El diseño, la implementación y la administración de un plan de direccionamiento IP eficaz asegura que las redes puedan operar de manera eficaz y eficiente. Esto es así especialmente a medida que aumenta la cantidad de conexiones de host a una red. Comprender la estructura jerárquica de la dirección IP y cómo modificar esa jerarquía a fin de satisfacer con mayor eficacia los requisitos de enrutamiento constituye una parte importante de la planificación de un esquema de direccionamiento IP.

En la dirección IPv4 original, hay dos niveles de jerarquía: una red y un host. Estos dos niveles de direccionamiento permiten agrupaciones de red básicas que facilitan el enrutamiento de paquetes hacia una red de destino. El router reenvía paquetes sobre la base de la porción de red de una dirección IP. Una vez que se localiza la red, la porción de host de la dirección permite identificar el dispositivo de destino.

Sin embargo, a medida que las redes crecen y muchas organizaciones agregan cientos e incluso miles de hosts a su red, la jerarquía de dos niveles resulta insuficiente.

La subdivisión de redes agrega un nivel a la jerarquía de la red, lo cual básicamente crea tres niveles: una red, una subred y un host. La introducción de un nivel adicional a la jerarquía crea subgrupos adicionales dentro de una red IP, lo que facilita la entrega rápida de paquetes y proporciona un mayor filtrado al contribuir a minimizar el tráfico “local”.

En este capítulo, se analiza detalladamente la creación y la asignación de direcciones IP de red y de subred mediante el uso de la máscara de subred.

En las primeras implementaciones de red, era común que las organizaciones tuvieran todas las PC y otros dispositivos en red conectados a una única red IP. A todos los dispositivos de la organización se les asignaba una dirección IP con la correspondiente ID de la red. Este tipo de configuración se conoce como “diseño de red plana”. En una red pequeña, con una cantidad limitada de dispositivos, el diseño de red plana no presenta inconvenientes. Sin embargo, a medida que la red crece, este tipo de configuración puede generar problemas importantes.

Considere la forma en que, en una LAN Ethernet, los dispositivos utilizan broadcasts para localizar los servicios y dispositivos necesarios. Recuerde que, en las redes IP, se envía un broadcast a todos los hosts. El protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) constituye un ejemplo de un servicio de red que depende de broadcasts. Los dispositivos envían broadcasts a través de la red para localizar el servidor de DHCP. En una red grande, esto podría generar una cantidad significativa de tráfico que retardaría las operaciones de red. Además, debido a que los broadcasts se dirigen a todos los dispositivos, todos ellos deben aceptar y procesar el tráfico, lo que da como resultado el aumento de los requisitos de procesamiento de los dispositivos. Si un dispositivo debe procesar una cantidad significativa de broadcasts, esto podría incluso llegar a disminuir la velocidad de las operaciones del dispositivo. Por motivos tales como los mencionados, las redes más grandes se deben segmentar en subredes más pequeñas, de modo que permanezcan localizadas en grupos más reducidos de dispositivos y servicios.

El proceso de segmentación de una red mediante su división en varios espacios de red más pequeños se denomina “división en subredes”. Estas redes subordinadas se denominan “subredes”. Los administradores de red pueden agrupar dispositivos y servicios en subredes determinadas según la ubicación geográfica (por ejemplo, el tercer piso de un edificio), según la unidad organizativa (quizá el departamento de ventas), según el tipo de dispositivo (impresoras, servidores, WAN) o según cualquier otra división que tenga sentido para la red. La división en subredes puede reducir el tráfico general de la red y mejorar su rendimiento.

**Nota:** las subredes son equivalentes a las redes, y estos términos se pueden utilizar indistintamente. La mayoría de las redes son una subred de algún bloque de direcciones más grande.

Se necesita un router para que dispositivos en redes distintas puedan comunicarse. Los dispositivos en una red utilizan la interfaz del router conectada a su LAN como gateway predeterminado. El router procesa el tráfico destinado a un dispositivo en una red remota y lo reenvía hacia el destino. Para determinar si el tráfico es local o remoto, el router utiliza la máscara de subred.

En un espacio de red dividido en subredes, esto funciona exactamente de la misma manera. Como se muestra en la ilustración, mediante la división en subredes se crean varias redes lógicas a partir de un único bloque de direcciones o una única dirección de red. Cada subred se considera un espacio de red independiente. Los dispositivos en la misma subred deben utilizar una dirección, una máscara de subred y un gateway predeterminado que se correspondan con la subred de la cual forman parte.

El tráfico no puede reenviarse entre subredes sin un router. Cada interfaz en el router debe tener una dirección de host IPv4 que pertenezca a la red o a la subred a la cual se conecta la interfaz del router.

Como se muestra en la ilustración, la planificación de las subredes de la red requiere un análisis de las necesidades de uso de red por parte de la organización y de la forma en que se estructurarán las subredes. El punto de inicio consiste en llevar a cabo un estudio de los requisitos de la red. Esto significa analizar la totalidad de la red y determinar sus secciones principales y el modo en que se segmentarán. El plan de direcciones incluye la determinación de las necesidades de cada subred en cuanto a tamaño, cantidad de hosts por subred, forma en que se asignarán las direcciones de host, cuáles son los hosts que requerirán direcciones IP estáticas y cuáles pueden utilizar DHCP para obtener la información de direccionamiento.

El tamaño de la subred implica planificar la cantidad de hosts que requerirán direcciones IP de host en cada subred de la red privada subdividida. Por ejemplo, en un diseño de red de campus, sería recomendable considerar cuántos hosts se necesitan en la LAN de la administración, cuántos en la LAN del cuerpo docente y cuántos en la LAN de los estudiantes. En una red doméstica, se podrían considerar la cantidad de hosts en la LAN principal de la casa y la cantidad de hosts en la LAN de la oficina doméstica.

Como ya se mencionó, el administrador de red decide el rango de direcciones IP privadas utilizado en una LAN y debe considerarlo cuidadosamente para asegurarse de que haya suficientes direcciones de host disponibles para los hosts conocidos hasta el momento y para futuras expansiones. Recuerde que los rangos de direcciones IP privadas son los siguientes:

* 10.0.0.0 con una máscara de subred de 255.0.0.0
* 172.16.0.0 con una máscara de subred de 255.240.0.0
* 192.168.0.0 con una máscara de subred de 255.255.0.0

Conocer los requisitos de dirección IP permite determinar el rango o los rangos de direcciones de host que se deben implementar. La división en subredes del espacio de direcciones IP privadas seleccionado proporciona direcciones de host para satisfacer las necesidades de la red.

Las direcciones públicas que se utilizan para conectarse a Internet las suele asignar un proveedor de servicios. Por lo tanto, si bien se aplicarían los mismos principios de la división en subredes, esto generalmente no es responsabilidad del administrador de red de la organización.

