



Tema 6

Protocolos de red y esquemas de
direccionamiento

Objetivos

- Identificar los protocolos de comunicación.
- Conocer los parámetros de configuración de red de los dispositivos que interconectan la red de comunicación.
- Describir la configuración de los servicios básicos de una red local.
- Describir los protocolos de comunicación más importantes que facilitan la comunicación de los equipos de una red.

Índice

- Direccionamiento a nivel de enlace de datos
- Direccionamiento a nivel de red.
- Direccionamiento a nivel de transporte.
- Direccionamiento a nivel de aplicación.
- Coordinación entre los distintos niveles.
 - Coordinación entre el nivel de enlace y el nivel de red.
 - Coordinación el nivel de transporte y nivel de aplicación.



DIRECCIONAMIENTO A NIVEL DE ENLACE DE DATOS



Direccionamiento a nivel de enlace de datos

Las redes de área extensa utilizan enlaces punto a punto para comunicar todos sus nodos, formando topologías que normalmente son irregulares. Estos enlaces están dedicados a comunicar solamente dos equipos (uno en cada extremo).

La mayoría de las redes locales utilizan por simplicidad y reducido coste, un medio compartido por el que transmitir (internet).

Esta diferencia hace que los protocolos de bajo nivel en LAN y WAN sean bastante diferentes en cuanto a sus características.

Direccionamiento a nivel de enlace de datos

Cuando un ordenador envía un mensaje a través de una red de difusión, este permanece en el medio compartido en espera de ser recogida por el destinatario. Puesto que todas las estaciones están conectadas al mismo medio, todas pueden “ver” ese mensaje enviado. Sin embargo, solamente el nivel de enlace de la destinataria podrá tomarlo para sí. Por lo tanto es necesario un mecanismo que identifique unas estaciones de otras.

Las direcciones a nivel de enlace, que normalmente se consideran direcciones de la subcapa MAC, están formadas por números binarios.

Dependiendo del protocolo utilizado (IP v4, IPv6, ...), estas direcciones pueden tener un mayor o menor número de dígitos.

Direccionamiento a nivel de enlace de datos

Las direcciones MAC suelen ir gravadas de fábrica en el propio adaptador de red. Los primeros 24 bits son bit del fabricante los otros 24 bits identifican la forma única cada adaptador, con esa estrategia se asegura que cada dirección MAC sea única.

La dirección MAC FF.FF.FF.FF.FF.FF es una dirección especial que no puede ser asignada a ningún adaptador de red ni a ningún puerto de comunicación de ningún dispositivo. Esta dirección es usada para mandar un mismo mensaje a todos los equipos que forma la red.

Una dirección MAC es equivalente al nombre y apellido de una persona. En una residencia pueden vivir varias personas que el cartero las puede identificar por su nombre y apellido.



DIRECCIONAMIENTO A NIVEL DE RED

Direccionamiento a nivel de red

Otra de las funciones del direccionamiento consiste en facilitar la localización de un destinatario en la red, lo que permite escoger el mejor camino.

A día de hoy este mecanismo de direccionamiento a nivel de red coexiste con el mecanismo de direccionamiento a nivel de enlace (MAC), por lo que deben existir estos dos tipos de direcciones.

Un protocolo a nivel de red puede compararse con el sistema postal: para que el cartero pueda entregar la correspondencia al destinatario correcto, es necesario que este distinga cada uno de los distintos destinatarios y conozca donde viven.

Podría distinguirse a unos usuarios de otros mediante su nombre o DNI, por ejemplo, pero este método complicaría mucho el reparto del correo; en vez de eso, se utiliza un direccionamiento que permite al cartero conocer la localización exacta del destinatario y, con ello, la ruta a seguir para alcanzarlo.

País, Provincia, Localidad, Código postal, Calle, Número, Piso, Puerta, Nombre

Direcccionamiento a nivel de red

Cuando hablamos de la red, nos referimos a una estructura que no está bien definida aunque si jerarquizada. Se trata de una red de redes donde están conectadas las redes LAN o MAN con las redes proveedoras de servicio (internet).

