

Grado en Ingeniería del Software
Doble Grado en Matemática Computacional e Ingeniería del Software
Doble Grado en Física Computacional e Ingeniería del Software



Redes de Ordenadores

Tema 4

Dr. Constantino Malagón Luque
Dr. Rafael Socas Gutiérrez

Septiembre 2024



4

Nivel de Red

1) Redes de Ordenadores e Internet

2) Nivel de Aplicación

3) Nivel de Transporte

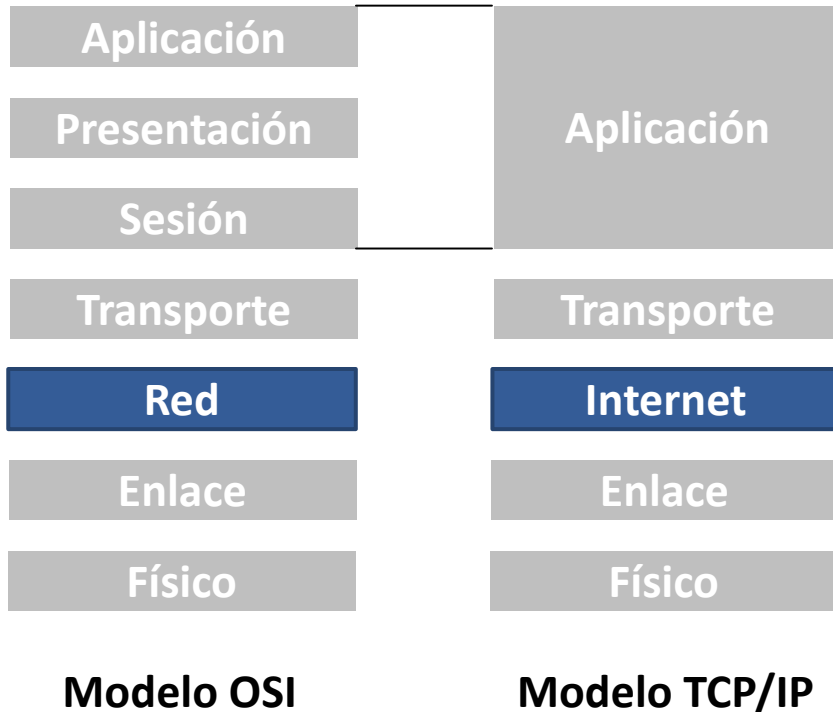
4) Nivel de Red

5) Nivel de Enlace: Redes de Acceso y LAN

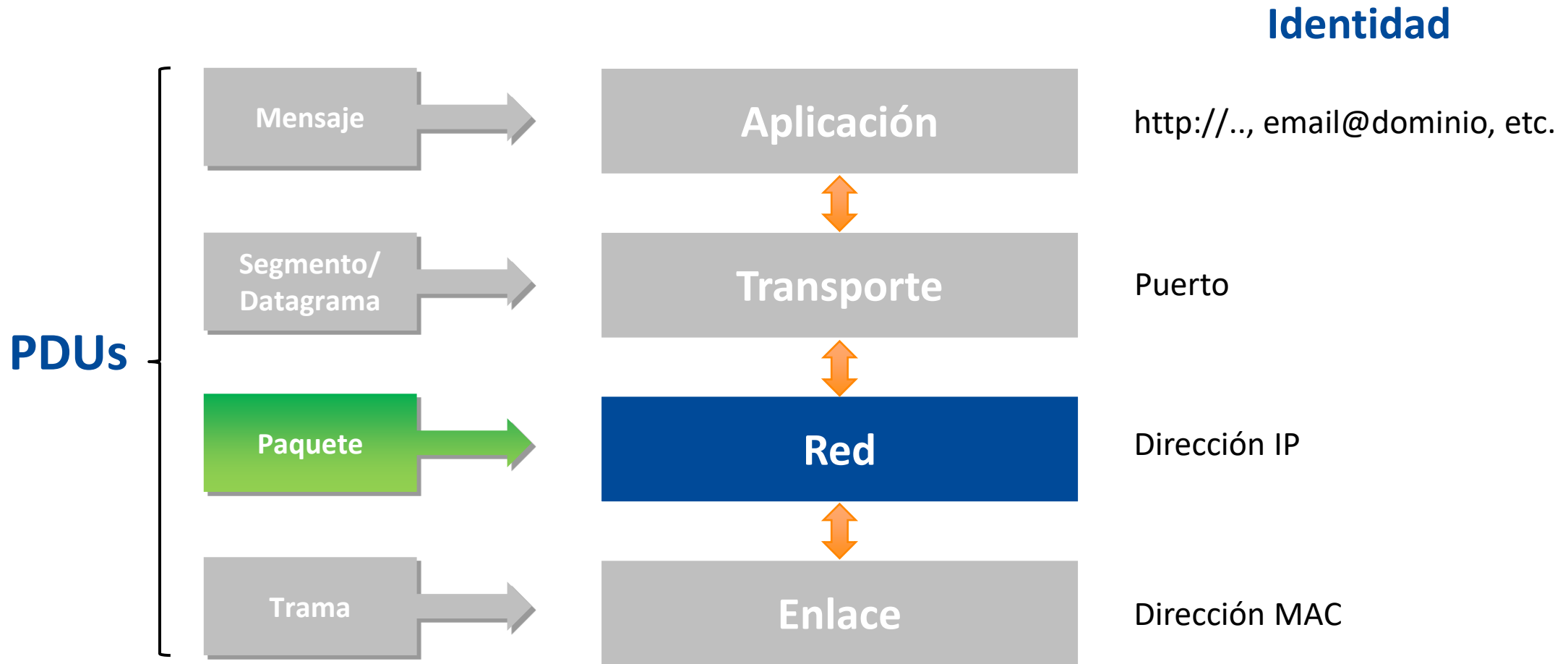
6) Redes Inalámbricas y Redes Móviles

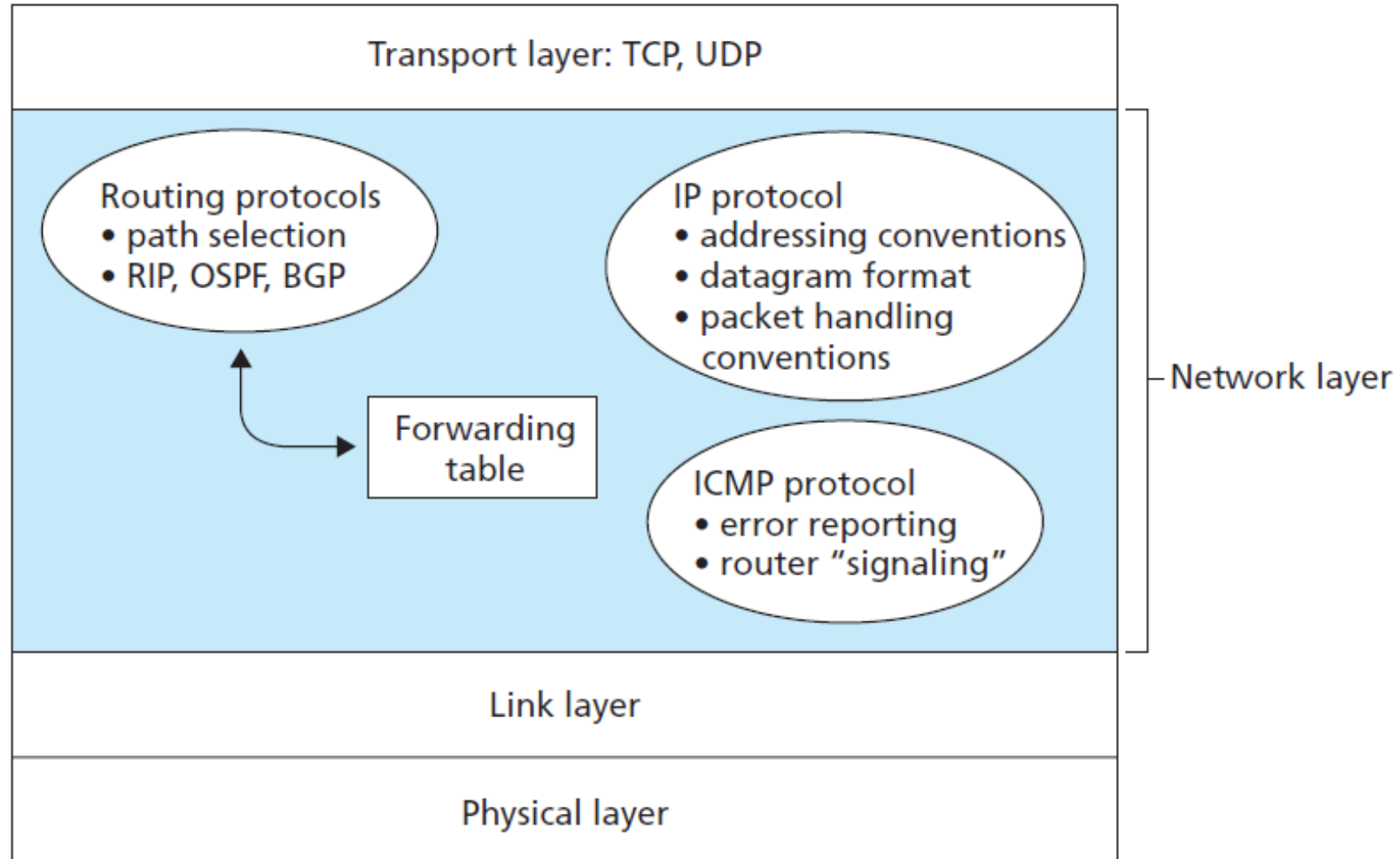
7) Seguridad en Redes de Ordenadores

The **Network Layer**, is responsible for forwarding packets over multiple hosts.

