



MODELO OSI – CAPA 3: DIRECCIONAMIENTO IP - MASCARAS DE RED

1 OBJETIVO

El objetivo de la presente clase es de aprender a utilizar apropiadamente el mecanismo de direccionamiento IP, y así lograr asignar direcciones a redes y hosts correctamente, mediante la configuración del protocolo IP V.4.

Para ello comenzaremos realizando un rápido repaso del sistema de numeración binaria, ya que de esta forma podremos comprender profundamente el esquema de direccionamiento propuesto. Luego de lo cual nos concentraremos en desarrollar la relación existente entre esta notación y la numeración decimal que es la que se utiliza habitualmente para la identificación de las direcciones IP.

Una vez comprendidos estos conceptos nos dedicaremos a estudiar el concepto de máscara de red, y ver su aplicación práctica en este tipo de direccionamiento.

Por último introduciremos la nueva versión del protocolo IP conocida como IP V6.

2 INTRODUCCIÓN

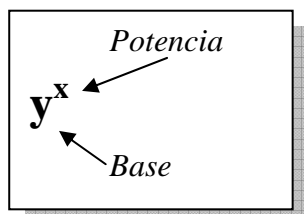
Si bien el objetivo de esta clase no es el estudio en profundidad de la numeración binaria, dado que su uso es una herramienta fundamental para la comprensión en profundidad del direccionamiento IP, dedicaremos la primera parte de este capítulo a realizar un rápido repaso de su funcionamiento, así como también sobre la numeración decimal.

Existen en el mercado calculadoras IP, que sin duda en un futuro nos facilitarán la tarea, desalentamos su utilización en esta etapa del aprendizaje, pues si bien el uso de las mismas nos permitirá obtener rápidamente el resultado buscado, el resultado obtenido de esta forma será producto de la magia, pues jamás comprenderemos como funcionar realmente este esquema de direccionamiento. Y por otro lado un profundo conocimiento del mismo nos permitirá en un futuro enfrentar de forma rápida y sencilla desafíos complejos como pueden ser las configuraciones de host y routers.

3 NUMERACIÓN DECIMAL

Primero debemos recordar que el tipo de numeración que utilizamos a diario es del tipo **decimal**, el motivo es simple utilizamos solo diez números que se repiten en distintos grupos para formar distintas combinaciones. Los grupos que mencionamos los ordenamos de derecha a izquierda y representan a la unidad, las decenas, las centenas, y así sucesivamente.

La forma correcta para explicar cualquier sistema de numeración es la siguiente, primero será necesario conocer cual es la **base** de la misma (cantidad de números utilizados) y la posición en que se encuentra ubicado desde la derecha llamada **potencia**. El próximo paso es multiplicar la potencia obtenida por el número en cuestión y luego sumar a todos.



Si aplicamos esto a nuestro sistema decimal, nuestra base estará representada por la cantidad de números que utilizamos, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, entonces decimos que utilizamos diez números y nuestra base es 10. Las potencias al igual que los números debemos recordar que comienzan a contarse desde 0 (cero) y esta representa a las unidades.

Recordemos que las primeras cuatro potencias de base 10 son las siguientes:

$$10^3 = 1000 \quad 10^2 = 100 \quad 10^1 = 10 \quad 10^0 = 1$$

A continuación veremos un ejemplo de cómo se logra la expresión del número 843.

Centena Decena Unidad Resultado

$$8 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0 = 843$$

$$8 \times 100 + 4 \times 10 + 3 \times 1 = 843$$

$$800 + 40 + 3 = 843$$

4 NUMERACIÓN BINARIA

La forma de analizar este sistema es la misma que la anterior, primero debemos averiguar cuál es nuestra base, anteriormente dijimos que era la cantidad de números que se utilizaban y estos son sólo dos el 0 (cero) y el 1 (uno), por lo tanto nuestra base es 2.