Cree estándares para la asignación de direcciones IP dentro de cada rango de subred. Por ejemplo:

* Se asignarán direcciones IP estáticas a las impresoras y los servidores.
* El usuario recibirá direcciones IP de los servidores de DHCP con subredes /24.
* A los routers se les asignan las primeras direcciones de host disponibles en el rango.

Dos factores muy importantes que conducen a la determinación de cuál es el bloque de direcciones privadas que se necesita son la cantidad de subredes requeridas y la cantidad máxima de hosts necesarios por subred. Cada uno de estos bloques de direcciones le permitirá asignar adecuadamente los hosts sobre la base del tamaño dado de una red y los hosts que requiere en la actualidad y los que requerirá en el futuro cercano. Los requisitos de espacio IP determinan el rango o los rangos de hosts que se deben implementar.

En los próximos ejemplos, verá una división en subredes basada en los bloques de direcciones que tienen máscaras de subred 255.0.0.0, 255.255.0.0 y 255.255.255.0.

Cada dirección de red tiene un rango válido de direcciones de host. Todos los dispositivos conectados a la misma red tendrán una dirección de host IPv4 para esa red y una máscara de subred o un prefijo de red común.

El prefijo y la máscara de subred son diferentes formas de representar lo mismo, la porción de red de una dirección.

Las subredes IPv4 se crean utilizando uno o más de los bits de host como bits de red. Esto se hace ampliando la máscara para tomar prestado algunos de los bits de la porción de host de la dirección, a fin de crear bits de red adicionales. Cuantos más bits de host se tomen prestados, mayor será la cantidad de subredes que puedan definirse. Por cada bit que se toma prestado, se duplica la cantidad de subredes disponibles. Por ejemplo, si se toma prestado 1 bit, se pueden crear 2 subredes. Si se toman prestados 2 bits, se crean 4 subredes; si se toman prestados 3 bits, se crean 8 subredes, y así sucesivamente. Sin embargo, con cada bit que se toma prestado, se dispone de menos direcciones de host por subred.

Los bits solo se pueden tomar prestados de la porción de host de la dirección. El proveedor de servicios determina la porción de red de la dirección, la que no puede modificarse.

**Nota:** en los ejemplos de las ilustraciones, solo se muestra el último octeto en formato binario debido a que únicamente se pueden tomar prestados bits de la porción de host.

Como se muestra en la figura 1, la red 192.168.1.0/24 tiene 24 bits en la porción de red y 8 bits en la porción de host, lo que se indica con la máscara de subred 255.255.255.0 o la notación /24. Sin división en subredes, esta red admite una única interfaz LAN. Si se necesitara otra LAN, sería necesario dividir la red en subredes.

En la figura 2, se toma prestado 1 bit del bit más significativo (el bit que se encuentra más a la izquierda) en la porción de host, lo que extiende la porción de red a 25 bits. Esto crea 2 subredes que se identifican mediante un 0 en el bit que se tomó prestado para la primera red y un 1 en el bit que se tomó prestado para la segunda red. La máscara de subred para ambas redes utiliza un 1 en la posición del bit que se tomó prestado para indicar que ahora este bit es parte de la porción de red.

Como se muestra en la figura 3, cuando convertimos el octeto binario al sistema decimal, advertimos que la dirección de la primera subred es 192.168.1.0 y la dirección de la segunda subred es 192.168.1.128. Dado que se tomó prestado un bit, la máscara de subred de cada subred es 255.255.255.128 o /25.

En el ejemplo anterior, se dividió la red 192.168.1.0/24 para crear dos subredes:

192.168.1.0/25

192.168.1.128/25

En la figura 1, observe que el router R1 tiene dos segmentos LAN conectados a sus interfaces GigabitEthernet. Para los segmentos conectados a estas interfaces, se utilizarán subredes. Para cumplir la función de gateway para los dispositivos en la LAN, a cada una de las interfaces del router se le debe asignar una dirección IP dentro del rango de direcciones válidas para la subred asignada. Es habitual utilizar la primera o la última dirección disponible en un rango de red para la dirección de la interfaz del router.

La primera subred, 192.168.1.0/25, se utiliza para la red conectada a GigabitEthernet 0/0, y la segunda subred, 192.168.1.128/25, se utiliza para la red conectada a GigabitEthernet 0/1. Para asignar una dirección IP para cada una de estas interfaces, se debe determinar el rango de direcciones IP válidas para cada subred.

Las siguientes son pautas para cada una de las subredes:

* **Dirección de red:** todos bits 0 en la porción de host de la dirección.
* **Primera dirección de host:** todos bits 0 más un bit 1 (en la máxima posición a la derecha) en la porción de host de la dirección.
* **Última dirección de host:** todos bits 1 más un bit 0 (en la máxima posición a la derecha) en la porción de host de la dirección.
* **Dirección de broadcast:** todos bits 1 en la porción de host de la dirección.

Como se muestra en la figura 2, la primera dirección de host para la red 192.168.1.0/25 es 192.168.1.1, y la última dirección de host es 192.168.1.126. En la figura 3, se muestra que la primera dirección de host para la red 192.168.1.128/25 es 192.168.1.129, y la última dirección de host es 192.168.1.254.

Para asignar la primera dirección de host en cada subred a la interfaz del router para esa subred, utilice el comando **ip address** en el modo de configuración de interfaz, como se muestra en la figura 4. Observe que cada subred utiliza la máscara de subred 255.255.255.128 para indicar que la porción de red de la dirección es 25 bits.

En la figura 5, se muestra una configuración de host para la red 192.168.1.128/25. Observe que la dirección IP del gateway es la dirección configurada en la interfaz G0/1 del R1, 192.168.1.129, y la máscara de subred es 255.255.255.128.

**Cálculo de subredes**

Use esta fórmula para calcular la cantidad de subredes:

2^n (donde “n” representa la cantidad de bits que se toman prestados)

Como se muestra en la figura 1, para el ejemplo 192.168.1.0/25, el cálculo es el siguiente:

2^1 = 2 subredes

**Cálculo de hosts**

Utilice la siguiente fórmula para calcular la cantidad de hosts por red:

2^n (donde “n” representa la cantidad de bits restantes en el campo de host)

Como se muestra en la figura 2, para el ejemplo 192.168.1.0/25, el cálculo es el siguiente:

2^7 = 128

Debido a que los hosts no pueden utilizar la dirección de red o a la dirección de broadcast de una subred, dos de estas direcciones no son válidas para la asignación de hosts. Esto significa que cada una de las subredes tiene 126 (128-2) direcciones de host válidas.

Por lo tanto, en este ejemplo, si se toma prestado 1 bit de host para la red, se crean 2 subredes, y cada subred puede tener un total de 126 hosts asignados.

Piense en una internetwork que requiere tres subredes.

