

TEMA 4D

Protocolo IPv4

1. Introducción al protocolo IPv4

- Como se comentó anteriormente, el protocolo IP (Internet Protocol – Protocolo de interred), y más concretamente su versión 4 (IPv4), es actualmente el protocolo principal del nivel de red en la pila de protocolos TCP/IP. Su misión principal es la de definir tanto el direccionamiento a nivel de red como el formato de la información de control asociada a dicho nivel. Como sabemos, cada nivel de la pila de protocolos recibe los datos del nivel superior que, junto a la información de control del nivel correspondiente, forman la unidad de datos de éste.

9. Introducción al protocolo IPv4

- La unidad de datos del nivel de red IP se llama paquete o paquete IP. Por lo tanto, un paquete IP está formado por los datos del nivel de transporte, más información de control del propio nivel de red.
- Por otra parte IP es un protocolo que ofrece al nivel superior o nivel de transporte un servicio con las siguientes características:

9. Introducción al protocolo IPv4

- a. No garantiza que los paquetes lleguen a su destino en el mismo orden en el que son enviados. En IP cada paquete es enrutado o encaminado de manera independiente; por esta razón, cada paquete tiene que contener la dirección IP del destinatario. Por lo tanto, cada paquete puede seguir una ruta distinta desde el origen al destino y es imposible asegurar que los paquetes llegarán en orden al destino.
- b. No se garantiza que los paquetes lleguen a su destino sin errores en los datos. El protocolo IP sólo está preparado para detectar los errores que se producen en los propios datos de control del nivel de red, pero no puede detectar los errores que se producen en los datos de nivel superior que viajan encapsulados en el paquete.

9. Introducción al protocolo IPv4

- c) Ni siquiera se garantiza la entrega de los paquetes que se envían. En casos de gran congestión en la red (es decir, cuando hay mucho tráfico de paquetes), los routers pueden verse desbordados; es decir, pueden estar recibiendo más paquetes de los que pueden almacenar en sus buffer internos para procesar y enrutar. En estos casos, los routers tienen permiso para eliminar los paquetes de más que les llegan. Estos paquetes, por lo tanto, se pierden y nunca llegarán a su destino.

9. Introducción al protocolo IPv4

- Todo esto significa que, cuando se usa el protocolo IP como protocolo de nivel de red, tiene que ser la capa de nivel superior, la capa de transporte, la que trate toda esta problemática si se quiere ofrecer a las aplicaciones un servicio más fiable

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

- En apartados anteriores hemos establecido que la misión principal del nivel de red es la de hacer llegar la información desde el equipo origen al equipo destino, se encuentren donde se encuentren éstos. Volviendo a hacer uso de la analogía entre una ciudad y una interred, podemos establecer que de igual manera que para poder llegar a una localización dentro de una ciudad necesitamos conocer su dirección, para poder llegar a un ordenador dentro de una interred, éste deberá tener una dirección que lo identifique de manera única y que nos permita saber cómo localizarlo.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

- Cada equipo conectado a una interred (de ahora en adelante llamada simplemente red) tiene que tener una dirección que lo identifique unívocamente. Esta dirección recibe el nombre de dirección IP y realmente, no se asocia a un equipo, sino a una interfaz de red o tarjeta de red del equipo. Toda dirección IPv4 tiene 32 bits (4 bytes u octetos) y debe ser única; es decir, no puede haber dos equipos que tengan asignada la misma dirección IP.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

- Este tipo de direcciones que sirven para identificar a un equipo concreto dentro de la interred reciben el nombre de direcciones unicast. Una dirección unicast se divide conceptualmente en dos campos:
 - Campo identificador de red (netid). Identifica a la red a la que está conectado el host. Es decir, todos los equipos que pertenecen a la misma red dentro de la interred tendrán el mismo identificador de red.
 - Campo identificador de host (hostid). Identifica al host dentro de la red específica. No puede haber, en la misma red, dos equipos con el mismo valor en el identificador de host de su dirección IP.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Objetivos del direccionamiento UNICAST