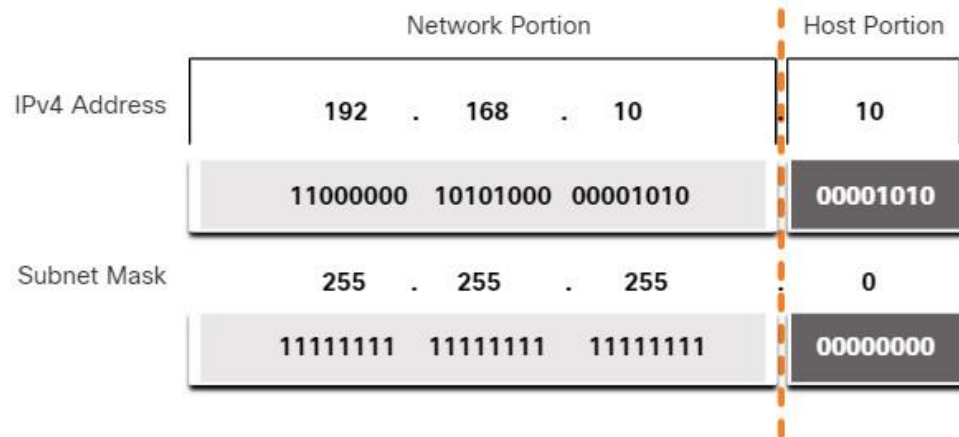
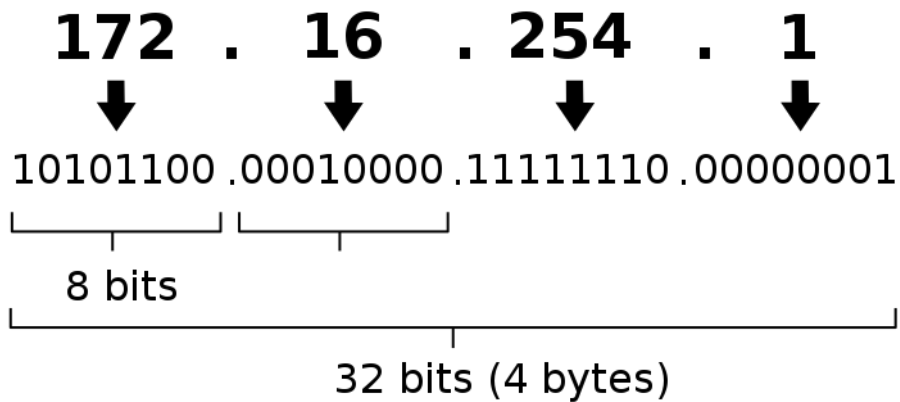


- **Capa de Red (Network layer)**
- Servicio: **transporta los segmentos de la capa de transporte** de un host a otro.
- **Protocolos:** IP y protocolos de enrutamiento (**RIP, OSPF, BGP**, etc.), utilizan algoritmos de búsqueda para determinar la ruta más corta entre dos hosts.
- Los paquetes de la capa de red se llaman **datagramas/paquetes**.
- También tenemos los protocolos **ICMP** (Internet Control Message Protocol), usado en la aplicación ping, y el **IGMP** (Internet Group Management Protocol), utilizado para aplicaciones que necesitan comunicación multicast como servicios de streaming o envío de diapositivas en aulas, por ejemplo).
- Diferentes modos de envío: **Unicast, Multicast y Broadcast**.

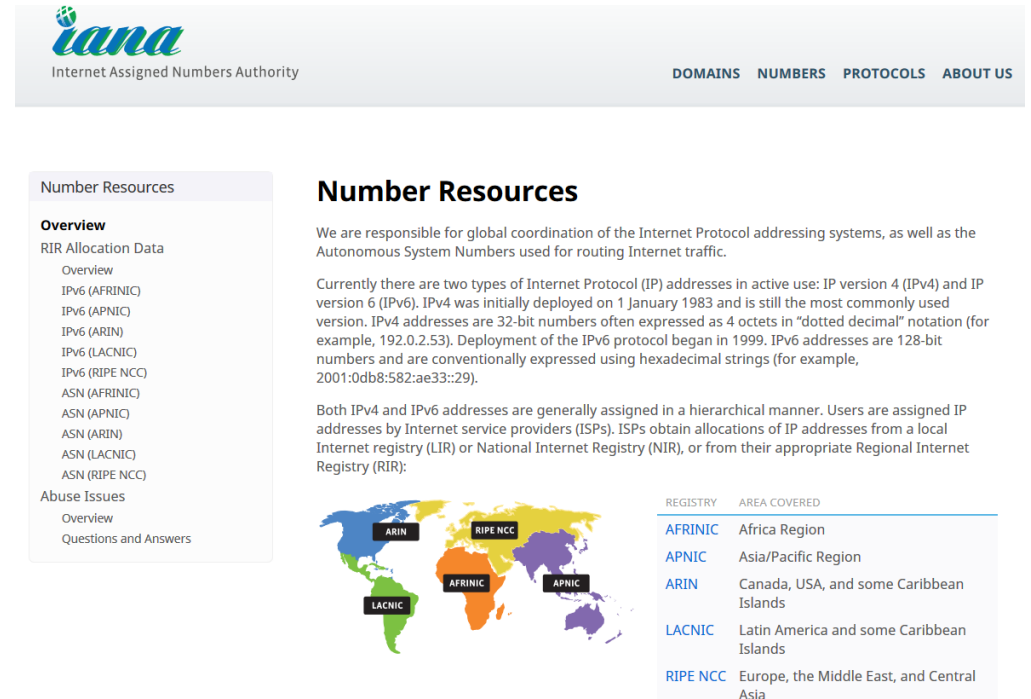




IPv4 address in dotted-decimal notation



IPs públicas - IANA



The screenshot shows the IANA (Internet Assigned Numbers Authority) website. It includes the IANA logo, navigation links for DOMAINS, NUMBERS, PROTOCOLS, and ABOUT US, and a section for Number Resources with an overview and a list of registries.

Number Resources

We are responsible for global coordination of the Internet Protocol addressing systems, as well as the Autonomous System Numbers used for routing Internet traffic.

Currently there are two types of Internet Protocol (IP) addresses in active use: IP version 4 (IPv4) and IP version 6 (IPv6). IPv4 was initially deployed on 1 January 1983 and is still the most commonly used version. IPv4 addresses are 32-bit numbers often expressed as 4 octets in "dotted decimal" notation (for example, 192.0.2.53). Deployment of the IPv6 protocol began in 1999. IPv6 addresses are 128-bit numbers and are conventionally expressed using hexadecimal strings (for example, 2001:0db8:582:ae33::29).

