مهندسی اینترنت

فصل ۳: لایه IP در اینترنت

تالیف وگرد آوری : دکتر عباسعلی رضائی

[عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور]

پست الکترونیکی : A_rezaee@pnu.ac.ir

WWW.khate-aval.com

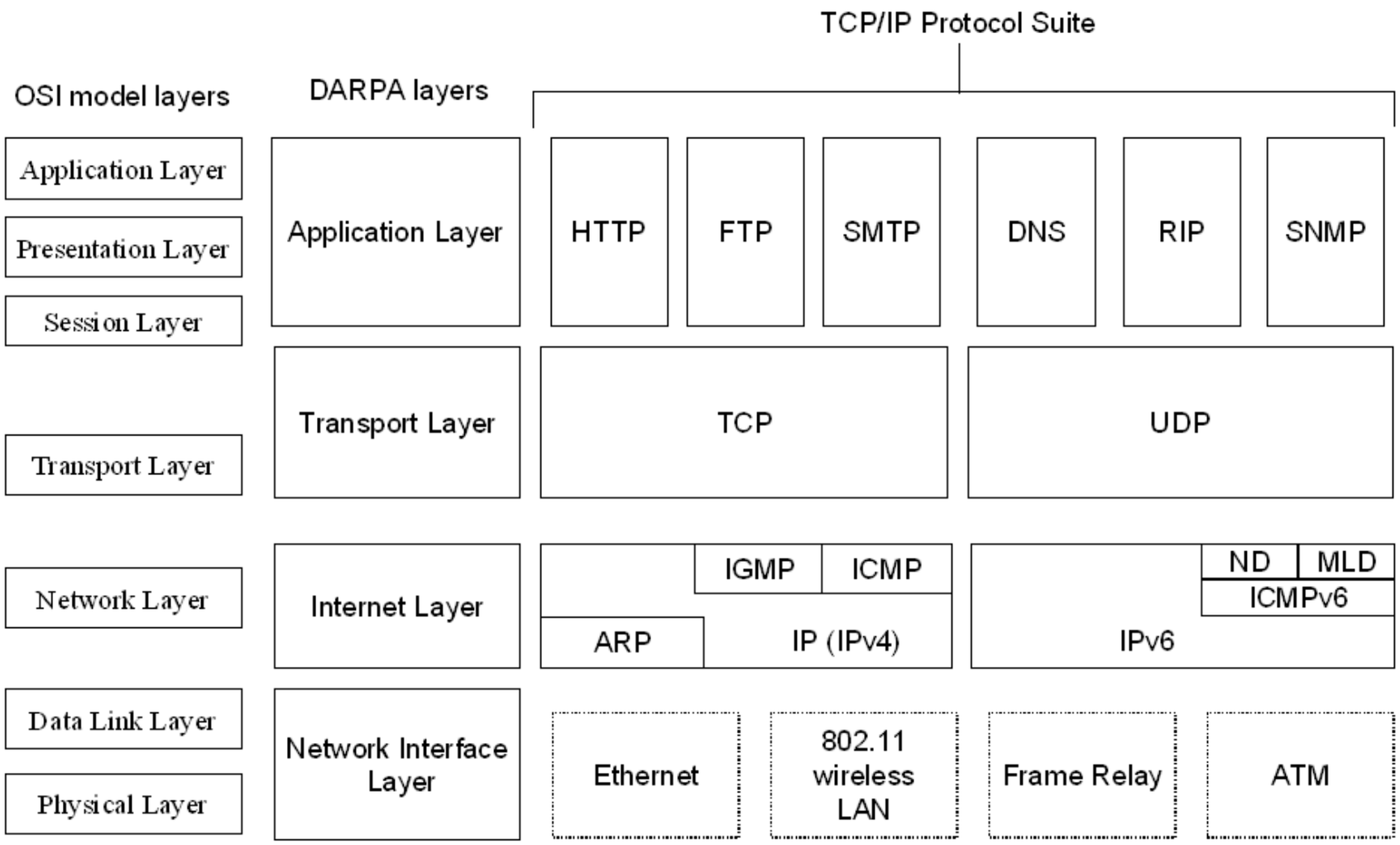
مقدمه

اینترنت، نتیجه پژوهش‌های نظامی انجام‌گرفته در موسسه ARPANET وابسته به وزارت دفاع امریکا است که با هدف ایجاد ارتباط میان چند کاربر با استفاده از یک خط ارتباطی مشترک، از طریق خطوط تلفن، انجام گرفت.

دانشمندی به نام Robert Taylor در این موسسه، توانست یک شبکه آزمایشی کوچک با دو رایانه در شرق و غرب امریکا ایجاد نماید و بدین‌گونه، اینترنت در ۱۰ شهریور ۱۳۴۸ راه‌اندازی شد.

قرارداد اینترنت (IP)

- یک قرارداد استاندارد
- غیرقابل اطمینان
- با سرویس بهترین تلاش
- بدون اتصال
- لایه دوم TCP/IP



