#ip nat outside
Router(config-if)#no shutdo
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#
$SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
  
```

At the bottom of the window, there are "Copy" and "Paste" buttons, and a "Top" link.

در دو شکل بعد خروجی پینگ گرفتن سرور را از PC0 و PC4 مشاهده می‌کنیم. همچنین log روتر هم در سمت راست هر عکس قابل مشاهده است.



PAT ۳

ابتدا روتر ۰ را همانند شکل زیر کانفیگ می‌کنیم.

The screenshot shows a Cisco Router CLI window titled "Router0". The "CLI" tab is selected. The interface displays the following text:

```

IOS Command Line Interface

Cisco CISC01941/K9 (revision 1.0) with 491520K/32768K bytes of memory.
Processor board ID FTX152400KS
2 Gigabit Ethernet interfaces
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)
DRAM configuration is 64 bits wide with parity disabled.
255K bytes of non-volatile configuration memory.
249856K bytes of ATA System CompactFlash 0 (Read/Write)

Press RETURN to get started!

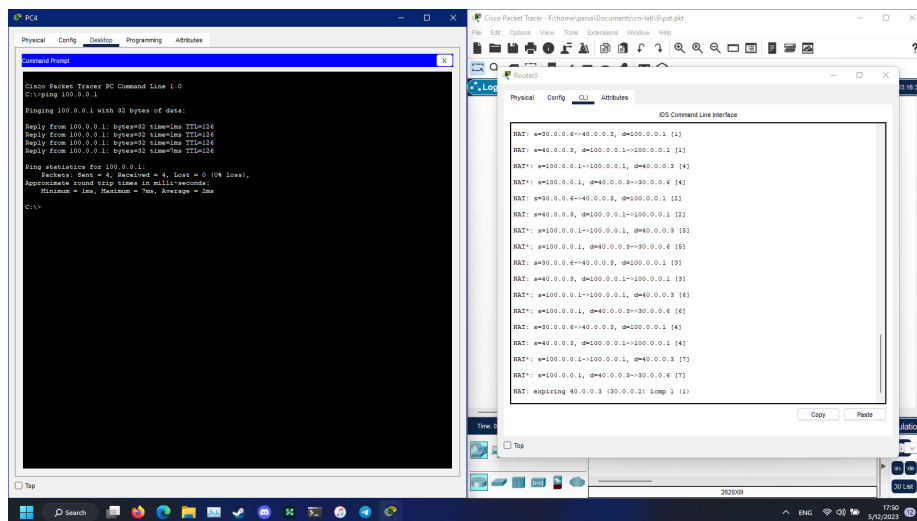
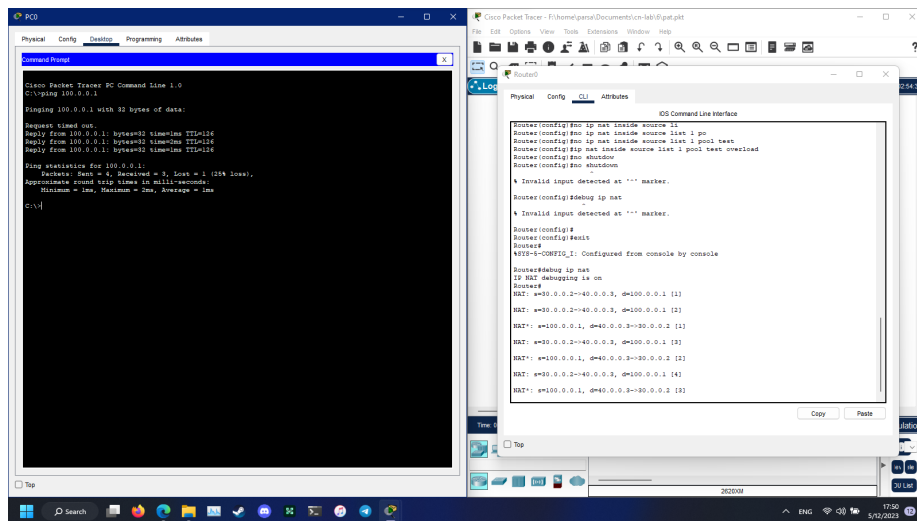
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/1/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/1/0, changed state to up

Router>en
Router#conf
Router#configure term
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNIL/Z.
Router(config)#no ip nat ins
Router(config)#no ip nat inside sou
Router(config)#no ip nat inside source li
Router(config)#no ip nat inside source list 1 po
Router(config)#no ip nat inside source list 1 pool test
Router(config)#ip nat inside source list 1 pool test overload
Router(config)#no shutdown
Router(config)#no shutdown
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Router(config)#
  
```

At the bottom of the window, there are "Copy" and "Paste" buttons, and a "Top" link.

در دو شکل بعد خروجی پینگ گرفتن سرور را از PC0 و PC4 مشاهده می‌کنیم. همچنین log روتر هم در سمت راست هر عکس قابل مشاهده است.



۴ سوالات

۱۰۴

لیست انواع دستورات قابل استفاده برای دو دستور ip nat و ip nat در شکل زیر قابل مشاهده است. در ادامه هر کدام از دستورات شرح داده شده‌اند.