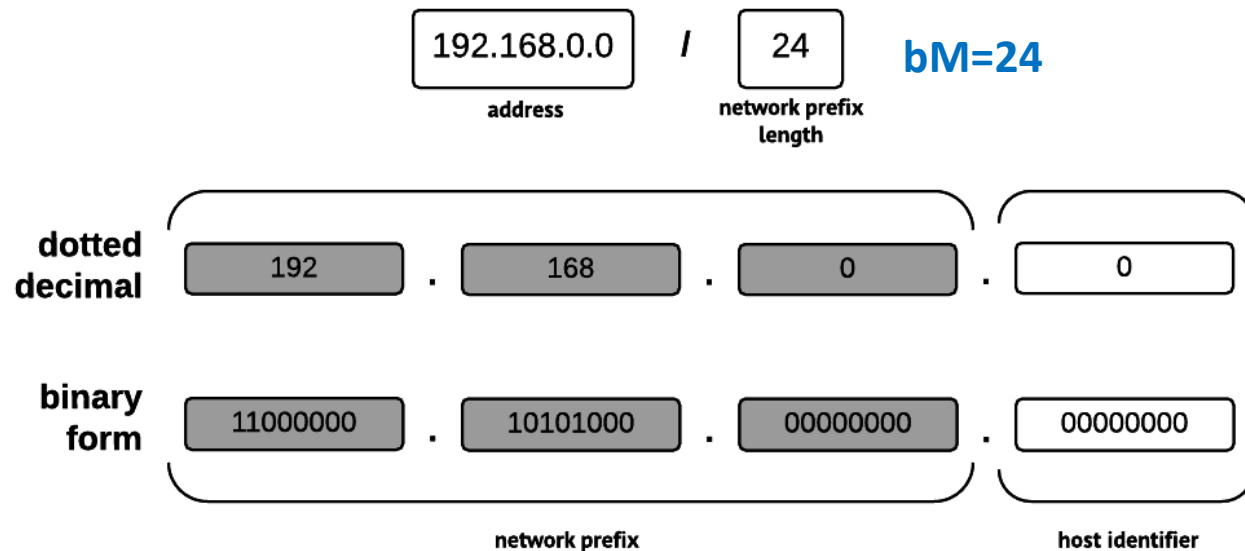
Both IPv4 and IPv6 addresses are generally assigned in a hierarchical manner. Users are assigned IP addresses by Internet service providers (ISPs). ISPs obtain allocations of IP addresses from a local Internet registry (LIR) or National Internet Registry (NIR), or from their appropriate Regional Internet Registry (RIR):

REGISTRY	AREA COVERED
AFRINIC	Africa Region
APNIC	Asia/Pacific Region
ARIN	Canada, USA, and some Caribbean Islands
LACNIC	Latin America and some Caribbean Islands
RIPE NCC	Europe, the Middle East, and Central Asia

IPs privadas- RFC 1918

10.0.0.0 - 10.255.255.255 (prefijo 10/8)
172.16.0.0 - 172.31.255.255 (prefijo 172.16/12)
192.168.0.0 - 192.168.255.255 (prefijo 192.168/16)

CIDR: Classless Inter-Domain Routing



CIDR IP Calculator

<https://www.calculator.net/ip-subnet-calculator.html>

(bits IPv4-bits mask)