Ahora mostraremos en una tabla los primeros ocho resultados de las potencias que utilizaremos, el motivo tiene una razón y se llama Byte (agrupación de ocho bits).

Ubicación	Potencias con base 2	Resultados
0	2^0	1
1	2^1	2
2	2^2	4
3	2^3	8



4	2^4	16
5	2^5	32
6	2^6	64
7	2^7	128

Estos resultados no sólo expresan eso, si no también la cantidad de valores que puedo representar, por ejemplo con tres dígitos puedo mostrar hasta ocho valores:

En la tabla que sigue utilizamos tres dígitos cuyo valor es 1 y los procesamos de la misma forma que lo hicimos anteriormente, así obtendremos los siguientes resultados:

Valor del Dígito	Ubicación	Potencias con base 2	Resultado de la potencia	Producto Valor dígito x Resultado de la potencia
1	0	2^0	1	1
1	1	2^1	2	2
1	2	2^2	4	4
Resultado suma de los productos			7	

Observando los valores obtenidos podemos decir que:

- El producto obtenido de multiplicar un dígito con valor 1 por el resultado de la potencia, será igual al valor del resultado de la potencia.
- Si repetimos esta operación, pero con un dígito con valor 0, no importará la ubicación el mismo, el resultado siempre será 0.
- El resultado que se obtiene de sumar los productos es su equivalente en el sistema decimal.

Por lo tanto podemos decir que la expresión binaria 111 convertida al sistema decimal es el número 7. También que con estos tres dígitos decimos que podemos representar 8 valores, ya que desde el 0 hasta el 7 son 8 los valores posibles, otra forma mas directa para alcanzar este resultado es elevando nuestra base 2 a la cantidad de dígitos binarios, en nuestro ejemplo $2^3 = 8$.



Para reafirmar estos conceptos es importante que se realicen la mayor cantidad de prácticas posibles y así alcanzar la fluidez suficiente en el manejo de este sistema, que es esencial para nuestra labor.

Por último realizaremos un ejercicio para probar los conocimientos adquiridos, donde se deberá hallar el valor decimal del número binario 11001000.

Para resolver esta tarea podemos utilizar un par de conceptos que resumimos anteriormente: los números que representan a la unidad o menos representativos están ubicados a la derecha y que en el sistema binario el valor del dígito es igual al valor de la potencias. Si representamos gráficamente esto obtenemos la siguiente tabla.

Potencia	$2^7 = 128$	$2^6 = 64$	$2^5 = 32$	$2^4 = 16$	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
	x	x	x	x	x	x	x	x
Numero binario	1	1	0	0	1	0	0	0
Valor del dígito	128	64	0	0	8	0	0	0
Resultado decimal: $128 + 64 + 8 = 200$								

De aquí se desprende que podemos simplificar aún más nuestra técnica de conversión, sólo necesitamos sumar el valor de la potencia que le corresponda a cada dígito binario que se encuentre con el valor 1. Si bien esto resulta mas fácil no se debe perder el como se llega a esto.

5 NUMERACIÓN IP

En capitulo anterior nos ocupamos de la clasificación de las redes y vimos su notación decimal, en este profundizaremos en su estudio y analizaremos de donde proviene esta aparente arbitrariedad de la numeración.

Esta numeración consistió en cuatro grupos compuestos por números de tres cifras, separados por puntos, y cuyo valor se encontraba entre el 0 (cero) y el 255.

Si recordamos los rangos de direcciones públicas estaban clasificados en tres, la A, B y C que tenían los siguientes valores:

Clase A: 1 a 126

Clase B: 128 a 191

Clase C: 192 a 223

Estos valores corresponden al primer grupo comenzando desde la derecha y son los que identifican a la clase red. Además por ser una numeración jerárquica y flexible, cada clase a su vez hace referencia a la cantidad de redes y host que pueden manejar. Con estos datos construiremos un sencillo gráfico que represente esto último.