Para que esta estructura funcione, se diseñaron varios protocolos a nivel de red que permitieran que los paquetes fueran enviados correctamente a través de gran cantidad de redes heterogéneas. El más importante es el **IP** (*Internet Protocol*). Este protocolo no es orientado a conexión y no fiable, de forma que el establecimiento de conexiones y el control de errores lo debe llevar a cabo algún protocolo de transporte a niveles superiores, como **TCP**.

Direccionamiento a nivel de red

Las direcciones IP que identifican encaminadores y estaciones de la red tienen un tamaño fijo de 32 bits (en la versión 4 del protocolo IP v4) o de 128 bits (en la versión 6 del protocolo).



Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Estas direcciones se pueden especificar directamente en binario, aunque resulta más cómodo utilizar la notación decimal con puntos. Ejemplo:

Direcccionamiento a nivel de red: IP v4

Una dirección IP esta formada por un número en binario de 32 bits como, por ejemplo, la siguiente:

10001111010101100011110101100001

Separar por grupos de 8 ↓

10001111.01010110.00111101.01100001

Convertir a binario ↓

143.86.61.97

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Con este método se pueden llegar a obtener $2^{32} = 4.294.967.296$ direcciones distintas (aunque realmente no se pueden usar todas). En principio se considero un numero más que suficiente pero hoy en día se ha llegado al límite y las direcciones IP se han agotado.

Una dirección IP tiene dos partes principales: un identificador de red y un identificador de estación dentro de esa red. El identificador de red se utiliza para numerar cada una de las redes que componen internet de forma única.

Por su parte, el identificador de estación se usa para enumerar cada uno de los equipos que forman parte de una red.

Direcccionamiento a nivel de red: IP v4

El problema que plantea la división de las direcciones IP en un número de red y un número de estación consiste en que se trata de números finitos y, por tanto estamos estableciendo límites. A la hora de dividir un número de 32 bits en dos partes, tenemos muchas opciones que ponemos considerar. Las más importantes son:

- a) Usar 8 bits para numero de red y 24 bits para número de estación, lo que nos permite tener un máximo de 126 redes distintas y aproximadamente 16 millones de equipos por red.
- b) Usar 16 bits para un numero de red y 16 bits para un número de estación, lo que nos permite tener un máximo de 16.384 redes distintas y 65.536 equipos por red.
- c) Usar 24 bits para número de red y 8 bits para número de estación, lo que nos permite tener un máximo de 2.097.152 millones de redes distintas y 254 equipos por red.

Para decir cuál es la mejor opción, debemos pensar como es está en realidad. Pero para ver como se adapta las distintas opciones anteriores a como es Internet en realidad, hay que seleccionar conjuntamente las tres opciones.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Para poder usar las tres opciones a la vez necesitamos un campo dentro de la dirección IP que identifique su tipo (A, B, o C). Este campo se sitúa al principio de la dirección y puede tomar tres valores, dependiendo del tipo de dirección que esté utilizando. A este tipo de dirección se le denomina clase.

Este campo no es de longitud fija, es decir, ocupa un bit para la clase A (0), dos bits para la clase B (10) y tres para la clase C (110). Gracias a esto, se consigue aprovechar mejor el campo de número de red de clase.

Existen también las clases D (1110) y E (11110). La clase D se usa para crear grupos de multidifusión o broadcast. Por su parte, la clase E se reserva para investigación y desarrollo.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4



Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Ejemplo:

Supongamos que tenemos una red conectada e internet mediante un router y solicitamos una dirección IP para enumerar las estaciones. Esta dirección será de clase C ya que no se prevé que la red se amplíe a mas de 200 estaciones. La dirección ofrecida es la 192.118.64.0 Esta IP es una dirección de red, indica cuál es el número de nuestra red ya que el número de estación tiene el valor 0. A partir de ésta, deberemos numerar las estaciones de la red, comenzando siempre por la número 1.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Estación	Dirección IP
1	192.118.64.1
2	192.118.64.2
3	192.118.64.3
...	...
253	192.118.64.253
254	192.118.64.254