$$\text{IPs hosts} = 2^{(32 - \text{bM})} - 2$$

IP network
+
IP broadcast

Example: 10.1.0.0/16

$$\text{IPs hosts} = 2^{(32 - 16)} - 2$$

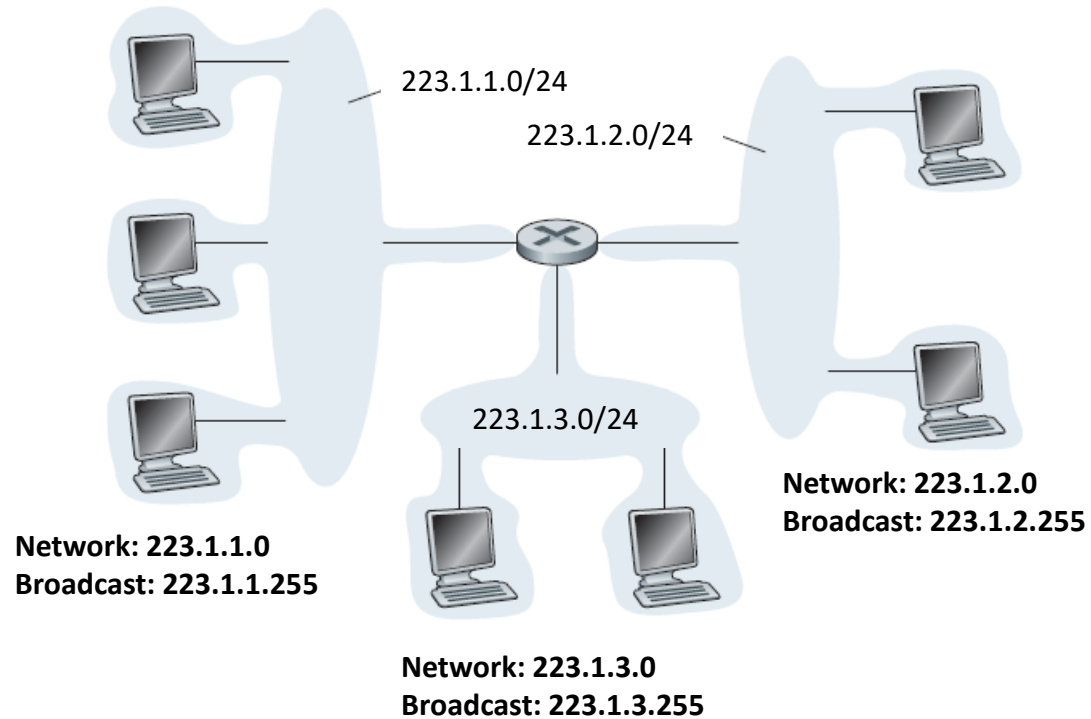
IPs hosts=65534 IPs

IP network=10.1.0.0

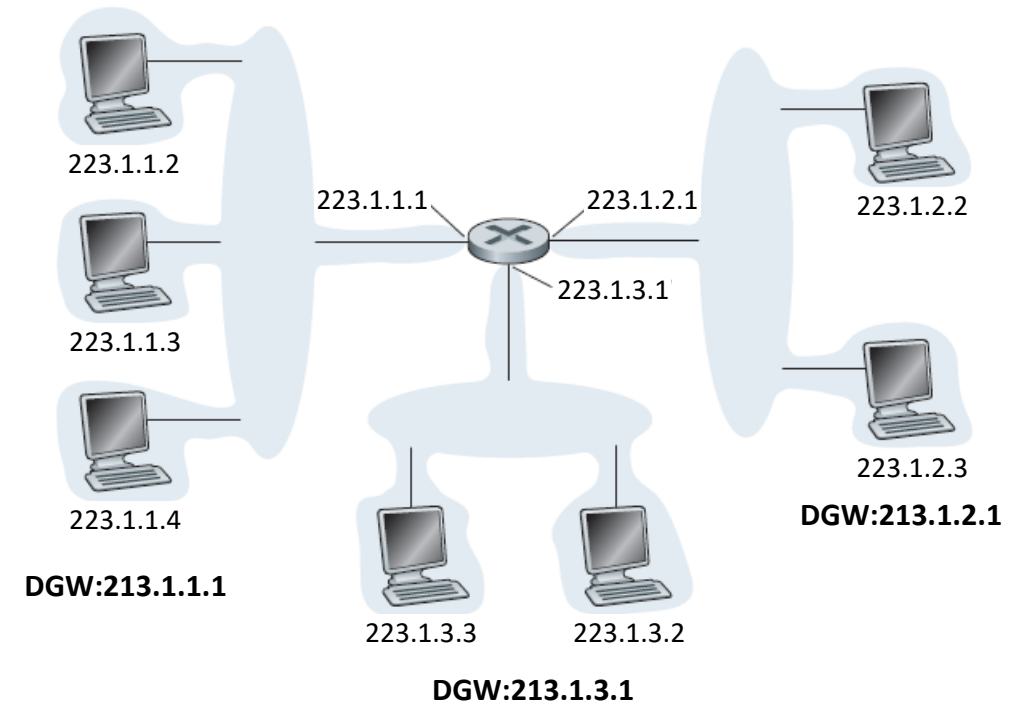
IP broadcast=10.1.255.255

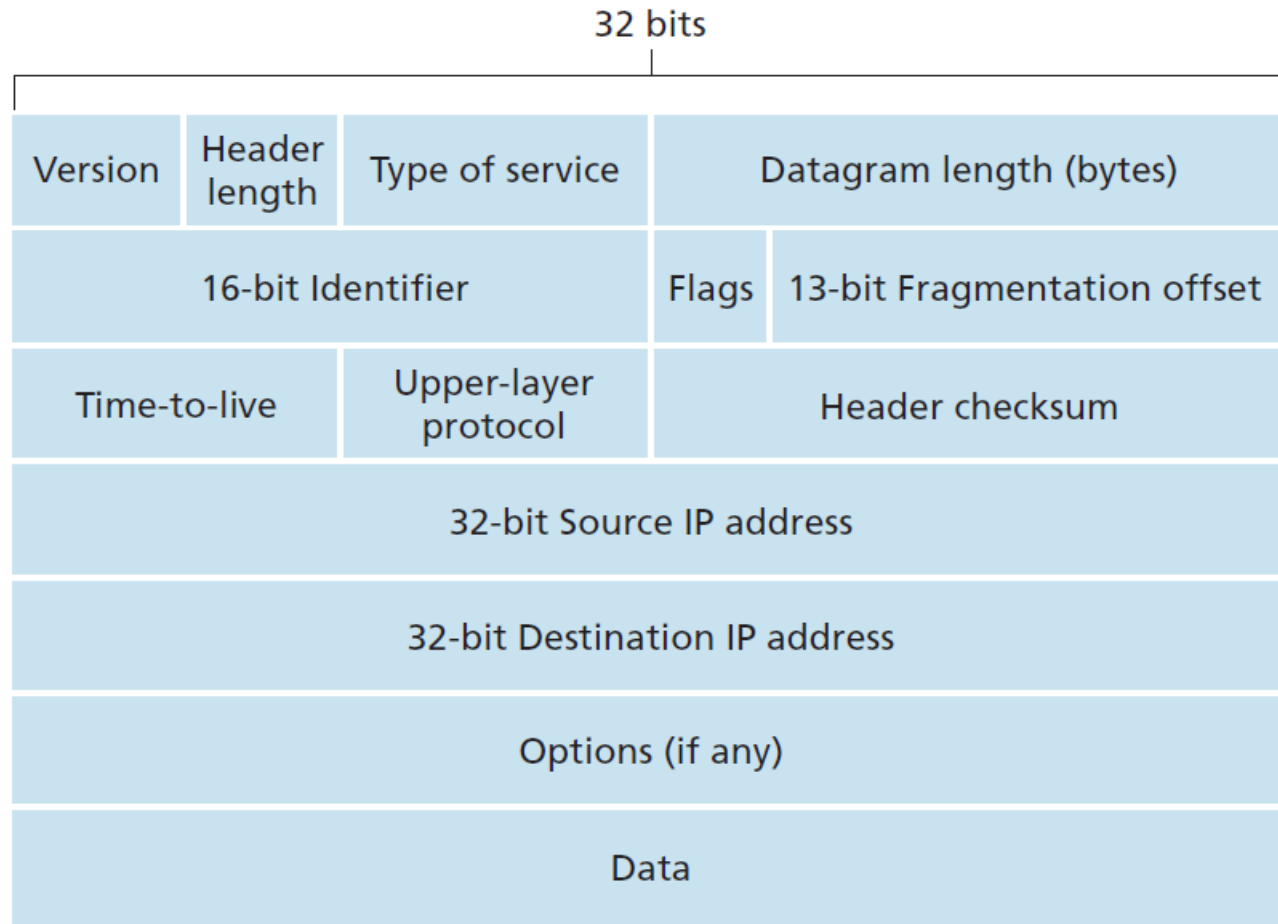
IP hosts=10.1.0.1 to 10.1.255.254

Direcciones de Subnet

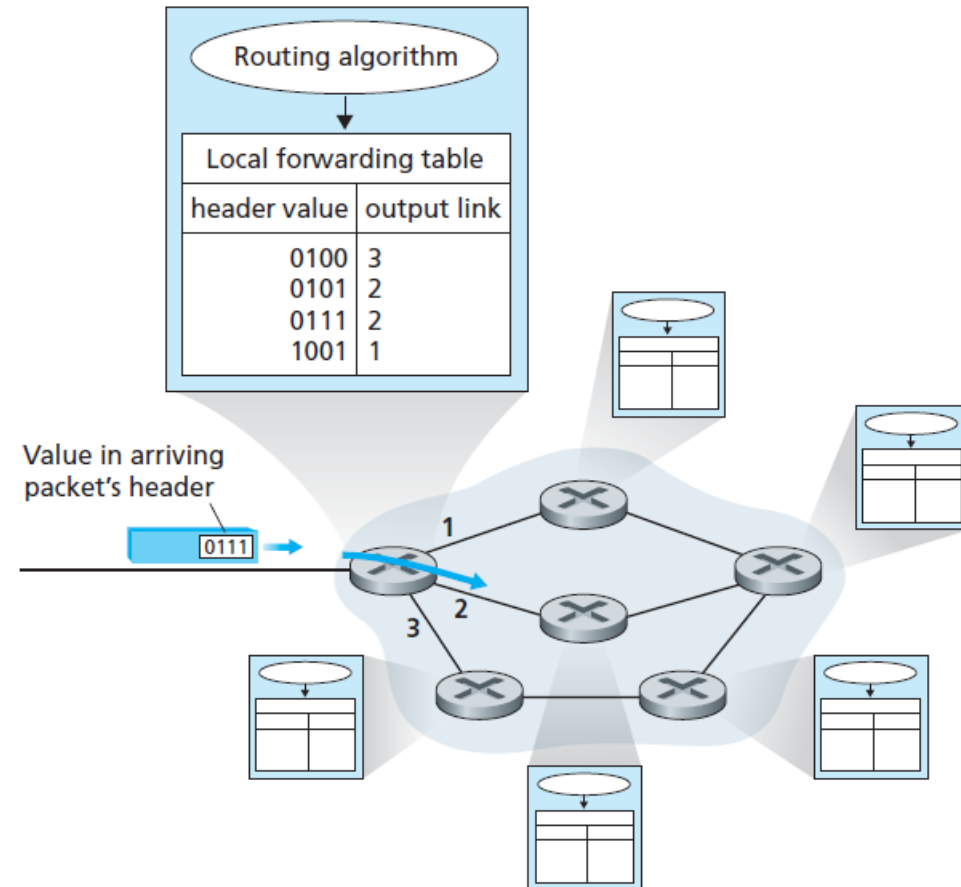
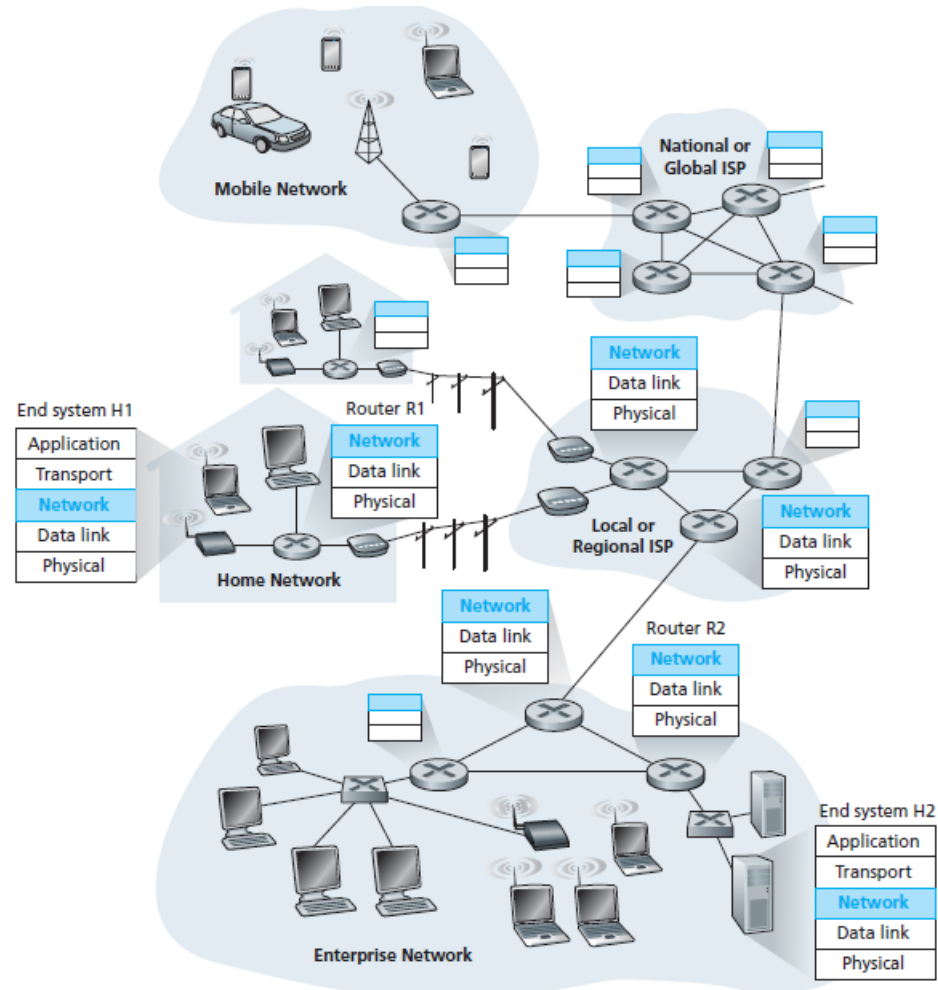