A	256	16777216
B	65536	65536
C	16777216	256

Donde:

RED	HOST
------------	-------------

Todos estos números que representan tanto a las clases de redes y las cantidades de las mismas y host, parecen arbitrarias pero no lo son. Detrás de estas numeraciones está la PC que utiliza la numeración binaria, pero al operador se le complicaría bastante la utilización de esta si tiene que utilizar varios grupos compuestos por grandes números. La solución es utilizar números decimales que son mas fáciles de recordar y de menor longitud, recordemos que un número binario de 8 dígitos puede ser expresado por uno decimal de sólo 3 dígitos.

Esto explica el comienzo del porque de la numeración en la clasificación de clases:

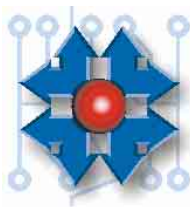
- Los 4 grupos de números de una dirección IP, en realidad son grupos de números binarios.
- Por lo tanto cada grupo esta formado por 8 números binarios o bits.
- A estos grupos también se los conoce como *octetos* por contener ocho dígitos.

Para determinar las clases A, B y C dijimos que se utiliza al primer grupo y dentro de este se utilizan los bits más significativos para obtener el valor. Decimos que un rango tiene como límite el comienzo de otro y a continuación tratemos de hallar los valores numéricos para todas las clases.

Si en un grupo formado por 8 bits, sólo el mas significativo esta en 1 (10000000) su equivalente decimal será 128, este es el primer límite donde comienza el siguiente rango. Entonces la clase A decimos que comienza en 1 y se extiende hasta 126 inclusive, ya que 127 es reservada y 128 es el comienzo de la clase B.

Si repetimos nuevamente la operación pero asignando unos a los dos primeros dígitos (11000000) su equivalente decimal es 192, o sea donde comienza la tercera clase. Por último restaría conocer donde comienza la cuarta para determinar donde finaliza la tercera.

De esta forma podemos ver que no existían arbitrariedades en la asignación de los números y que esto era el resultado de la utilización de la numeración decimal para facilitar su manejo diario.



6 MÁSCARAS DE RED. (NETMASK)

Para comenzar a esta máscara de redes la encontramos siempre junto a la numeración IP que identifica a un Host, está formada por la misma cantidad de grupos y de números que identifican a una dirección IP, pero no lo es.

La diferencia radica en que los octetos con información siempre tienen una cadena de 8 unos (1), o sea 255 en decimal. Pero esto no siempre así como veremos mas adelante.

Estas máscaras se utilizan para determinar en que forma se utilizará una dirección IP, por lo tanto actuará como un filtro al aplicarla.

Estas máscaras son utilizadas por el Host para averiguar el número correspondiente a la red, desde una IP que contiene tanto la porción de RED como la de HOST.

Si recordamos en Windows XP podemos colocar una dirección IP y de forma automática coloca la máscara predeterminada, por ejemplo para una IP 10.20.120.1 la máscara es 255.0.0.0, ¿Cuál es la razón para este resultado?

La razón es que la dirección es una clase A (rango entre 1 y 126), recordemos que el primer octeto determina la clase, y nuestra IP comienza con 10. Una vez identificada la clase aplicará esta máscara, multiplicando bit a bit la dirección IP por la máscara, finalmente obtendrá como resultado el número de RED puro.

La multiplicación bit a bit también se la conoce como producto lógico y observa las siguientes reglas:

$$0 \times 0 = 0$$

$$0 \times 1 = 0$$

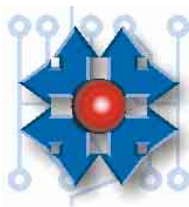
$$1 \times 0 = 0$$

$$1 \times 1 = 1$$

Con estos datos podremos realizar la extracción del número de red correspondiente a la IP 10.20.120.1.

Esta tarea requiere de la utilización de todos los conocimientos adquiridos hasta el momento y de metodología en su aplicación. Primero debemos pasar este número y el de la máscara a binario, luego realizar el producto lógico para obtener el resultado. En la siguiente tabla podemos observar como se ha podido aislar a la numeración de RED.