- Este mecanismo de división de la dirección en dos campos tiene como objetivos:
 - Disminuir la cantidad de información que los routers deben manejar para tomar las decisiones de encaminamiento. Al igual que en el ejemplo de la ciudad los guardias de tráfico sólo necesitan manejar la parte de la dirección de la calle para decirte cómo llegar a tu destino, los routers no tienen que saber cómo se llega a cada equipo individual, sino que les basta con saber cómo se llega a la red a la que pertenece. Evidentemente, el número de redes es muchísimo menor que el número de equipos, por lo que la cantidad de información que un algoritmo de encaminamiento tiene que manejar a la hora de tomar una decisión de encaminamiento es menor con este tipo de direccionamiento.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Objetivos del direccionamiento UNICAST

- Agilizar los algoritmos de encaminamiento. Derivado de lo anterior, al manejar menos información, la decisión de encaminamiento se toma con mayor rapidez. Imagina dos guardias de tráfico al que preguntas cómo llegar a un destino, uno de ellos maneja una libretita pequeña con toda la información imprescindible que necesita y el otro maneja volúmenes y volúmenes de libros que contienen más información de la necesaria. ¿Quién crees que te responderá antes?

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Objetivos del direccionamiento UNICAST

- Garantizar que equipos de una misma organización tengan direcciones IP consecutivas. Todos los equipos de una misma organización pertenecerán a una misma red, por lo que las direcciones individuales de cada uno de los equipos tendrán en común el mismo identificador de red y, por tanto, serán direcciones consecutivas.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Clases de Redes

- Si reflexionamos un instante sobre este formato de las direcciones IP unicast, observaremos que
 - el tamaño o número de bits que se establezca para el identificador de red influirá en el número de redes posibles en una interred,
 - mientras que el tamaño o número de bits que se establezca para el identificador de host influirá en el número de equipos que pueden estar conectados a una misma red.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Clases de Redes

- Por lo tanto, ¿qué tamaño es el adecuado fijar para cada uno de estos campos? Es evidente que no todo el mundo va a tener las mismas necesidades de equipos conectados a su red, por lo que establecer un único formato sería contraproducente y produciría un desperdicio de direcciones. Por ello, se adoptó la solución de tener tres tipos o clases diferentes de direcciones unicast:

10. Direcccionamiento unicast en IPv4.

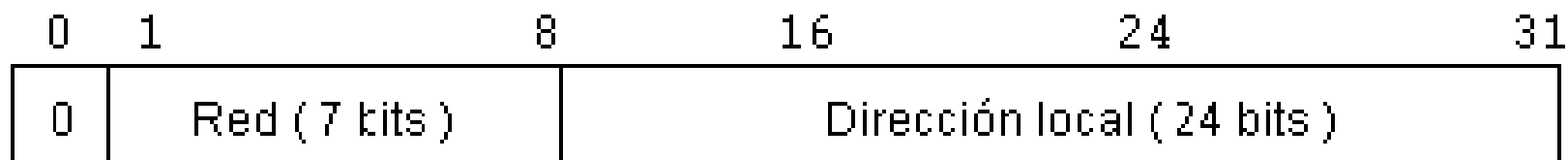
Clases de Redes

- **Direcciones de Clase A.** Las direcciones IP que pertenecen a esta clase se caracterizan por utilizar 7 bits para el identificador de red y 24 bits para el identificador de host. Esto quiere decir que sólo puede haber $2^7 = 128$ redes de tipo A, cada una de las cuales puede albergar $2^{24} = 16\,777\,216$ equipos (posteriormente veremos que, realmente, son menos, tanto el número de redes como el número de equipos por red).

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Clases de Redes

- Esta clase de direcciones fue pensada para que fuesen adquiridas por organizaciones que necesitasen un número extremadamente elevado de equipos conectados, las cuales se pensó que no serían muchas.