Nuestra LAN puede contener un máximo de 254 estaciones, ya que la dirección 192.118.64.255 se utiliza para mandar un paquete a todas las estaciones de red (difusión). Si se espera que la red crezca, entonces se solicitara otra red de otra clase mayor u otra de clase C.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Direcciones reservadas:

IP	Significado
0.0.0.0	Se usa por la estaciones cuando estas arrancan
Rango 127.0.0.0 hasta 127.255.255.255	127.0.0.1 Dirección ordenador actual, compatible con la dirección IP correspondiente
x.x.x.0	Corresponde a la red
x.x.x.255	Dirección broadcast de la red.

Además de estas direcciones, se han establecido otras asignadas a redes locales que se conecta a internet a través de un **proxy** o mediante el protocolo **NAT**. Estas direcciones se denominan **privadas**, mientras que el resto de direcciones de Internet son **públicas** y únicas.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Para la clase A se reserva la dirección de red 10.0.0.0; para la clase B, desde la 172.16.0.0 a la 172.31.0.0 y para la clase C, desde la 192.168.0.0 a la 192.168.255.0. Esto significa que todas estas direcciones privadas se pueden utilizar a la vez por distintas redes locales gracias a la utilización de un encaminador basado en NAT.

El encaminador sustituye las direcciones privadas de origen y destino por la dirección pública del dispositivo de forma que las direcciones privadas de la LAN quedan ocultas al exterior. Al mismo tiempo, el encaminador recuerda los paquetes enviados para sustituir las direcciones de destino en caso de que se reciban paquetes de respuesta desde la red externa.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Gracias al uso del protocolo NAT, se extiende el espacio de direcciones que puede asignarse a las estaciones de internet, ya que las direcciones privadas se pueden utilizar y repetir en el ámbito de cada red local, con lo que se ve paliada con cierta medida la escasez de direcciones después del crecimiento tan alto que ha sufrido en los últimos años.

El uso del protocolo NAT también se denomina **enmascarado** y puede ser configurado tanto en encaminadores como en algunos equipos conectados a la red.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Funcionamiento del protocolo NAT

Tenemos una red local conectada a internet con dos estaciones una en Almería y otra en Barcelona. Supongamos que la IP privada de Almería es la 10.0.0.1, la IP pública de Almería es la 198.64.126.1 y desea enviar un paquete a la estación de Barcelona cuya IP es la 68.15.224.97, la cual contestará con otro paquete de respuesta. Los pasos que se siguen en la traducción NAT para este caso son:

1. Almería envía el paquete a la red: Su dirección de origen es 10.0.0.1 y la de destino es la 68.15.224.97.
2. El encaminador detecta ese paquete y comprueba que esta en una red externa. Antes de enviar el paquete, sobre escribe la dirección de origen y guarda esta comunicación en una tabla local. El paquete llevará ahora la dirección de origen, 198.64.126.1 y la de destino, 68.15.224.97
3. Barcelona recibe el paquete y contesta con otro cuyas direcciones de origen y destino son, respectivamente: 68.15.224.97 y 198.64.126.1

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

4. El encaminador recibe el paquete, comprobando que existe en su tabla local una comunicación establecida entre 10.0.0.1 y 68.15.224.97. Por tanto, antes de inyectar ese paquete en la red local, modifica la dirección de destino. Ahora el paquete llevará la dirección de origen 68.15.224.97 y 10.0.0.1 como dirección de destino.

5. Finalmente, la estación A comprueba que el paquete que circula por la red lleva su dirección de destino; por tanto, podrá tomarlo como propio.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Actualmente, las clases de direcciones IP también se las conoce por /8 para la clase A, /16 para la clase B y /24 para la clase C, refiriéndose a los números de dígitos de red en la dirección IP.

Cuando un encaminador desea poner a 0 todos los bits del número de estación para obtener una dirección de red, debe utilizar la **máscara de red**.