IP (dec)	10	20	120	1
Máscara (dec)	255	0	0	0
IP (bin)	00001010	00010100	01111000	00000001



Máscara (bin)	11111111	00000000	00000000	00000000
Resultado (bin)	00001010	00000000	00000000	00000000
Resultado (dec)	10	0	0	0

7 EL PROTOCOLO IPv6

Para poder identificar a un host dentro de una red utilizamos las direcciones IP. Estas direcciones están basadas en el protocolo IP (Internet Protocol ó Protocolo de Internet). Este protocolo establece que se utilizarán números de 32 bits, divididos en 4 octetos separados por puntos y estarán expresados en números decimales, por ejemplo: 24.232.173.70. La versión de este protocolo actualmente en uso es la 4 (cuatro), por eso se la conoce también como IPv4 ó IP versión 4.

Debido al vertiginoso crecimiento que ha experimentado Internet en estos últimos años, estamos relativamente cerca de agotar la disponibilidad de direcciones IP basadas en este tipo de numeración, recordemos que el protocolo IP surgió allá por el año 1983 y todavía es el más utilizado. Es por eso que surgió la necesidad de replantearse la forma de numerar los hosts dentro de las redes.

El desarrollo de un nuevo protocolo que pueda brindar una solución a este problema comenzó en el año 1999 y hoy ya es una realidad conocida como IPv6 o IP versión 6 o simplemente IP Next Generation (Nueva Generación).

IPv6 no es una mejora de la versión 4, de ninguna manera se lo puede considerar como una actualización de versión, ya que IPv6 es totalmente incompatible con IPv4. Pero no debemos alarmarnos, si bien son incompatibles, ya están implementadas las soluciones que permiten la coexistencia de ambas versiones del protocolo hasta que IPv6 sea el único protocolo existente, ya que IPv6 nació para quedarse y reemplazar a IPv4.

El sistema de identificación propuesto por IPv6 consiste, a diferencia de la numeración de 32 bits de la versión anterior, de un número de 128 bits expresado en números hexadecimales y separados por dos puntos (:), por ejemplo 1080:0000:0000:0000:00A8:8800:200C:417A.

Como una dirección típica de IPv6 puede contener una gran cantidad de 0's (ceros), existe la posibilidad de expresarla en forma reducida: 1080::A8:8800:200C:417A. Por convención, si un grupo de 4 dígitos hexadecimales comienza con 0's (ceros), estos pueden ser descartados, de modo que 00A8 se transformaría en A8. Del mismo modo, un grupo de 16 bits consecutivos con valor 0 (cero) pueden ser reemplazados con dos puntos (:).

7.1 DIRECCIONES IPV6

Existen tres tipos diferentes de direcciones IP, ellas son: direcciones unicast, direcciones anycast y direcciones multicast.



7.1.1 DIRECCIONES UNICAST

Una dirección unicast es la identificación que se le otorga a una sola interfaz (NIC), vale decir que un paquete enviado a una dirección unicast, sólo será entregado a aquel host identificado con dicha dirección.

7.1.2 DIRECCION ANYCAST

Es una identificación otorgada a un conjunto de interfaces (generalmente pertenecientes a diferentes nodos). Un paquete enviado a una dirección anycast es entregado a una de las interfaces identificadas con dicha dirección (la más cercana, según los protocolos de ruteo).

7.1.3 DIRECCION MULTICAST

Es una identificación otorgada a un conjunto de interfaces (generalmente pertenecientes a diferentes nodos). Un paquete enviado a una dirección multicast es entregado a todas las interfaces identificadas con esa dirección.

En IPv6 no existen las direcciones de Broadcast, esta función esta implementada con direcciones multicast.