آدرس‌دهی IP

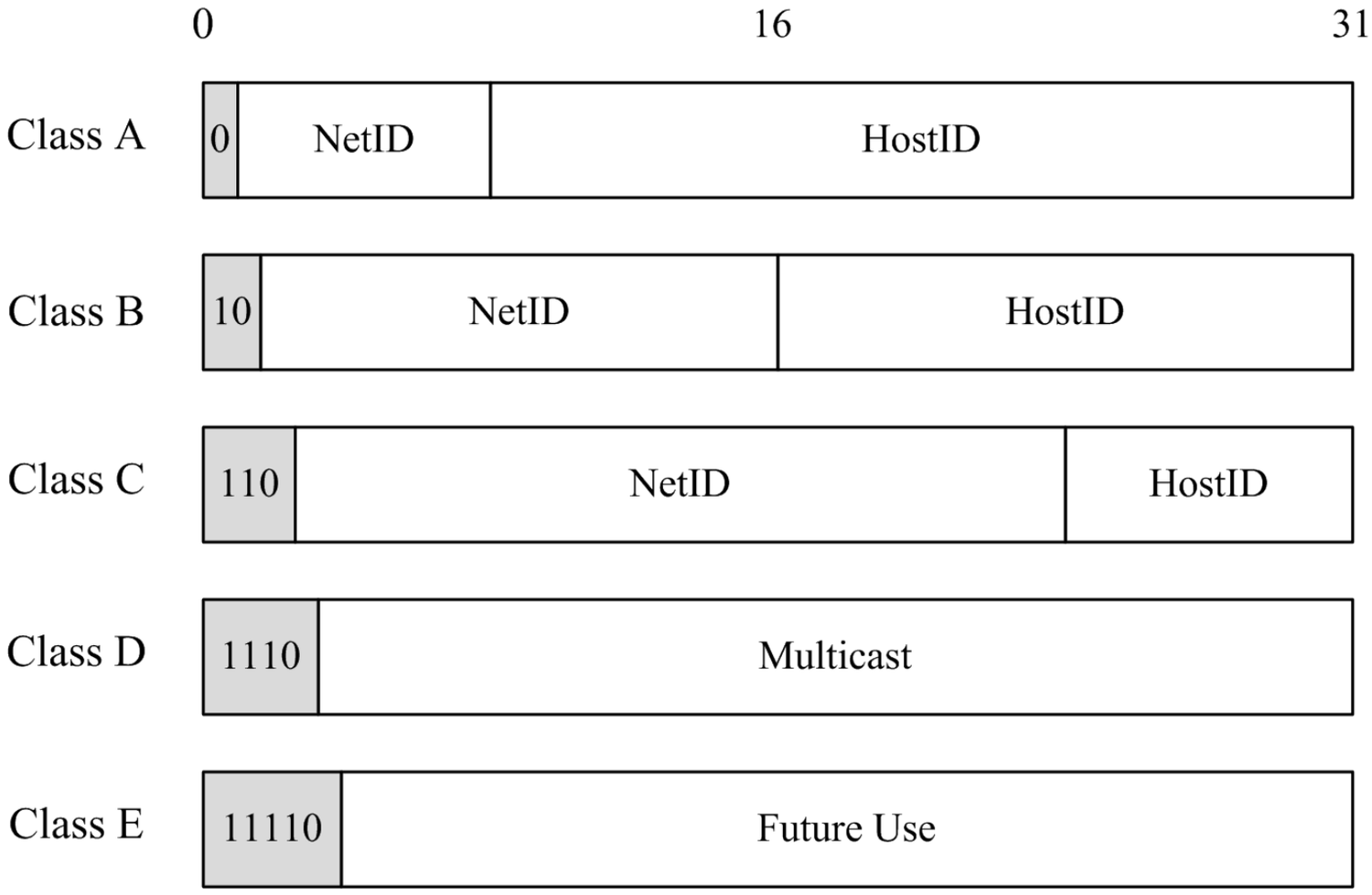
- برای تشخیص هر Node در اینترنت، یک آدرس IP به آن اختصاص می‌یابد:

Net ID	Host ID

- سه شرکت مدیریت کننده آدرس های IP
  - ARIN: ثبت و مدیریت IP در امریکای شمالی، جنوبی، حوزه دریای کاراییب و بخشی از افریقای شمالی
  - RIPE: ثبت و مدیریت IP در اروپا، خاورمیانه و بخشی از افریقا
  - APNIC: ثبت و مدیریت IP در آسیا اقیانوسیه

آدرس های IP مبتنی بر کلاس

- آدرس IP شامل:
  - آدرس شبکه (Net ID)
  - آدرس میزبان (Host ID)



آدرس های IP رزروشده

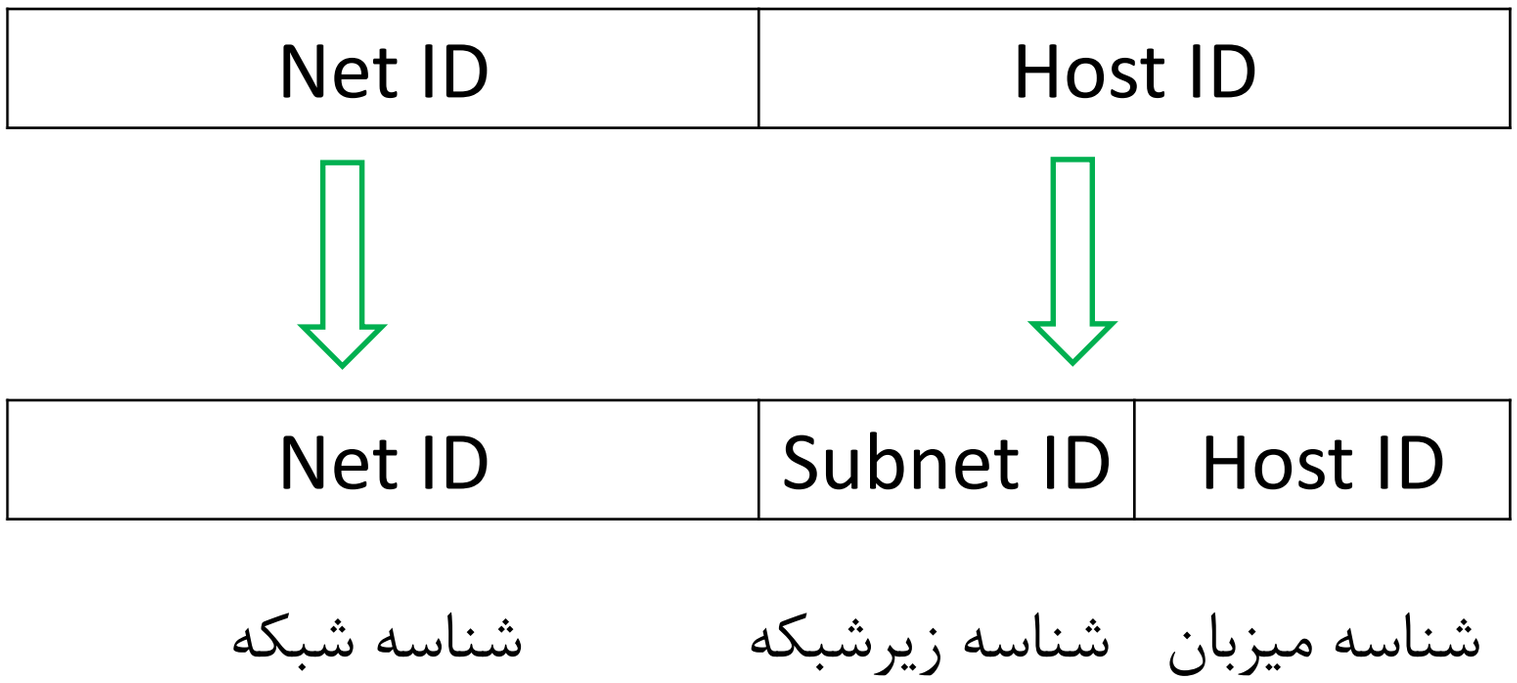
- **آدرس تمام بیت صفر** : اگر همه بیت های بخش Host ID صفر باشد، به سیستم جاری و اگر همه بیت های بخش Net ID صفر باشد، به شبکه جاری اشاره دارد.
- **آدرس تمام بیت یک:** به معنی همه میزبان‌ها است. برای نمونه، آدرس 128.2.255.255 به معنی همه میزبان‌ها روی شبکه 128.2 است.
- **Loop Back**: از آدرس 127.0.0.0 برای پردازش داده در سیستم محلی استفاده می شود و به شبکه‌های واقعی بیرون، دسترسی ندارد.