Esta máscara se incluye como una columna en las tablas de encaminamiento de forma que los routers saben en todo momento qué máscara deben aplicar para saber de qué están hablando.



Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Cada estación de la red troncal o global, debe disponer de una dirección IP única, diferente al resto de las estaciones (IP pública). Así mismo los encaminadores también deben tener direcciones únicas, pero en este caso tendrán tantas como redes conecten, es decir, como puertos tengan (IP privada). Ninguna estación ni ningún puerto tendrán más de una dirección asignada. Este método permite reducir la complejidad de las tablas de encaminamiento.

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Ejemplo de máscaras de las direcciones de red:

Red	Máscara	Máscara en binario	Clase
216.89.3.0	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.0	C
198.64.126.0	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.0	C
188.119.0.0	255.255.0.0	11111111.11111111.0.0	B
23.0.0.0	255.0.0.0	11111111.0.0.0	A

La máscara de red se incluye como una columna en las tablas de encaminamiento de forma que los routers saben en todo momento qué máscara deben aplicar para saber de qué están hablando

Red destino	Máscara	Siguiente	Saltos
216.89.3.0	255.255.255.0	216.89.3.1	0
198.64.126.0	255.255.255.0	198.64.126.1	0
188.119.0.0	255.255.0.0	198.64.126.20	1
0.0.0.0	0.0.0.0	198.64.126.21	1

Direccionamiento a nivel de red: IP v4

Si el encaminador se encuentra con la dirección de destino 198.64.126.31, aplicará la máscara y comprobará el resultado con cada red de destino. Si coincide (en este caso con la segunda línea), utilizará esa entrada para establecer la ruta y si no, utilizará la última entrada (default) ya que cualquier dirección coincide con ella si se aplica la máscara 0.0.0.0.

Cada estación de la red dispone también de una pequeña tabla de encaminamiento que especifica que estaciones están en la misma red y cuales son accesibles a través de otros encaminadores.

Normalmente las tablas de encaminamiento de un equipo se constituyen de forma automática utilizando la configuración de red que tiene asignada.

Para cada adaptador instalado se mantiene como mínimo, la siguiente información:

- Dirección IP
- Máscara de red
- Puerta de enlace

Direccionamiento a nivel de red: IP v6

De todas las posibles combinaciones de redes disponibles en la versión 4 del protocolo IP, muchas se desperdician organizándolas por clases.

En verdadero problema se encuentra en las redes de clase B, ya que para la mayoría de las organizaciones, una red de clase A es demasiado grande y una de clase C demasiado pequeña.

La solución al problema de escasez de direcciones consiste en utilizar una nueva versión de protocolo IP que permita extender el rango de direcciones disponibles y solucionar otros problemas: **IP versión 6.**

Esta versión posee las siguientes características:

Direccionamiento a nivel de red: IP v6

- Utiliza el algoritmo RIPv6.
- Es capaz de manejar miles de millones de direcciones de estación diferentes.
- Se simplifica la configuración de las estaciones.
- Reduce el tamaño de las tablas de encaminamiento en todos los nodos.
- Permite mayor velocidad de proceso en los nodos, ya que el formato de paquete sólo contiene siete campos en su cabecera.
- Es compatible con la versión 4.

La forma de representar las direcciones IP en su versión 6, son con 128 bits, y se pueden representar de tres formas distintas:

Direcccionamiento a nivel de red: IP v6

- Por ocho números en hexadecimal de 16 bits, separados por dos puntos.
- Igual que la anterior, pero suprimiendo todos los ceros consecutivos en la dirección por :: Estos "::" solamente pueden aparecer una vez en la dirección.
- Utilizando una notación mixta formada por una parte de la dirección v6 (6 números hexadecimales de 16 bits separados por dos puntos) y otra de v4 (cuatro números decimales de ocho bits).

Una dirección IPv6 también tiene varios campos: los primeros bits forman un prefijo, que indica el tipo de dirección; los bits centrales especifican un número de red (que puede no existir) y los bits finales especifican un número de estación.

