



3º Grado en Ingeniería Informática

# Transmisión de Datos y Redes de Computadores

## TEMA 2. PROTOCOLOS Y SERVICIOS DE RED (2020-2021)



# TEMA 2. Índice

- © 2.1. Enrutamiento estático y dinámico. (2h)
- © 2.2. Protocolos de enrutamiento. (2h)
- © 2.3. El problema del direccionamiento en IPv4. (4h)

APLICACIÓN

PRESENTACIÓN

SESIÓN

TRANSPORTE

**RED**

ENLACE

FÍSICO





# TDRC

## Tema 2.3.

# El problema del direccionamiento en IPv4

Antonio M. Mora García



# Introducción

- **IPv4 usa un esquema de direccionamiento de 32 bits:**
  - Originalmente configurado en **estructuras rígidas de clases** (*Classful*).

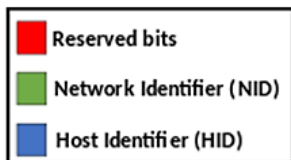


Imagen:Wikipedia

# Introducción

- **IPv4 usa un esquema de direccionamiento de 32 bits:**
  - Posteriormente flexibilizado con **CIDR** (*Classless Inter-Domain Routing*).
  - Se apoya en redes de **longitud de máscara de subred variable** (*variable-length subnet masking, VLSM*).

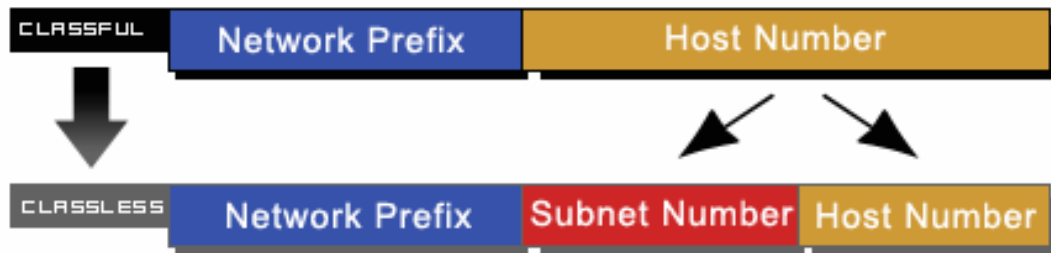


Imagen:Wikipedia

- **4.200 millones de hosts son en la actualidad ¡¡INSUFICIENTES!!**

# Introducción

- **La IANA** (*Internet Assigned Numbers Authority*) **gestiona la asignación de IPs, además de:**
  - Zonas de DNS raíz (<https://www.iana.org/domains/root/db>)
  - Asignación de IPs (<https://www.iana.org/numbers>)
  - y número de SAs (<https://www.iana.org/assignments/as-numbers/as-numbers.xhtml>)
  - Repositorios de protocolos, nombres y números en relación con Internet.



Internet Assigned Numbers Authority

# Introducción



- **IANA** (*Internet Assigned Numbers Authority*):
  - Las asignaciones IP se realizan de forma jerárquica (bloques contiguos de direcciones IP).
  - IANA asigna bloques a los **Regional Internet Registry** (RIR). Ejemplo: RIPE NCC, en Europa.
  - A su vez los RIR asignan bajo demanda a los **Local Internet Registry** (LIR). Ejemplo ISPs grandes (Movistar).
  - Un particular/institución obtiene la IP de un LIR. Ejemplo: grandes empresas (Indra).



Busque un LIR en Granada: <https://www.ripe.net/participate/member-support>



Registry	Area Covered
AFRINIC	Africa Region
APNIC	Asia/Pacific Region
ARIN	North America Region
LACNIC	Latin America and some Caribbean Islands
RIPE NCC	Europe, the Middle East, and Central Asia

# Problema real

- Los bloques de direcciones IPv4 se han agotado ya (Nov. 2019):

Run-out  
Exhaustion  
Depletion



**GENBETA**

Los grandes bloques de direcciones IPv4 se han acabado en Europa, y eso puede provocar que usar la Red sea más caro



**MC**

**Las direcciones IPv4 se han terminado en Europa. ¿Y ahora qué?**

Publicado el 26 noviembre, 2019 por Tomás Cabacas



**EM | PIXEL**

**TECNOLOGÍA**

**Se acabaron las direcciones IP, prepárate para pagar más por usar la red**

Hasta que la transición a IPv6 no esté completa, los arquitectos y administradores de la red tendrán que tirar cada vez con más frecuencia de la chequera y esto puede repercutir en el usuario

**NUEVO OPEL CORSA**

Desde **10.900€\***

Es divertido leerlo. Pero es más divertido conducirlo.

ANGEL JIMÉNEZ DE LUIS  
Nueva York

Actualizado Martes, 26 noviembre 2019 - 11:31

Ver 2 comentarios

DESCÚBRELO

\*Oferta para Pentra y Boleones desde el 01/03/20 hasta el 31/03/20



# Problema real

Run-out  
Exhaustion  
Depletion

- Los bloques de direcciones IPv4 se han agotado ya (Nov. 2019):



*Centro de Coordinación de Redes IP Europeas*

<https://www.ripe.net/publications/news/about-ripe-ncc-and-ripe/the-ripe-ncc-has-run-out-of-ipv4-addresses>

- Sólo quedan disponibles bloques /24 (256 direcciones) a /32 (1 dirección).
- Se van recopilando direcciones de sitios obsoletos, empresas que hayan desaparecido, proyectos terminados, hosting que ya no está en uso...
- Hay una lista de espera en RIPE NCC (<https://www.ripe.net/manage-ips-and-asns/ipv4/ipv4-waiting-list>).
- *IP Brokers*: han comprado miles de direcciones para venderlas en subastas.