آدرس های IP خاص

کاربرد	آدرس
شبکه‌ی جاری	۰,۰,۰,۰/۸
شبکه‌ی داده‌های عمومی	۱۴,۰,۰,۰/۸
شبکه‌های تلویزیون کابلی	۲۴,۰,۰,۰/۸
رزرو برای تخصیص	۳۹,۰,۰,۰/۸
رزرو برای تخصیص	۱۲۸,۰,۰,۰/۱۶
ارتباط محلی	۱۶۹,۲۵۴,۰,۰/۱۶
رزرو برای تخصیص	۱۹۱,۲۵۵,۰,۰/۱۶
رزرو برای تخصیص	۱۹۲,۰,۰,۰/۲۴
Test Net 192.88.99.0/24 6 To 4 Relay Anycast	192.0.2.0/24
آزمایش دستگاه‌های متصل در شبکه	۱۹۸,۱۸,۰,۰/۱۵
رزرو برای تخصیص	۲۲۳,۲۵۵,۲۵۵,۰/۲۴
چندپخشی	۲۲,۰,۰,۰/۴
رزرو برای آینده	۲۴۰,۰,۰,۰/۴

زیرشبکه سازی

- دلایل زیر شبکه سازی:
  - گسترش فیزیکی شبکه
  - افزایش تعداد گره‌ها
  - نیاز به ایجاد سگمنت های جدید
  - نیاز به قرار دادن Gateway
    - افزایش فاصله در شبکه
    - تقسیم‌شدن به شبکه‌های کوچک‌تر



انواع زیر شبکه

- زیرشبکه سازی با طول ثابت
  - Subnet Mask یکسان در همه زیرشبکه‌ها
  - باعث هدردادن IP
  - پشتیبانی مسیریابی IP محلی و RIP 1
- زیرشبکه سازی با طول متغیر VLSM
  - Subnet Mask متفاوت در زیرشبکه‌ها
  - استفاده بهینه از IP
  - پشتیبانی قرارداد مسیریابی RIP 2

مسئله: شبکه ای داریم که :

تعداد زیر شبکه: ۴

شماره شبکه: ۱۹۲,۱۶۸,۱,۰

ماسک شبکه: ۲۵۵,۲۵۵,۲۵۵,۰

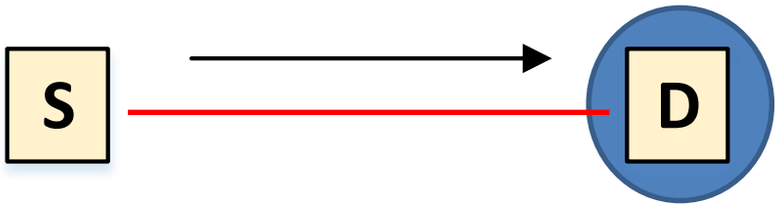
حداکثر تعداد سیستم در هر زیر شبکه: ۶۲

بدست آورید:

۱- بازه IP در هر زیر شبکه ؟

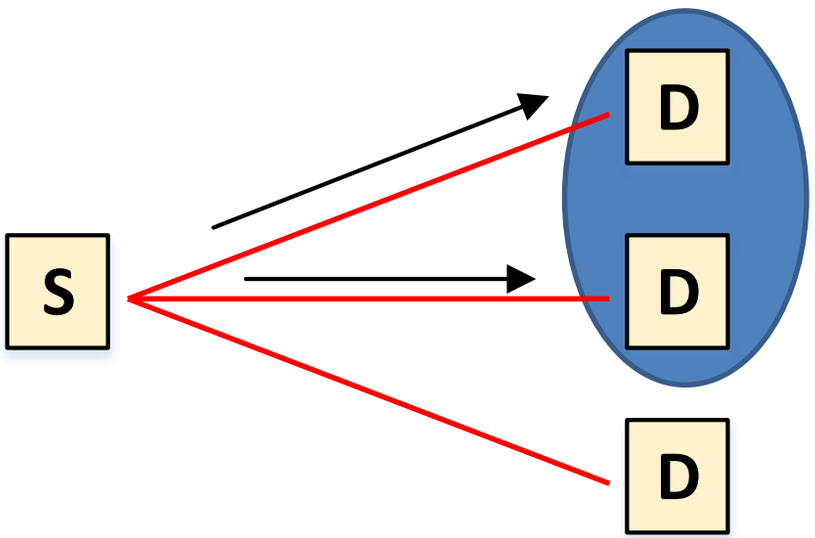
۲- ماسک هر زیر شبکه ؟

روش‌های پخش (Casting)

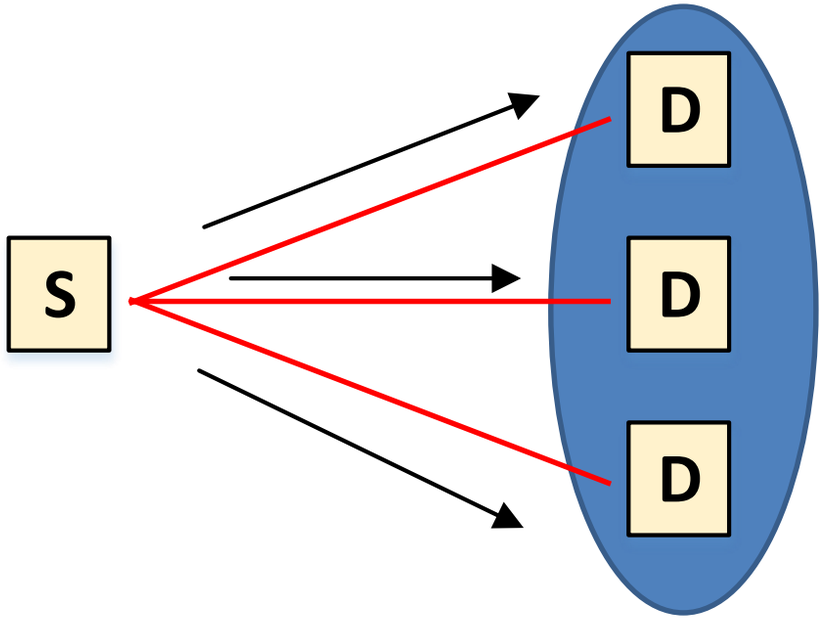


- تک‌پخشی (Unicast): گیرنده یک نفر.
- چندپخشی (Multicast): بسته‌های ارسالی به یک آدرس