Direcciones de Interfaz



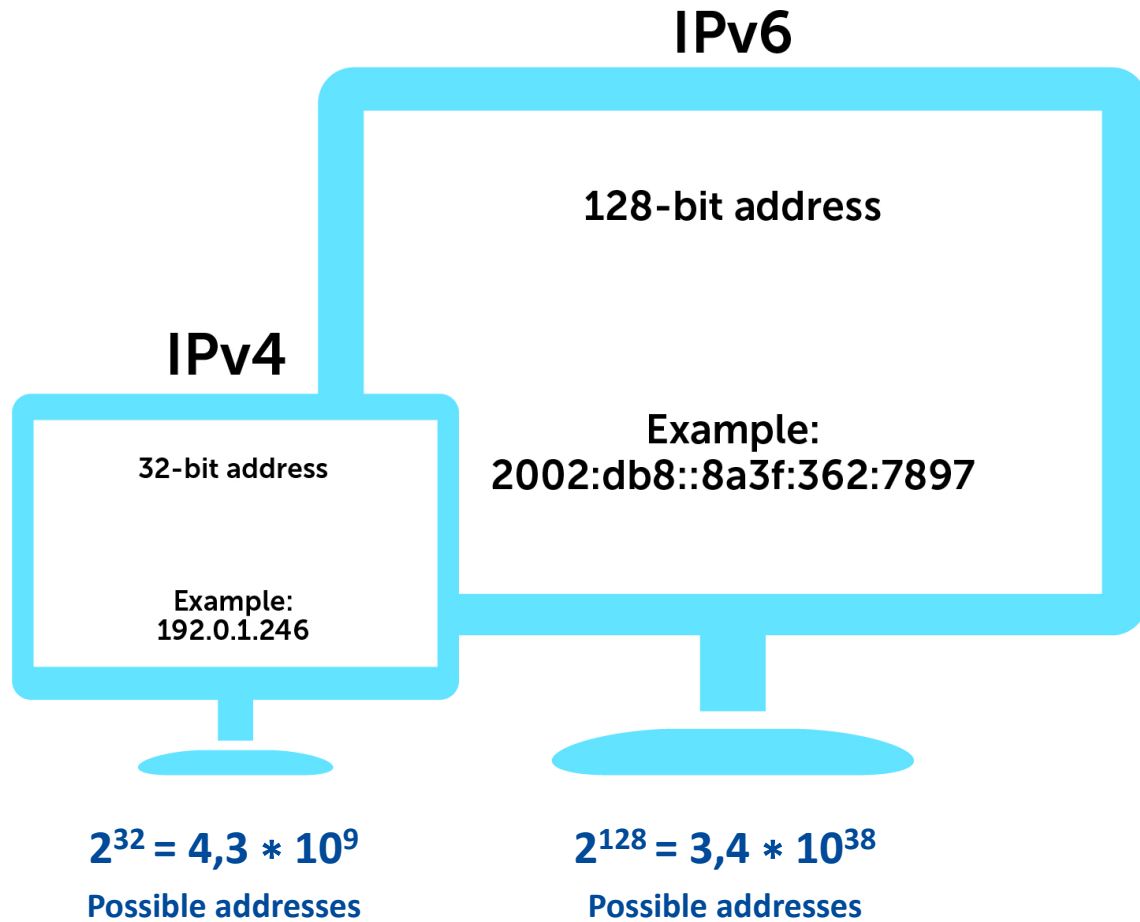


RIP, OSPF, BGP



ICMP, specified in [RFC 792], is used by hosts and routers to communicate network-layer information to each other. The most typical use of ICMP is for error reporting.

ICMP Type	Code	Description
0	0	echo reply (to ping)
3	0	destination network unreachable
3	1	destination host unreachable
3	2	destination protocol unreachable
3	3	destination port unreachable
3	6	destination network unknown
3	7	destination host unknown
4	0	source quench (congestion control)
8	0	echo request
9	0	router advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	IP header bad



Una dirección IPv6 (en hexadecimal)

2001:0DB8:AC10:FE01:0000:0000:0000:0000

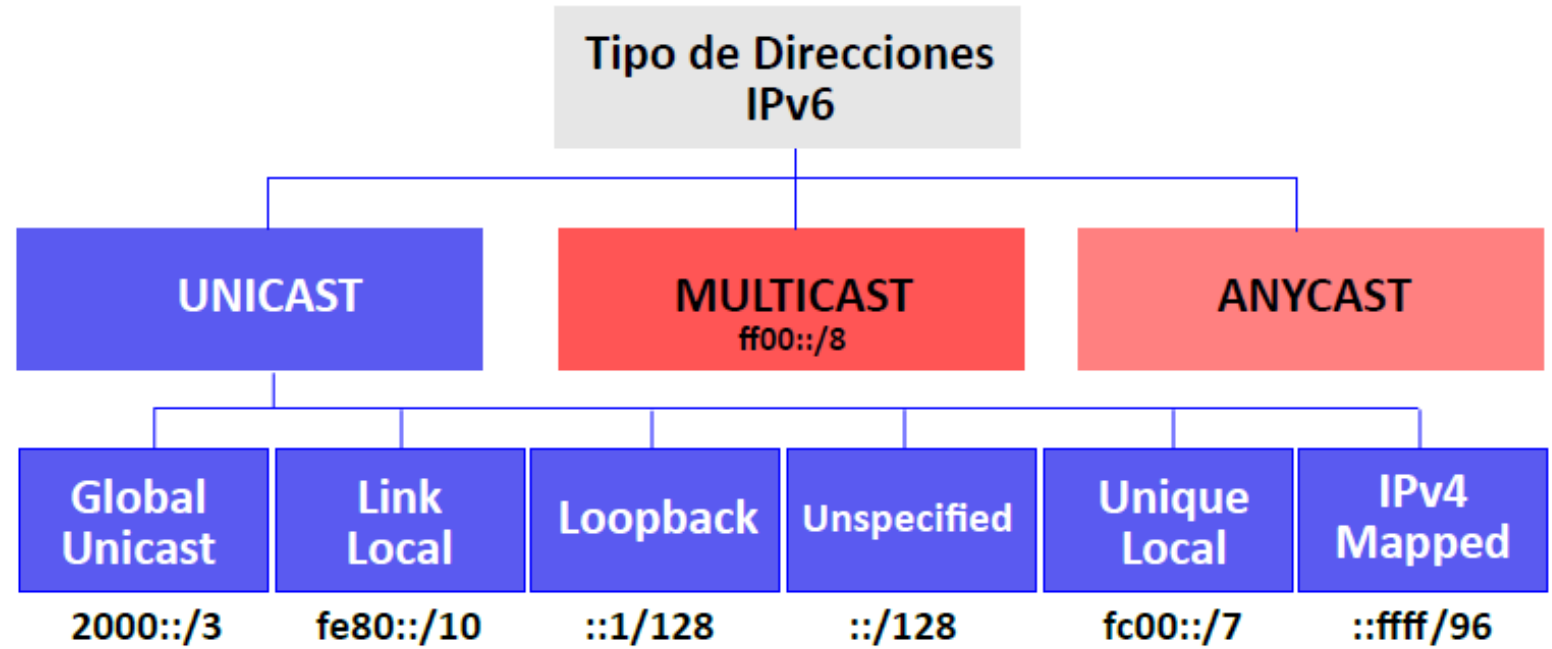
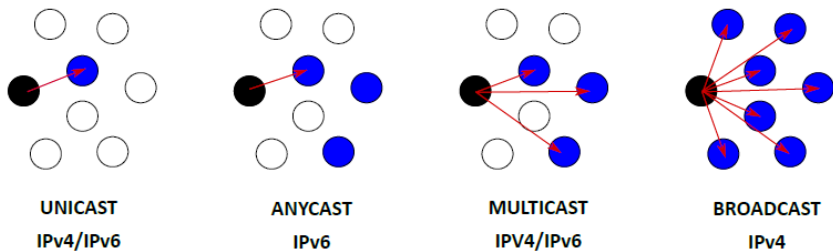
↓ ↓ ↓ ↓

2001:0DB8:AC10:FE01:: Se pueden omitir los ceros

10000000000001:0000110110111000:1010110000010000:1111111000000001:
0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000

