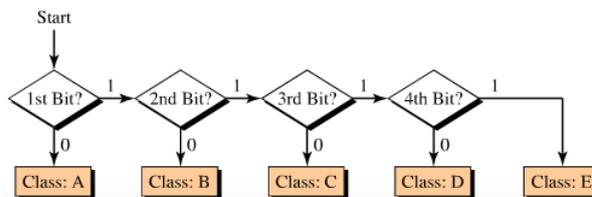


CAPITULO 13. NIVEL DE RED: DIRECCIONAMIENTO LÓGICO

- DIRECCIONES IPv4:

- Una dirección IPv4 es una dirección de 32 bits que define única y universalmente la conexión de un dispositivo conectado a internet.
- Espacio de direcciones:
 - Un espacio de direcciones es el número total de direcciones usadas por el protocolo.
 - IPv4 usa direcciones de 32 bits lo que significa que el espacio de direcciones es de 2^{32} ó 4294967296.
- Notaciones:
 - Existen dos notaciones dominantes para mostrar una dirección IPv4:
 - Notación binaria:
 - Se muestra como 32 bits.
 - Ej.: 11000000 10101000 00000001 00100001
 - Notación punto-decimal:
 - Se muestra en forma decimal separando cada byte por un punto.
 - Ej.: 192.168.1.33
- Direccionamiento con clases:
 - El direccionamiento IPv4, usa una arquitectura denominada direccionamiento con clases.
 - Este esquema está quedando obsoleto.
 - En el direccionamiento con clase, el espacio de direcciones se divide en cinco clases.



Notación binaria				
Clase	Primer byte	Segundo byte	Tercer byte	Cuarto byte
A	0			
B	10			
C	110			
D	1110			
E	1111			

Notación punto-decimal				
Clase	Primer byte	Segundo byte	Tercer byte	Cuarto byte
A	0-127			
B	128-191			
C	192-223			
D	224-239			
E	240-255			

- Clase y bloques:

- Cada clase se divide en un número fijo de bloques, cada uno de los cuales tiene un tamaño fijo.

Clase	Número de bloques	Tamaño de bloque	Aplicación
A	128	16777216	Unicast
B	16384	65536	Unicast
C	2097152	256	Unicast
D	1	268435456	Multicast
E	1	268435456	Reservado

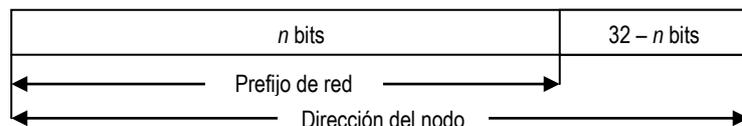
- Direcciones clase A: Reservadas para grandes organizaciones.
- Direcciones clase B: Reservadas para organizaciones de tamaño medio.
- Direcciones clase C: Reservada para pequeñas organizaciones.
- Direcciones clase D: Diseñadas para multienvío.
- Direcciones clase E: Reservada para un futuro.
- El problema de este tipo de direccionamiento es que una gran parte de las direcciones se desperdicia.

- Identificador de red y de computadora (netid y hostid):
 - División usada para controlar la forma en que se encamina el tráfico entre redes IP.
 - Netid:
 - Identifica una red o subred.
 - En la tabla de Direccionamiento con clases se corresponde con las celdas con color de relleno .
 - Hostid:
 - Identifica la conexión o interface de una máquina específica a la red.
 - En la tabla de Direccionamiento con clases se corresponde con las celdas con color de relleno .
 - Este concepto no es aplicable a las clases D y E.
- Máscara:
 - También llamada máscara por defecto ayudan a encontrar el netid y el hostid.
 - Es un número de 32 bits compuesto por 1s contiguos seguidos de 0s contiguos.
 - Se utilizan como validación de direcciones realizando una operación AND lógica entre la dirección IP y la máscara para validar al equipo permitiendo realizar una verificación de la dirección de la Red.