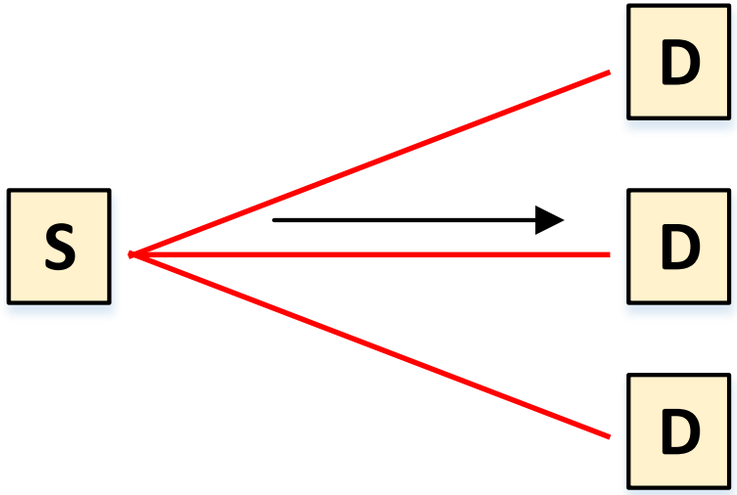
چندپخشی، به اعضای عضو آن گروه میزبان داده می شوند.



روش‌های پخش (Casting)(ادامه)



- همه‌پخشی (Broadcast):
  - نمی‌توانند به‌عنوان آدرس مبدا به‌کاررروند
  - فقط آدرس مقصد هستند.



- هرپخشی (Anycast):
  - تضمین دریافت با بهترین کیفیت برای گیرنده.

مشکل پایان‌یافتن آدرس های IP

- دلیل کمبود آدرس:
  - افزایش دو برابری تعداد شبکه‌ها در هر سال

- راه‌حل‌ها:
  - اینترانت Intranet
  - ترجمه آدرس شبکه Network Address Translation
  - ترجمه آدرس درگاه Port Address Translation
  - آدرس‌دهی بدون کلاس Classic Interdomain Routing

اینترانت Intranet

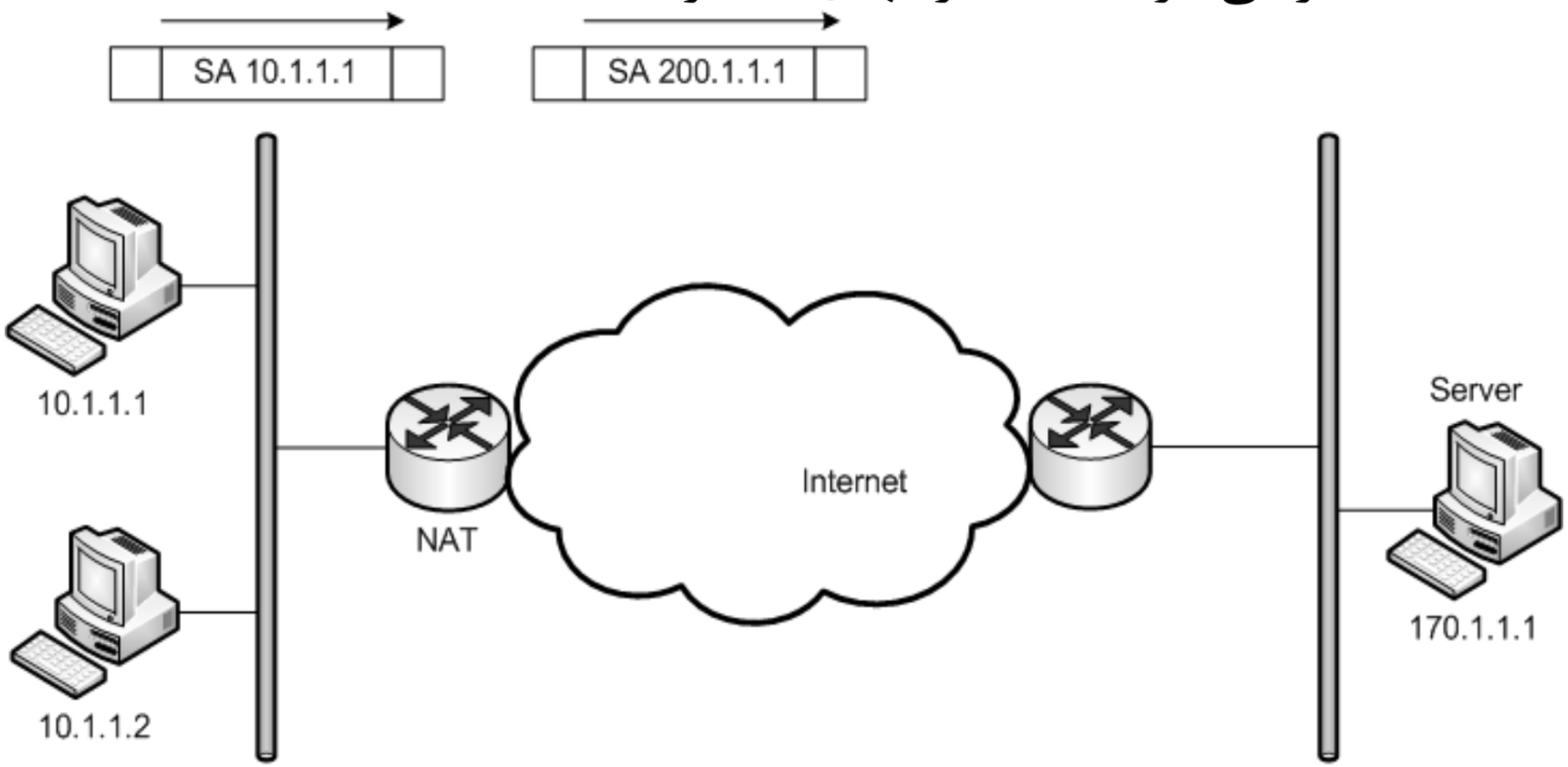
- جهت اتصال به اینترنت باید آدرس IP یکتا باشد.
- برخی از شرکت ها ممکن است نخواهند به اینترنت وصل شوند.
- پس در اینجا نیازی به یکتابودن آدرس IP نیست.
- می‌توان از آدرس های خصوصی زیر استفاده کرد:
  - در Class A: از ۱۰,۰,۰,۰ تا ۱۰,۲۵۵,۲۵۵,۲۵۴
  - در Class B: از ۱۷۲,۱۶,۰,۰ تا ۱۷۲,۳۱,۲۵۵,۲۵۴
  - در Class C: از ۱۹۲,۱۶۸,۰,۰ تا ۱۹۲,۱۶۸,۲۵۵,۲۵۴

ترجمه آدرس شبکه NAT

- جهت ارتباط کاربران داخلی یک شبکه به شبکه‌های بیرونی (مانند اینترنت) را می‌دهد.
- شبکه داخلی دارای آدرس IP نامعتبر است.
- شبکه اینترنت نیاز به آدرس IP معتبر دارد.
- تبدیل آدرس نامعتبر به معتبر توسط NAT انجام می شود.
- NAT به دو شکل ایستا و پویا وجود دارد.