Con el mismo bloque de direcciones 192.168.1.0/24, se deben tomar prestados bits de host para crear, al menos, tres subredes. Tomar prestado un único bit proporcionaría solo dos subredes. Para proporcionar más redes, se deben tomar prestados más bits de host. Calcule la cantidad de subredes que se crean si se toman prestados 2 bits mediante la fórmula 2^cantidad de bits que se toman prestados:

2^2 = 4 subredes

Si se toman prestados 2 bits, se crean 4 subredes, como se muestra en la figura 1.

Recuerde que la máscara de subred debe modificarse para que se muestren los bits prestados. En este ejemplo, cuando se toman prestados 2 bits, la máscara se extiende 2 bits en el último octeto. En formato decimal, la máscara se representa como 255.255.255.192, debido a que el último octeto es 1100 0000 en formato binario.

**Cálculo de hosts**

Para calcular la cantidad de hosts, examine el último octeto. Después de tomar prestados 2 bits para la subred, restan 6 bits de host.

Aplique la fórmula de cálculo de host que se muestra en la figura 2.

2^6 = 64

Sin embargo, recuerde que todos los bits 0 que se encuentran en la porción de host de la dirección forman la dirección de red, y que todos los bits 1 en la porción de host componen una dirección de broadcast. Por lo tanto, hay solo 62 direcciones de host realmente disponibles para cada subred.

Como se muestra en la figura 3, la primera dirección de host para la primera subred es 192.168.1.1, y la última dirección de host es 192.168.1.62. En la figura 4, se muestran los rangos para las subredes 0 a 2. Recuerde que cada host debe contener una dirección IP válida dentro del rango definido para ese segmento de red. La subred asignada a la interfaz del router determinará a qué segmento pertenece un host.

En la figura 5, se muestra un ejemplo de configuración. En esta configuración, la primera red se asigna a la interfaz GigabitEthernet 0/0, la segunda red se asigna a la interfaz GigabitEthernet 0/1, y la tercera red se asigna a la red Serial 0/0/0.

Una vez más, mediante un plan de direccionamiento común, se asigna la primera dirección de host en la subred a la interfaz del router. Los hosts de cada subred utilizarán la dirección de la interfaz del router como la dirección de gateway predeterminado.

* La PC1 (192.168.1.2/26) utilizará 192.168.1.1 (dirección de la interfaz G0/0 del R1) como su dirección de gateway predeterminado.
* La PC2 (192.168.1.66/26) utilizará 192.168.1.65 (dirección de la interfaz G0/1 del R1) como su dirección de gateway predeterminado.

**Nota:** todos los dispositivos que se encuentran en la misma subred tendrán una dirección de host IPv4 del rango de direcciones de host y usarán la misma máscara de subred.

A continuación, imagine una internetwork que requiere cinco subredes, como se muestra en la figura 1.

Con el mismo bloque de direcciones 192.168.1.0/24, se deben tomar prestados bits de host para crear, al menos, cinco subredes. Tomar prestados 2 bits proporcionaría solo 4 subredes, como se muestra en el ejemplo anterior. Para proporcionar más redes, se deben tomar prestados más bits de host. Utilice la fórmula para calcular la cantidad de subredes que se crean si se toman prestados 3 bits:

2^3 = 8 subredes

Como se muestra en las figuras 2 y 3, si se toman prestados 3 bits, se crean 8 subredes. Cuando se toman prestados 3 bits, la máscara de subred se extiende 3 bits en el último octeto (/27), lo que da como resultado la máscara de subred 255.255.255.224. Todos los dispositivos en estas subredes utilizarán la máscara de la máscara de subred 255.255.255.224 (/27).

**Cálculo de hosts**

Para calcular la cantidad de hosts, examine el último octeto. Después de tomar prestados 3 bits para la subred, restan 5 bits de host.

Aplique la fórmula de cálculo de host:

2^5 = 32, pero reste 2 por todos los 0 en la porción de host (dirección de red) y todos los 1 en la porción de host (dirección de broadcast).

Las subredes se asignan a los segmentos de red necesarios para la topología, como se muestra en la figura 4.

Una vez más, mediante un plan de direccionamiento común, se asigna la primera dirección de host en la subred a la interfaz del router, como se muestra en la figura 5. Los hosts de cada subred utilizarán la dirección de la interfaz del router como la dirección de gateway predeterminado.

* La PC1 (192.168.1.2/27) utilizará la dirección 192.168.1.1 como la dirección de gateway predeterminado.
* La PC2 (192.168.1.34/27) utilizará la dirección 192.168.1.33 como la dirección de gateway predeterminado.
* La PC3 (192.168.1.98/27) utilizará la dirección 192.168.1.97 como la dirección de gateway predeterminado.
* La PC4 (192.168.1.130/27) utilizará la dirección 192.168.1.129 como la dirección de gateway predeterminado.

En los ejemplos anteriores, utilizamos una internetwork que requería tres subredes y una que requería cinco subredes. Para alcanzar el objetivo de crear cuatro subredes, tomamos prestados 2 bits de los 8 bits de host disponibles con una dirección IP que tiene la máscara predeterminada 255.255.255.0 o el prefijo /24. La máscara de subred resultante fue 255.255.255.192, y se crearon 4 subredes posibles en total. Con la fórmula de cálculo de hosts 2^6-2, determinamos que en cada una de dichas 4 subredes, podíamos tener 62 direcciones de host para asignar a los nodos.

Para adquirir 5 subredes, tomamos prestados 3 bits de los 8 bits de host disponibles con una dirección IP que tiene la máscara predeterminada 255.255.255.0 o el prefijo /24. Al tomar prestados esos 3 bits de la porción de host de la dirección, quedaron 5 bits de host. La máscara de subred resultante fue 255.255.255.224, con un total de 8 subredes creadas y 30 direcciones de host por subred.

Piense en grandes organizaciones o campus con una internetwork que requiere 100 subredes. Al igual que en los ejemplos anteriores, para lograr el objetivo de crear 100 subredes, debemos tomar prestados bits de la porción de host de la dirección IP de la internetwork existente. Del mismo modo que antes, para calcular la cantidad de subredes debemos observar la cantidad de bits de host disponibles y utilizar la fórmula de cálculo de subredes 2^cantidad de bits que se toman prestados menos 2. Con la dirección IP del último ejemplo, 192.168.10.0/24, tenemos 8 bits de host. Para crear 100 subredes, debemos tomar prestados 7 bits.

Calcule la cantidad de subredes si se toman prestados 7 bits: 2^7=128 subredes.

Sin embargo, si se toman prestados 7 bits, restará solo un bit de host, y si aplicamos la fórmula de cálculo de hosts, el resultado sería que no hay hosts en estas subredes. Calcule la cantidad de hosts si resta un bit: 2^1=2. A continuación, reste 2 para la dirección de red y para la dirección de broadcast. El resultado es 0 hosts (2^1-2=0).

