



3º Grado en Ingeniería Informática

Transmisión de Datos y Redes de Computadores

TEMA 2. PROTOCOLOS Y SERVICIOS DE RED (2019-2020)



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*).

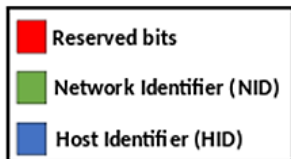


Imagen:Wikipedia

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*).

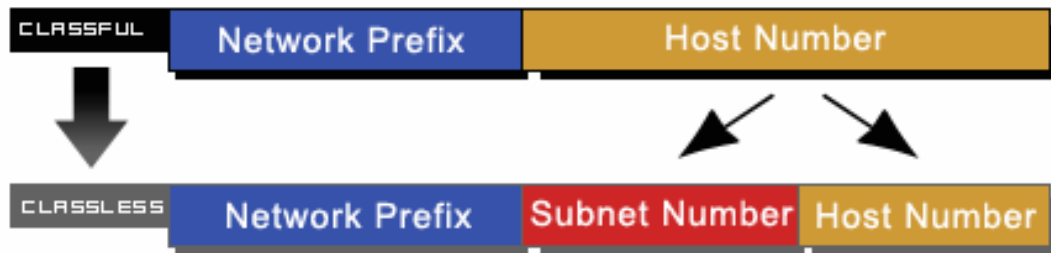


Imagen:Wikipedia

- **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

ANGEL JIMÉNEZ DE LUIS
Nueva York

Actualizado Martes, 26 noviembre 2019 - 11:31

Ver 2 comentarios

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.

- . **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)

- **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.

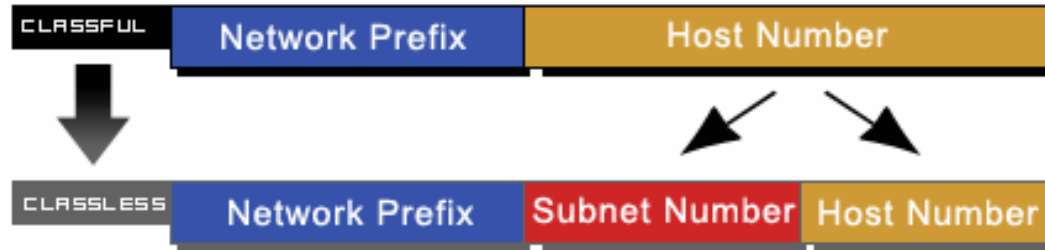


Imagen:Wikipedia

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.

Ejemplo (Supernetting)

Las siguientes redes 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.

Bloque CIDR	Rango de direcciones	Número de direcciones
10.0.0.0/8	10.0.0.0 – 10.255.255.255	16777216
172.16.0.0/12	172.16.0.0 – 172.31.255.255	1048576
192.168.0.0/16	192.168.0.0 – 192.168.255.255	65536

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)