NAT ایستا

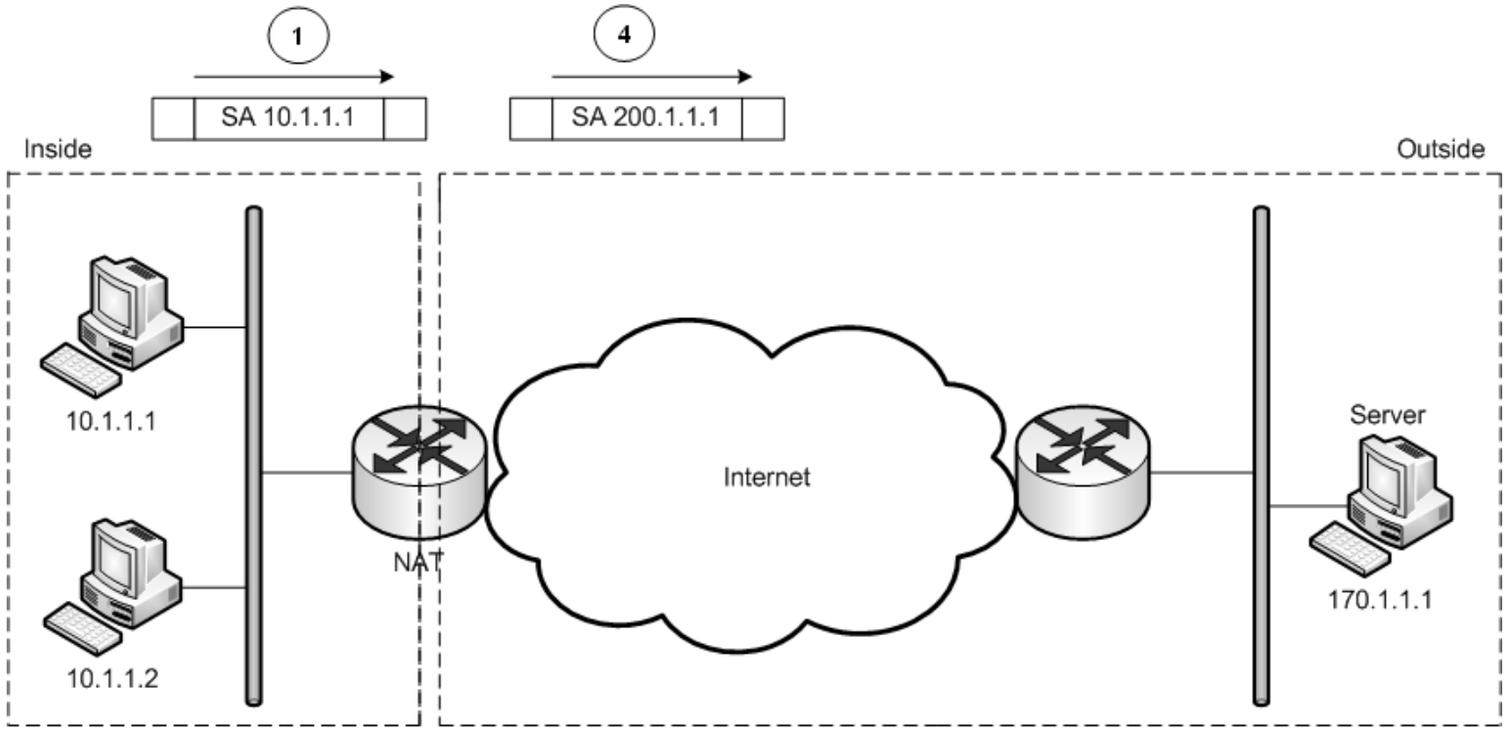
- نگاشت یک آدرس از داخل شبکه به آدرسی در لیست آدرسهای معتبر



Private Address	Public Address
10.1.1.1	200.1.1.1
10.1.1.2	200.1.1.2

NAT پویا

- مشابه ایستا است
- اما نگاشت آدرسهای درونی به خارجی بصورت چرخشی انجام و در یک جدول ثبت می گردد.



NAT Table Before First Packet

Inside Local	Inside Global

Criteria for Hosts to NAT:

10.1.1.0 , 10.1.1.255

2

NAT Table After First Packet

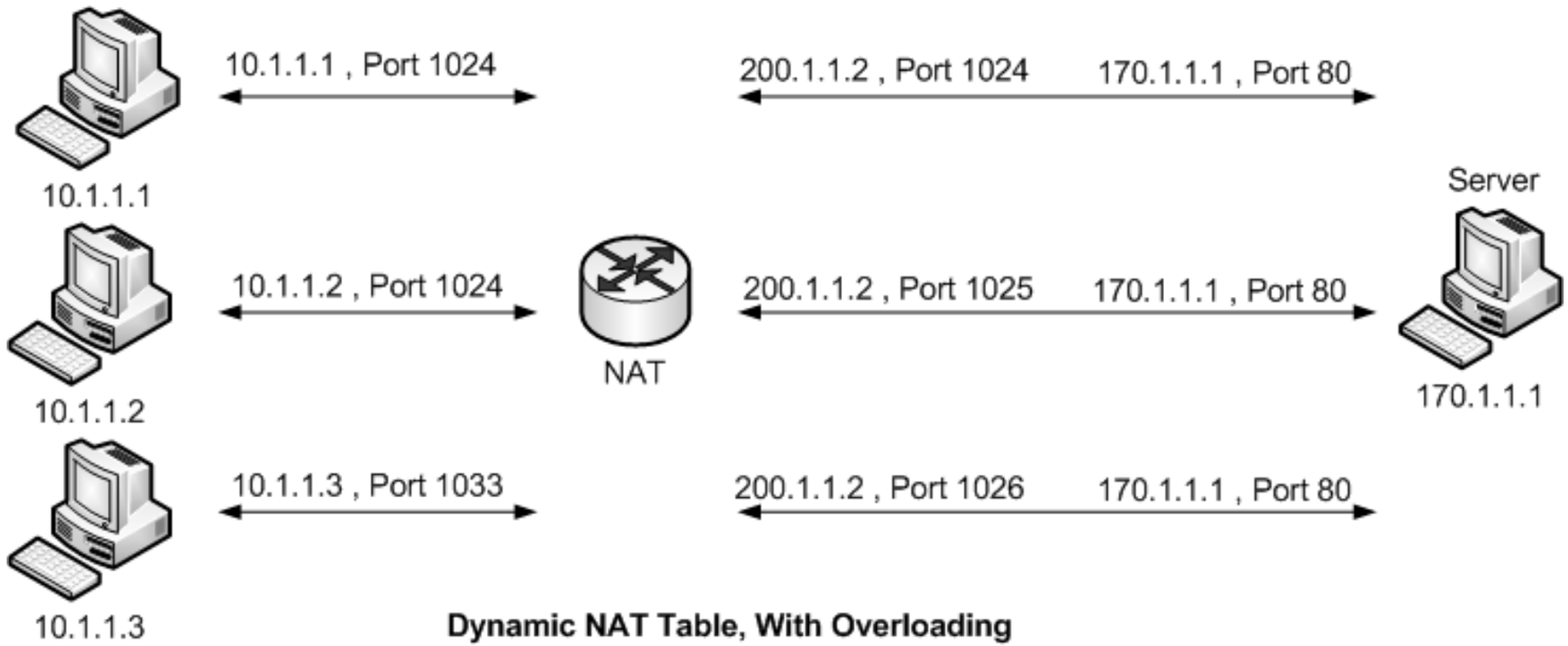
Inside Local	Inside Global
10.1.1.1	200.1.1.1