```

Router0
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/1/0, changed state to up

Router>en
Router#conf
Router#configure ter
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNIL/Z.
Router(config)#ip ?
  access-list      Named access-list
  cef               Cisco Express Forwarding
  default-gateway  Specify default gateway (if not routing IP)
  default-network  Flags networks as candidates for default routes
  dhcp             Configure DHCP server and relay parameters
  domain           IP DNS Resolver
  domain-lookup    Enable IP Domain Name System hostname translation
  domain-name      Define the default domain name
  flow-export       Specify host/port to send flow statistics
  forward-protocol Controls forwarding of physical and directed IP broadcasts
  ftp              FTP configuration commands
  host             Add an entry to the ip hostname table
  local            Specify local options
  name-server       Specify address of name server to use
  nat              NAT configuration commands
  route            Establish static routes
  routing          Enable IP routing
  scp              Scp commands
  ssh              Configure ssh options
  tcp              Global TCP parameters
Router(config)#ip nat ?
  inside  Inside address translation
  outside Outside address translation
  pool    Define pool of addresses
Router(config)#ip nat

```

ابتدا دستورات بعد از ip را شرح می‌دهیم.

۱. دستور access-list: برای ساختن access-list دارای اسم استفاده می‌شود.
۲. دستور cef: مربوط به فوروارد کردن بسته‌ها از روتر به جای دیگر است.
۳. دستور default-gateway: برای مشخص کردن gateway پیشفرض استفاده می‌شود.
۴. دستور default-network: برای مشخص کردن مسیر پیشفرض استفاده می‌شود.
۵. دستور dhcp: برای تنظیم سرور dhcp که مسئول تخصیص IP است، استفاده می‌شود.
۶. دستور domain: برای نگاشت آدرس به IP استفاده می‌شود.
۷. دستور domain-lookup: سرور DNS را مشخص می‌کند.
۸. دستور domain-name: آدرس پیشفرض را مشخص می‌کند.
۹. دستور flow-export: برای فرستادن آمار جریان استفاده می‌شود.

۱۰. دستور forward-protocol: برای کنترل فروروار بسته‌ها استفاده می‌شود.

۱۱. دستور ftp: برای تنظیم file transfer protocol استفاده می‌شود.

۱۲. دستور host: برای اضافه کردن به جدول DNS استفاده می‌شود.

۱۳. دستور local: برای تنظیمات محلی استفاده می‌شود.

۱۴. دستور name-server: آدرس DNS را مشخص می‌کند.

۱۵. دستور nat: برای تنظیم NAT استفاده می‌شود.

۱۶. دستور route: برای مسیریابی static استفاده می‌شود.

۱۷. دستور routing: برای مسیریابی استفاده می‌شود.

۱۸. دستور scp: برای تنظیم scp برای جابجایی فایل استفاده می‌شود.

۱۹. دستور ssh: برای تنظیم ssh که ترمینال از ریموت است استفاده می‌شود.

۲۰. دستور tcp: برای تنظیم پارامترهای TCP استفاده می‌شود.

حال دستورات بعد از ip nat را شرح می‌دهیم.

۱. دستور inside: برای مشخص کردن طرف درونی nat استفاده می‌شود.

۲. دستور outside: برای مشخص کردن طرف بیرونی nat استفاده می‌شود.

۳. دستور pool: برای تعریف مجموعه IP های موجود استفاده می‌شود.

۲.۴

access-list ها دو نوع هستند. standard و extended. به طور کلی access-list ها برای فیلتر کردن بسته‌های شبکه استفاده می‌شوند. نوع استاندارد آن‌ها ساختار ساده‌تری دارند و منابع کمتری مصرف می‌کنند ولی تنها امکان فیلتر کردن بسته‌ها بر اساس IP مبدا را در اختیارمان قرار می‌دهند. از طرف دیگر، نوع گسترش، قابلیت فیلتر با پارامترهای مختلف را به ما می‌دهد ولی نیاز به توان پردازشی بیشتری دارد و کار با آن پیچیده‌تر است. برای فیلتر کردن بسته‌هایی که به پورت tcp/80 می‌روند، می‌توان از دستورات زیر استفاده کرد.

```
1 Router>en
2 Router#configure terminal
3 Router (config)#ip access-list 1 deny tcp any any eq 80
4 Router (config)#ip access-list 1 permit ip any any
```

۳.۴

در نتایج به دست آمده مشاهده می‌کنیم که آدرس عمومی هر دو ماشین که آدرس خصوصی یکی از آن‌ها 30.0.0.2 و دیگری 30.0.0.6 است به آدرس 40.0.0.3 تبدیل شده است. با وجود این که در لاگ مربوط به دیاگ NAT روتر شماره پورت نوشته نمی‌شود، به هر کدام از این ماشین‌ها پورت جداگانه تخصیص داده شده است که آن‌ها بتوانند به صورت همزمان از شبکه‌ای که تنها یک IP عمومی دارد استفاده کنند.

۴.۴

در واقع مشخص کردن پورت‌های ورودی و خروجی در مسیریاب برای NAT بسیار مهم است و تعیین می‌کند که کدام طرف router شبکه محلی‌ای که قرار است پشت NAT پنهان شود قرار دارد، و کدام طرف بقیه‌ی جهان. به عبارت دیگر در طرف outside اینترنت قرار دارد و IP‌های موجود در این سمت عمومی هستند و از/به بقیه‌ی ماشین‌های اینترنت قابلیت وصل شدن دارند. از طرف دیگر در سمت inside ماشین‌های محلی قرار دارند و IP‌ها مخصوص همین شبکه کوچکتر محلی هستند و از بیرون معنایی ندارند.

برای بازنویسی دستورات آزمایش ۲ و ۳ تنها باید جای دو کلمه outside و inside را در همه دستورات آورده شده عوض کنیم.