En una situación en la que se necesita una mayor cantidad de subredes, se requiere una red IP con más bits de host para tomar prestados, como una dirección IP con la máscara de subred predeterminada /16 o 255.255.0.0. Las direcciones que tienen un rango de 128 a 191 en el primer octeto tienen la máscara predeterminada 255.255.0.0 o /16. Las direcciones de este rango tienen 16 bits en la porción de red y 16 bits en la porción de host. Estos 16 bits son los bits disponibles para tomar prestados para la creación de subredes.

Con una nueva dirección IP del bloque de direcciones 172.16.0.0/16, se deben tomar prestados bits de host para crear, al menos, 100 subredes. Comenzaremos de izquierda a derecha con el primer bit de host disponible y tomaremos prestado un único bit por vez hasta alcanzar la cantidad de bits necesarios para crear 100 subredes. Si tomamos prestado 1 bit, crearíamos 2 subredes; si tomamos prestados 2 bits, crearíamos 4 subredes; con 3 bits crearíamos 8 subredes, y así sucesivamente. Calcule la cantidad de subredes que se crean si se toman prestados 7 bits mediante la fórmula 2^cantidad de bits que se toman prestados:

2^7 = 128 subredes

Si se toman prestados 7 bits, se crean 128 subredes, como se muestra en la ilustración.

Recuerde que la máscara de subred debe modificarse para que se muestren los bits prestados. En este ejemplo, cuando se toman prestados 7 bits, la máscara se extiende 7 bits en el tercer octeto. En formato decimal, la máscara se representa como 255.255.254.0 o el prefijo /23, debido a que, en formato binario, el tercer octeto es 11111110 y el cuarto octeto es 00000000. La división en subredes se realizará en el tercer octeto, con los bits de host del tercero y el cuarto octeto.

**Cálculo de hosts**

Para calcular el número de hosts, observe el tercer y cuarto octeto. Después de tomar prestados 7 bits para la subred, resta un bit de host en el tercer octeto y 8 bits de host en el cuarto octeto.

Aplique la fórmula de cálculo de hosts como se muestra en la figura 1.

2^9 = 512

Sin embargo, recuerde que todos los bits 0 que se encuentran en la porción de host de la dirección forman la dirección de red, y que todos los bits 1 en la porción de host componen una dirección de broadcast. Por lo tanto, hay solo 510 direcciones de host realmente disponibles para cada subred.

Como se muestra en la figura 2, la primera dirección de host para la primera subred es 172.16.0.1, y la última dirección de host es 172.16.1.254. Recuerde que cada host debe contener una dirección IP válida dentro del rango definido para ese segmento de red. La subred asignada a la interfaz del router determinará a qué segmento pertenece un host.

**Recordatorio:**

Los bits solo se pueden tomar prestados de la porción de host de la dirección. El proveedor de servicios determina la porción de red de la dirección, la que no puede modificarse. Por lo tanto, las organizaciones que requieren una cantidad significativa de subredes deben comunicar esta necesidad a su ISP de modo que este les asigne un bloque de direcciones IP con una máscara predeterminada con suficientes bits para crear las subredes necesarias.

Existen algunas organizaciones, como los pequeños proveedores de servicios, que posiblemente necesiten incluso más de 100 subredes. Piense, por ejemplo, en una organización que requiere 1000 subredes. Como siempre, para crear subredes debemos tomar prestados bits de la porción de host de la dirección IP de la internetwork existente. Al igual que sucedió anteriormente, para calcular la cantidad de subredes es necesario analizar la cantidad de bits de host disponibles. En una situación como esta, es necesario que la dirección IP asignada por el ISP tenga suficientes bits de host disponibles para calcular 1000 subredes. Las direcciones IP que tienen el rango de 1 a 126 en el primer octeto tienen la máscara predeterminada 255.0.0.0 o /8. Esto significa que hay 8 bits en la porción de red y 24 bits de host disponibles para tomar prestados para realizar la división en subredes.

Con el bloque de direcciones 10.0.0.0/8, se deben tomar prestados bits de host para crear, al menos, 1000 subredes. Comenzaremos de izquierda a derecha con el primer bit de host disponible y tomaremos prestado un único bit por vez hasta alcanzar la cantidad de bits necesarios para crear 1000 subredes. Calcule la cantidad de subredes que se crean si se toman prestados 10 bits mediante la fórmula 2^cantidad de bits que se toman prestados:

2^10 = 1024 subredes

Si se toman prestados 10 bits, se crean 1024 subredes, como se muestra en la figura 1.

Recuerde que la máscara de subred debe modificarse para que se muestren los bits prestados. En este ejemplo, cuando se toman prestados 10 bits, la máscara se extiende 10 bits en el tercer octeto. En formato decimal, la máscara se representa como 255.255.192.0 o el prefijo /18, debido a que, en formato binario, el tercer octeto de la máscara de subred es 11000000 y el cuarto octeto es 00000000. La división en subredes se realizará en el tercer octeto, pero no olvide los bits de host del tercero y el cuarto octeto.

**Cálculo de hosts**

Para calcular el número de hosts, observe el tercer y cuarto octeto. Después de tomar prestados 10 bits para la subred, restan 6 bits de host en el tercer octeto y 8 bits de host en el cuarto octeto. En total, restan 14 bits de host.

Aplique la fórmula de cálculo de host que se muestra en la figura 2.

2^14 - 2 = 16382

La primera dirección de host para la primera subred es 10.0.0.1, y la última dirección de host es 10.0.63.254. Recuerde que cada host debe contener una dirección IP válida dentro del rango definido para ese segmento de red. La subred asignada a la interfaz del router determinará a qué segmento pertenece un host.

**Nota:** todos los dispositivos que se encuentran en la misma subred tendrán una dirección de host IPv4 del rango de direcciones de host y usarán la misma máscara de subred.

La decisión sobre cuántos bits de host se deben tomar prestados para crear subredes constituye una decisión de planificación importante. Al planificar las subredes, deben considerarse dos aspectos: la cantidad de direcciones de host que se requieren para cada red y la cantidad de subredes individuales que se necesitan. En la animación, se muestran las posibilidades de subredes para la red 192.168.1.0. La selección de una cantidad de bits para la ID de subred afecta tanto la cantidad de subredes posibles como la cantidad de direcciones de host en cada subred.

Observe que existe una relación inversa entre la cantidad de subredes y la cantidad de hosts: cuantos más bits se toman prestados para crear subredes, menor es la cantidad de bits de host disponibles, lo que tiene como resultado menos hosts por subred. Si se necesitan más direcciones de host, se requieren más bits de host, lo que tiene como resultado menos subredes.