3

NAT Pool:
200.1.1.1
200.1.1.2
200.1.1.3
200.1.1.4
200.1.1.5

ترجمه آدرس درگاه PAT

- در این روش، علاوه بر استفاده از آدرس IP، از پورت های TCP/UDP نیز استفاده می‌شود.



Dynamic NAT Table, With Overloading

Inside Local	Inside Global
10.1.1.1:1024	200.1.1.2:1024
10.1.1.2:1024	200.1.1.2:1025
10.1.1.3:1033	200.1.1.2:1026

آدرس‌دهی بدون کلاس CIDR

- مشکل‌ها
  - هدررفت IP در کلاس‌های A و B
  - کافی نبودن Ip های کلاس C
- نتیجه
  - افزایش بسیار زیاد حجم جدول‌های مسیریابی
- راه حل
  - روش CIDR که بر اساس بیت‌های مرتبه بالای IP (بیت‌های پیش‌وند) عمل می‌کند.
- هر رکورد جدول مسیریابی CIDR، دربردارنده آدرس و ماسک ۳۲ است.

```
11000000  00100000  10001000  00000000   = 192.32.136.0 (Class C)
11111111  11111111  11111---  --------   = 255.255.248.0 (Network Mask)
------------------------------------------------------------ And منطقی
11000000  00100000  10001---  --------   = 192.32.136 (IP Prefix)
```

قالب کلی بسته IP

قاب اترنت

آدرس اترنت مقصد	آدرس اترنت مبدا	قرارداد	داده	جمع کنترلی

بسته IP

		طول				قرارداد	جمع کنترلی	آدرس IP مبدا	آدرس IP مقصد	داده

بسته TCP

نشانی TCP مبدا	نشانی TCP مقصد	SEQ	ACK			داده

قالب سرآیند بسته IP

Link Layer Header	داده	Link Trailer

۰ ۴ ۸ ۱۶ ۳۱

Version	HLEN	Service Type	Total Length
ID		Flag	Fragment Offset
TTL	Protocol	Header Checksum	
آدرس IP مبدا			
آدرس IP مقصد			
IP Options		Padding	
داده			

تکه‌سازی

- حداکثر طول بسته‌های IP، ۶۴ کیلوبایت است. اگر اندازه قاب فرستاده شده، بیشتر از MTU استاندارد لایه پیوند داده در یک شبکه باشد، قاب به تکه‌های کوچک‌تری شکسته می‌شود.

نوع شبکه	اندازه MTU
Ethernet	۱۵۰۰ بایت
Token Ring	۴۴۴۰ تا ۱۷۹۴۰ بایت
FDDI	۴۳۵۲ بایت
SMDS	۹۱۸۰ بایت
X 25	۵۷۶ بایت

تکه سازی: مثال

- برای ارسال فایلی به اندازه ۱۴۰۰ بایت داریم:

MTU=data+header

Fragment Number	Data Length	Fragment Offset (8-byte)	MF
1	600	0	1
2	600	600/8 = 75	1
3	200	75+75 = 150	0

قرارداد کنترل پیام‌های اینترنتی ICMP

- مشکلات اساسی قرارداد اینترنت (IP) :
  - کنترل خطا
  - سازو کار کمک
- قرارداد ICMP برای حل این دو مشکل ارائه شد.
- مسیریاب یا میزبان مقصد، برای آگاهی‌دادن از خطاهای حاصل در حین کار، از این قرارداده استفاده می‌کند.
- پیام‌های ICMP، در بسته‌های IP ارسال می‌شوند.

۰ ۱۶ ۳۱

Type	Code	Checksum
داده ICMP		

قالب قاب ICMP

پیام های ICMP

Type	Message	Type	Message
0	Echo Reply	۱۱	**Time Exceeded**
۳	Destination Unreachable	۱۲	**Parameter Problem**
۴	Source Quench	۱۳	**Timestamp Request**
۵	Redirect	۱۴	**Timestamp Reply**
۸	Echo Request	۳۰	**Traceroute**

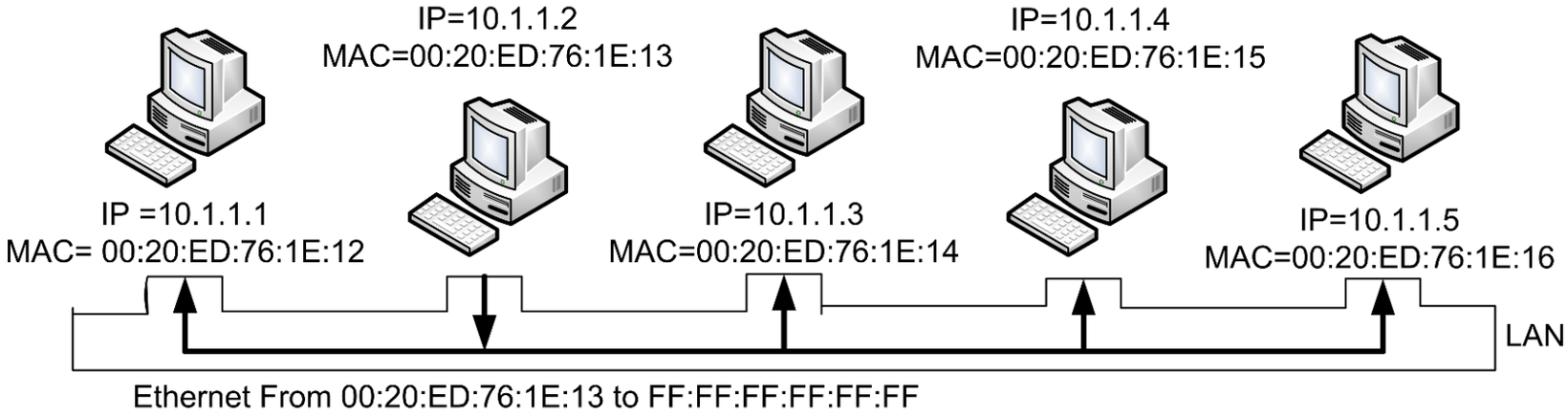
قرارداد تحلیل آدرس (Address Resolution Protocol)

- وظیفه تبدیل آدرس IP به آدرس فیزیکی را برعهده دارد.
- این کار با استفاده از جدول ARP Cache انجام می گیرد.