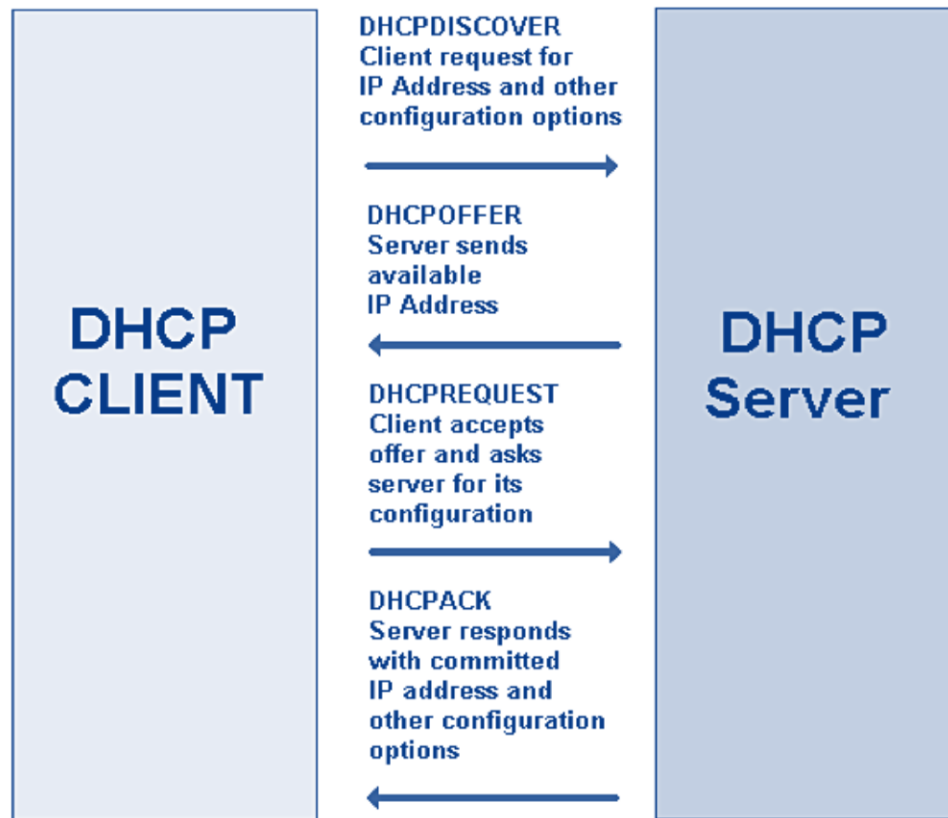
- Asignación **estática** → cada host tiene asignada una IP por defecto que decide el administrador. El protocolo la comunica al host.
- Asignación **automática** → se asigna una dirección IP de un *pool*, pero dicha dirección queda asociada al host permanentemente (hasta que la libere explícitamente 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 en cada subred**.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

- **Funcionamiento:**



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)

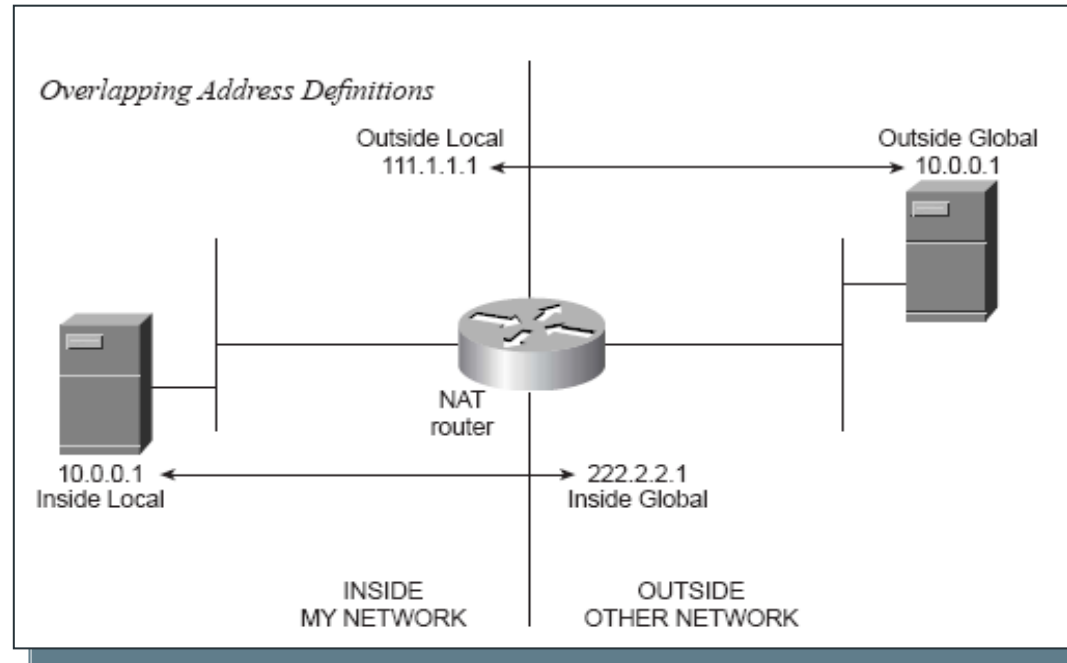
- Lo realiza normalmente el **router de acceso a Internet** (frontera entre la red privada y la pública).
- La **traducción** puede ser:
 - **Estática** → una IP privada siempre se cambia por la misma IP pública.
 - **Dinámica** → existe un pool de IPs públicas y se establece una relación entre ellas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

NAT (Network Address Translation)

- 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.