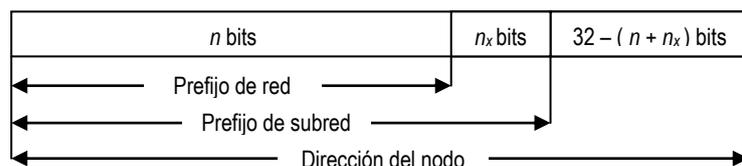
Clase	Binario	Punto-decimal	CIDR
A	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0	/8
B	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0	/16
C	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0	/24

- Subnetting (creación de subredes):
 - Posibilidad de bloques de la clase A o B en varios grupos contiguos y asignar cada grupo a redes más pequeñas (subredes).
 - Esta técnica aumenta el número de 1s en la máscara.
- Supernetting (creación de súper redes):
 - Creada para satisfacer la demanda de bloques de tamaño medio, cuando sólo quedaban bloques de la clase C.
 - Con supernetting, u a organización puede combinar varios bloques de la clase C para crear un rango de direcciones más grande.
 - Esta técnica reduce el número de 1s en la máscara.
- Agotamiento de direcciones:
 - Los problemas en el direccionamiento con clases, combinado con el rápido crecimiento de internet, llevaron al casi total agotamiento de las direcciones disponibles.
 - La solución que ha aliviado el problema es la idea del direccionamiento sin clases.
- Direccionamiento sin clases:
 - Con este esquema no hay clases, pero las direcciones todavía se asignan en bloques.
 - Bloques de direcciones:
 - El tamaño del bloque (el número de direcciones) varía dependiendo de la naturaleza y el tamaño de la entidad.
 - Restricción:
 - Para simplificar la gestión de direcciones, las autoridades de Internet imponen tres restricciones sobre los bloques de direcciones sin clase:
 - Las direcciones de un bloque deben ser contiguas.
 - El número de direcciones en un bloque debe ser potencia de dos.

- La primera dirección debe ser divisible por el número de direcciones.
 - Máscara:
 - En el direccionamiento IPv4, un bloque de direcciones se puede definir como $x.y.z.t/n$
 - Donde $x.y.z.t$ define una de las direcciones.
 - Donde $/n$ toma cualquier valor desde 0 hasta 32 y define la máscara en notación CIDR (Classless Inter-Domain Routing o Encaminamiento Inter-Dominios sin Clases)
 - CIDR permitió una mayor flexibilidad al dividir rangos de direcciones IP en redes separadas. De esta manera permitió:
 - Un uso más eficiente de las cada vez más escasas direcciones IPv4.
 - Un mayor uso de la jerarquía de direcciones ('agregación de prefijos de red'), disminuyendo la sobrecarga de los enrutadores principales de Internet para realizar el encaminamiento.
 - Primera dirección:
 - La primera dirección del bloque se puede encontrar poniendo los $32 - n$ bits de más a la derecha a 0.
 - Última dirección:
 - La primera dirección del bloque se puede encontrar poniendo los $32 - n$ bits de más a la derecha a 1.
 - Número de direcciones:
 - El número de direcciones en el bloque es 2^{32-n} .
 - Direcciones de red:
 - La primera dirección de un bloque no se asigna normalmente a un dispositivo. Se usa como la dirección de red que representa la organización ante el resto del mundo.
 - Jerarquía:
 - En las direcciones IP existen niveles jerárquicos.
 - Jerarquía de dos niveles (sin subnetting):
 - Cada dirección en el bloque se puede considerar como una estructura jerárquica de dos niveles:
 - Los n bits más a la izquierda (prefijo) definen la red.
 - Los $32 - n$ bits más a la derecha (sufijo) definen el nodo.



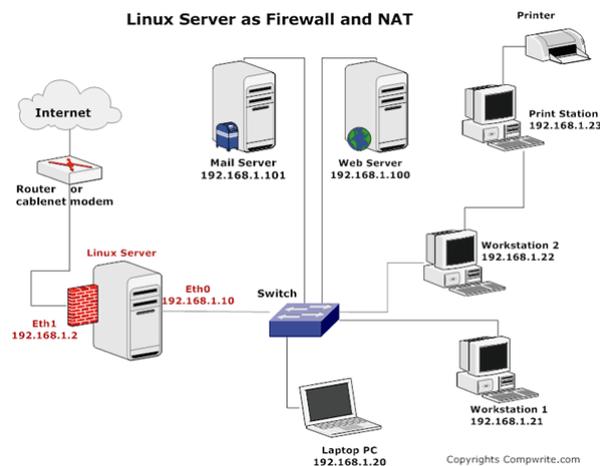
- Tres niveles de jerarquía (subnetting):
 - La división de un grupo en subredes, crea tres niveles jerárquicos:
 - Los n bits más a la izquierda (prefijo) definen la red.
 - Los n_x bits que siguen al prefijo de red definen la subred.
 - Los $32 - (n + n_x)$ bits más a la derecha (sufijo) definen el nodo.