# Soluciones

- **CIDR** (*Classless Inter-Domain Routing*)
- **Direccionamiento privado**
- **DHCP** (*Dynamic Host Configuration Protocol*)
- **NAT** (*Network Address Translation*)

**Ya no son  
suficientes**

- **IPv6**

# CIDR (Classless Inter-Domain Routing)



¿Qué problemas o deficiencias creéis que tiene el enfoque Classful?

- **Direccionamiento con clases (Classful):**

- Se divide todo el espacio de direcciones IP en distintas partes disjuntas. Por cada subred habrá:
  - . **Clase A** → Más de 16 millones de direcciones disponibles.
  - . **Clase B** → Más de 65000 direcciones.
  - . **Clase C** → 256 direcciones.

	Primer byte	Segundo byte	Tercer byte	Cuarto byte
CLASE A	0-126			
CLASE B	128-191			
CLASE C	192-223			
CLASE D	224-239			
CLASE E	240-255			

**Unicast**

**Unicast**

**Unicast**

**Multicast**

**Reservado**

# CIDR (Classless Inter-Domain Routing)



¿Qué problemas o deficiencias creéis que tiene el enfoque Classful?

- **Direccionamiento con clases (Classful):**

- Se divide todo el espacio de direcciones IP en distintas partes disjuntas. Por cada subred habrá:
  - . **Clase A** → Más de 16 millones de direcciones disponibles **[direcciones de más]**
  - . **Clase B** → Más de 65000 direcciones **[direcciones de más]**
  - . **Clase C** → 256 direcciones **[direcciones de menos]**

127.0.0.1 (localhost)  
No se usa el rango de direcciones:  
127.0.0.0/8

	Primer byte	Segundo byte	Tercer byte	Cuarto byte
CLASE A	0-126			
CLASE B	128-191			
CLASE C	192-223			
CLASE D	224-239			
CLASE E	240-255			

Unicast

Unicast

Unicast

Multicast **[demasiados grupos]**

Reservado **[IPs no utilizadas]**

# CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- **Direccionamiento con clases (*Classful*):**

. Clase A → 16M IPs

. Clase B → 65K IPs

. Clase C → 256 IPs

## Ejemplo:

Una empresa con solicita direcciones IP para 10000 equipos.

- Se le asigna una subred de Clase B → **Se desaprovecharían 55000 direcciones.**
- Se le asignan 40 subredes de Clase C (10240 IPs) → Las **tablas de enrutamiento** a las distintas partes de la red de la empresa **serían muy complejas.**

# CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- **Máscara de red:**

- Número de 32 bits compuesto por secuencias de '1' o '0' contiguos.
- La secuencia de '1' indica qué parte de una dirección IP corresponde con el **netid** (identificación de la red o subred).
- El resto de la máscara, que será una secuencia de '0', indicará los bits de la dirección IP correspondientes al **hostid** (identificación del equipo dentro de la subred).

**Sabemos que en realidad cada dirección IP se asocia con una interfaz (o tarjeta de red), ya que un equipo/host puede disponer de varios interfaces**

Ejemplo:

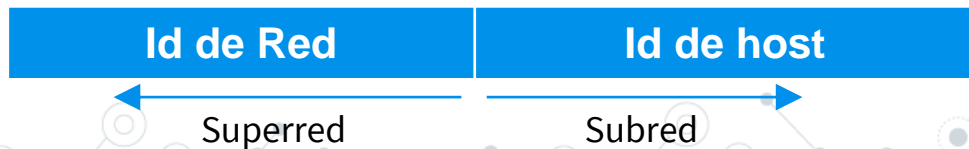
192.168.33.21 – máscara 11111111.11111111.11111111.00000000 → 192.168.33 netid - 21 hostid

# CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- Existe la notación en **binario**, en **punto decimal** o **compacta** (CIDR)
- Las **máscaras por defecto** de las clases serían:

	Binario	Punto decimal	CIDR
CLASE A	11111111.00000000.00000000.00000000	255.0.0.0	/8
CLASE B	11111111.11111111.00000000.00000000	255.255.0.0	/16
CLASE C	11111111.11111111.11111111.00000000	255.255.255.0	/24

- Con las máscaras **podremos definir cualquier subred**:
  - **Subnetting** → definir subredes dentro de un conjunto de direcciones. Ej: dentro Clase A
  - **Supernetting** → definir superredes agrupando rangos de direcciones. Ej: varias Clases C



# CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- **Direccionamiento sin clases (Classless) :**
  - Desaparece el concepto de clases.
  - **Sólo** se tienen **direcciones** (o prefijos) **de red y direcciones de hosts** (interfaces).
  - La máscara determina qué bits de la dirección IP corresponden a cada parte.
  - Permite la **optimización de las tablas de enrutamiento**, reduciendo el número de entradas mediante su agrupación y el uso de una máscara menos restrictiva.