**Cantidad de hosts**

Al tomar prestados bits para crear varias subredes, se deben dejar suficientes bits de host para la subred más grande. La cantidad de direcciones de host que se requieren en la subred más grande determina cuántos bits se deben dejar en la porción de host. La fórmula 2^n (donde “n” representa la cantidad de bits de host restantes) se utiliza para calcular cuántas direcciones disponibles habrá en cada subred. Recuerde que dos de las direcciones no se pueden utilizar, de modo que la cantidad utilizable de direcciones puede calcularse mediante la fórmula 2^n-2.

En ocasiones, se requiere una cantidad determinada de subredes, con menor énfasis en la cantidad de direcciones de host por subred. Esto puede suceder en el caso de una organización que decide separar el tráfico de la red sobre la base de la estructura interna o la organización de los departamentos. Por ejemplo, una organización puede elegir colocar todos los dispositivos host que utilizan los empleados del departamento de ingeniería en una red, y todos los dispositivos host que utiliza la gerencia en una red diferente. En este caso, la cantidad de subredes es el factor más importante para determinar cuántos bits se deben tomar prestados.

Recuerde que se puede calcular la cantidad de subredes que se crean cuando se toman bits prestados mediante la fórmula 2^n (donde “n” representa la cantidad de bits que se toman prestados). No hay necesidad de restar ninguna de las subredes resultantes, ya que todas son utilizables.

La clave es lograr un equilibrio entre la cantidad de subredes necesarias y la cantidad de hosts que se requieren para la subred más grande. Cuantos más bits se toman prestados para crear subredes adicionales, menor es la cantidad de hosts disponibles por subred.

Toda red dentro de una organización está diseñada para admitir una cantidad finita de hosts. La división en subredes básica requiere que haya suficientes subredes para admitir las redes y, al mismo tiempo, que se proporcionen suficientes direcciones de host por subred.

Algunas redes, como los enlaces WAN punto a punto, solo requieren dos hosts. Otras redes, como una LAN de usuario en un edificio o departamento grande, pueden necesitar la inclusión de cientos de hosts. Es necesario que los administradores de red diseñen el esquema de direccionamiento de la internetwork para admitir la cantidad máxima de hosts en cada red. La cantidad de hosts en cada división debe permitir el crecimiento de la cantidad de hosts.

**Determine la cantidad total de hosts**

Primero, considere la cantidad total de hosts que necesita toda la internetwork corporativa. Se debe utilizar un bloque de direcciones lo suficientemente grande para admitir todos los dispositivos en todas las redes corporativas. Entre estos dispositivos se incluyen los dispositivos para usuarios finales, los servidores, los dispositivos intermediarios y las interfaces del router.

Considere el ejemplo de una internetwork corporativa que debe admitir un total de 123 hosts en sus cinco ubicaciones (consulte la figura 1). En este ejemplo, el proveedor de servicios asignó la dirección de red 172.20.0.0/21 (11 bits de host). Como se muestra en la figura 2, esto proporcionará 2046 direcciones de host, lo cual es más que suficiente para admitir las necesidades de direccionamiento de esta internetwork.

**Determine la cantidad y el tamaño de las redes**

A continuación, considere la cantidad de subredes que se requieren y la cantidad de direcciones de host que se necesitan en cada subred. Según la topología de la red que consta de 5 segmentos LAN y 4 conexiones de internetwork entre los routers, se requieren 9 subredes. La subred más grande requiere 40 hosts. Al diseñar un esquema de direccionamiento, debe prever el crecimiento en términos de cantidad de subredes y cantidad de hosts por subred.

La dirección de red 172.16.0.0/22 tiene 10 bits de host. Debido a que la subred más grande requiere 40 hosts, se debe tomar prestado un mínimo de 6 bits de host para proporcionar el direccionamiento de los 40 hosts. Esto se determina mediante la siguiente fórmula: 2^6 – 2 = 62 hosts. Los primeros 4 bits de host pueden utilizarse para asignar subredes. Mediante la fórmula para determinar subredes, esto da como resultado 16 subredes: 2^4 = 16. Dado que la internetwork que se utilizó como ejemplo requiere 9 subredes, esto cumple con el requisito y permite cierto crecimiento adicional.

Cuando se toman prestados 4 bits, la nueva duración de prefijo es /26, con la máscara de subred 255.255.255.192.

Como se muestra en la figura 1, mediante la duración de prefijo /26, se pueden determinar las 16 direcciones de subred. Solo aumenta la porción de subred de la dirección. Los 22 bits originales de la dirección de red no pueden cambiar, y la porción de host contendrá todos bits 0.

**Nota:** tenga en cuenta que, dado que la porción de subred está en el tercero y el cuarto octeto, uno o ambos de estos valores variarán en las direcciones de subred.

Como se muestra en la figura 2, la red 172.16.0.0/22 original era una única red con 10 bits de host que proporcionaban 1022 direcciones utilizables para asignar a los hosts. Al tomar prestados 4 bits de host, se pueden crear 16 subredes (0000 hasta 1111). Cada subred tiene 6 bits de host o 62 direcciones de host utilizables.

Como se muestra en la figura 3, las subredes se pueden asignar a los segmentos LAN y a conexiones de router a router.

Mediante la división en subredes tradicional, se asigna la misma cantidad de direcciones a cada subred. Si todas las subredes tuvieran los mismos requisitos en cuanto a la cantidad de hosts, estos bloques de direcciones de tamaño fijo serían eficaces. Sin embargo, esto no es lo que suele suceder.

Por ejemplo, la topología que se muestra en la figura 1 requiere siete subredes, una para cada una de las cuatro LAN y una para cada una de las tres conexiones WAN entre los routers. Si se utiliza la división en subredes tradicional con la dirección dada 192.168.20.0/24, se pueden tomar prestados 3 bits de la porción de host en el último octeto para cumplir el requisito de siete subredes. Como se muestra en la figura 2, si se toman prestados 3 bits, se crean 8 subredes y quedan 5 bits de host con 30 hosts utilizables por subred. Mediante este esquema, se crean las subredes necesarias y se cumplen los requisitos de host de la LAN más grande.

Si bien la división en subredes tradicional satisface las necesidades de la LAN más grande y divide el espacio de direcciones en una cantidad adecuada de subredes, da como resultado un desperdicio significativo de direcciones sin utilizar.

Por ejemplo, solo se necesitan dos direcciones en cada subred para los tres enlaces WAN. Dado que cada subred tiene 30 direcciones utilizables, hay 28 direcciones sin utilizar en cada una de estas subredes. Como se muestra en la figura 3, esto da como resultado 84 direcciones sin utilizar (28x3).

Además, de esta forma se limita el crecimiento futuro al reducir el número total de subredes disponibles. Este uso ineficiente de las direcciones es característico de la división en subredes tradicional de redes con clase.