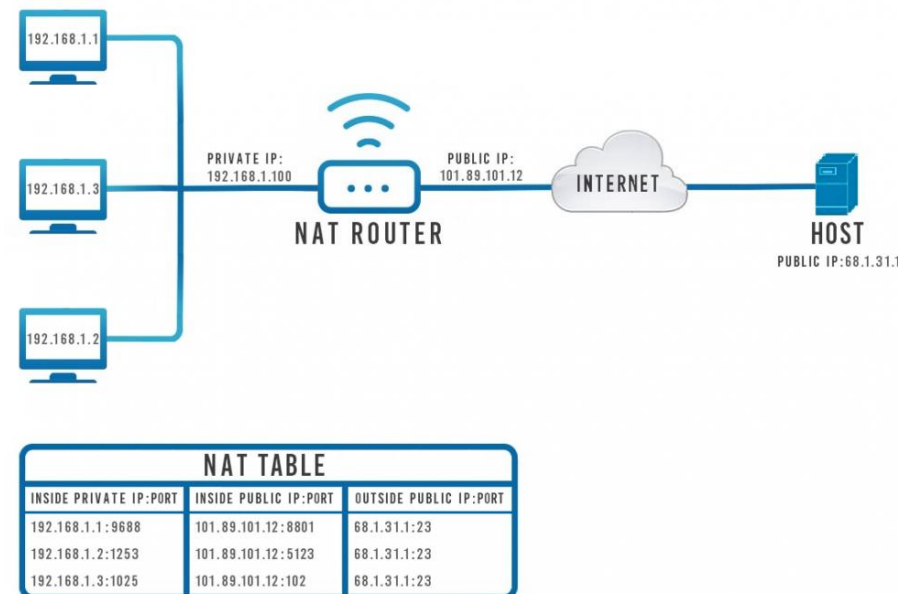
Por otro lado, los **prefijos de direcciones IPv6** se representan de manera similar a la utilizada para direcciones IPv4 en **notación CIDR**, tal y como se muestra a continuación:

- **Dirección del Nodo:** 12ab:0:0:cd30:123:4567:89ab:cdef
- **Dirección de Subnet:** 12ab:0:0:cd30::/60
- **Dirección Completa:** 12ab:0:0:cd30:123:4567:89ab:cdef/60

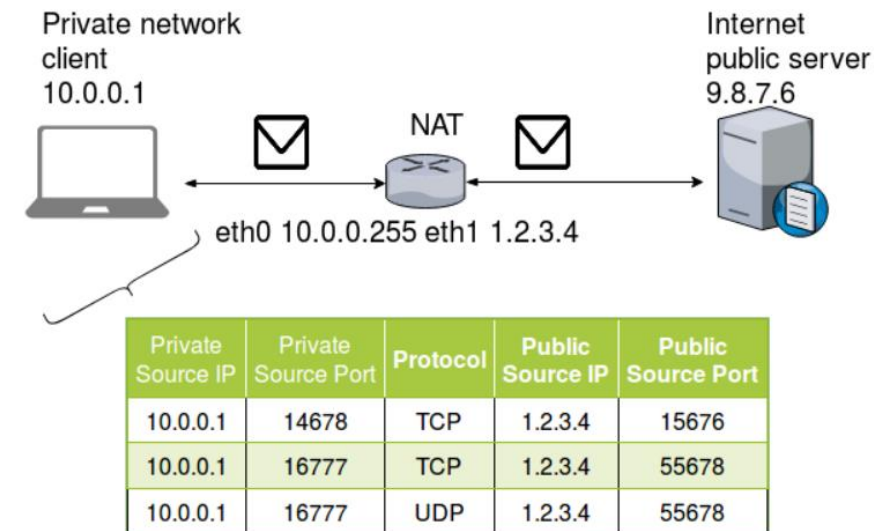


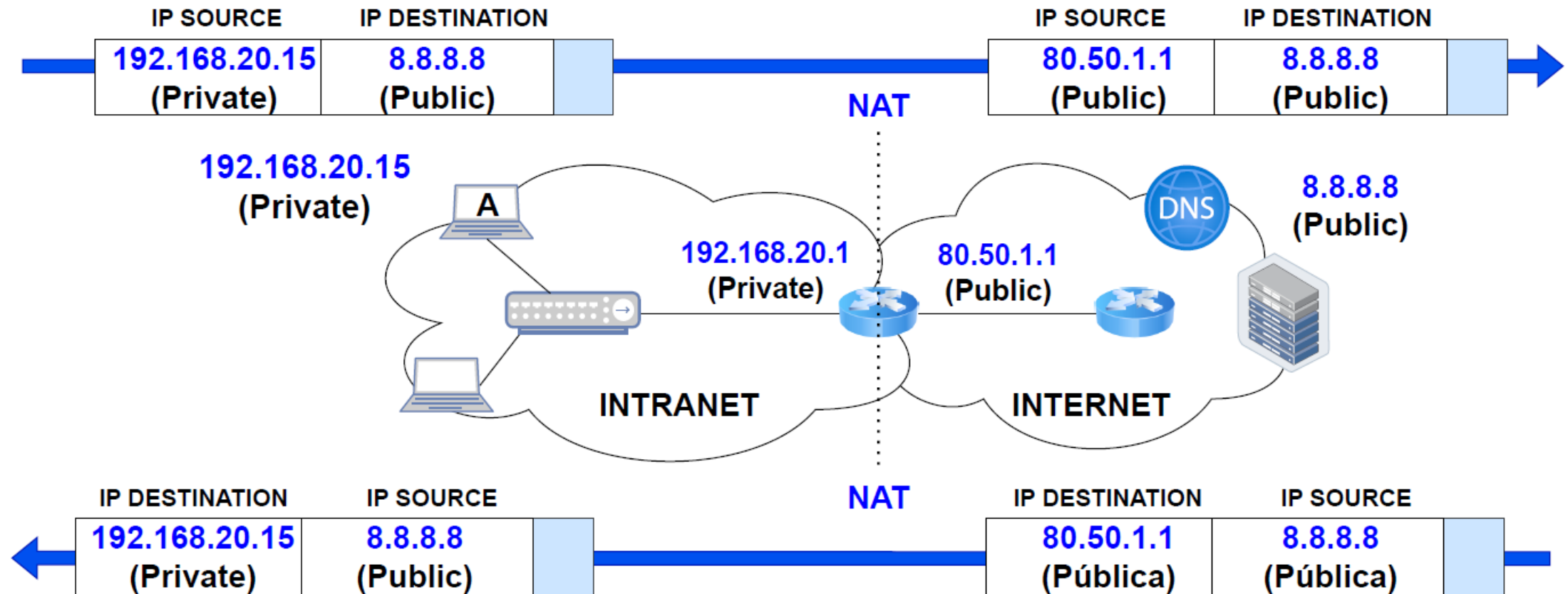
El mecanismo de Internet que traduce las direcciones se denomina **Network Address Translation (NAT)**. Las **direcciones IP del nivel de red** que se usan para **direccionar hosts** sobre Internet se cambian con este mecanismo. Un NAT puede también cambiar el resto de los parámetros de direccionamiento como son **puertos de Nivel 4**, o **direcciones MAC de Nivel 2**. Aunque de momento nos centraremos en las **direcciones IP**.

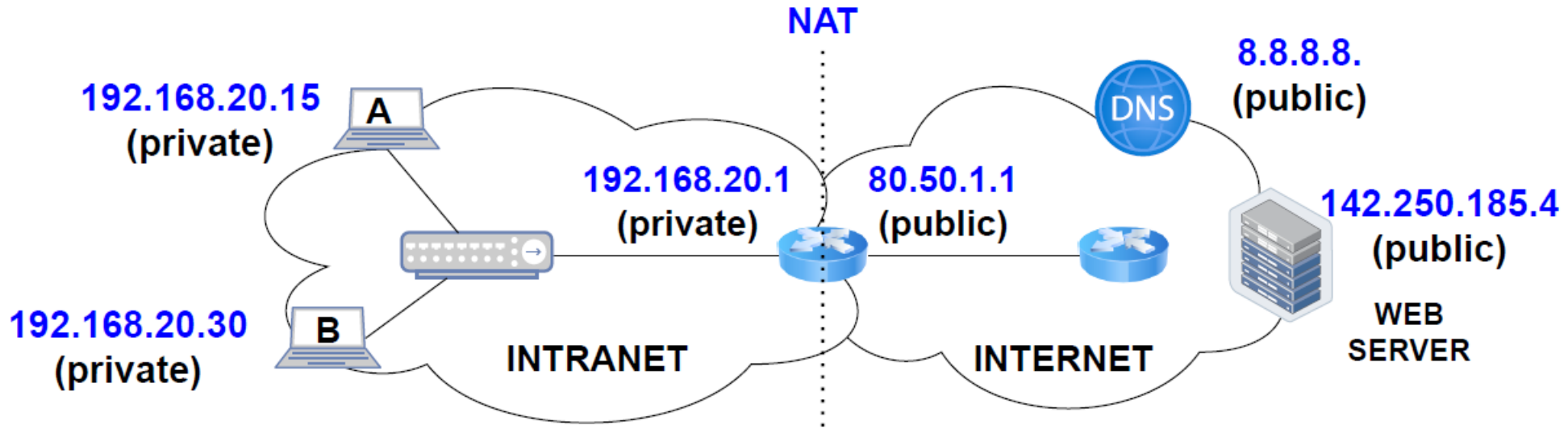
El término NAT se usa para describir tanto el mecanismo como el dispositivo que lo ejecuta. Un NAT típicamente se encuentra en el router que conecta una red privada con Internet. Sin embargo, también hay NATs en el núcleo de Internet, p.e. para **mitigar la escasez de direcciones IP**, este es un caso típico en la región de Asia hoy en día.