ساختار سرآیند ARP:

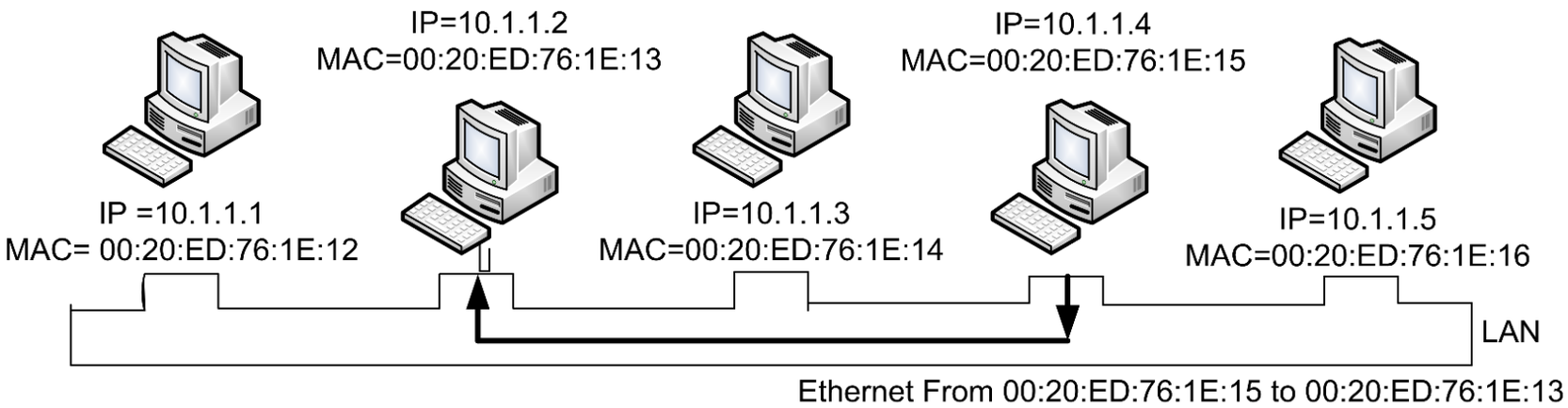
نوع سخت‌افزار (اترنت یا شبکه رادیویی)	
نوع قرارداد (IP یا ARP)	
طول آدرس قرارداد (۴ باید در IP)	طول آدرس فیزیکی (۶ بایت در اترنت)
کد عملیاتی (۱و۲ برای درخواست یا پاسخ ARP)	
آدرس سخت‌افزاری فرستنده	
آدرس IP فرستنده	
آدرس سخت‌افزاری گیرنده	
آدرس IP گیرنده	

نحوه کار ARP



ARP

OP:ARP_REQUEST
MAC_SOURCE:00:20:ED:76:1E:13
IP_SOURCE: 10.1.1.2
MAC_TARGET:00:00:00:00:00:00
IP_TARGET: 10.1.1.4



ARP

OP:ARP_REQUEST
MAC_SOURCE:00:20:ED:76:1E:15
IP_SOURCE: 10.1.1.4
MAC_TARGET:00:20:ED:76:1E:13
IP_TARGET: 10.1.1.2

قرارداد تحلیل آدرس معکوس RARP

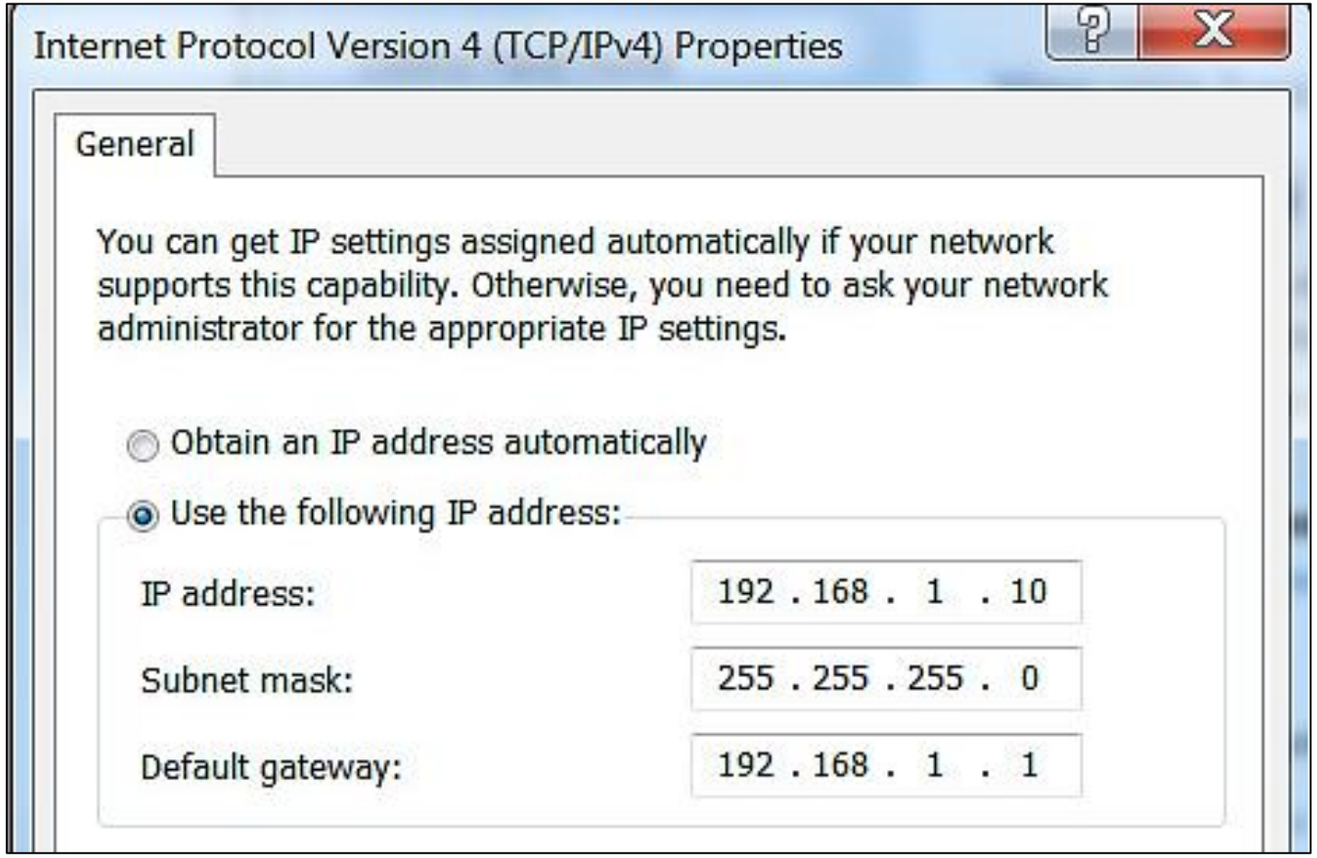
- یک گره در شبکه، هنگام راه‌اندازی، آدرس IP خود را نمی‌داند.
- در این حالت، سرویس‌دهنده RARP، از پایگاه داده خود شامل آدرس IPهای همه میزبان‌های شبکه، پاسخ درخواست‌کننده RARP را می‌دهد.