- Más niveles de jerarquía:
 - La estructura de direccionamientos sin clase no restringe el número de niveles en la jerarquía.
 - Un bloque asignado se puede dividir en subbloques.
 - Cada subbloques a su vez se puede dividir en bloques más pequeños.
 - Así sucesivamente.
- Asignación de direcciones:
 - La responsabilidad última de la asignación de direcciones se le ha dado a una autoridad global denominada ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Address).
 - Normalmente ICANN no asigna direcciones a organizaciones individuales.
 - Asigna un gran bloque de direcciones a un ISP.
 - A su vez, cada ISP divide el bloque asignado en bloques más pequeños y garantiza los subbloques a sus clientes.
 - A esto se le denomina agregación de direcciones.
- Traducción de direcciones de red (NAT, Network Address Translation):
 - Se desarrolló para resolver la falta de direcciones IP con el protocolo IPv4.
 - NAT permite a un usuario tener internamente un gran conjunto de direcciones y una dirección, o conjunto de pequeñas direcciones, de cara al exterior.
 - Para separar las direcciones usadas dentro del hogar o el negocio y las usadas para Internet, las autoridades de Internet han reservado tres conjuntos de direcciones como direcciones privadas:

Rango	Total
10.0.0.0 a 10.255.255.255	2^{24}
172.16.0.0 a 172.31.255.255	2^{20}
192.168.0.0 a 192.168.255.255	2^{16}

- Son únicas dentro de la organización, pero no globalmente.
- Ningún enrutador nunca reenviará al exterior un paquete que contenga estas direcciones como destino.
- El sitio debe tener una única conexión a Internet a través de un enrutador que ejecuta el software de NAT.



- Traducción de direcciones:
 - Todos los paquetes de salida pasan a través del enrutador NAT, que sustituye la dirección origen en el paquete con la dirección global NAT.
 - Todos los paquetes de entrada pasan a través del enrutador NAT, que sustituye la dirección destino en el paquete con la dirección privada apropiada.

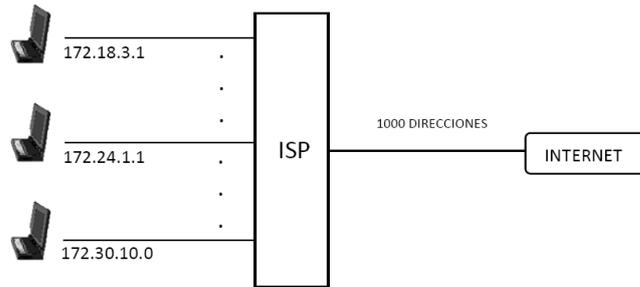
- Tabla de traducción:

- La traducción de dirección se almacenan en una tabla de traducción, para recordar que dirección y puerto le corresponde a cada dispositivo cliente y así saber donde deben regresar los paquetes de respuesta.
- Existen diversas maneras de gestionar la tabla:
 - Usar una dirección IP:
 - La tabla tiene dos columnas, una para la dirección privada y otra para la dirección externa.
 - Cuando el enrutador traduce la dirección origen del paquete que sale, también toma nota de la dirección destino. Cuando llega la respuesta del destino, el enrutador usa la dirección origen del paquete para hallar la dirección privada del paquete.
 - Con esta estrategia, la comunicación siempre debe ser iniciada por la red privada.
 - Una red privada no puede ejecutar un programa servidor para clientes fuera de su red si usa tecnología NAT.
 - Usar un conjunto de direcciones IP:
 - Para eliminar la restricción de tener una sola dirección global en el enrutador NAT, este podría usar un conjunto de direcciones globales.
 - De esta manera cada par de direcciones (privada, global) definiría una conexión, pudiendo tener tantas conexiones simultaneas con el exterior como número de elementos contenidos en el conjunto de direcciones globales.
 - Ningún nodo de la red privada puede acceder a dos programas servidores simultáneamente.
 - Usar direcciones IP y números de puerto:
 - Para permitir una relación muchos a muchos entre nodos de la red privada y programas servidores externos, se necesita más información en la tabla de traducción.
 - Para ello se añade a la tabla de traducción los número de puerto temporales únicos (origen / destino) y el protocolo de transporte destino.