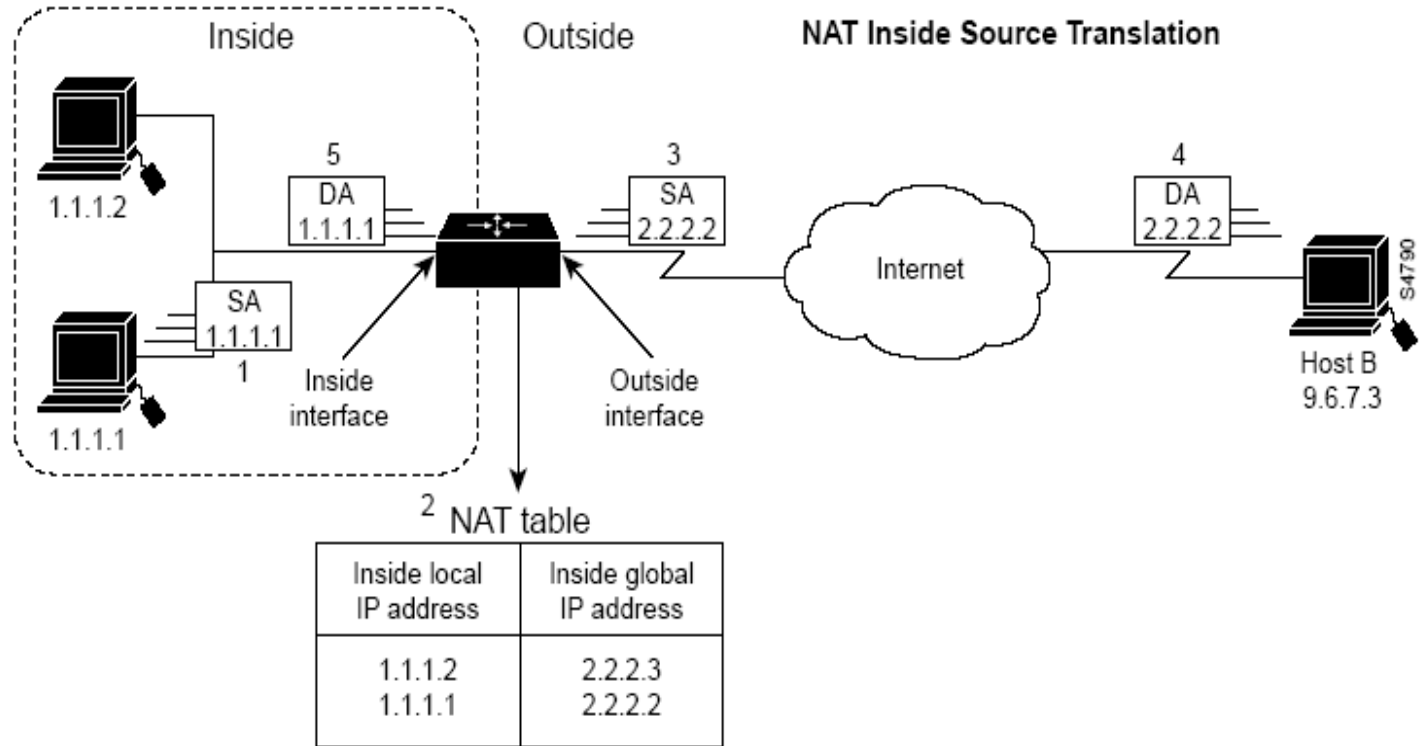
NAT (Network Address Translation)