قرارداد BOOTP

- این امکان را به یک گره در شبکه می‌دهد که با حداقل پشته IP بتواند آدرس IP، آدرس Gateway و آدرس سرویس‌دهنده نام را از یک BOOTP Server درخواست کند.
- از این قرارداد، زمانی استفاده می‌شود که Server و گره‌ها، در یک Segment فیزیکی باشند.
- یا آن که بین Segmentها، پل‌های با قابلیت مسیریابی از مبدا وجود داشته باشد.
- اگر چندین زیرشبکه داشته باشیم، مسیریاب باید توانایی عبور بسته‌های این قرارداد را داشته باشد.

روش‌های آدرس‌دهی

- آدرس‌دهی ایستا
  - در شبکه‌های کوچک، تنظیمات آدرس‌دهی، به‌شکل دستی انجام می‌شود.

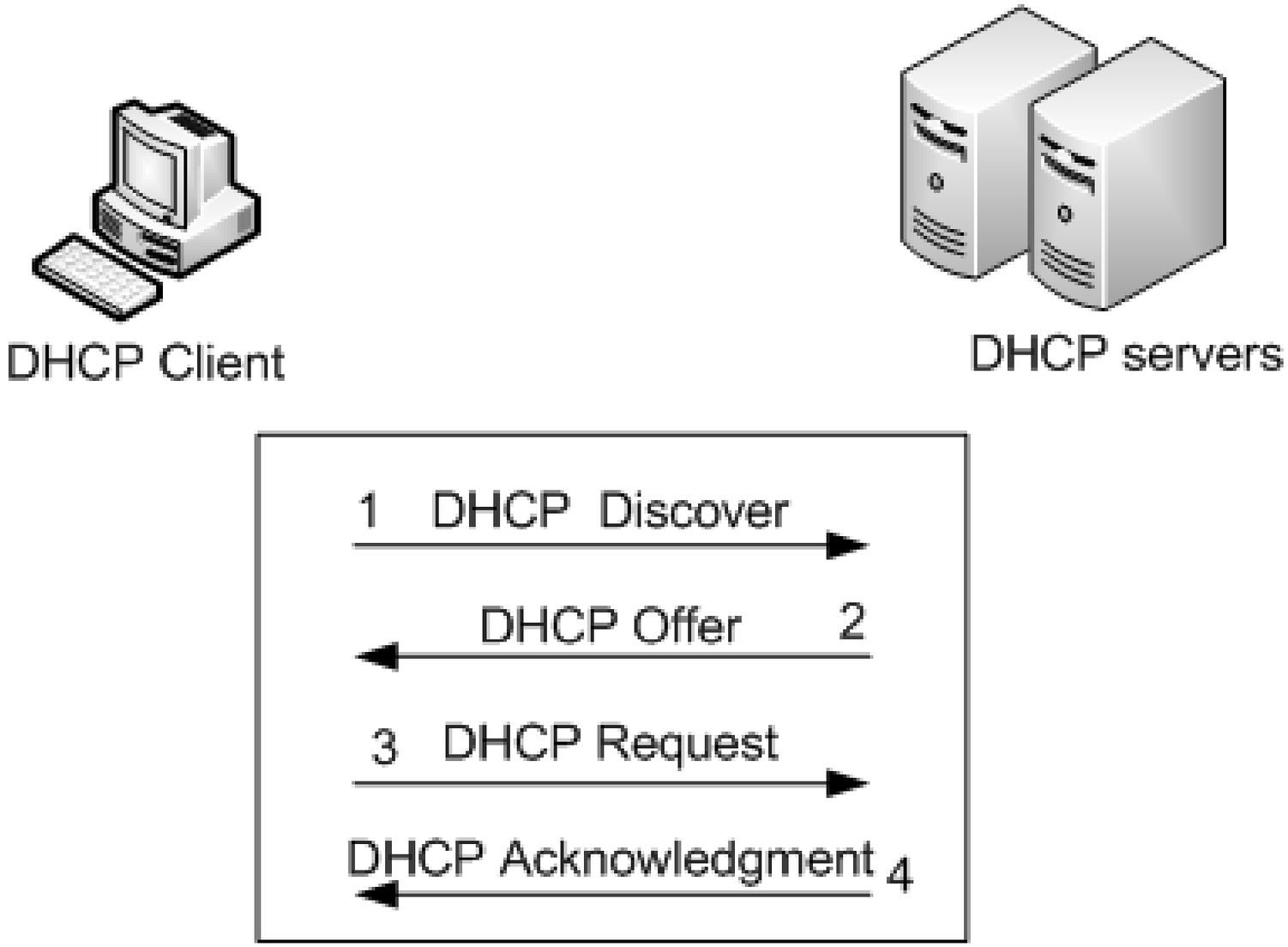


روش‌های آدرس‌دهی (ادامه)

- **آدرس‌دهی شخصی خودکار (APIPA)**

درصورت عدم تنظیم آدرس دستی و نیز در دسترس نبودن DHCP Server، سیستم عامل بشکل خودکار، یک IP Address از بازه 169.254.x.x برای سیستم در نظر می‌گیرد.

- **قرارداد DHCP**

برای شبکه‌های دارای مقیاس متوسط به بالا، از DHCP Server برای تخصیص IP به ایستگاه‌های کاری و مدیریت IPها بشکل پویا، استفاده می‌شود.

نحوه کار قرارداد DHCP