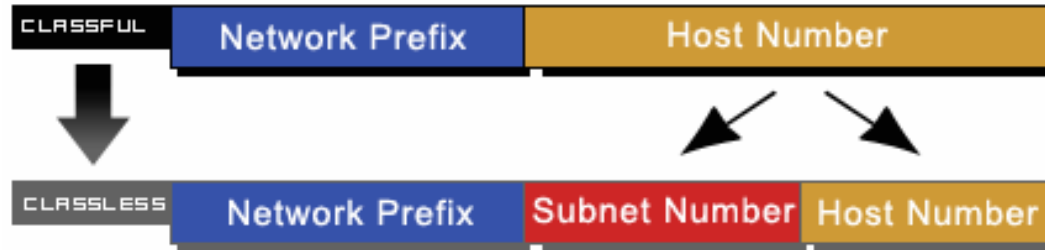


Imagen:Wikipedia



# CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- CIDR especificado en RFC 4632.
- **VLSM** (*Variable Length Subnet Mask*) :
  - Se podrá asignar una máscara diferente a cada subred.
  - Los routers almacenarán las máscaras de red para las entradas de su tabla de enrutamiento.
  - Los protocolos de enrutamiento transmitirán también la máscara.

# CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- **Agrupamiento en Superredes (*supernetting*) - Ejemplo**

Queremos agrupar las redes

192.168.0.160/27

192.168.0.192/27

Buscamos los bits en común (iguales):

192.168.0.160 ⇔ **11000000.10101000.00000000.1**0100000

192.168.0.192 ⇔ **11000000.10101000.00000000.1**1000000

La máscara del agrupamiento indicará el número de bits iguales → **/25**

La dirección agrupada será la parte común y el resto de bits estarán a 0:

**11000000.10101000.00000000.1**0000000

La red agrupada quedaría como:

**192.168.0.128/25**

# Ejercicio (Supernetting)

Las siguientes redes de clase C pueden agruparse en superredes:

192.168.100.0/24

192.168.101.0/24

192.168.102.0/24

192.168.103.0/24



Hacer un agrupamiento en dos superredes y en una sola.

# Ejercicio (Subnetting)



En nuestra empresa tenemos una red para la que se nos ha asignado un rango de direcciones **140.16.0.0** (Clase B).

Hacer una división de las direcciones disponibles para direccionar **3 subredes de 10000 equipos** cada una.

Tener en cuenta el posible crecimiento de dichas subredes en el futuro.



# Direccionamiento privado

- Se definen rangos de IPs de uso sólo **dentro de nuestra red**.
- Se usan en oficinas, empresas o redes domésticas (LAN y WAN).
- **No son** IPs directamente **accesibles desde fuera** de nuestra red.
- Se pueden utilizar las **mismas direcciones en distintas redes** privadas.

Clase	Bloque CIDR	Rango de direcciones	Número de direcciones
A	10.0.0.0/8	10.0.0.0 – 10.255.255.255	16.777.216
B	172.16.0.0/12	172.16.0.0 – 172.31.255.255	1.048.576
C	192.168.0.0/16	192.168.0.0 – 192.168.255.255	65.536

# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

- **Protocolo de red** de tipo **Cliente/Servidor**.
- El **cliente es un host** de una red privada.
- El **servidor DHCP asigna dinámicamente** una dirección **IP** (y **otros parámetros** de configuración de red) a cada host que lo solicite.
- Se encarga de realizar el **reparto de las direcciones disponibles** conforme se le van solicitando.
- Especificado en RFC 2131.

# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

- Asignación **estática** → cada host tiene asignada una IP por defecto que decide el administrador. El protocolo la comunica al host.
- Asignación **automática** → se asigna una dirección IP de un *pool*, pero dicha dirección queda asociada al host permanentemente (hasta que la libere explícitamente dicho host).
- Asignación **dinámica** → un host debe solicitar una IP para cada una de sus interfaces cuando las activa. El servidor tendrá control sobre qué host/interfaz tiene cada IP y sabrá cuándo la libera, quedando disponible para asignársela a otro host/interfaz que lo solicite.

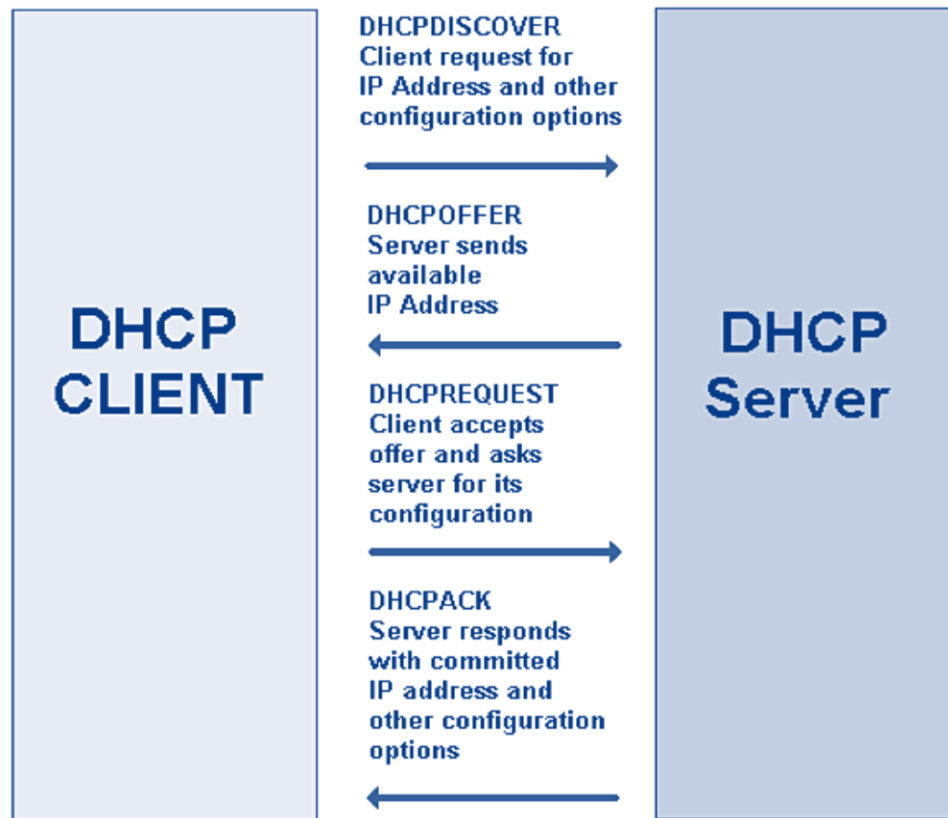
# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