- 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:



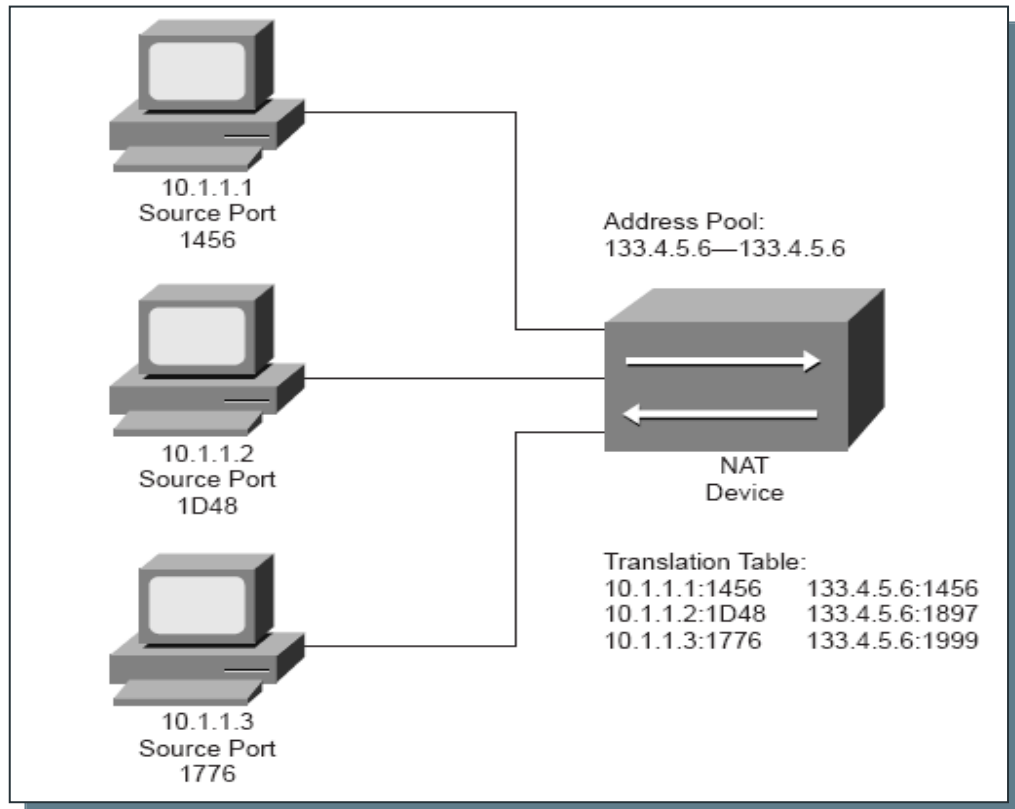
NAT (Network Address Translation)