Server Name	External Port Start	External Port End	Protocol	Internal Port Start	Internal Port End	Server IP Address
Prey	27719	27719	TCP	27719	27719	192.168.1.34
FTP Server	21	21	TCP	21	21	192.168.1.33
Quake III	27660	27680	UDP	27660	27680	192.168.1.34
Secure Shell Ser	22	22	TCP	22	22	192.168.1.35
Half Life	6003	6003	TCP	6003	6003	192.168.1.35
Half Life	6003	6003	UDP	6003	6003	192.168.1.35
Half Life	7001	7001	TCP	7001	7001	192.168.1.35
Half Life	7001	7001	UDP	7001	7001	192.168.1.35
Half Life	27005	27005	UDP	27005	27005	192.168.1.35
Half Life	27010	27015	UDP	27010	27015	192.168.1.35

- NAT e ISP:

- Un ISP que sirva clientes de marcado puede usar la tecnología NAT para conservar direcciones.
- Cada uno de los clientes recibe una dirección de red privada.
- El ISP traduce cada una de las direcciones origen en los paquetes salida de una del as direcciones globales.
- También traduce de la dirección destino global en los paquetes de entrada a la correspondiente dirección privada.



- **DIRECCIONES IPv6:**

- El agotamiento de las direcciones IPv4 sigue siendo un problema a largo plazo.
- Para solventarlo de manera definitiva se ha desarrollado el direccionamiento IPv6.
- **Estructura:**

- Una dirección IPv6 tiene una longitud de 128 bits (16 bytes).
- **Notación hexadecimal con dos puntos:**
 - Esta notación hace más legible las direcciones.
 - Los 16 bytes se dividen en grupos 8 grupos de 2 bytes por grupo separados por dos puntos.

Ej.: FDEC : 0074 : 0000 : 0000 : 0000 : B0FF : 0000 : FFFF

- **Abreviatura:**

- Esta notación, incluso en formato hexadecimal es muy larga.
- Se puede aplicar reglas de abreviación:
 - Eliminación de los ceros que encabezan una sección o grupo.
 - Eliminación de secciones consecutivas de ceros por dos puntos dobles, una sola vez por dirección.

FDEC : 0074 : 0000 : 0000 : 0000 : B0FF : 0000 : FFFF

↓

FDEC : 74 : 0 : 0 : 0 : B0FF : 0 : FFFF

↓

FDEC : 74 :: B0FF : 0 : FFFF

- Para la expansión, se alinean las porciones no abreviadas y se insertan ceros para obtener la dirección expandida original.

0 : 15 :: 1 : 12 : 1213

↓

xxx0 : xx15 : xxxx : xxxx : xxxx : xx12 : 1213

↓

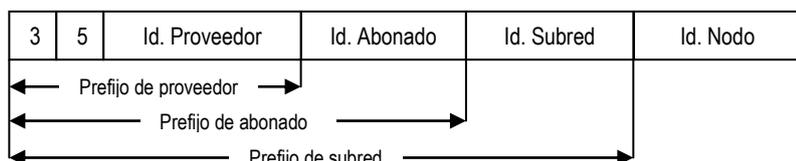
0000 : 0015 : 0000 : 0000 : 0000 : 0012 : 1213

- **Espacio de direcciones:**

- IPv6 usa direcciones de 128 bits lo que significa que el espacio de direcciones es de 2^{128} .
- Los diseñadores de IPv6 dividieron las direcciones en varias categorías, reservando una longitud variable de bits de mas a la izquierda denominados tipo de prefijo.