- Los **parámetros de configuración de red** proporcionados al host incluyen:
  - Dirección IP
  - Máscara de red
  - Router/Pasarela por defecto
  - Servidor de DNS
- Habrá **un servidor DHCP en cada subred.**



# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

- **Funcionamiento:**



# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

## DHCP DISCOVER

### Frame 1 (342 bytes on wire, 342 bytes captured)

```
Arrival Time: Dec 17, 2002 21:03:25.803367000
Time delta from previous packet: 0.000000000 seconds
Time relative to first packet: 0.000000000 seconds
Frame Number: 1
Packet Length: 342 bytes
Capture Length: 342 bytes
Ethernet II, Src: 00:50:22:00:c8:0b, Dst: ff:ff:ff:ff:ff:ff
Destination: ff:ff:ff:ff:ff:ff (Broadcast)
Source: 00:50:22:00:c8:0b (ZONET_00:c8:0b)
Type: IP (0x0800)
Internet Protocol, Src Addr: 0.0.0.0 (0.0.0.0), Dst Addr: 255.255.255.255
(255.255.255.255)
Version: 4
Header Length: 20 bytes
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0x00)
.... ..0. = ECN-Capable Transport (ECT): 0
.... ..0. = ECN-CE: 0
Total Length: 328
Identification: 0x0000
Flags: 0x00
..0.. = Don't fragment: Not set
..0.. = More fragments: Not set
Fragment offset: 0
Time to live: 128
Protocol: UDP (0x11)
Header checksum: 0x39a6 (correct)
Source: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Destination: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
User Datagram Protocol, Src Port: bootpc (68), Dst Port: bootps (67)
Source port: bootpc (68)
Destination port: bootps (67)
Length: 308
Checksum: 0x44f6 (correct)
Bootstrap Protocol
Message type: Boot Request (1)
Hardware type: Ethernet
Hardware address length: 6
Hops: 0
Transaction ID: 0xba719209
Seconds elapsed: 0
Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
0.... = Broadcast flag: Unicast
0000 0000 0000 0000 = Reserved flags: 0x0000
Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
```

```
Your (client) IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Client hardware address: 00:50:22:00:c8:0b
Server host name not given
Boot file name not given
Magic cookie: (OK)
Option 53: DHCP Message Type = DHCP Discover
Unknown Option Code: 251 (1 bytes)
Option 61: Client identifier
Hardware type: Ethernet
Client hardware address: 00:50:22:00:c8:0b
Option 12: Host Name = "oemcomputer"
Option 60: Vendor class identifier = "MSFT 5.0"
Option 55: Parameter Request List
1 = Subnet Mask
15 = Domain Name
3 = Router
6 = Domain Name Server
44 = NetBIOS over TCP/IP Name Server
46 = NetBIOS over TCP/IP Node Type
47 = NetBIOS over TCP/IP Scope
31 = Perform Router Discover
33 = Static Route
43 = Vendor-Specific Information
End Option
Padding
```

# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

## DHCP OFFER

### Frame 2 (342 bytes on wire, 342 bytes captured)

```
Arrival Time: Dec 17, 2002 21:03:25.805830000
Time delta from previous packet: 0.002463000 seconds
Time relative to first packet: 0.002463000 seconds
Frame Number: 2
Packet Length: 342 bytes
Capture Length: 342 bytes
Ethernet II, Src: 00:50:bf:44:f5:21, Dst: ff:ff:ff:ff:ff:ff
Destination: ff:ff:ff:ff:ff:ff (Broadcast)
Source: 00:50:bf:44:f5:21 (MOTOTECH_44:f5:21)
Type: IP (0x0800)
Internet Protocol, Src Addr: 192.168.2.251 (192.168.2.251), Dst Addr:
255.255.255.255 (255.255.255.255)
Version: 4
Header length: 20 bytes
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0x00)
.... ..0. = ECN-Capable Transport (ECT): 0
.... ..0. = ECN-CE: 0
Total Length: 328
Identification: 0x699b
Flags: 0x00
..0.. = Don't fragment: Not set
..0. = More fragments: Not set
Fragment offset: 0
Time to live: 128
Protocol: UDP (0x11)
Header checksum: 0x0c67 (correct)
Source: 192.168.2.251 (192.168.2.251)
Destination: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
User Datagram Protocol, Src Port: bootps (67), Dst Port: bootpc (68)
Source port: bootps (67)
Destination port: bootpc (68)
Length: 308
Checksum: 0xd449 (correct)
Bootstrap Protocol
Message type: Boot Reply (2)
Hardware type: Ethernet
Hardware address length: 6
Hops: 0
Transaction ID: 0xba719209
Seconds elapsed: 0
Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
0..... = Broadcast flag: Unicast
.000 0000 0000 0000 = Reserved flags: 0x0000
Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Your (client) IP address: 192.168.2.36 (192.168.2.36)
Next server IP address: 192.168.2.251 (192.168.2.251)
```

```
Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Client hardware address: 00:50:22:00:c8:0b
Server host name not given
Boot file name not given
Magic cookie: (OK)
Option 53: DHCP Message Type = DHCP Offer
Option 1: Subnet Mask = 255.255.255.0
Option 58: Renewal Time Value = 150 days
Option 59: Rebinding Time Value = 262 days, 12 hours
Option 51: IP Address Lease Time = 300 days
Option 54: Server Identifier = 192.168.2.251
Option 3: Router = 192.168.2.250
Option 6: Domain Name Server
IP Address: 192.168.2.251
IP Address: 195.235.96.90
IP Address: 195.235.113.3
End Option
Padding
```

# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

## DHCP REQUEST

### Frame 3 (359 bytes on wire, 359 bytes captured)

```
Arrival Time: Dec 17, 2002 21:03:25.806301000
Time delta from previous packet: 0.000471000 seconds
Time relative to first packet: 0.002934000 seconds
Frame Number: 3
Packet Length: 359 bytes
Capture Length: 359 bytes
Ethernet II, Src: 00:50:22:00:c8:0b, Dst: ff:ff:ff:ff:ff:ff
Destination: ff:ff:ff:ff:ff:ff (Broadcast)
Source: 00:50:22:00:c8:0b (ZONET_00:c8:0b)
Type: IP (0x0800)
Internet Protocol, Src Addr: 0.0.0.0 (0.0.0.0), Dst Addr: 255.255.255.255
(255.255.255.255)
Version: 4
Header length: 20 bytes
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0x00)
.... 00.. = ECN-Capable Transport (ECT): 0
.... 00.. = ECN-CE: 0
Total Length: 345
Identification: 0x0001
Flags: 0x00
..0.. = Don't fragment: Not set
..0.. = More fragments: Not set
Fragment offset: 0
Time to live: 128
Protocol: UDP (0x11)
Header checksum: 0x3994 (correct)
Source: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Destination: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
User Datagram Protocol, Src Port: bootpc (68), Dst Port: bootps (67)
Source port: bootpc (68)
Destination port: bootps (67)
Length: 325
Checksum: 0xb9b0 (correct)
Bootstrap Protocol
Message type: Boot Request (1)
Hardware type: Ethernet
Hardware address length: 6
Hops: 0
Transaction ID: 0xba719209
Seconds elapsed: 0
Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
0... .. = Broadcast flag: Unicast
.000 0000 0000 0000 = Reserved flags: 0x0000
Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Your (client) IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
```

```
Client hardware address: 00:50:22:00:c8:0b
Server host name not given
Boot file name not given
Magic cookie: (OK)
Option 53: DHCP Message Type = DHCP Request
Option 61: Client identifier
Hardware type: Ethernet
Client hardware address: 00:50:22:00:c8:0b
Option 50: Requested IP Address = 192.168.2.36
Option 54: Server Identifier = 192.168.2.251
Option 12: Host Name = "oemcomputer"
Option 81: Client Fully Qualified Domain Name (15 bytes)
Option 60: Vendor class identifier = "MSFT 5.0"
Option 55: Parameter Request List
1 = Subnet Mask
15 = Domain Name
3 = Router
6 = Domain Name Server
44 = NetBIOS over TCP/IP Name Server
46 = NetBIOS over TCP/IP Node Type
47 = NetBIOS over TCP/IP Scope
31 = Perform Router Discover
33 = Static Route
43 = Vendor-Specific Information
End Option
```

# DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

## DHCP ACK

### Frame 4 (342 bytes on wire, 342 bytes captured)

```
Arrival Time: Dec 17, 2002 21:03:25.809481000
Time delta from previous packet: 0.003180000 seconds
Time relative to first packet: 0.006114000 seconds
Frame Number: 4
Packet Length: 342 bytes
Capture Length: 342 bytes
Ethernet II, Src: 00:50:bf:44:f5:21, Dst: ff:ff:ff:ff:ff:ff
Destination: ff:ff:ff:ff:ff:ff (Broadcast)
Source: 00:50:bf:44:f5:21 (MOTOTECH_44:f5:21)
Type: IP (0x0800)
Internet Protocol, Src Addr: 192.168.2.251 (192.168.2.251), Dst Addr:
255.255.255.255 (255.255.255.255)
Version: 4
Header length: 20 bytes
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0x00)
.... 00. = ECN-Capable Transport (ECT): 0
.... 00. = ECN-CE: 0
Total Length: 328
Identification: 0x699c
Flags: 0x00
..0. = Don't fragment: Not set
..0. = More fragments: Not set
Fragment offset: 0 Time to live: 128
Protocol: UDP (0x11)
Header checksum: 0x0c66 (correct)
Source: 192.168.2.251 (192.168.2.251)
Destination: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
User Datagram Protocol, Src Port: bootps (67), Dst Port: bootpc (68)
Source port: bootps (67)
Destination port: bootpc (68)
Length: 308
Checksum: 0x36f7 (correct)
Bootstrap Protocol
Message type: Boot Reply (2)
Hardware type: Ethernet
Hardware address length: 6
Hops: 0
Transaction ID: 0xba719209
Seconds elapsed: 0
Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
0..... = Broadcast flag: Unicast
0000 0000 0000 0000 = Reserved flags: 0x0000
Client IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Your (client) IP address: 192.168.2.36 (192.168.2.36)
Next server IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Relay agent IP address: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Client hardware address: 00:50:22:00:c8:0b
```

```
Server host name not given
Boot file name not given
Magic cookie: (OK)
Option 53: DHCP Message Type = DHCP ACK
Option 58: Renewal Time Value = 150 days
Option 59: Rebinding Time Value = 262 days, 12 hours
Option 51: IP Address Lease Time = 300 days
Option 54: Server Identifier = 192.168.2.251
Option 1: Subnet Mask = 255.255.255.0
Option 81: Client Fully Qualified Domain Name (3 bytes)
Option 3: Router = 192.168.2.250
Option 6: Domain Name Server
IP Address: 192.168.2.251
IP Address: 195.235.96.90
IP Address: 195.235.113.3
End Option
Padding
```