8 COEXISTENCIA DE IPv4 E IPv6

Un nodo que sólo trabaje con IPv4 no puede recibir un paquete IPv6, del mismo modo, un nodo que sólo trabaje con IPv6 no puede recibir un paquete IPv4. Esto podría llevarnos a pensar que sería imposible una comunicación IPv6-IPv4 a menos que toda la infraestructura, de punta a punta, este implementada con IPv6. Por suerte, los diseñadores de IPv6 tomaron las precauciones del caso e implementaron soluciones alternativas para ser aplicadas hasta que IPv6 sea el único protocolo utilizado.

8.1 MECANISMOS DE TRANSICION

La IETF (Internet Engineering Task Force – Fuerza de Trabajo de la Ingeniería de Internet), una gran comunidad abierta compuesta por diseñadores de redes, operadores, fabricantes e investigadores, todos ellos comprometidos con la evolución de la arquitectura de Internet, han desarrollado varias especificaciones que describen los mecanismos de transición para host y routers IPv6. Estos mecanismos de transición, cubren las necesidades para lograr la transición entre redes basadas en IPv4, tal como las que utilizamos hoy en día, a redes basadas en IPv6.

Estos mecanismos pueden clasificarse en varias categorías:

Dual Stack (Pila Dual), basada en el uso de una capa dual de IP, la cual provee soporte IPv4 e IPv6 para hosts y routers.



Tunnelling mechanisms (Mecanismos de Túnel), basados en el encapsulamiento de los paquetes IPv6 en paquetes IPv4.

Translation Mechanisms (Mecanismos de Traducción), basados en la traducción de paquetes IPv6 a IPv4 y viceversa.

8.2 MECANISMO DE PILA DUAL

Varias estaciones de trabajo corren cierta combinación de protocolos como IPv4, IPX, AppleTalk, NetBIOS, etc. La inclusión del protocolo IPv6 en una estación o un router es un problema bien conocido. Cuando corremos una pila dual IPv4/IPv6, el host puede acceder indistintamente a los recursos IPv4 e IPv6. Los Routers que corren ambos protocolos pueden direccionar el tráfico hacia los nodos IPv6 e IPv4.



El mecanismo de pila dual puede ser muy útil. Nos brinda soporte para aplicaciones IPv6 e IPv4 mientras dure el periodo de migración hacia IPv6.

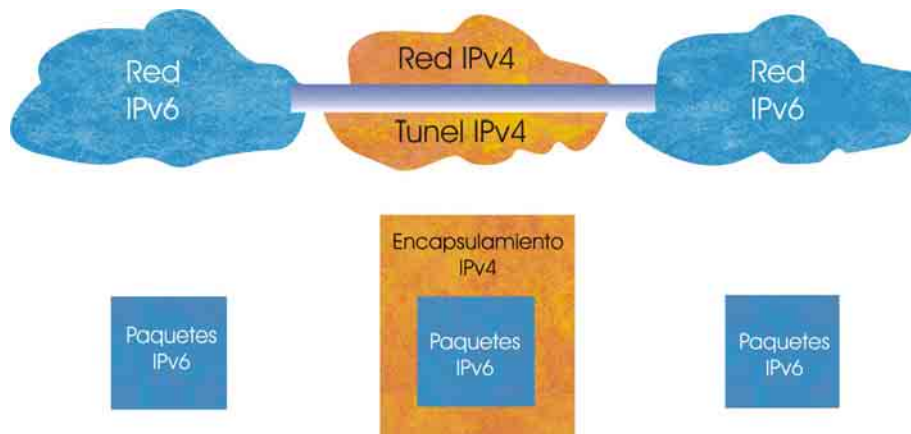
De todas maneras, esta solución tiene un inconveniente, cada máquina en la red necesita una dirección pública IPv4 y una dirección pública IPv6.