Tipo de prefijo	Tipo	Fracción
0000 0000	Reservado	1/256
0000 001	Direcciones de red ISO	1/128
0000 010	Direcciones de red IPX (Novell)	1/128
010	Direcciones unicast basadas en proveedor	1/8
100	Direcciones unicast geográficas	1/8
1111 1110 10	Direcciones de enlace local	1/1024
1111 1110 11	Direcciones sitio local	1/1024
1111 1111	Direcciones multicast	1/256

- Direcciones unicast:
 - Define una única computadora.
 - Un paquete enviado a una dirección unicast debe ser entregado a esa computadora específica.
 - IPv6 define dos tipos de direcciones unicast:
 - Con base geográfica:
 - Definición futura.
 - Con base en el proveedor:
 - Usada por un nodo normal con dirección unicast.
 - Campos:
 - Identificador de tipo:
 - Longitud: 3 bits.
 - Define: La dirección como una dirección basada en el proveedor.
 - Identificador de registro:
 - Longitud: 5 bits.
 - Define: La agencia que ha registrado la dirección:
 - INTERNIC (11000): Centro para estados unidos.
 - RIPNIC (01000): Centro para Europa.
 - APNIC (10100): Centro para Asia y el Pacífico.
 - Identificador del proveedor:
 - Longitud: Variable. Recomendado 16 bits.
 - Define: El ISP.
 - Identificador del subscriptor:
 - Longitud: Variable. Recomendado 24 bits.
 - Define: Organización suscrita a Internet a través de un ISP.
 - Identificador de subred:
 - Longitud: Variable. Recomendado 32 bits.
 - Define: Una subred específica en el territorio del subscriptor.
 - Identificador de nodo:
 - Longitud: Variable. Recomendado 48 bits.
 - Define: El nodo conectado a una subred.
 - En un futuro este campo definirá la dirección MAC del nodo.

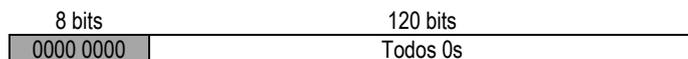


- Direcciones multicast:
 - Define un grupo de nodos.
 - Un paquete enviado a una dirección multicast debe ser entregado a cada miembro del grupo.

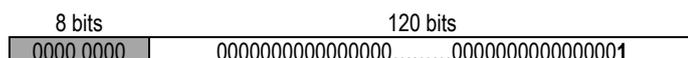
- Campos:
 - Identificador de tipo:
 - Longitud: 8 bits.
 - Flag:
 - Longitud: 4 bits.
 - Define:
 - La dirección del grupo como:
 - Permanente: Es definida por las autoridades de Internet y se puede acceder en cualquier momento.
 - Transitorio: Es usada temporalmente.
 - Ámbito:
 - Longitud: 4 bits.
 - Define:
 - Ámbito de la dirección de grupo:
 - 0000: Reservado.
 - 0001: Nodo local.
 - 0010: Enlace local.
 - 0101: Sitio local.
 - 1000: Organización.
 - 1110: Global.
 - 1111: Reservado.
 - ID de grupo:
 - Longitud: 112 bits.

11111111	Flag	Ámbito	Id. de grupo
----------	------	--------	--------------

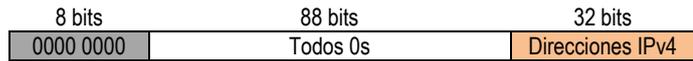
- Direcciones anycast:
 - Define un grupo de nodos.
 - Un paquete destinado a una dirección unicast se entrega solo al miembro más cercano.
- Direcciones reservadas:
 - Comienzan con 8 ceros.
 - Subcategorías:
 - Sin especificar:
 - Usada cuando un nodo no sabe su propia dirección y envía una consulta para obtenerla.



- Loopback o dirección de bucle:
 - Usada cuando un nodo se quiere probar a sí misma sin salir a la red.

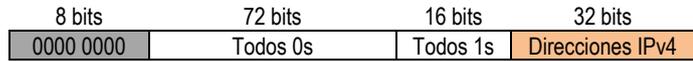


- Compatible:
 - Se usará durante la transición de IPv4 a IPv6.



○ Mapeada:

- Se usará durante la transición de IPv4 a IPv6, cuando una computadora que ha migrado a IPv6 quiere enviar paquetes a una computadora que todavía usa IPv4.



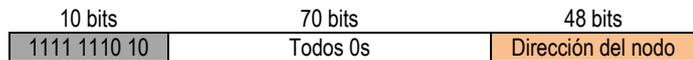
▪ Direcciones locales:

- Usada cuando una organización quiera usar el protocolo IPv6 sin estar conectada a Internet (red privada).

• Subcategorías:

○ Dirección de enlace local:

- Usada en una subred aislada.



○ Dirección de sitio local:

- Usada en un sitio aislado con varias subredes.