10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Clases de Redes

- **Clase B.** Las direcciones IP que pertenecen a esta clase se caracterizan por utilizar 14 bits para el identificador de red y 16 bits para el identificador de host. Esto quiere decir que puede haber $2^{14} = 16\,384$ redes de tipo B, cada una de las cuales puede albergar $2^{16} = 65\,536$ equipos (posteriormente veremos que, realmente, son menos, tanto el número de redes como el número de equipos por red). Esta clase de direcciones fue pensada para que fuesen adquiridas por organizaciones que necesitasen un número medio de equipos conectados, las cuales se pensó que serían una cantidad moderada.

10. Direcccionamiento unicast en IPv4.

Clases de Redes

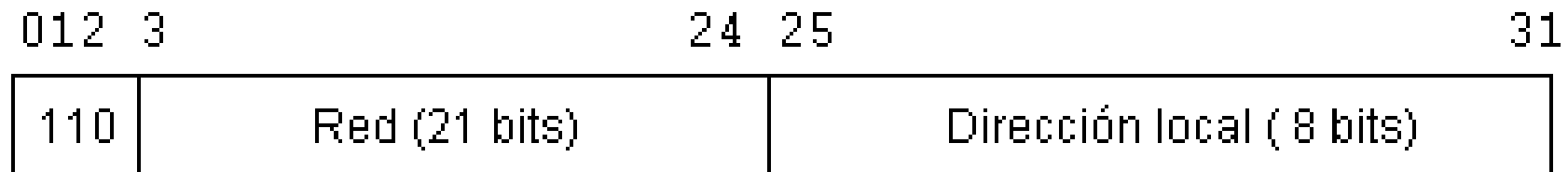


10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Clases de Redes

- **Clase C.** Las direcciones IP que pertenecen a esta clase se caracterizan por utilizar 21 bits para el identificador de red y 8 bits para el identificador de host. Esto quiere decir que puede haber $2^{21} = 2\,097\,152$ redes de tipo C, cada una de las cuales puede albergar $2^8 = 256$ equipos (posteriormente veremos que, realmente, son menos, tanto el número de redes como el número de equipos por red). Esta clase de direcciones fue pensada para que fuesen adquiridas por organizaciones que necesitasen un número reducido de equipos conectados, las cuales se pensó que serían la mayoría de ellas.

10. Direccionamiento unicast en IPv4. Clases de Redes



10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Clases de Redes

- Conocer la clase a la que pertenece una dirección IPv4 es fundamental para interpretar los bits que la componen de una manera o de otra. Por lo tanto nos queda solucionar el siguiente problema: dada una dirección IPv4, ¿cómo sabemos a qué clase pertenece? Para establecer la clase a la que pertenece una dirección se utilizan los primeros bits de la misma. Así:
 - Las direcciones de clase A, y sólo las direcciones de esta clase, comienzan por 0 (el primer bit de la dirección).
 - Las direcciones de clase B, y sólo las direcciones de esta clase, comienzan por 10 (los dos primeros bits de la dirección).
 - Las direcciones de clase C, y sólo las direcciones de esta clase, comienzan por 110 (los tres primeros bits de la dirección).

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Notación decimal para las direcciones IPv4

- Ya conocemos que una dirección IPv4 está compuesta por 32 bits, ¿cuántas direcciones IP de 32 bits crees que serías capaz de recordar? Pocas o más bien ninguna, ¿verdad? Para que las direcciones IP sean un poco más manejables por las personas, ya que es imposible que lleguemos a memorizar los 32 bits de cada dirección, se ideó una representación especial de direcciones IP, llamada notación decimal o notación punto.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Notación decimal para las direcciones IPv4

- En esta notación cada uno de los cuatro bytes de la dirección IP se sustituye por su número decimal correspondiente, que estará entre 0 y 255 (8 bits). Además, cada uno de los cuatro números decimales resultantes estará separado del siguiente por un punto.
- Ejemplo:

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Notación decimal para las direcciones IPv4

1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1
192								.	168								.	5				.	205							

- NOTA: No debemos olvidar que aunque nosotros utilicemos la notación decimal, internamente, los ordenadores utilizan la notación binaria de las direcciones.
- Con esta notación, en las direcciones de clase A, el identificador de red viene dado por el primer número de la dirección (primer octeto), en las direcciones de clase B por los dos primeros y en las direcciones de clase C por los tres primeros.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Notación decimal para las direcciones IPv4

- Ejemplo: Observando el ejemplo anterior, sabemos que la dirección 192.168.5.205 es de tipo C, pues empieza por los bits 110. Por lo tanto, el identificador de red viene dado por los tres primeros octetos (192.168.5), mientras que el identificador de host viene dado por el último octeto (205). Esto quiere decir que la dirección anterior identifica al host 205 dentro de la red IP 192.168.5.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- Como hemos visto anteriormente en esta unidad, una dirección IPv4 está formada por 32 bits y cualquier combinación de ceros y unos en estos 32 bits es una dirección IP que representará a un equipo de la interred.
- Sin embargo, esto no es del todo cierto, pues existen ciertas combinaciones de estos bits, es decir, ciertas direcciones IP, que tienen un uso y significado especial y que no pueden utilizarse como el resto.
- Veamos cuáles son:

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- No se puede asignar a ningún equipo una dirección IP en la que el identificador de host tenga un valor de todo a cero. Este tipo de dirección se utiliza para identificar a una red en sí y es por eso que no puede ser asignada a ningún host de dicha red.
- Ejemplos:
 - La dirección IP 5.0.0.0 identifica a la red 5 de clase A en su conjunto, pero no se refiere a ningún host dentro de dicha red.
 - La dirección IP 155.54.0.0 identifica a la red 155.54 de clase B en su conjunto, pero no se refiere a ningún host dentro de dicha red.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- La dirección IP 204.122.8.0 identifica a la red 204.122.8 de clase C en su conjunto, pero no se refiere a ningún host dentro de dicha red.
- Estas direcciones son las que utilizan, por ejemplo, los routers para identificar a una red en las tablas de enrutamiento que utilizan sus algoritmos de enrutamiento.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- No se puede asignar a ningún equipo una dirección IP en la que el identificador de host tenga un valor de todo a uno. Este tipo de dirección representa a todos los equipos de la red indicada en el identificador de red correspondiente. Por lo tanto, cualquier información que se envíe a una dirección de este tipo será entregada a todos los equipos de esa red. Esto es lo que se llama broadcast o difusión dirigida a nivel IP.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- Ejemplos:

- La dirección IP 5.255.255.255 identifica a todos los equipos de la red 5 de clase A. Toda información dirigida a dicha dirección llegará a todos los equipos dentro de esa red.
- La dirección IP 155.54.255.255 identifica a todos los equipos de la red 155.54 de clase B. Toda información dirigida a dicha dirección llegará a todos los equipos dentro de esa red.
- La dirección IP 204.122.8.255 identifica a todos los equipos de la red 204.122.8 de clase C. Toda información dirigida a dicha dirección llegará a todos los equipos dentro de esa red.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- La red que viene dada por el identificador de red cuyo valor sea de todo a cero, no existe. Este tipo de identificador se interpreta como “esta red”. Por lo tanto, cuando un equipo manda una información a una dirección de este tipo, se la está mandando al equipo de su propia red IP que venga dado por el identificador de host correspondiente.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- Ejemplos:
 - La dirección IP 0.125.3.34, identifica al equipo 125.3.34 dentro de la red IP de clase A local.
 - La dirección IP 0.0.3.34, identifica al equipo 3.34 dentro de la red IP de clase B local.
 - La dirección IP 0.0.0.34, identifica al equipo 34 dentro de la red IP de clase C local.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- La utilización de este tipo de direcciones tan sólo está permitida durante el procedimiento de arranque del sistema y sirve para permitir que una máquina se comunique temporalmente mientras aprende cuál es su dirección de red y dirección IP correctas. Una dirección de este tipo nunca aparecerá como destino de ninguna información.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- La dirección en la que tanto el identificador de red como el identificador de host tiene un valor de todo a cero, la puede utilizar un equipo para referirse a sí mismo. Al igual que antes, la utilización de este tipo de dirección tan sólo está permitida durante el procedimiento de arranque del sistema mientras se aprende la dirección de la red a la que pertenece y su dirección IP correcta. Una dirección de este tipo nunca aparecerá como destino de ninguna información.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- La dirección en la que tanto el identificador de red como el identificador de host tiene un valor de todo a uno hace referencia a todos los equipos de la interred. Evidentemente, esto no se permite para evitar el caos en esta red global; los routers no dejan pasar este tipo de tráfico. Por lo tanto, esta dirección equivale a un broadcast en la propia red a la que se está conectado. Generalmente, este tipo de dirección se utiliza durante el proceso de arranque del sistema cuando no se conoce la dirección IP de la red a la que se encuentra conectado y se necesita mandar un mensaje a todos los equipos de la misma.