8.3 MECANISMO DE TUNEL

Este es un mecanismo vital de migración a IPv6. Al comienzo de la implementación de IPv6, varios segmentos de Internet fueron implementados con IPv6 y debían interconectarse a través de redes IPv4. Las técnicas de túnel hacen posible interconectar esas redes IPv6 sin conexión nativa IPv6. Se pueden clasificar en dos categorías de túneles:

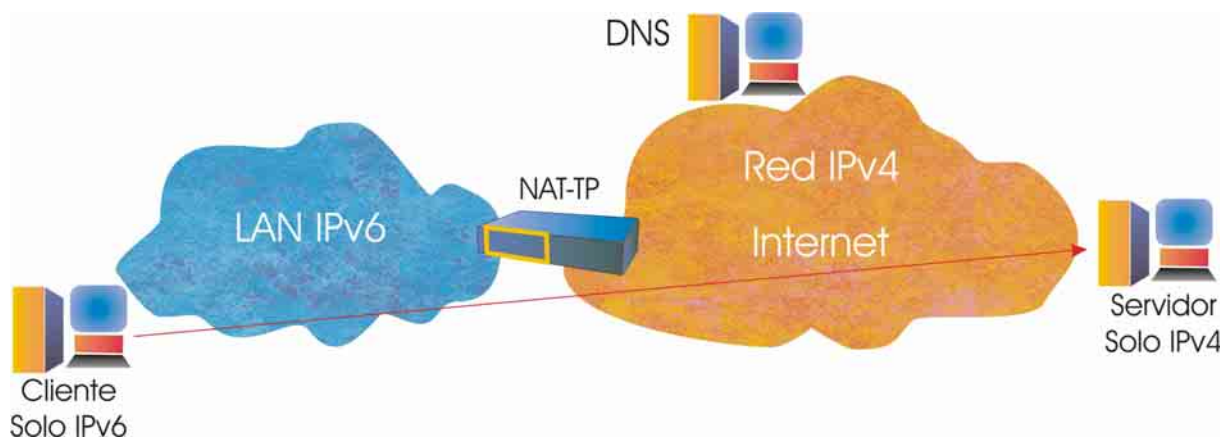
- Túneles explícitos, los que requieren una configuración explícita de dispositivos:
- Túneles configurados.
- Túneles implícitos, que no requieren una configuración explícita de los dispositivos involucrados:
- Túneles automáticos.
- 6 a 4.
- ISATAP (Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol - Protocolo de Direccionamiento de Túnel Automático Entre Sitios)

Cada una de estas tecnologías de túnel consiste en encapsular los paquetes IPv6 en paquetes IPv4. Estos paquetes IPv4 son transmitidos a través de la red IPv4 hacia el final del túnel, donde los paquetes IPv6 originales son extraídos de los paquetes IPv4.

**Técnicas de Túnel**

8.4 MECANISMO DE TRADUCCION

NAT-TP (NAT Network Address Translation-Translation Protocol Traducción de Direcciones de Red-Protocolo de Traducción) es el mecanismo de traducción más utilizado. Hace posible la comunicación entre un nodo ubicado en un dominio que trabaja únicamente con IPv6 y un dominio que trabaja únicamente con IPv4.



La aplicabilidad del mecanismo de traducción es muy diferente al mecanismo de túnel. La traducción permite la comunicación entre hosts que solo trabajan con IPv6 y hosts que sólo trabajan con Ipv4. El túnel permite establecer comunicaciones entre hosts IPv6 a través de dominios que solo trabajan con IPv4.

NOTAS

[illegible]

**CUESTIONARIO CAPITULO 8**

1.- ¿Cómo explicaría usted la “aparentemente” arbitraria clasificación de las redes en A, B, C, y D?

**2.- ¿A qué tipo de red corresponde la siguiente mascara:
11111111.11111111.00000000.00000000?**

3.- ¿Cuál es la notación binaria de la siguiente dirección y a que clase pertenece 128.10.0.3?

4.- ¿Es posible implementar en una misma red IP V4 e IP V6? ¿Cuál podría ser el objetivo?

5.- ¿Cuál la diferencia entre Multicast y Broadcast?