Direccionamiento a nivel de red: IP v6

Prefijo	Descripción
00	Dirección IP v4
2 o 3	Dirección asignada por un proveedor de acceso a internet
De FE80 a FEBF	Direcciones privadas dentro del ámbito de la subred
De FEC0 a FEFF	Direcciones privadas dentro del ámbito de la red (intranet)
FF	Dirección de multidifusión

Tipos de prefijos en IP v6

Direccionamiento a nivel de red: IP v6

Dirección	Equivalencia
43A0:512C:65:1FF:FD06:AA68:1:54B7	
12E:0:0:0:768F:821:0:2286	12E::768F:821:0:2286
65E:0:0:0:0:0:10A:192.168.0.18	65E::10A:192.168.0.18
0:0:0:0:0:0:0:124.68.251.128	124.68.251.128

Ejemplos de direcciones en IP v6

Direccionamiento a nivel de red

El protocolo **DHCP** permite que las estaciones de la red se les asigne una dirección IP automáticamente sólo cuando la necesiten.

Se puede utilizar dentro del ámbito de una red local, y en este caso los ordenadores deben solicitar una dirección a una estación especial que funcione como servidor DHCP.

Se trata de un protocolo abierto, es decir, no depende de ningún sistema operativo.

Es posible que exista más de un servidor DHCP en una red y para que no existan conflictos, cada uno de ellos debe asignar un rango de direcciones distinto.



DIRECCIONAMIENTO A NIVEL DE TRANSPORTE

Direccionamiento a nivel de transporte

Una de las funciones que se realiza en el nivel de transporte de una arquitectura de red consiste en compartir varias conexiones utilizando una única conexión de red (multiplexación), lo que permite reducir costes.

Las direcciones de transporte se utilizan para identificar diferentes aplicaciones de comunicación. En el caso de la arquitectura TCP/IP de internet, los protocolos que gestionan este direccionamiento son: **TCP** (es orientado a conexiones y fiable, por lo que su diseño resulta bastante complejo ya que funciona sobre IP, que es de clase C) y **UDP** (sin conexiones y no lleva a cabo control de errores, por lo que solamente añade una pequeña cabecera a los paquetes IP y su implementación es muy sencilla).

Cada origen y destino en TCP se identifica con un número de 16 bits llamado **puerto**. Los puertos se clasifican en tres categorías:

Direccionamiento a nivel de transporte

Puertos bien conocidos: Son los puertos comprendidos en el rango [1,1023] y su función está definida oficialmente por la organización ICANN. Estos puertos son utilizados por el sistema operativo o por programas con privilegios.

Lista de puertos conocidos

Puertos registrados: Son usados de forma temporal por programas para realizar comunicaciones. Son puertos clasificados como bien conocidos, pero su función no ha sido registrada de forma oficial.

Puertos dinámicos o privados: Son puertos utilizados de forma automática y temporal por las aplicaciones para establecer una comunicación y no tienen significado fuera de ella.

Al par formado por dirección IP y puerto recibe el nombre de **conector o socket**.

192.168.0.12:8080

Un puerto está abierto o a la escucha o a la espera cuando existe un programa en ejecución que controla las comunicaciones que se envían o se reciben a través de ese puerto.



DIRECCIONAMIENTO A NIVEL DE APLICACIÓN

Direccionamiento a nivel de aplicación

Hasta ahora se ha visto que un equipo necesita tres direcciones para conectarse a una red dentro de la arquitectura TCP/IP:

- Dirección de enlace de datos (MAC).
- Dirección de red (IP).
- Dirección de transporte (puerto).

A los usuarios de internet se les es complicado usar direcciones de transporte, porque sobre todo son difíciles de recordar.