- **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

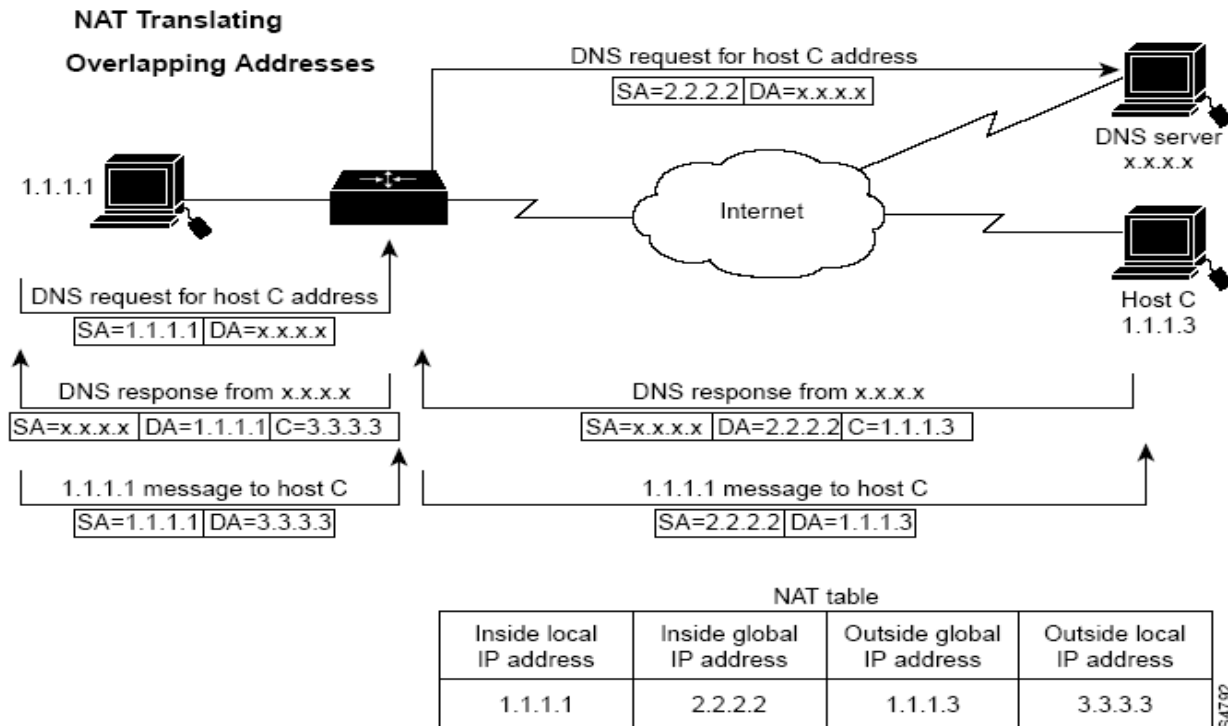
Socket= { IP inside local, protocolo, Puerto }

- **Con solapamiento** (overlapping)



NAT (Network Address Translation)

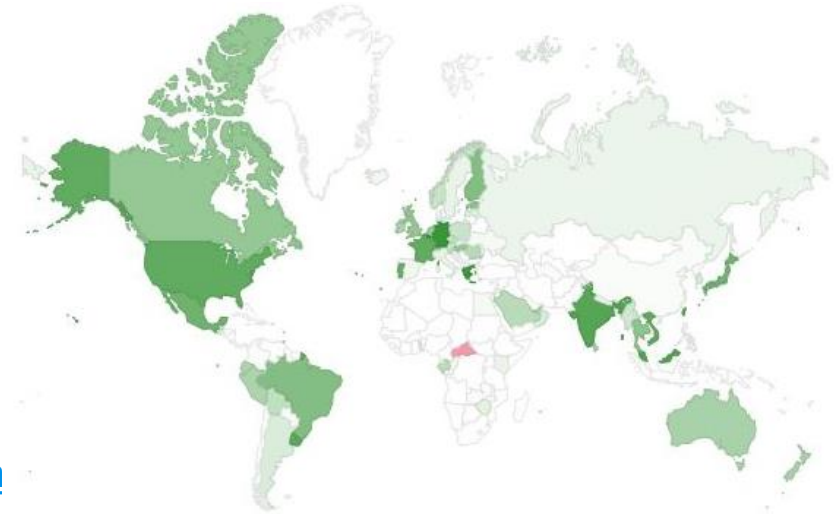
- Solapamiento (overlapping)



- **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.htm#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

- Behrouz A. Forouzan. Transmisión de datos y redes de comunicaciones, 4º Edición. Ed. Mc Graw Hill 2007.
- James F. Kurose, Keith W. Ross. Redes de computadoras. Un enfoque descendente. 7º Edición. Editorial Pearson S.A., 2017.
- Ernesto Ariganello. Redes Cisco: guía de estudio para la certificación CCNA Routing y Switching.
- García-Teodoro, P; Díaz-Verdejo, J.E.; López-Soler, J.M, Transmisión de datos y redes de computadores, Prentice-Hall, 2007.
- 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 features a complex, 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 dense, interconnected mesh that covers the entire slide area.

¿Alguna duda?