# NAT (Network Address Translation)

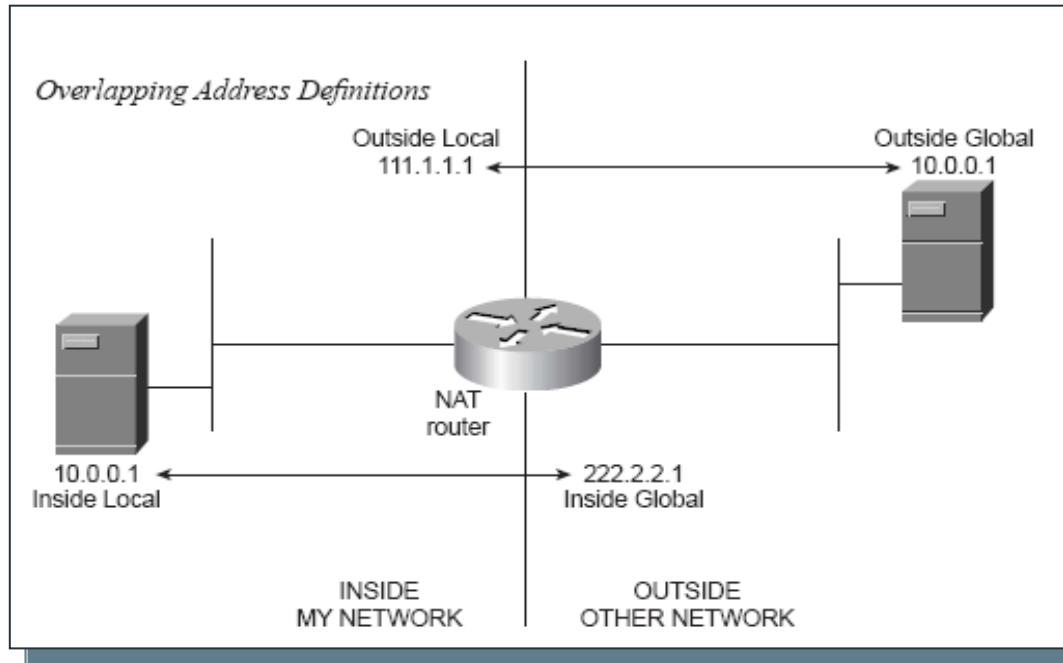
- Consiste en **traducir un conjunto de direcciones IPv4 en otras**.
- Especificado en RFC 3022.
- Permite que una red con direccionamiento privado se pueda conectar a Internet (direccionamiento público).
  - Cambia la **dirección IP privada por una dirección pública** al reenviar un paquete hacia el exterior de la red (hacia Internet).
  - Cambia la **dirección IP pública por la correspondiente privada** al reenviar un paquete hacia el interior.
- Se puede usar para **mitigar el problema de la falta de direcciones IPv4**:
  - Para ello se usa un esquema de direccionamiento privado en una red.
  - En la interfaz de conexión con Internet, el rango privado es traducido mediante NAT a una única IP pública con multiplexación por puertos (**Port Address Translation, PAT**)

# NAT (Network Address Translation)

- Lo realiza normalmente el **router de acceso a Internet** (frontera entre la red privada y la pública).
- La **traducción** puede ser:
  - **Estática** → una IP privada siempre se cambia por la misma IP pública.
  - **Dinámica** → existe un pool de IPs públicas y se establece una relación entre ellas y las IPs privadas.