La aplicación de un esquema de división en subredes tradicional a esta situación no resulta muy eficiente y genera desperdicio. De hecho, este ejemplo es un buen modelo para mostrar cómo puede utilizarse la subdivisión de subredes para maximizar el uso de la dirección.

La subdivisión de subredes, o el uso de una máscara de subred de longitud variable (VLSM), se diseñó para evitar que se desperdicien direcciones.

Observe que, en todos los ejemplos de división en subredes anteriores, se aplicó la misma máscara de subred a todas las subredes. Esto significa que cada subred tiene la misma cantidad de direcciones de host disponibles.

Como se ilustra en la figura 1, mediante la división en subredes tradicional se crean subredes de igual tamaño. Cada subred en un esquema tradicional utiliza la misma máscara de subred. Como se muestra en la figura 2, VLSM permite dividir un espacio de red en partes desiguales. Con VLSM, la máscara de subred varía según la cantidad de bits que se toman prestados para una subred específica, de lo cual deriva la parte “variable” de VLSM.

La división en subredes de VLSM es similar a la división en subredes tradicional en cuanto a que se toman prestados bits para crear subredes. Las fórmulas para calcular la cantidad de hosts por subred y la cantidad de subredes que se crean también son válidas para VLSM. La diferencia es que la división en subredes no es una actividad que conste de un único paso. Con VLSM, la red primero se divide en subredes y, a continuación, las subredes se vuelven a dividir en subredes. Este proceso se puede repetir varias veces crear subredes de diversos tamaños.

Para comprender mejor el proceso de VLSM, vuelva al ejemplo anterior.

En el ejemplo anterior, que se muestra en la figura 1, la red 192.168.20.0/24 se dividió en ocho subredes de igual tamaño, de las cuales se asignaron siete. Cuatro subredes se utilizaron para las LAN, y tres subredes se utilizaron para las conexiones WAN entre los routers. Recuerde que el espacio de direcciones desperdiciado estaba en las subredes utilizadas para las conexiones WAN, dado que esas subredes requerían solo dos direcciones utilizables: una para cada interfaz del router. Para evitar este desperdicio, se puede utilizar VLSM para crear subredes más pequeñas para las conexiones WAN.

Para crear subredes más pequeñas para los enlaces WAN, se divide una de las subredes. En la figura 2, la última subred, 192.168.20.224/27, se vuelve a dividir en subredes.

Recuerde que cuando se conoce la cantidad de direcciones de host necesarias, puede utilizarse la fórmula 2^n-2 (donde “n” es igual a la cantidad de bits de host restantes). Para proporcionar dos direcciones utilizables, se deben dejar 2 bits de host en la porción de host.

2^2 - 2 = 2

Debido a que hay 5 bits de host en el espacio de direcciones 192.168.20.224/27, se pueden tomar prestados 3 bits y dejar 2 bits en la porción de host.

Los cálculos que se realizan llegado este punto son exactamente los mismos que se utilizan para la división en subredes tradicional: se toman prestados los bits y se determinan los rangos de subred.

Como se muestra en la figura 2, este esquema de división en subredes VLSM reduce el número de direcciones por subred a un tamaño apropiado para las WAN. La subdivisión de la subred 7 para las WAN permite que las subredes 4, 5, y 6 estén disponibles para redes futuras y que haya varias subredes más disponibles para las WAN.

Si se utilizan subredes VLSM, se pueden direccionar los segmentos LAN y WAN sin desperdicios innecesarios.

A los hosts en cada una de las LAN se les asignan una dirección de host con el rango para esa subred y una máscara /27 válidas. Cada uno de los cuatro routers tendrá una interfaz LAN con una subred /27 y una o más interfaces seriales con una subred /30.

Mediante un esquema de direccionamiento común, la primera dirección IPv4 de host para cada subred se asigna a la interfaz LAN del router. A las interfaces WAN de los routers se les asignan las direcciones IP y la máscara para las subredes /30.

En las figuras 1 a 4, se muestra la configuración de interfaz para cada uno de los routers.

Los hosts en cada subred tendrán una dirección IPv4 de host del rango de direcciones de host para esa subred y una máscara adecuada. Los hosts utilizarán la dirección de la interfaz LAN del router conectada como dirección de gateway predeterminado.

* Los hosts del edificio A (192.168.20.0/27) utilizarán la dirección del router 192.168.20.1 como dirección de gateway predeterminado.
* Los hosts del edificio B (192.168.20.32/27) utilizarán la dirección del router 192.168.20.33 como dirección de gateway predeterminado.
* Los hosts del edificio C (192.168.20.64/27) utilizarán la dirección del router 192.168.20.65 como dirección de gateway predeterminado.
* Los hosts del edificio D (192.168.20.96/27) utilizarán la dirección del router 192.168.20.97 como dirección de gateway predeterminado.

También se puede realizar la planificación de direcciones utilizando diversas herramientas. Un método es utilizar un cuadro de VLSM para identificar los bloques de direcciones disponibles para su uso y los que ya están asignados. Este método ayuda a evitar la asignación de direcciones que ya han sido asignadas. Con la red del ejemplo anterior, se puede utilizar el cuadro de VLSM para planificar la asignación de direcciones.

**Análisis de las subredes /27**

Como se muestra en la figura 1, al utilizar la división en subredes tradicional, los primeros siete bloques de direcciones se asignaron a las LAN y WAN. Recuerde que este esquema dio como resultado 8 subredes con 30 direcciones utilizables cada una (/27). Si bien este esquema funcionó para los segmentos LAN, se desperdiciaron muchas direcciones en los segmentos WAN.

Al diseñar el esquema de direccionamiento de una red nueva, los bloques de direcciones pueden asignarse de manera tal que se minimice el desperdicio y que los bloques de direcciones sin utilizar sean contiguos.

**Asignación de bloques de direcciones VLSM**

Como se muestra en la figura 2, para utilizar el espacio de direcciones de manera más eficaz, se crean subredes /30 para los enlaces WAN. A fin de mantener juntos los bloques de direcciones sin utilizar, la última subred /27 se volvió a dividir en subredes para crear subredes /30. Las primeras 3 subredes se asignaron a enlaces WAN.

* .224 /30, rango de direcciones de host 225 a 226: enlace WAN entre R1 y R2
* .228 /30, rango de direcciones de host 229 a 230: enlace WAN entre R2 y R3
* .232 /30, rango de direcciones de host 233 a 234: enlace WAN entre R3 y R4
* .236 /30, rango de direcciones de host 237 a 238: disponible para utilizar
* .240 /30, rango de direcciones de host 241 a 242: disponible para utilizar
* .244 /30, rango de direcciones de host 245 a 246: disponible para utilizar
* .248 /30, rango de direcciones de host 249 a 250: disponible para utilizar
* .252 /30, rango de direcciones de host 253 a 254: disponible para utilizar

Si se diseña el esquema de direccionamiento de esta manera, quedan 3 subredes /27 y 5 subredes /30 sin utilizar.