256.58.214.163:80

Direccionamiento a nivel de aplicación

Puesto que no existen direcciones a nivel de aplicación, se definió el protocolo **DNS** (Domain Name System o Sistema de Nombres de Dominio). Éste se encarga de definir **direcciones de dominio** formadas por cadenas de caracteres (como, por ejemplo www.google.es) y de convertirlas automáticamente en direcciones binarias de transporte. Estas direcciones forman dominios siendo las extensiones (.com, .es, .eu, .org, .gov ...) nombres de primer nivel haciendo referencia a países u organizaciones.

Junto a estos nombre aparece un nombre distintivo de la organización (google, tobalcaide, marca ...) .

Los nombres genéricos se encuentran en el nivel más alto de la jerarquía y los nombres completos de dominio se van construyendo de derecha a izquierda:

www.ua.radio.es

www.DesarrolloModerno.central.com



COORDINACIÓN ENTRE DISTINTOS NIVELES

Coordinación entre los distintos niveles

Un equipo conectado a una red tiene muchas direcciones a diferentes niveles de la arquitectura que lo identifican: una dirección MAC, una dirección de red y una dirección de dominio (aplicación). Las direcciones de transporte no suelen utilizarse para identificar equipos, sino más bien procesos o programas a nivel de aplicación.

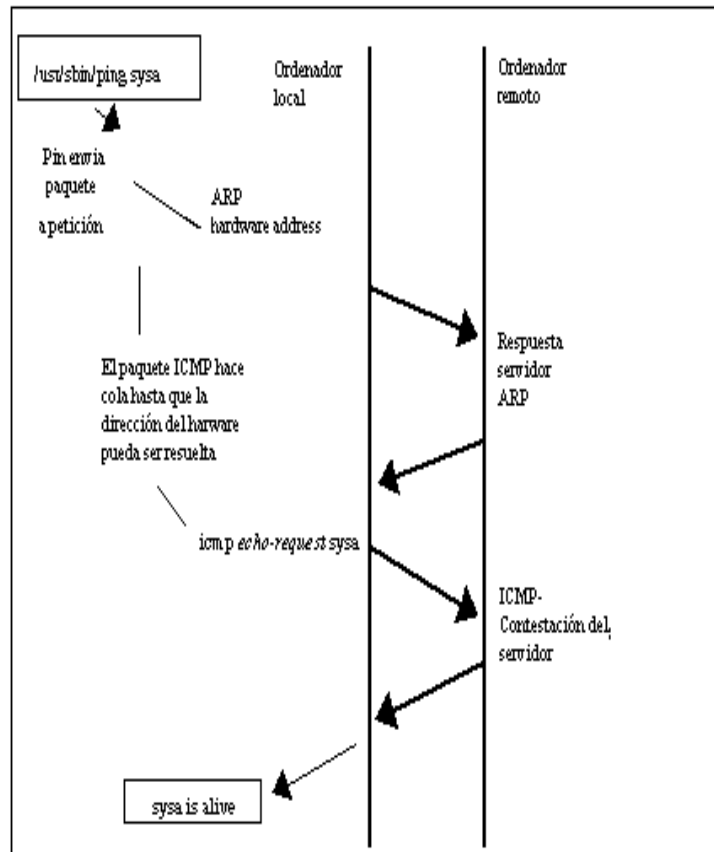
Por eso es necesario un mecanismo o protocolo que permita controlar este lío de direcciones, de forma que la identificación de un equipo dentro de cada nivel de la arquitectura sea coherente con el resto de niveles.

Coordinación entre los distintos niveles: Entre nivel de enlace y nivel de red

Protocolo **ARP**: cuando una estación desea enviar un paquete a un destinatario (del cuál sólo conocemos la dirección IP) intenta primero encontrar esa dirección MAC de una tabla local. Si esa dirección no está en la tabla local del protocolo ARP, entonces enviará una trama con la dirección MAC de difusión y la dirección IP del destinatario.

Todas las estaciones obtienen esa trama y comprueban su nivel de red si poseen la IP especificada. Sólo contestará la estación que tenga esa dirección y lo hace dando su dirección MAC. Así, el emisor aprende que esa dirección IP se corresponde con la estación que tiene esa dirección MAC dentro de la subred o segmento y guarda esa correspondencia en su tabla local para futuras referencias y envíos.