# NAT (Network Address Translation)

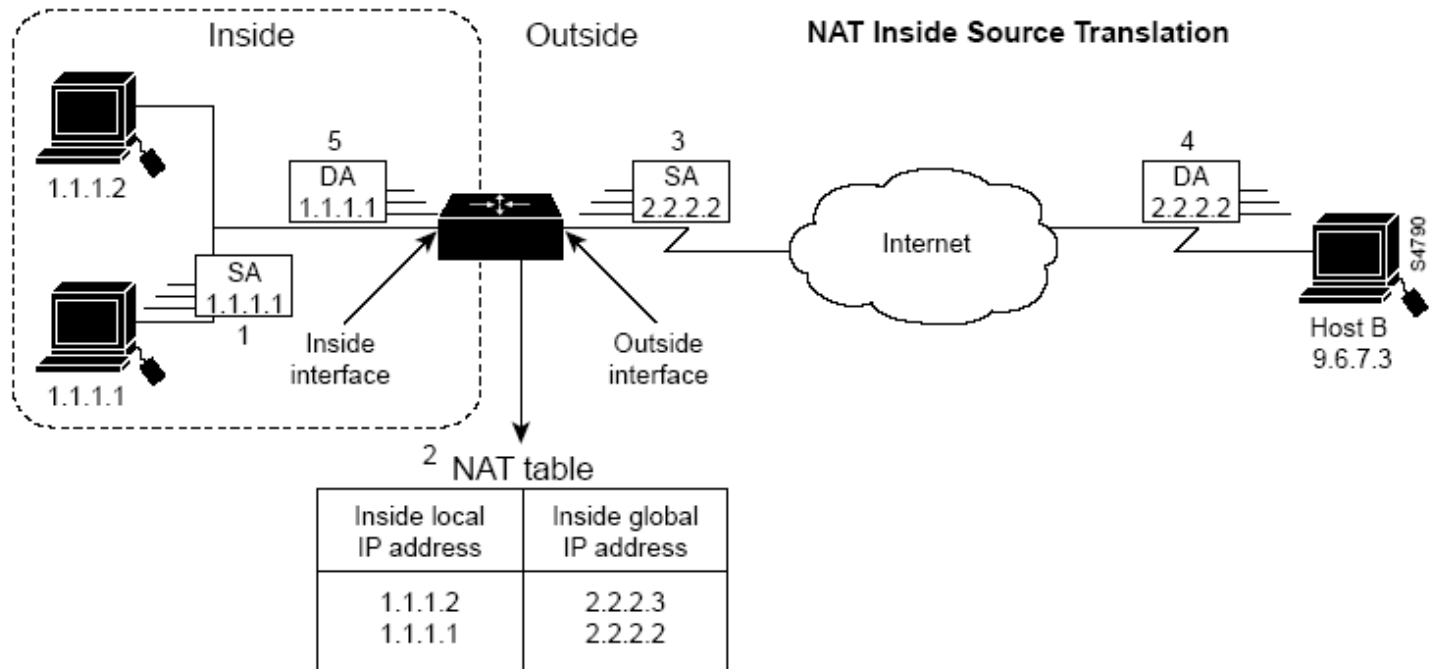
- Definiciones:
  - **Inside local:** direcciones de mi red, vistas desde dentro de mi red
  - **Inside Global:** direcciones de mi red vistas desde fuera de mi red
  - **Outside local:** Direcciones de redes externas vistas desde dentro de mi red
  - **Outside global:** Direcciones de redes externas vistas desde fuera de mi red





# NAT (Network Address Translation)

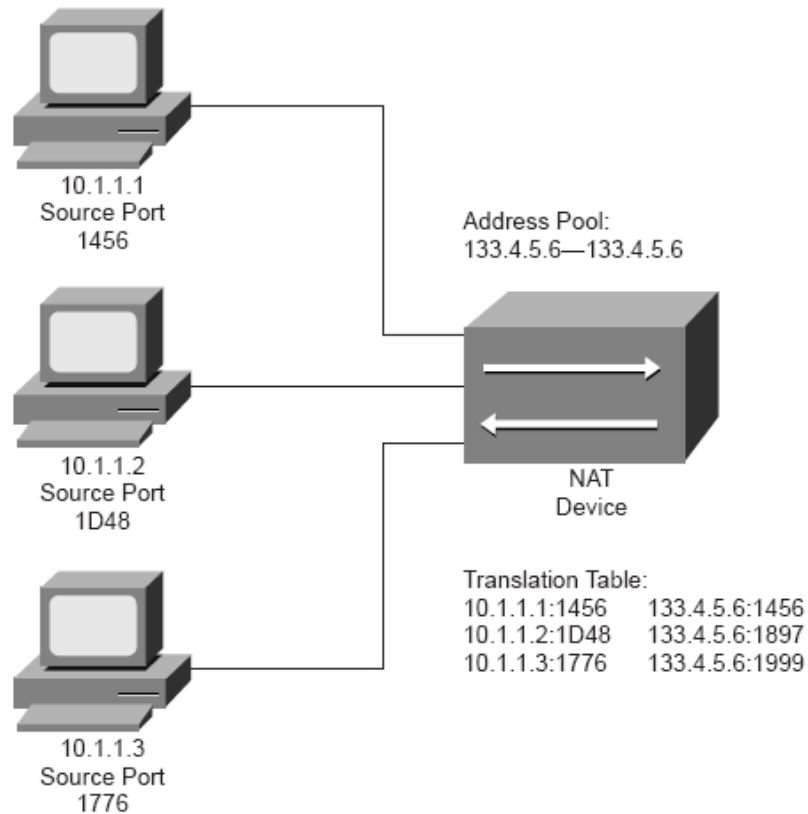
- **Ejemplo:**



# NAT (Network Address Translation)

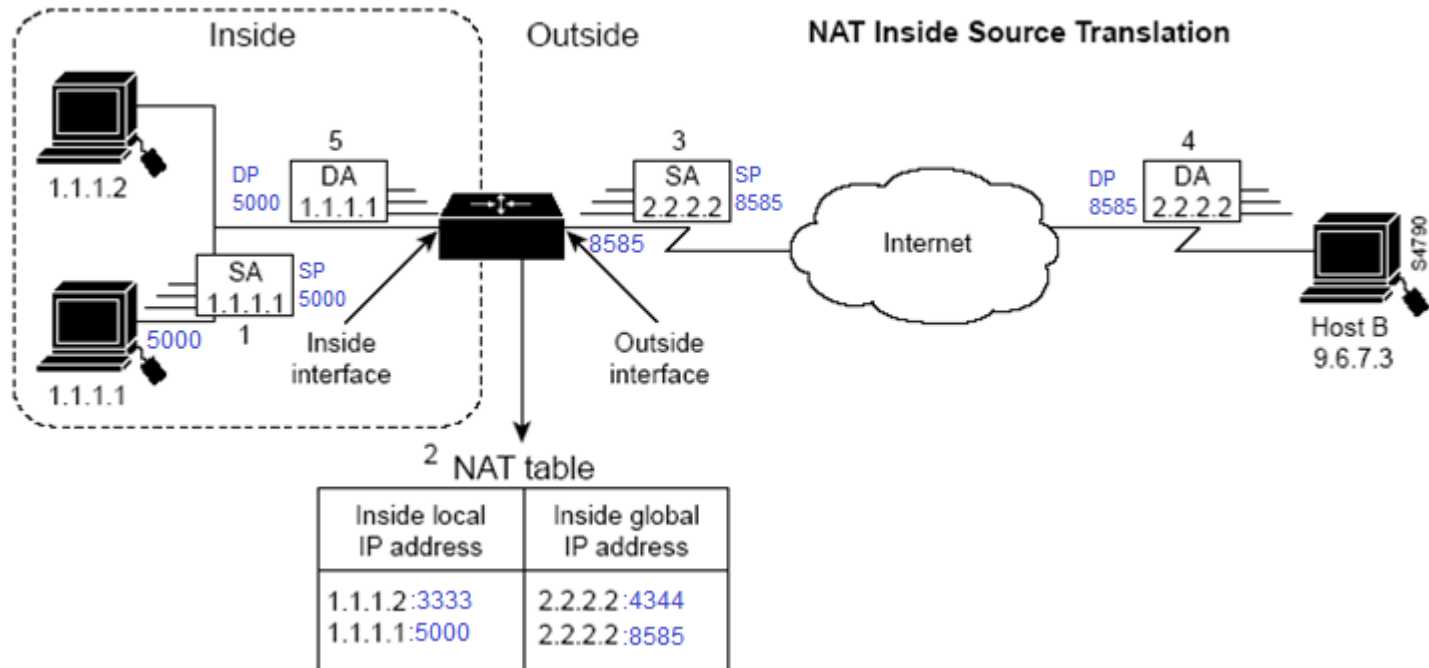
- **PAT (overload)**
  - Útil cuando sólo dispongo de una única dirección IP inside global.
  - En lado OUTSIDE, la conexión se distingue por el puerto.
  - En el lado INSIDE: Se distingue por el socket local.

*Socket= { IP inside local, protocolo, puerto }*



# NAT (Network Address Translation)

- **Ejemplo PAT:**



SA → Source Address

SP → Source Port

DA → Destination Address

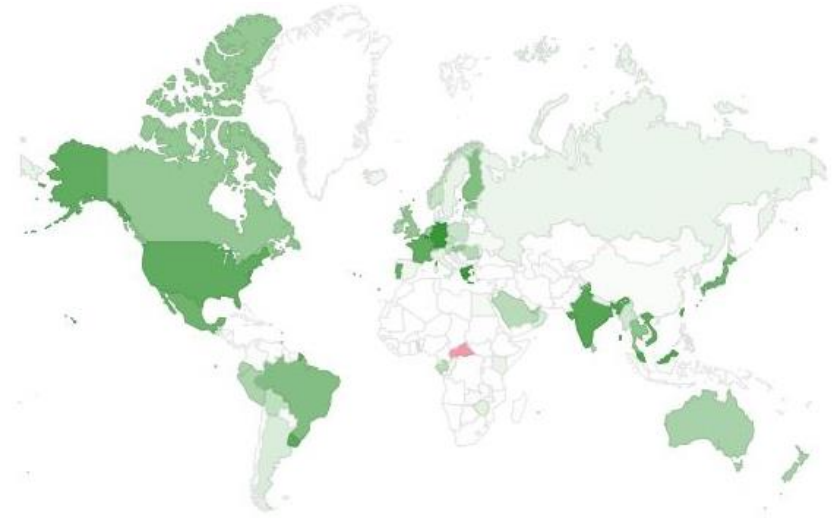
DP → Destination Port

Los números indican la  
secuencia de envíos.

- **Características**

- Direcciones de 128 bits.
- Notación hexadecimal.
- 0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000 a FFFF.FFFF.FFFF.FFFF.FFFF.FFFF.FFFF.FFFF
- 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 (340 sextillones) direcciones diferentes.
- Compatibles con IPv4.

<https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html#ab=per-country-ipv6-adoption>



Disponibilidad de IPv6. Verde oscuro significa una mayor implementación. Sin problemas.  
30% en el mundo – 3% en España  
FUENTE: Google

# Bibliografía y enlaces

- P. García-Teodoro, J.E. Díaz-Verdejo, J.M. López-Soler. Transmisión de datos y redes de computadores, 2ª Edición. Editorial Pearson, 2014.
- James F. Kurose, Keith W. Ross. Redes de computadoras. Un enfoque descendente. 7º Edición. Editorial Pearson S.A., 2017.
- Behrouz A. Forouzan. Transmisión de datos y redes de comunicaciones, 4º Edición. Editorial Mc Graw Hill 2007.
- Ernesto Ariganello. Redes Cisco: guía de estudio para la certificación CCNA Routing y Switching.
- CIDR (RFC 4632) <https://tools.ietf.org/html/rfc4632>
- DHCP (RFC 2131) <https://tools.ietf.org/html/rfc2131>
- NAT (RFC 3022) <https://tools.ietf.org/html/rfc3022>

# Entonces... ¿tenemos ya delegad@?

Para que sea el/la intermediario/a para la comunicación entre la clase y los profesores de la asignatura.



The background of the slide is a light gray network pattern. It consists of numerous small circles, some of which are solid gray and others are hollow with a gray outline. These circles are interconnected by a web of thin, light gray lines, creating a complex, organic-looking structure that resembles a molecular or biological network.

# ¿Alguna duda?