- Cuando un host en la red local (p.e. 10.0.0.1) envía un paquete a Internet, el router NAT sustituye la IP origen local por su IP global pública. Este cambio es transparente para el receptor del paquete, éste solo ve la dirección global del router NAT. Cuando el receptor responde utiliza esa dirección como destino. Cuando el paquete de respuesta llega al router NAT se tiene que hacer la traslación nuevamente. En este caso, la dirección destino es cambiada desde 1.2.3.4 a 10.0.0.1.
- Pero aparece un problema cuando múltiples hosts en la red local, p.e. 10.0.0.1 y 10.0.0.2 envían un paquete al mismo destino. Puesto que la dirección de destino de ambos paquetes de respuesta es la dirección única global del router (por ejemplo, 1.2.3.4), **el router no puede saber a qué host se debe reenviar una respuesta determinada**. Para distinguir entre los puntos finales de comunicación en un host IP, podemos usar **puertos**. NAT resuelve el problema de mapeo cambiando el puerto de origen del paquete reenviado para distinguir a diferentes elementos de la comunicación. Un paquete de 10.0.0.1:14678 a 9.8.7.6:80 sería reescrito para originarse en 1.2.3.4:15676, (ver figura. Como la conexión es bidireccional, el host de destino (servidor web con puerto 80) responde de nuevo a 1.2.3.4:15676.



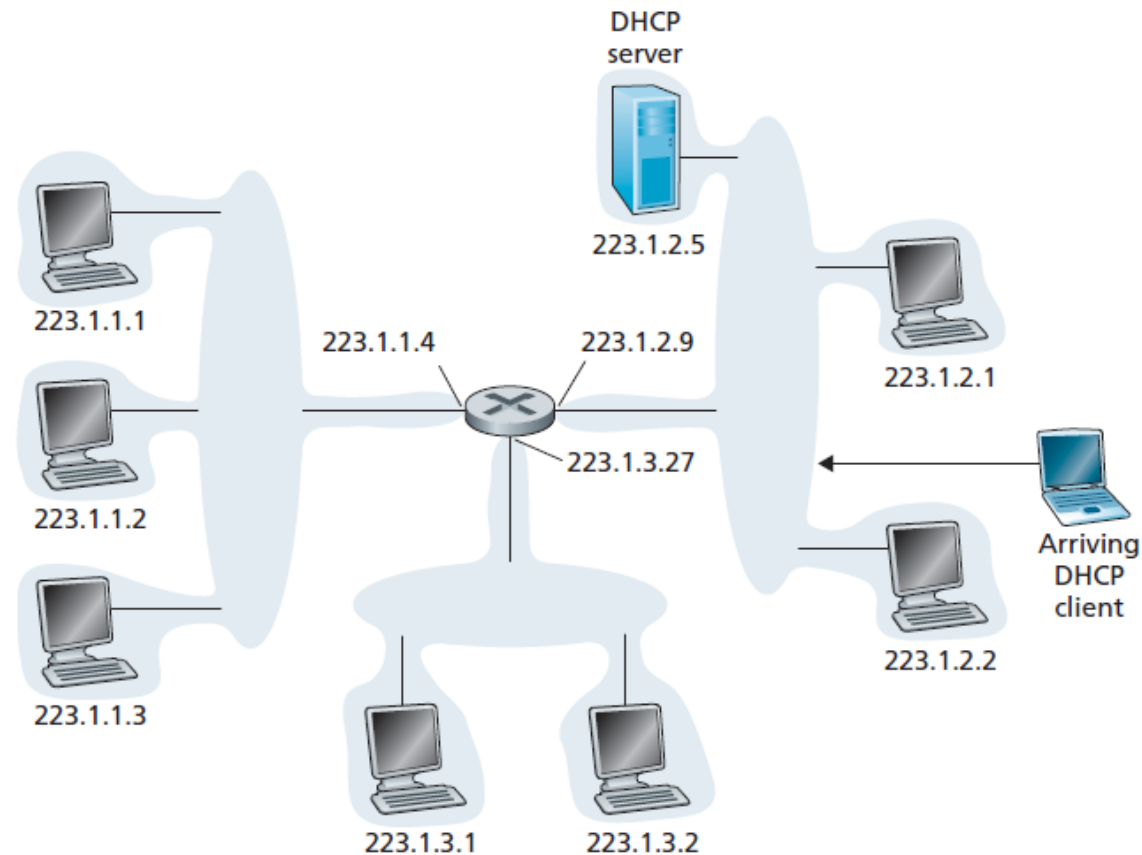




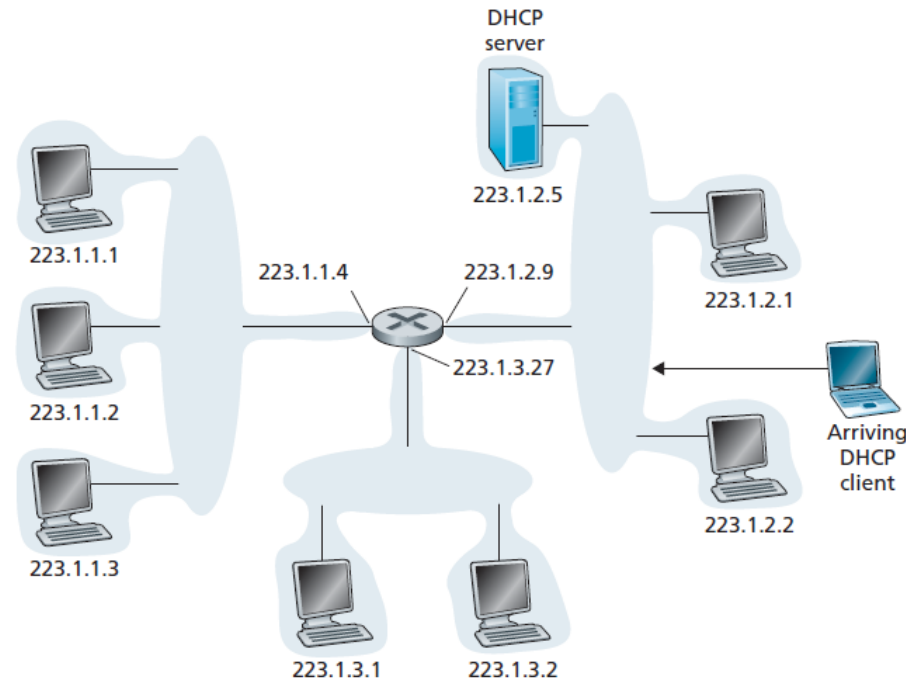
	Private source IP	Private source port	Protocol	Public source IP	Public source port	
	192.168.20.15	46941	UDP	80.50.1.1	60774	
	192.168.20.15	54730	TCP	80.50.1.1	64788	
	192.168.20.30	54730	TCP	80.50.1.1	64790	