Como se muestra en la ilustración, es necesario que la asignación del espacio de direcciones de la capa de red dentro de la red corporativa esté bien diseñada. La asignación de direcciones no debe ser aleatoria. Al planificar la asignación de direcciones, se deben tener en cuenta tres aspectos principales:

* **Evitar la duplicación de direcciones:** cada host en una internetwork debe tener una dirección única. Sin la planificación y el registro adecuados, se podría asignar una dirección a más de un host, lo que ocasiona problemas de acceso para ambos hosts.
* **Proporcionar y controlar el acceso:**algunos hosts, como los servidores, proporcionan recursos tanto a hosts internos como a hosts externos. La dirección de capa 3 asignada a un servidor puede utilizarse para controlar el acceso a ese servidor. Sin embargo, si la dirección se asigna de manera aleatoria y no está bien registrada, es más difícil controlar el acceso.
* **Controlar la seguridad y el rendimiento:** de manera similar, se deben controlar la seguridad y el rendimiento de los hosts de la red y de la red en su totalidad. Como parte del proceso de control, se examina el tráfico de la red para detectar direcciones que generan o reciben demasiados paquetes. Si se planifica y registra de forma correcta el direccionamiento de la red, es posible encontrar fácilmente los dispositivos de red problemáticos.

**Asignación de direcciones dentro de una red**

Dentro de una red, existen distintos tipos de dispositivos, incluidos los siguientes:

* Clientes de usuarios finales
* Servidores y periféricos
* Hosts a los que se accede desde Internet
* Dispositivos intermediarios
* Gateway

Al desarrollar un esquema de direccionamiento IP, por lo general se recomienda tener un patrón establecido de la forma en que se asignan las direcciones a cada tipo de dispositivo. Esto beneficia a los administradores cuando agregan y quitan dispositivos, ya que filtra el tráfico basado en IP y también simplifica el registro.

Un plan de direccionamiento de red puede incluir el uso de un rango de direcciones distinto dentro de cada subred, para cada tipo de dispositivo.

**Direcciones para clientes**

Debido a los desafíos asociados con la administración de direcciones estáticas, los dispositivos para usuarios finales a menudo poseen direcciones asignadas en forma dinámica mediante el protocolo de configuración dinámica de host (DHCP). DHCP es generalmente el método preferido para asignar direcciones IP a los hosts de grandes redes, dado que reduce la carga para al personal de soporte de la red y prácticamente elimina los errores de entrada.

Otro de los beneficios del DHCP es que las direcciones no se asignan permanentemente a un host, sino que son arrendadas durante un período. Si necesitamos cambiar el esquema de división en subredes de nuestra red, no es necesario volver a asignar estáticamente las direcciones de host individuales. Con DHCP, solo debemos volver a configurar el servidor de DHCP con la nueva información de subred. Después de realizar esto, los hosts solo deben renovar automáticamente las direcciones IP.

**Direcciones para servidores y periféricos**

Cualquier recurso de red, como un servidor o una impresora, debe tener una dirección IP estática, como se muestra en la ilustración. Los hosts clientes acceden a estos recursos utilizando las direcciones IP de estos dispositivos. Por lo tanto, se necesitan direcciones predecibles para cada uno de estos servidores y periféricos.

Los servidores y periféricos son un punto de concentración para el tráfico de red. Se envían muchos paquetes desde las direcciones IPv4 de estos dispositivos y hacia éstas. Al monitorear el tráfico de red con una herramienta como Wireshark, un administrador de red debe poder identificar rápidamente estos dispositivos. Utilizar un sistema de numeración consistente para estos dispositivos facilita la identificación.

**Direcciones para hosts accesibles desde Internet**

En la mayoría de las internetworks, los hosts fuera de la empresa pueden acceder sólo a unos pocos dispositivos. En la mayoría de los casos, estos dispositivos son normalmente algún tipo de servidor. Al igual que todos los dispositivos en una red que proporciona recursos de red, las direcciones IP para estos dispositivos deben ser estáticas.

En el caso de los servidores a los que se puede acceder desde Internet, cada uno debe tener una dirección de espacio público asociada. Además, las variaciones en la dirección de uno de estos dispositivos hará que no se pueda acceder a éste desde Internet. En muchos casos, estos dispositivos se encuentran en una red numerada mediante direcciones privadas. Esto significa que el router o el firewall del perímetro de la red debe estar configurado para traducir la dirección interna del servidor en una dirección pública. Debido a esta configuración adicional del dispositivo que actúa como intermediario del perímetro, resulta aun más importante que estos dispositivos tengan una dirección predecible.

**Direcciones para dispositivos intermediarios**

Los dispositivos intermediarios también son un punto de concentración para el tráfico de la red. Casi todo el tráfico dentro redes o entre ellas pasa por alguna forma de dispositivo intermediario. Por lo tanto, estos dispositivos de red ofrecen una ubicación oportuna para la administración, el monitoreo y la seguridad de red.

A la mayoría de los dispositivos intermediarios se les asignan direcciones de capa 3, ya sea para la administración del dispositivo o para su funcionamiento. Los dispositivos como hubs, switches y puntos de acceso inalámbrico no requieren direcciones IPv4 para funcionar como dispositivos intermediarios. Sin embargo, si es necesario acceder a estos dispositivos como hosts para configurar o controlar la red, o resolver problemas de funcionamiento de esta, estos dispositivos deben tener direcciones asignadas.

Debido a que es necesario saber cómo comunicarse con dispositivos intermediarios, estos deben tener direcciones predecibles. Por lo tanto, típicamente, las direcciones se asignan manualmente. Además, las direcciones de estos dispositivos deben estar en un rango diferente dentro del bloque de red que las direcciones de dispositivos de usuario.

**Dirección para el gateway (routers y firewalls)**

A diferencia de otros dispositivos intermediarios mencionados, se asigna a los dispositivos de router y firewall un dirección IP para cada interfaz. Cada interfaz se encuentra en una red diferente y funciona como gateway para los hosts de esa red. Normalmente, la interfaz del router utiliza la dirección más baja o más alta de la red. Esta asignación debe ser uniforme en todas las redes de la empresa, de manera que el personal de red siempre conozca la gateway de la red, independientemente de cuál sea la red en la que están trabajando.

Las interfaces de router y firewall son el punto de concentración del tráfico que entra y sale de la red. Debido a que los hosts de cada red usan una interfaz de dispositivo router o firewall como gateway para salir de la red, existe un flujo abundante de paquetes en estas interfaces. Por lo tanto, estos dispositivos pueden cumplir una función importante en la seguridad de red al filtrar los paquetes según las direcciones IP de origen y destino. Agrupar los diferentes tipos de dispositivos en grupos de direccionamiento lógicos hace que la asignación y el funcionamiento del filtrado de paquetes sea más eficiente.

La división en subredes IPv6 requiere un enfoque diferente que la división en subredes IPv4. El motivo principal es que con IPv6 hay tantas direcciones que la división en subredes se realiza por razones completamente distintas. Los espacios de direcciones IPv6 no se dividen en subredes para conservar direcciones, sino para admitir el diseño lógico jerárquico de la red. Mientras que la división en subredes IPv4 tiene que ver con administrar la escasez de direcciones, la división en subredes IPv6 se relaciona con armar una jerarquía de direccionamiento basada en la cantidad de routers y las redes que estos admiten.

Recuerde que un bloque de direcciones IPv6 con el prefijo /48 tiene 16 bits para la ID de subred, como se muestra en la figura 1. La división en subredes mediante la ID de subred de 16 bits produce un total de 65 536 subredes /64 posible y no requiere tomar prestados bits de la ID de interfaz ni de la porción de host de la dirección. Cada subred /64 IPv6 contiene alrededor de 18 trillones de direcciones, obviamente más de lo que jamás se necesitará en un segmento de red IP.

Las subredes creadas a partir de la ID de subred son fáciles de representar, ya que no es necesaria la conversión al sistema binario. Para determinar la siguiente subred disponible, simplemente sume valores hexadecimales. Como se muestra en la figura 2, esto significa aumentar el valor hexadecimal en la porción de ID de subred.

El prefijo de enrutamiento global es igual para todas las subredes. Solo se incrementa el cuarteto de la ID de subred para cada subred.

Con la posibilidad de elegir entre más de 65 000 subredes, la tarea del administrador de red se convierte en una tarea de diseño de un esquema lógico para direccionar la red.

Como se muestra en la figura 1, la topología que se utiliza de ejemplo requerirá subredes para cada LAN así como para el enlace WAN entre el R1 y el R2. A diferencia del ejemplo para IPv4, con IPv6 la subred del enlace WAN no se vuelve a dividir en subredes. Aunque esto puede provocar el “desperdicio” de direcciones, eso no constituye un motivo de preocupación al utilizar IPv6.

Como se muestra en la figura 2, en este ejemplo se utilizará la asignación de 5 subredes IPv6, con el campo de ID de subred 0001 a 0005. Cada subred /64 proporcionará más direcciones de las que jamás se necesitarán.

Como se muestra en la figura 3, se asigna una subred /64 a cada segmento LAN y al enlace WAN.

De manera similar a la configuración de IPv4, en la figura 4 se muestra que cada una de las interfaces del router se configuró para estar en una subred IPv6 distinta.

De manera similar a cuando se toman bits prestados de la porción de host de una dirección IPv4, con IPv6 se pueden tomar prestados bits de la ID de interfaz para crear subredes IPv6 adicionales. Por lo general, esto se realiza por motivos de seguridad para crear menos hosts por subred, y no necesariamente para crear subredes adicionales.

Cuando se extiende la ID de subred al tomar prestados bits de la ID de interfaz, la práctica recomendada es realizar la división en subredes en el límite de un cuarteto. Un cuarteto equivale a 4 bits o un dígito hexadecimal. Como se muestra en la ilustración, el prefijo de subred /64 se extiende 4 bits o 1 cuarteto a /68. Esto reduce el tamaño de la ID de interfaz en 4 bits, es decir, de 64 a 60 bits.

La división en subredes en los límites de los cuartetos significa que solo se utilizan máscaras de subred alineadas en cuartetos. Comenzando en /64, las máscaras de subred alineadas en cuartetos son /68, /72, /76, /80, etcétera.

Mediante la división en subredes en los límites de los cuartetos, se crean subredes utilizando el valor hexadecimal adicional. En el ejemplo, la nueva ID de subred consta de los 5 valores hexadecimales que van desde 00000 hasta FFFFF.

Si bien es posible realizar la división en subredes dentro del límite de un cuarteto —dentro de un dígito hexadecimal—, no se recomienda hacerlo y ni siquiera es necesario. Realizar la división en subredes dentro de un cuarteto elimina la ventaja de determinar fácilmente el prefijo a partir de la ID de interfaz. Por ejemplo, si se utiliza la duración de prefijo /66, los dos primeros bits serían parte de la ID de subred, y el segundo conjunto de dos bits sería parte de la ID de interfaz.

Como se muestra en la ilustración, el proceso de segmentación de una red mediante su división en varios espacios de red más pequeños se denomina “división en subredes”.

Cada dirección de red tiene un rango válido de direcciones de host. Todos los dispositivos conectados a la misma red tendrán una dirección de host IPv4 para esa red y una máscara de subred o un prefijo de red común. Es posible reenviar el tráfico entre hosts directamente, siempre que estén en la misma subred. El tráfico no puede reenviarse entre subredes sin un router. Para determinar si el tráfico es local o remoto, el router utiliza la máscara de subred. El prefijo y la máscara de subred son diferentes formas de representar lo mismo, la porción de red de una dirección.

Las subredes IPv4 se crean utilizando uno o más de los bits de host como bits de red. Dos factores muy importantes que conducen a la determinación del bloque de direcciones IP con la máscara de subred son la cantidad de subredes requeridas y la cantidad máxima de hosts necesarios por subred. Existe una relación inversa entre la cantidad de subredes y la cantidad de hosts: cuantos más bits se toman prestados para crear subredes, menor es la cantidad de bits de host disponibles, lo que tiene como resultado menos hosts por subred.

La fórmula 2^n (donde “n” representa la cantidad de bits de host restantes) se utiliza para calcular cuántas direcciones disponibles habrá en cada subred. Sin embargo, la dirección de red y la dirección de broadcast dentro de un rango no son utilizables, por lo que es necesario realizar el cálculo 2^n-2 para determinar la cantidad utilizable de direcciones.

La subdivisión de subredes, o el uso de una máscara de subred de longitud variable (VLSM), se diseñó para evitar que se desperdicien direcciones.

La división en subredes IPv6 requiere un enfoque diferente que la división en subredes IPv4. Los espacios de direcciones IPv6 no se dividen en subredes para conservar direcciones, sino para admitir el diseño lógico jerárquico de la red. Por lo tanto, mientras que la división en subredes IPv4 tiene que ver con administrar la escasez de direcciones, la división en subredes IPv6 se relaciona con armar una jerarquía de direccionamiento basada en la cantidad de routers y las redes que estos admiten.

Se requiere una planificación cuidadosa para hacer buen uso del espacio de direcciones disponible. Los requisitos de tamaño, ubicación, uso y acceso son consideraciones que se deben tener en cuenta en el proceso de planificación de direcciones.

Una vez implementada, la red IP se debe probar para verificar la conectividad y el rendimiento operativo.