Coordinación entre los distintos niveles: Entre nivel de enlace y nivel de red



1. **Comprobación tabla local.**
2. **Envío solicitud ARP.**
3. **Se añade la entrada a la tabla.**
4. **Envío de respuesta ARP**
5. **Se añade la entrada a la tabla.**

Coordinación entre los distintos niveles: Entre nivel de enlace y nivel de red

El protocolo **ARP** (protocolo de resoluciones de direcciones) también es usado por los puentes y los encaminadores cuando deben transmitir una trama de una red a otra.

El protocolo **RARP** (protocolo de resoluciones de direcciones inverso) realiza el proceso contrario al del protocolo ARP, dada una dirección física de una estación obtiene su dirección IP correspondiente enviando mensajes de difusión de red. Cada estación de la red dispone de una tabla local por cada adaptador de red instalado.

C:/>arp -a (en windows)

#arp (en linux)

Coordinación entre los distintos niveles: Entre nivel de transporte y nivel de aplicación

Es necesario establecer un mecanismo que permita convertir las direcciones de aplicación que usan los usuarios en direcciones de transporte que utiliza la red. Para utilizar esa conversión se utiliza el protocolo **DNS**.

El modelo de DNS distribuye la información relativa a los dominios en servidores DNS de la red. Esta información almacenada constituye una zona, que está definida por un conjunto de dominios y/o subdominios.

El establecimiento de las zonas de dominios se basa en gran medida en cuestiones relativas al tamaño de la organización y subdominios definidos, velocidad de los enlaces que comunican los servidores DNS, tasa de tráfico esperada entre ellos, etc. Por estas razones, en muchas organizaciones grandes suele ser complicado establecer criterios concretos para la división en zonas.

La información de zona está estructurada en forma de **registros de recursos**.

Coordinación entre los distintos niveles: Entre nivel de transporte y nivel de aplicación

En algunas situaciones, puede resultar conveniente crear un subdominio en una zona distinta a la que se encuentra el dominio padre.

La base de datos de una zona está almacenada en un servidor **DNS primario**, de forma que todos los dominios que contiene ésta se gestionan desde el equipo. Sin embargo no conviene mantener un único servidor primario para la zona, ya que en caso de fallo no se podrán resolver esas direcciones. Por lo tanto también se pueden configurar uno o más servidores **DNS secundario**, que se encargaran de almacenar la copias actualizadas de la información de la zona.

Coordinación entre los distintos niveles: Entre nivel de transporte y nivel de aplicación

Cuando una estación desea establecer una conexión con una dirección DNS, llama a la rutina del sistema o **resolvedor** que primero comprueba si puede obtener la dirección IP a través de una tabla local o almacenada temporalmente. Si no la encuentra en esa tabla, envía un mensaje UDP a la dirección del servidor DNS que tenga configurado por defecto. Este servidor consulta primero en sus registros de recursos de zona la dirección solicitada y devuelve la dirección IP si la encuentra. Si no la encuentra ahí, consultará entonces la tabla local donde están almacenadas temporalmente consultas anteriores. En caso de que tampoco la encuentre ahí, puede consultar otros servidores DNS (**consulta recursiva**). Finalmente el resolvedor devuelve la dirección IP solicitada a la estación.

Ejercicios

1. Compacta o expande las siguientes direcciones IPv6
2001:0000:0db8:0000:0000:8a2e:0370:7334
2001:0000:0000:0000:8a2e:0db8:0370:0004
2001:0004:8a2e:0000:0000:0000:0000:0004
2001:0004:0000:0000:8a2e:0000:0000:0004
2001:0000:0000:0008:0000:800e:03a0:0000
2. Una red de clase A de internet tiene una máscara de red 255.252.0.0 ¿Cuál es la cantidad máxima de estaciones por subred que se pueden direccionar?
3. Explica cómo solucionarías el problema de comunicación de una estación cliente que desea conectarse al servicio de una máquina de la que no conoce el número de puerto asociado.