10. Direccionamiento unicast en IPv4.

Direcciones especiales en IPv4.

- La subred de clase A 127.0.0.0 no puede ser asignada a ninguna red. Todas las direcciones de esta red se utilizan para realizar comprobaciones de que la pila TCP/IP está operativa dentro del propio equipo. En la práctica sólo se usa la dirección 127.0.0.1, también conocida como dirección de loopback. Los mensajes enviados a esta dirección nunca abandonan el host local; es decir, no producen tráfico en la red.

Direcciones IPv4

- En esta arquitectura hay tres clases de direcciones IP que una organización puede recibir de parte de la Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN): clase A, clase B y clase C.
 - En una red de clase A, se asigna el primer byte para identificar la red, reservando los tres últimos octetos (24 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es 16.777.214 hosts..
 - En una red de clase B, se asignan los dos primeros bytes para identificar la red, reservando los dos octetos finales (16 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es de 65.534 hosts.
 - En una red de clase C, se asignan los tres primeros bytes para identificar la red, reservando el octeto final (8 bits) para que sea asignado a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es 254 hosts.

Direcciones IPv4

Clase	Rango	Nº de Redes	Nº de Host Por Red	Máscara de Red
A	1.0.0.0 - 126.255.255.255	126	16.777.214	255.0.0.0
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16.384	65.534	255.255.0.0
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2.097.152	254	255.255.255.0

Direcciones privadas

- Hay ciertas direcciones en cada clase de dirección IP que no están asignadas y que se denominan direcciones privadas. Las direcciones privadas pueden ser utilizadas por los hosts que usan traducción de dirección de red (NAT) para conectarse a una red pública o por los hosts que no se conectan a Internet. En una misma red no pueden existir dos direcciones iguales, pero sí se pueden repetir en dos redes privadas que no tengan conexión entre sí o que se conecten mediante el protocolo NAT. Las direcciones privadas son:

Direcciones privadas

- Clase A: 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (8 bits red, 24 bits hosts).
- Clase B: 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (12 bits red, 20 bits hosts). 16 redes clase B contiguas, uso en universidades y grandes compañías.
- Clase C: 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (16 bits red, 16 bits hosts). 256 redes clase C continuas, uso de compañías medias y pequeñas además de pequeños proveedores de internet (ISP).

Direcciones privadas

- Muchas aplicaciones requieren conectividad dentro de una sola red, y no necesitan conectividad externa. En las redes de gran tamaño a menudo se usa TCP/IP. Por ejemplo, los bancos pueden utilizar TCP/IP para conectar los cajeros automáticos que no se conectan a la red pública, de manera que las direcciones privadas son ideales para estas circunstancias. Las direcciones privadas también se pueden utilizar en una red en la que no hay suficientes direcciones públicas disponibles.