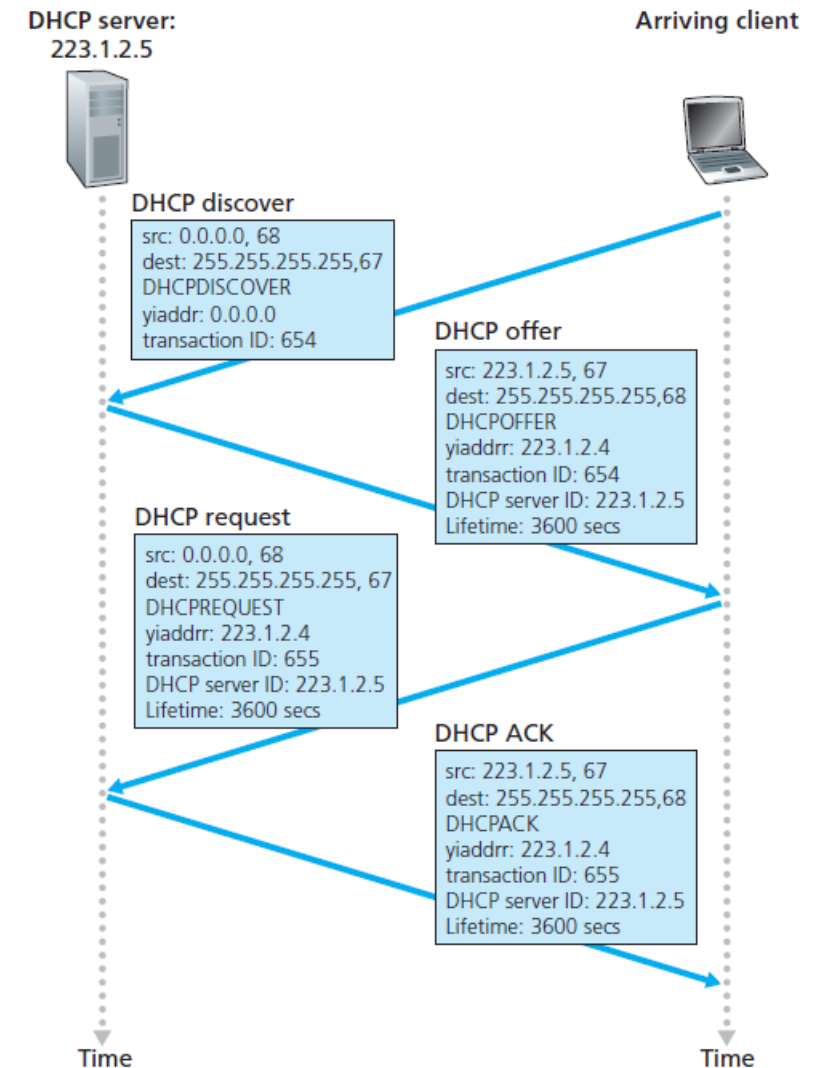
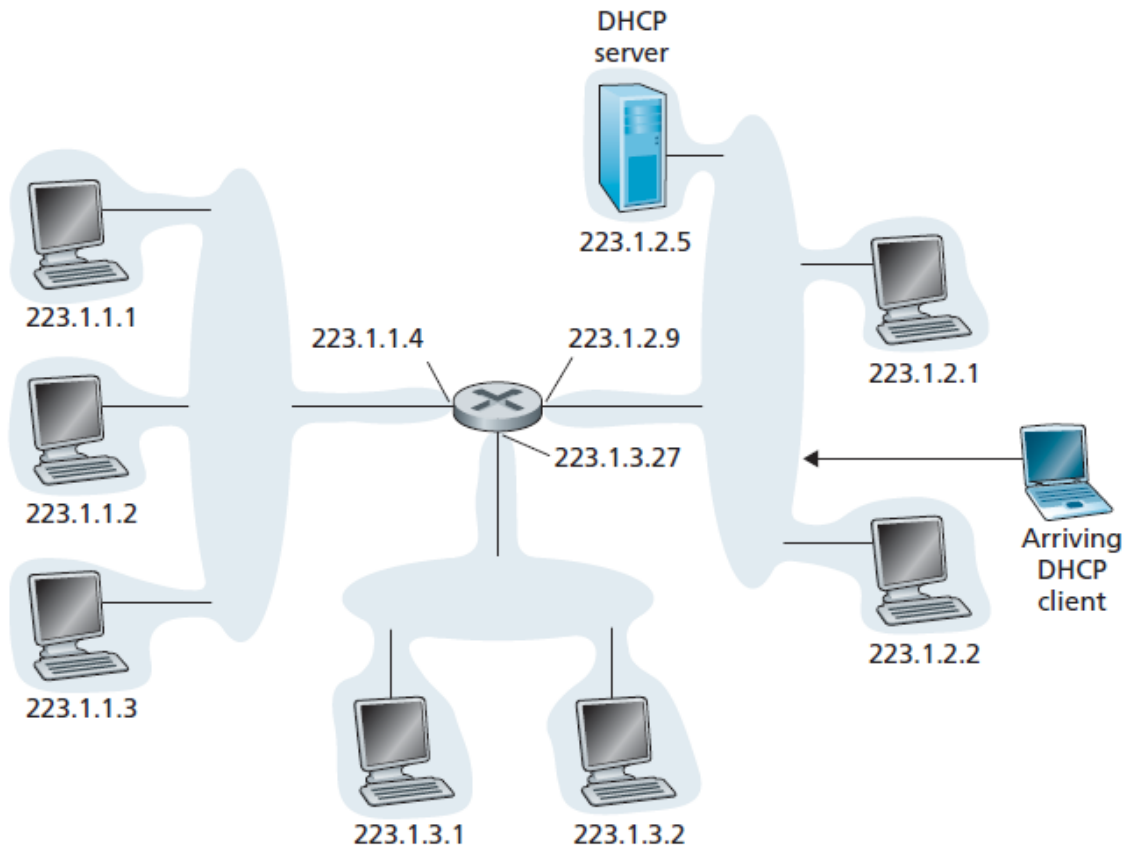
NAT TABLE

Host addresses can also be configured manually, but more often this task is now done using the **Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)** [RFC 2131] (**UDP ports: server 67, client 68**)



DHCP Dynamic Host Configuration Protocol (RFC 2131): DHCP allows a host to obtain (be allocated) an IP address automatically. A network administrator can configure DHCP so that a given host receives the same IP address each time it connects to the network, or a host may be assigned a **temporary IP address** that will be different each time the host connects to the network. In addition to host IP address assignment, DHCP also allows a host to learn additional information, such as its **subnet mask**, the address of its **first-hop router** (often called the default gateway), and the **address of its local DNS server**.





Capturing from Wi-Fi

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

dhcpc

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Src port	Dest port	Info
154	92.040915	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	68	67	DHCP Discover - Transaction
179	94.310058	192.168.43.1	192.168.43.7	DHCP	351	67	68	DHCP Offer - Transaction
180	94.311990	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	68	67	DHCP Request - Transaction
181	94.326827	192.168.43.1	192.168.43.7	DHCP	371	67	68	DHCP ACK - Transaction

<

> Frame 154: 342 bytes on wire (2736 bits), 342 bytes captured (2736 bits) on interface \Device\NPF_{0CE9BA78-F7DF-4067-BA23...}

> Ethernet II, Src: IntelCor_e7:5c:6b (a0:af:bd:e7:5c:6b), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)

> Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0, Dst: 255.255.255.255

> User Datagram Protocol, Src Port: 68, Dst Port: 67

> Dynamic Host Configuration Protocol (Discover)

<

0000	ff ff ff ff ff ff	a0 af
0010	01 48 db 91 00 00	80 11
0020	ff ff 00 44 00 43	01 34
0030	20 e4 00 00 00 00	00 00


Wi-Fi: <live capture in progress>

> Option: (53) DHCP Message Type (Request)
> Option: (61) Client identifier
> Option: (50) Requested IP Address (192.168.43.7)
> Option: (54) DHCP Server Identifier (192.168.43.1)
> Option: (12) Host Name
> Option: (81) Client Fully Qualified Domain Name
> Option: (60) Vendor class identifier
> Option: (55) Parameter Request List
> Option: (255) End


> Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
Client IP address: 0.0.0.0
Your (client) IP address: 192.168.43.7
Next server IP address: 192.168.43.1
Relay agent IP address: 0.0.0.0
Client MAC address: IntelCor_e7:5c:6b (a0:af:bd:e7:5c:6b)
Client hardware address padding: 00000000000000000000
Server host name not given
Boot file name not given
Magic cookie: DHCP

✓ Option: (58) Renewal Time Value
Length: 4
Renewal Time Value: (1800s) 30 minutes
✓ Option: (59) Rebinding Time Value
Length: 4
Rebinding Time Value: (3150s) 52 minutes, 30 seconds
✓ Option: (1) Subnet Mask (255.255.255.0)
Length: 4
Subnet Mask: 255.255.255.0
✓ Option: (28) Broadcast Address (192.168.43.255)
Length: 4
Broadcast Address: 192.168.43.255
✓ Option: (3) Router
Length: 4
Router: 192.168.43.1
✓ Option: (6) Domain Name Server
Length: 4
Domain Name Server: 192.168.43.1
✓ Option: (81) Client Fully Qualified Domain Name
Length: 18
> Flags: 0x03, Server overrides, Server
A-RR result: 255
PTR-RR result: 255
Client name: LAPTOP-HSR4FQI2



 Calle Playa de Liencres, 2 bis
(entrada por calle Rozabella)
Parque Europa Empresarial
Edificio Madrid
28290 Las Rozas, Madrid

 900 373 379  info@u-tad.com

 [SOLICITA MÁS INFORMACIÓN](#)



CENTRO ADSCRITO A:



PROYECTO COFINANCIADO POR:

