

Cálculo de Sub-Rede

Conteudista

Prof. Esp. Hugo Fernandes

Revisão Textual

Aline de Fátima Camargo da Silva

Sumário

Objetivos da Unidade	3
Cálculo de Sub-Rede	4
Método Genérico de Transformação de Números	5
Convertendo de Binário para Decimal	5
Conversão de Decimal para Binário	6
VLSM – Máscaras de Sub-Rede	7
Utilização Eficiente do Endereço IP nas Organizações	7
Exemplo de VLSM	12
Definindo as 16 Sub-Redes de 140.25.0.0/16	13
Definir Sub-Sub-Redes da Sub-Rede #14 (140.25.224.0/20)	16
Definir o Endereço dos Hosts para Sub-Rede #14-3 (140.25.227.0/24)	18
Definir a Sub2-Sub-Redes para a Sub-Rede #14-14 (140.25.238.0/24)	20
Definir Endereços de Hosts para a Sub-Rede #14-14-2 (140.25.238.64/27)	22
Rota de Agregação	23
Atividades de Fixação	26
Material Complementar	27
Referências	28
Gabarito	29

Objetivos da Unidade

- Compreender a técnica *Variable Length Subnet Masking* (VLSM) para otimizar o uso do endereçamento IPv4;
- Analisar a importância dos endereços IP na comunicação entre dispositivos;
- Explorar as vantagens do VLSM na otimização de endereços IPv4.

Atenção, estudante! Aqui, reforçamos o acesso ao conteúdo *on-line* para que você assista à videoaula. Será muito importante para o entendimento do conteúdo.

Este arquivo PDF contém o mesmo conteúdo visto *on-line*. Sua disponibilização é para consulta *off-line* e possibilidade de impressão. No entanto, recomendamos que acesse o conteúdo *on-line* para melhor aproveitamento.

VOCÊ SABE RESPONDER?

Por que é importante entendermos sobre conversão de números binários e decimais?

Cálculo de Sub-Rede

Antes mesmo de estudar como calcular sub-redes, é interessante revermos como se faz a conversão de um número binário para decimal – e de decimal para binário.

Os conhecimentos sobre essas conversões são extremamente importantes para entender a calcular sub-redes, pois teremos que converter um endereço decimal para binário e, depois de calcular a sub-rede, voltar o número binário para decimal.

A condição binária de numeração é um sistema no qual existem apenas dois algarismos, o um e o zero. Podemos representar qualquer número decimal em binário usando apenas esses dois algarismos.



Refleta

Para representar o número zero em binário, usamos o algarismo 0 e para representar o número um em binário, usamos o algarismo 1. Pois bem, se temos apenas esses dois algarismos, como poderíamos representar o algarismo 2 em binário? Você já parou para pensar nisso?

Não possuímos o algarismo 2 nesse sistema de numeração. Como faríamos, então, já que em binário só temos dois símbolos (0 e 1)?

Não é tão complicado quanto parece. No sistema decimal, nós não possuímos o algarismo 10 e apresentamos a quantidade de uma dezena utilizando o algarismo 1 seguido do 0, ou seja, passamos a repetir os algarismos que já existem nesse sistema de numeração.

No sistema binário, com um bit, conseguimos representar dois dados (0 e 1) e para representar outros valores maiores que 0 e 1, usamos a mesma regra feita para o sistema decimal. Portanto, para representar outros valores, temos de começar a agrupar outros bits.

Para começar os estudos sobre conversões de base, primeiro verificaremos o procedimento genérico de conversões, isto é, como converter qualquer base para outra base. Depois, usaremos o conceito aprendido para as conversões que precisaremos.

Então, vamos lá, estudar e compreender como se faz a conversão!

Método Genérico de Transformação de Números

Para qualquer conversão de uma base X para uma base Y, podemos usar o método de decomposição dos números, ou seja, separamos cada número em sua representatividade – unidade, dezena, centena etc. – e então multiplicamos pela base em que o número se encontra elevado à sua representatividade – unidade, dezena, centena etc. –, lembrando que o expoente para a unidade será 0, para a dezena será 1 e assim por diante.

Exemplo:

Decompor o decimal 5324:

$$5324 : 10 = 532, \text{ sobra } 4 \cdot 10^0$$

$$532 : 10 = 53, \text{ sobra } 2 \cdot 10^1$$

$$53 : 10 = 5, \text{ sobra } 3 \cdot 10^2$$

$$5 : 10 = 0, \text{ sobra } 5 \cdot 10^3$$

Então, o número 5324 decomposto ficaria da seguinte forma:

$$4 \cdot 10^0 + 2 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^3$$

Se o cálculo for efetuado, chegaremos novamente ao número 5324.

Convertendo de Binário para Decimal

Para fazer a conversão do sistema binário para o decimal, devemos proceder da seguinte forma: multiplicamos o primeiro número binário da direita para a esquerda por dois elevado a zero; o segundo número da direita para a esquerda multiplicamos por dois elevado a um e assim sucessivamente, até que todos os números sejam multiplicados por dois e seu respectivo expoente.

Os resultados dessas multiplicações devem ser somados para obtermos o número decimal. Veja o exemplo a seguir:

Converter 110101 (binário) para número decimal:

$$\begin{aligned} 110101_2 &= 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \\ &= 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0 \\ &= 1 \cdot 32 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 1 \\ &= 53_{10} \end{aligned}$$

No exemplo anterior, note que os números binários com dígito 0 não são considerados na soma, pois qualquer número multiplicado por zero tem valor zero. Portanto, somente os binários com expoente 5, 4, 2 e 0 foram considerados nesse cálculo.

Conversão de Decimal para Binário

Considere o seguinte exemplo: converter 29 (decimal para binário) – após o cálculo, devemos chegar ao resultado 11101₂. Para converter de uma base decimal para qualquer outra base, basta dividir, sucessivamente, o número decimal pela base que se quer converter, guardando o resto da divisão. O resultado é novamente dividido pela base e devemos guardar o resto. Esse processo se repetirá até que o resultado seja menor que a base. Assim, teremos:

$$\begin{aligned} 29 : 2 &= 14, \text{ resto } 1 \ 2^0 \\ 14 : 2 &= 7, \text{ resto } 0 \ 2^1 \\ 7 : 2 &= 3, \text{ resto } 1 \ 2^2 \\ 3 : 2 &= 1, \text{ resto } 1 \ 2^3 \\ 1 : 2 &= 0, \text{ resto } 1 \ 2^4 \end{aligned}$$

O resultado final é composto por todos aqueles restos da divisão que guardamos durante o processo. A leitura é feita de baixo para cima. Portanto, temos como resposta 11101₂.

VLSM – Máscaras de Sub-Rede

Em 1987, foi desenvolvida a RFC 1009 que especifica como uma rede pode usar mais do que uma máscara de rede.

Quando uma rede IP é identificada com mais de uma máscara de rede, é considerada uma rede com “máscaras de sub-rede de tamanho variado” (VLSM), permitindo que os prefixos de rede tenham diferentes tamanhos.

Utilização Eficiente do Endereço IP nas Organizações

O VLSM permite usar de forma eficiente o espaço de endereço IP nas organizações. Um dos grandes problemas encontrados com a máscara de rede usando classe A, B ou C é que, uma vez selecionada uma das quais, não é possível ter flexibilidade em implementar sub-redes, ou seja, uma vez escolhida a classe B, teríamos 65.534 endereços disponíveis e se a empresa fosse usar apenas 1.500 endereços, os restantes ficariam perdidos.

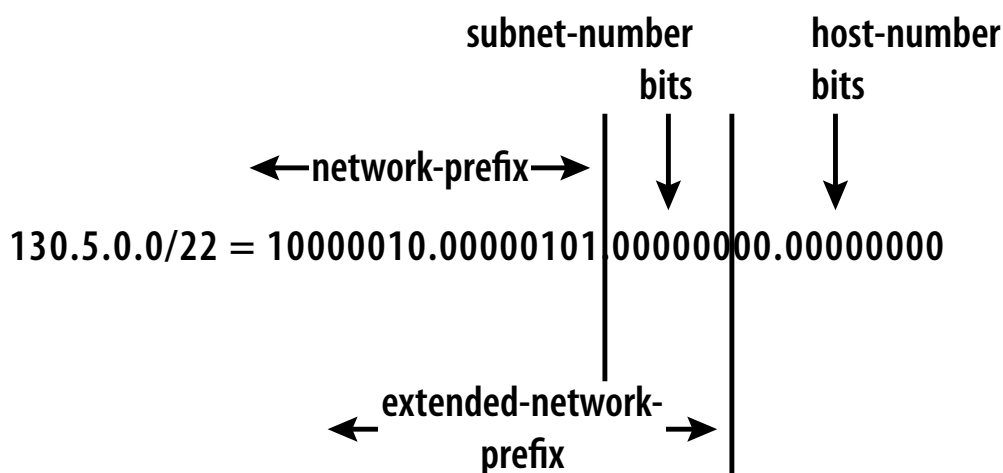


Figura 1 – 130.5.0.0/16 com um /22 prefixo estendido de rede

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem exibe um diagrama de uma rede com vários números e rótulos. No centro do diagrama, há uma caixa retangular representando uma sub-rede, rotulada como “número da sub-rede”. À direita, há outra caixa retangular representando um *host*, rotulada como “número do *host*”. Os números dentro dessas caixas indicam o número de bits. Acima das caixas de sub-rede e *host*, há uma seta apontando para a esquerda, rotulada como “prefixo de rede”. À esquerda da seta, há um endereço IP “130.5.0.0/22”, que indica o prefixo da rede. A representação binária deste endereço IP também é exibida logo abaixo. Na parte inferior-central da imagem, há outro rótulo, “prefixo de rede estendida”, rebaixado o prefixo de rede estendida. Fim da descrição.

Observe a Figura 1: trata-se de uma rede /16 (máscara 255.255.0.0) com um prefixo de rede estendido /22, ou seja, pegamos emprestados seis bits para formar sub-redes, o que permite 64 sub-redes (26), cada qual suporta um número máximo de 1.022 *hosts* ($2^{10} - 2$).

O cálculo para chegar a 64 sub-redes se deu pelo empréstimo dos seis bits para se formar a sub-rede.

Perceba na Figura que a rede 130.5.0.0 tem um prefixo de rede inicial /16, representado pela descrição *network-prefix*. Portanto, teríamos os dois primeiros octetos à esquerda para representar a rede e os outros dois octetos mais à direita para figurar os *hosts* dentro da rede. No entanto, conforme descrito mais acima, haveria um grande número de endereços IP ($2^{16} - 2 = 65534$) para identificar os *hosts*, sendo que não precisaríamos de tantos endereços assim.

Isto é interessante se a organização quiser implantar uma grande sub-rede, mas e se preferir implantar uma pequena sub-rede, com apenas 20 ou 30 *hosts*?

Pensando nisso, houve a proposta de se usar a máscara de forma flexível. Desse modo, conseguimos diminuir os bits que representam os *hosts* e conseguiríamos aumentar a quantidade de bits que figuram na rede.

Na Figura 1, seis bits foram pegos emprestados para formar redes. Portanto, passamos de um endereço 130.5.0.0/16 para um 130.5.0.0/22, ou seja, somamos aos 16 bits de rede os seis bits que pegamos emprestados. Os bits emprestados estão indicados, na Figura, pela descrição *subnet-number bits* e os outros 10 bits serão usados para identificar as máquinas dentro da rede.

Para criarmos as sub-redes correspondentes aos seis bits que pegamos emprestados, devemos variá-los um a um. Assim, as seguintes redes seriam possíveis:

Quadro 1

Sub-rede	Endereços				Conversão em Decimal
0	130	5	00000000	00000000	130.5.0.0/22
1	130	5	00000100	00000000	130.5.4.0/22
2	130	5	00001000	00000000	130.5.8.0/22
3	130	5	00001100	00000000	130.5.12.0/22
4	130	5	00010000	00000000	130.5.16.0/22
5	130	5	00010100	00000000	130.5.20.0/22
6	130	5	00011000	00000000	130.5.24.0/22
7	130	5	00011100	00000000	130.5.28.0/22
8	130	5	00100000	00000000	130.5.32.0/22
9	130	5	00100100	00000000	130.5.36.0/22
10	130	5	00101000	00000000	130.5.40.0/22
11	130	5	00101100	00000000	130.5.44.0/22
12	130	5	00110000	00000000	130.5.48.0/22
...	130	5	... 00	00000000	...
63	130	5	11111100	00000000	130.5.252.0/22

Fonte: Acervo do conteudista

No Quadro anterior, os seis bits emprestados do terceiro octeto para criar as sub-redes estão na cor vermelha, os outros dois bits do terceiro octeto serão usados para identificar as máquinas dentro de cada rede criada.

Para converter de binário para decimal, devemos usar o processo já explicado no início deste Material teórico.

Para exemplificar, converteremos a terceira rede criada (00001000). Os dois primeiros octetos não se alteram e, portanto, sempre será 130.5 para qualquer rede criada.

O terceiro octeto, no qual foram pegos emprestados os seis bits para formar as sub-redes, terá um número para cada rede criada.

Assim, a terceira rede (00001000) convertida para decimal ficará da seguinte forma:

$$2^7 \times 0 + 2^6 \times 0 + 2^5 \times 0 + 2^4 \times 0 + 2^3 \times 1 + 2^2 \times 0 + 2^1 \times 0 + 2^0 \times 0$$

Há o número 1 apenas no $2^3 \times 1$; os restantes são todos zeros. Portanto, o resultado será 8 para o terceiro octeto. É por este motivo que esta sub-rede ficou com o endereço 130.5.8.0/22. Sendo que o /22 indica que os seis bits do terceiro octeto serão usados para representar a rede.

Seguindo o processo descrito anteriormente, teremos, então, 64 sub-redes, cada uma podendo ter, no máximo, 1.022 máquinas, pois temos direito a manipular os oito bits do quarto octeto mais dois bits do terceiro octeto, ou seja, dez bits ($2^{10} - 2$).

O cálculo de sub-rede, *a priori*, parece ser um pouco complicado no início. No entanto, sabendo trabalhar com conversão de decimal para binário e de binário para decimal, torna-se bem mais simples a compreensão, pois para criar sub-redes devemos pegar bits emprestados da parte usada para identificar os *hosts* e proceder com as combinações possíveis, partindo de todos os bits emprestados, sendo 0 até todos os bits emprestados, sendo tudo 1.

A técnica VLSM permite criarmos sub-redes de sub-redes, ou seja, a partir de uma sub-rede criada, podemos usá-la para criar outras sub-redes.

Veremos como isso pode ser feito, sendo interessante ressaltar que você não deverá seguir em frente no estudo do texto se o que foi descrito anteriormente não estiver compreendido.

Se o administrador de rede ficar limitado a implementar apenas uma sub-rede, então, seguindo o caso descrito anteriormente, esses 20 ou 30 *hosts* teriam que usar um dos endereços da sub-rede com o prefixo /22.

Essa atribuição de máscara é um desperdício, ou seja, aproximadamente 1.000 endereços IP para cada sub-rede foram desperdiçados!

Assim, podemos concluir que limitar a associação de um número de rede com uma única máscara não ajuda no uso eficiente de endereço IP em uma organização. Uma solução para esse problema foi permitir que uma sub-rede de rede pudesse atribuir mais do que uma máscara de sub-rede.

Analisaremos outra situação, aproveitando a Figura 1: assumirmos que o administrador de rede permitiu configurar também na rede 130.5.0.0/16 um prefixo estendido de rede /26.

A Figura 2 mostra, de forma visual, a situação descrita anteriormente: um endereço de rede /16 com um prefixo de rede estendido /26 permite 1.024 sub-redes (2^{10}), cada qual suportando um máximo de 62 *hosts* ($2^6 - 2$).

O prefixo /26 pode ser ideal para pequenas sub-redes que necessitem de menos de 60 *hosts*, enquanto o prefixo /22 é bem adequado para grandes sub-redes com elevação para 1.000 *hosts*.

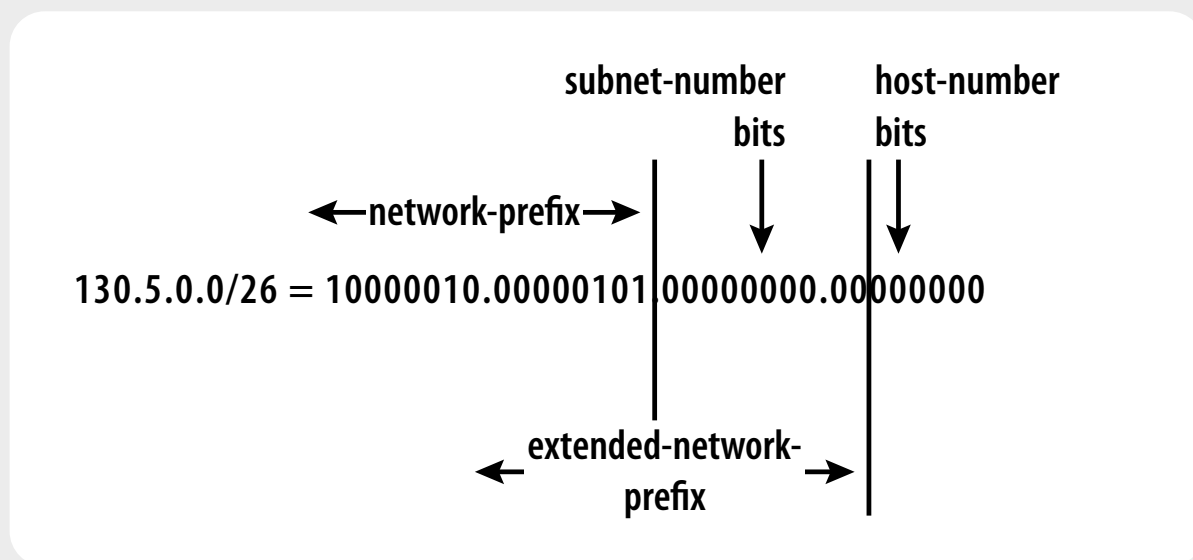


Figura 2 – 130.5.0.0/16 com um /26 prefixo estendido de rede

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem exibe um diagrama de uma rede com vários números e rótulos. No centro do diagrama, há uma caixa retangular representando uma sub-rede, rotulada como "número da sub-rede". À direita, há outra caixa retangular representando um *host*, rotulada como "número do *host*". Os números dentro dessas caixas indicam o número de bits. Acima das caixas de sub-rede e *host*, há uma seta apontando para a esquerda, rotulada como "prefixo de rede". À esquerda da seta, há um endereço IP "130.5.0.0/22", que indica o prefixo da rede. A representação binária deste endereço IP também é exibida logo abaixo. Na parte inferior-central da imagem, há outro rótulo, "prefixo de rede estendida", rebaixado o prefixo de rede estendida. Fim da descrição.

Exemplo de VLSM

Imaginemos uma situação hipotética: uma organização tem uma rede cujo número IP é 140.25.0.0/16 e planeja implantar o VLSM. A Figura 3 apresenta o desenho de VLSM que se deseja usar na empresa em questão:

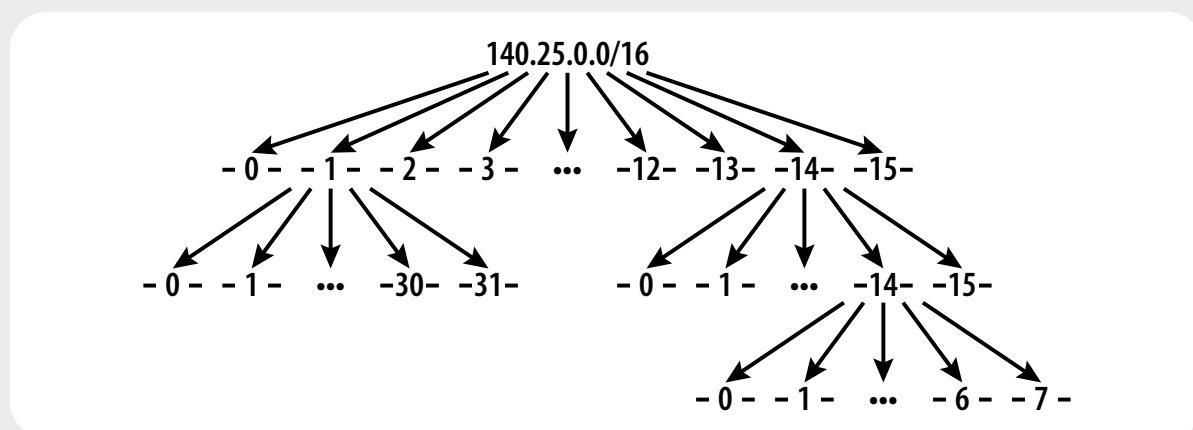


Figura 3 – Endereço estratégico para exemplo VLSM

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem mostra em um diagrama representando uma estrutura de árvore com setas apontando em diferentes formatos. A árvore é composta por números e exibida no diagrama. O diagrama mostra uma estrutura de árvore com ramos que se estende em várias direções. Cada ramo é representado por um número, e a estrutura da árvore é exibida usando setas que apontam do nó pai para o nó filho. Os números estão dispostos de maneira hierárquica, inferior à relação entre os nós na árvore. No diagrama, os números são dispostos em ordem sequencial, com cada número representando um nó diferente na árvore. As setas indicam a direção das relações entre nós, mostrando as configurações pai-filho. Além disso, há vários textos acompanhantes dentro da imagem. O texto "140.25.0.0/16" está localizado no canto superior esquerdo da imagem, fornecendo informações adicionais sobre a árvore. Fim da descrição.

A primeira etapa do processo divide a base dos endereços da rede em 16 blocos de endereços de tamanhos iguais.

Como se pode perceber pela Figura 3, a sub-rede #1 é dividida em 32 blocos de endereços com tamanhos iguais, a sub-rede #14 é dividida em 16 blocos de endereços e, finalmente, a sub-rede #14-14 é dividida em 8 blocos de endereços.



Saiba Mais

VLSM é frequentemente usado em um ambiente de *campus* universitário. Se o administrador de rede tiver um bloco de endereços de classe B para uso em vários *campi*, normalmente usa sub-redes de comprimento variável. As sub-redes podem então ser divididas por edifício e grupo de trabalho nos *campi*, o que exigiria números diferentes de endereços. Se as máscaras de sub-rede fixas foram usadas para alocar o mesmo número de endereços IP para os locais, um número de endereços seria desperdiçado. Se o VLSM for empregado, haverá menos desperdício no espaço de endereçamento alocado em todos os locais do campus, dando mais espaço para o crescimento da rede.

Definindo as 16 Sub-Redes de 140.25.0.0/16

A primeira etapa para a divisão das 16 sub-redes com blocos de tamanhos iguais a partir do endereço 140.25.0.0/16 está ilustrada na Figura 4:

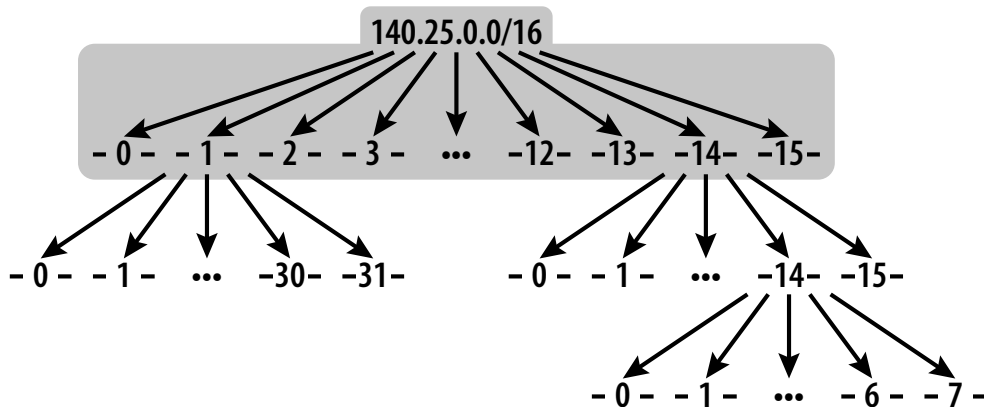


Figura 4 – Define as 16 sub-redes para 140.25.0.0/16

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem mostra em um diagrama representando uma estrutura de árvore com setas apontando em diferentes formatos. A árvore é composta por números e exibida no diagrama. O diagrama mostra uma estrutura de árvore com ramos que se estende em várias direções. Cada ramo é representado por um número, e a estrutura da árvore é exibida usando setas que apontam do nó pai para o nó filho. Os números estão dispostos de maneira hierárquica, inferior à relação entre os nós na árvore. No diagrama, os números são dispostos em ordem sequencial, com cada número representando um nó diferente na árvore. As setas indicam a direção das relações entre nós, mostrando as configurações pai-filho. Além disso, há vários textos acompanhantes dentro da imagem. O texto "140.25.0.0/16" está localizado no canto superior esquerdo da imagem, fornecendo informações adicionais sobre a árvore. Fim da descrição.

Para as 16 sub-redes é necessário “pegar” emprestados quatro bits ($16 = 2^4$) pertencentes aos *hosts* da rede 140.25.0.0/16.

Considerando o endereço cujo prefixo é /16, pegamos quatro bits, tornando-o uma sub-rede /20. Cada sub-rede representa um bloco de 2^{12} (ou 4.096) endereços de rede.

O expoente 12 se refere à quantidade de bits que restaram para representar os endereços de *hosts*. Se temos uma máscara /20, sobram 12 bits para representar os *hosts*.

Os endereços dos 16 blocos de sub-redes, partindo da rede 140.25.0.0/16, são dados a seguir.

As sub-redes estão numeradas de 0 a 15. Cada prefixo de rede estendido está sublinhado e os dígitos em negrito identificam os 4 bits que representam o número da sub-rede.

Quadro 2 – Sub-redes da rede principal (140.25.48.0/20)

Base Network: <u>10001100.00011001.00000000.00000000</u> = 140.25.0.0/16	
Subnet # 0:	<u>10001100.00011001.0000</u> 0000.00000000 = 140.25.0.0/20
Subnet # 1:	<u>10001100.00011001.0001</u> 0000.00000000 = 140.25.16.0/16
Subnet # 2:	<u>10001100.00011001.0010</u> 0000.00000000 = 140.25.32.0/20
Subnet # 3:	<u>10001100.00011001.0011</u> 0000.00000000 = 140.25.48.0/20
Subnet # 4:	<u>10001100.00011001.0100</u> 0000.00000000 = 140.25.64.0/20
:	
:	
Subnet # 13:	<u>10001100.00011001.1101</u> 0000.00000000 = 140.25.208.0/20
Subnet # 14:	<u>10001100.00011001.1110</u> 0000.00000000 = 140.25.224.0/20
Subnet # 15:	<u>10001100.00011001.1111</u> 0000.00000000 = 140.25.240.0/20

Fonte: Seméria, 1996

Analisaremos, agora, os endereços dos *hosts* que estão na sub-rede #3 (140.25.48.0/20), conforme apresentado na Figura a seguir:

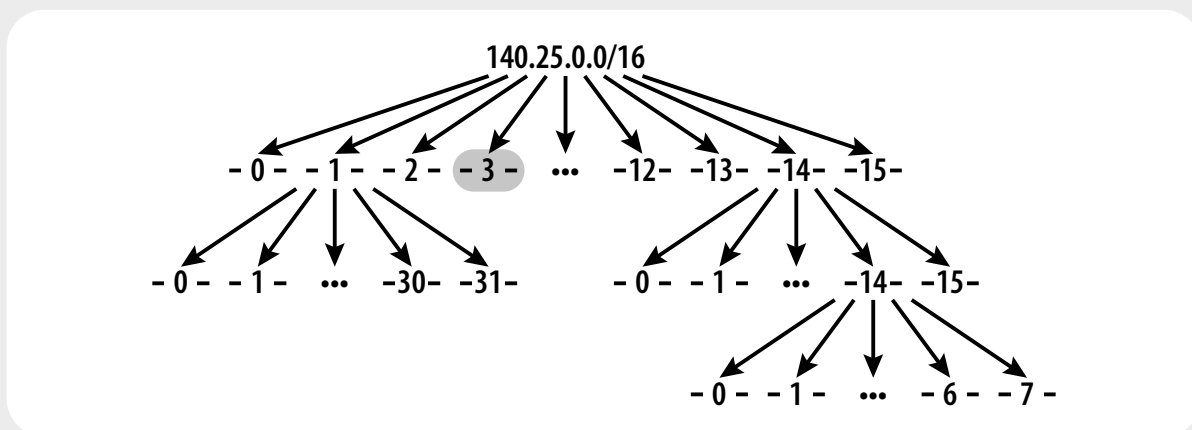


Figura 5 – Define o endereço do *host* para a sub-rede #3 (140.25.48.0/20)

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama representando uma estrutura de árvore com setas apontando em diferentes formatos. A árvore é composta por números e exibida no diagrama. O diagrama mostra uma estrutura de árvore com ramos que se estende em várias direções. Cada ramo é representado por um número, e a estrutura da árvore é exibida usando setas que apontam do nó pai para o nó filho. Os números estão dispostos de maneira hierárquica, inferior à relação entre os nós na árvore. No diagrama, os números são dispostos em ordem sequencial, com cada número representando um nó diferente na árvore. As setas indicam a direção das relações entre nós, mostrando as configurações pai-filho. Além disso, há vários textos acompanhantes dentro da imagem. O texto “140.25.0.0/16” está localizado no canto superior esquerdo da imagem, fornecendo informações adicionais sobre a árvore. Fim da descrição.

Conforme descrito, temos 12 bits para endereçar os *hosts* na sub-rede #3. Portanto, há 4.094 endereços de *hosts* válidos ($2^{12} - 2$). Os *hosts* são numerados de 1 até 4.094.

Os endereços de *hosts* válidos para a sub-rede #3 são fornecidos a seguir. Cada prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado e os dígitos em negrito identificam os 12 bits referentes à identificação dos *hosts*.

Quadro 3 – Endereços IP para os *hosts* da sub-rede 3

Subnet # 3: 10001100.00011001.00110000.00000000 = 140.25.0.0/16

Host # 1: 10001100.00011001.0011**0000.00000001** = 140.25.48.1/20

Host # 2: 10001100.00011001.0011**0000.00000010** = 140.25.48.2/16

Host # 3: 10001100.00011001.0011**0000.00000011** = 140.25.48.3/20

:

:

Host # 4093: 10001100.00011001.0011**1111.11111101** = 140.63.253.0/20

Host # 4094: 10001100.00011001.0011**1111.11111110** = 140.63.254.0/20

Fonte: Seméria, 1996

O endereço de **broadcast** para a sub-rede #3 corresponde a todos os 1, conforme pode ser visto no Quadro a seguir:

Quadro 4 – Endereço de *broadcast* da sub-rede #3

10001100.00011001.00111111.11111111 = 140.25.63.255

Fonte: Seméria, 1996.

O endereço de *broadcast* para a sub-rede #3 é exatamente um a menos que o endereço-base da sub-rede #4 (140.25.64.0).

Definir Sub-Sub-Redes da Sub-Rede #14 (140.25.224.0/20)



Saiba Mais

Variable Length Subnet Mask (VLSM) é uma técnica que os administradores de rede empregam para usar sua(s) sub-rede(s) IP de forma mais eficaz. O VLSM também permite mais de uma máscara de sub-rede dentro do mesmo espaço de endereço de rede, que também é conhecido como sub-rede de uma sub-rede.

Depois que a base foi dividida em 16 sub-redes e devidamente identificada, analisaremos a sub-rede #14 para dividi-la em 16 outros blocos de sub-rede de tamanhos iguais. A Figura 6 demonstra o que fazer:

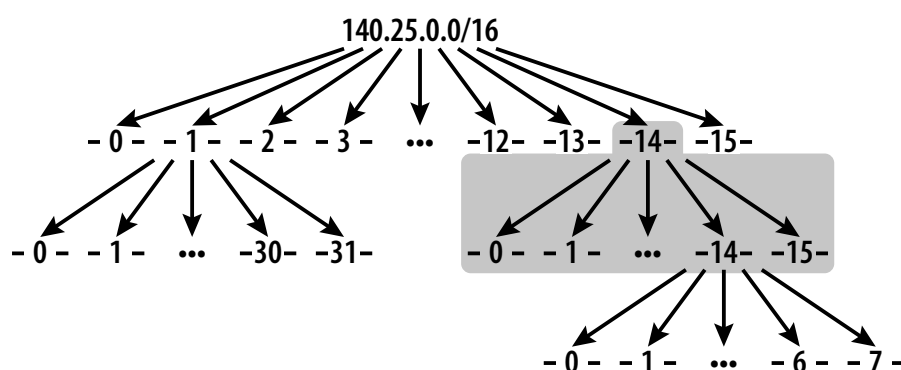


Figura 6 – Definir as sub-sub-redes para a sub-rede #14 (140.25.224.0/20)

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem mostra em um diagrama representando uma estrutura de árvore com setas apontando em diferentes formatos. A árvore é composta por números e exibida no diagrama. O diagrama mostra uma estrutura de árvore com ramos que se estende em várias direções. Cada ramo é representado por um número, e

a estrutura da árvore é exibida usando setas que apontam do nó pai para o nó filho. Os números estão dispostos de maneira hierárquica, inferior à relação entre os nós na árvore. No diagrama, os números são dispostos em ordem sequencial, com cada número representando um nó diferente na árvore. As setas indicam a direção das relações entre nós, mostrando as configurações pai-filho. Além disso, há vários textos acompanhantes dentro da imagem. O texto “140.25.0.0/16” está localizado no canto superior esquerdo da imagem, fornecendo informações adicionais sobre a árvore. Fim da descrição.

Precisamos, novamente, “pegar” emprestados mais 4 bits que identificam os *hosts* para implementar as 16 sub-sub-redes ($16 = 2^4$). Significa que a organização precisará usar um /24 como prefixo estendido de rede, ou seja, a partir da sub-rede /20 criaremos mais 16 sub-redes.

Portanto, partiremos do /20 e pegaremos emprestado mais 4 bits para formar essas 16 sub-redes. Assim, ficaremos com um /24. Os 16 blocos de endereços das sub-redes 140.25.224.0/20 são fornecidos a seguir. As sub-redes são numeradas de 0 até 15. O prefixo estendido de rede é identificado com o sublinhado, enquanto os dígitos identificados em negrito são os 4 bits representando o número da sub-sub-rede.

Quadro 5 – Sub-redes da sub-rede #14

Subnet #14: 10001100.00011001.11100000.00000000 = 140.25.224.0/24

Subnet #14-0: 10001100.00011001.1110**0000**.00000000 = 140.25.224.0/24.

Subnet #14-1: 10001100.00011001.1110**0001**.00000000 = 140.25.225.0/24.

Subnet #14-2: 0001100.00011001.1110**0010**.00000000 = 140.25.226.0/24

Subnet #14-3: 10001100.00011001.1110**0011**.00000000 = 140.25.227.0/24

Subnet #14-4: 10001100.00011001.1110**0100**.00000000 = 140.25.228.0/24

:

:

Subnet #14-14: 10001100.00011001.1110**1110**.00000000 140.25.238.0/24

Subnet #14-15: 10001100.00011001.1110**1111**.00000000 140.25.239.0/24

Fonte: Seméria, 1996

Definir o Endereço dos *Hosts* para Sub-Rede #14-3 (140.25.227.0/24)

Analisaremos os endereços dos *hosts* que podem ser atribuídos à sub-rede #14-3 (140.25.227.0/24). A Figura 7 apresenta os endereços:

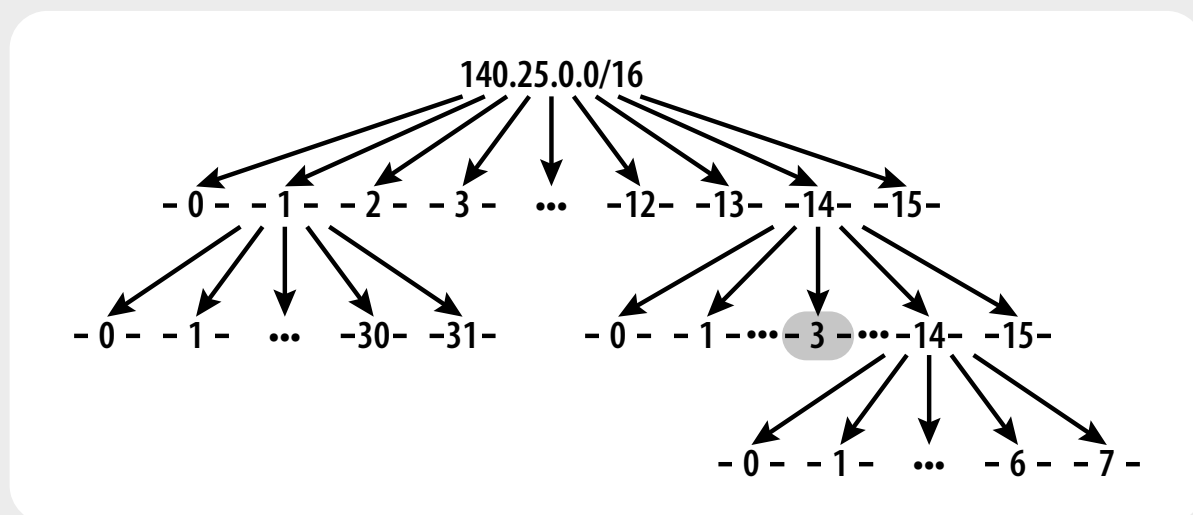


Figura 7 – Definir os endereços de host para a sub-rede #14-3 (140.25.227.0/24)

Fonte: Seméria, 1996.

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama representando uma estrutura de árvore com setas apontando em diferentes formatos. A árvore é composta por números e exibida no diagrama. O diagrama mostra uma estrutura de árvore com ramos que se estende em várias direções. Cada ramo é representado por um número, e a estrutura da árvore é exibida usando setas que apontam do nó pai para o nó filho. Os números estão dispostos de maneira hierárquica, inferior à relação entre os nós na árvore. No diagrama, os números são dispostos em ordem sequencial, com cada número representando um nó diferente na árvore. As setas indicam a direção das relações entre nós, mostrando as configurações pai-filho. Além disso, há vários textos acompanhantes dentro da imagem. O texto “140.25.0.0/16” está localizado no canto superior esquerdo da imagem, fornecendo informações adicionais sobre a árvore. Fim da descrição

Cada sub-rede da sub-rede #14 tem 8 bits para representar os *hosts*, pois estamos trabalhando com um /24, significa que faltam 8 bits para completar os 32 bits que compõem o endereçamento IP.

Com 8 bits podemos endereçar 254 *hosts* ($2^8 - 2$). Os *hosts* são numerados de 1 até 254.

Os endereços válidos para a sub-rede #14-3 são fornecidos a seguir. O prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado, enquanto os dígitos identificados em negrito são os 8 bits referentes à identificação de *hosts*.

Quadro 6 – Endereços IP da sub-rede #14-3

Subnet # 14-3: 10001100.00011001.11100011.00000000 = 140.25.227.0/24

Host # 1: 10001100.00011001.11100011.00000001 = 140.25.227.1/24

Host # 2: 10001100.00011001.11100011.00000010 = 140.25.227.2/24

Host # 3: 10001100.00011001.11100011.00000011 = 140.25.227.3/24

Host # 4: 10001100.00011001.11100011.00000100 = 140.25.227.4/24

Host # 5: 10001100.00011001.11100011.00000101 = 140.25.227.5/24

:

:

Host # 253: 10001100.00011001.00110011.11111101 = 140.25.227.253/24

Host # 254: 10001100.00011001.00000011.11111110 = 140.25.227.254/24

Fonte: Seméria, 1996

O endereço de *broadcast* para a sub-rede #14-3 corresponde a todos 1 ou:

Quadro 7 – Endereço de *broadcast* da sub-rede #14-3

10001100.00011001.11100011.11111101 = 140.25.63.255

O endereço de *broadcast* para a sub-rede #14-3 é exatamente um a menos que a base de endereço para a sub-rede #14-4 (140.25.228.0).

Definir a Sub2-Sub-Redes para a Sub-Rede #14-14 (140.25.238.0/24)

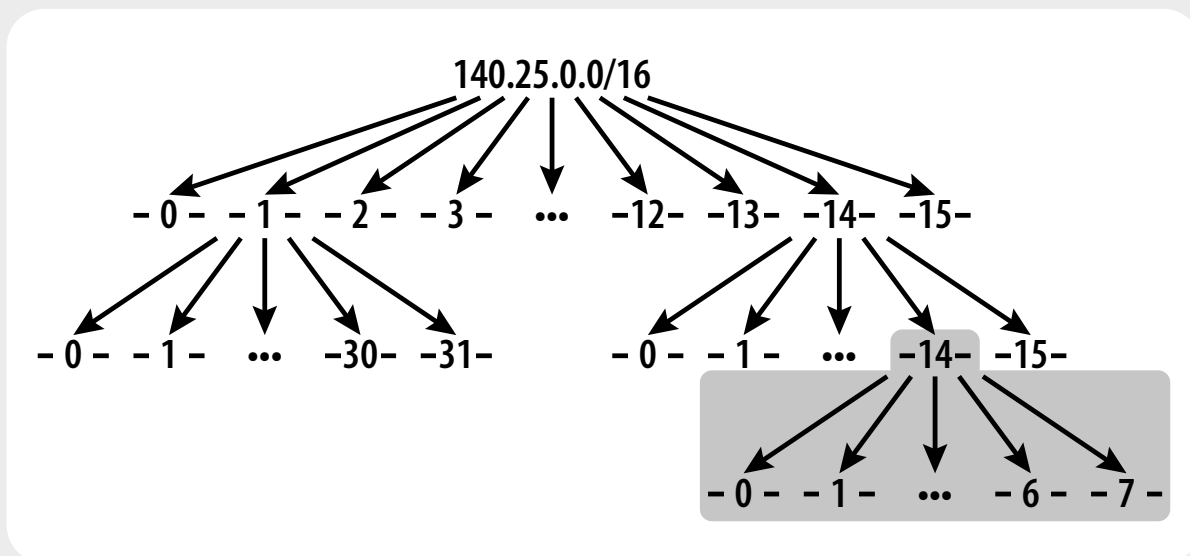


Figura 8 – Definir a sub2-sub-redes para a sub-rede #14-14 (140.25.238.0/24)

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem consiste em um diagrama representando uma estrutura de árvore com setas apontando em diferentes formatos. A árvore é composta por números e exibida no diagrama. O diagrama mostra uma estrutura de árvore com ramos que se estende em várias direções. Cada ramo é representado por um número, e a estrutura da árvore é exibida usando setas que apontam do nó pai para o nó filho. Os números estão dispostos de maneira hierárquica, inferior à relação entre os nós na árvore. No diagrama, os números são dispostos em ordem sequencial, com cada número representando um nó diferente na árvore. As setas indicam a direção das relações entre nós, mostrando as configurações pai-filho. Além disso, há vários textos acompanhantes dentro da imagem. O texto "140.25.0.0/16" está localizado no canto superior esquerdo da imagem, fornecendo informações adicionais sobre a árvore. Fim da descrição.

Para implementar 8 sub-redes a partir da sub-rede 14-14, devemos "pegar" emprestados 3 bits, pois $8 = 2^3$. Significa que a empresa usará um /27, pois estamos partindo de um /24 e pegamos emprestados mais 3 bits, tornando-o um /27 como prefixo estendido de rede.

As 8 sub-redes do 140.25.238.0/24 do bloco de endereços estão exibidas a seguir. As sub-redes são numeradas de 0 a 7. O prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado, enquanto o que está em negrito sinaliza os 3 bits representando a sub-rede 2.

Quadro 8 – Endereços das sub-redes #14-14

Subnet #14-14: 10001100.00011001.11101110.00000000 = 140.25.238.0/24

Subnet #14-14-0: 10001100.00011001.11101110.00000000 = 140.25.238.0/247

Subnet #14-14-1: 10001100.00011001.11101110.00100000 = 140.25.238.32/27

Subnet #14-14-2: 0001100.00011001.11101110.01000000 = 140.25.238.64/27

Subnet #14-14-3: 10001100.00011001.11101110.01100000 = 140.25.238.96/27

Subnet #14-14-4: 10001100.00011001.11101110.10000000 = 140.25.238.128/27

Subnet #14-14-5: 10001100.00011001.11101110.10100000 140.25.238.160/27

Subnet #14-14-6: 10001100.00011001.11101110.11000000 140.25.238.192/27

Subnet #14-14-7: 10001100.00011001.11101110.11100000 140.25.238.224/27

Fonte: Seméria, 1996



Na Prática

Considere um espaço de endereço classe C tradicional, como 192.168.1.0, e uma organização com quatro grupos de computadores: o *data center* com 75 *hosts*; o *call center* com 50; a produção com 25; e o escritório com 20. Em uma configuração de sub-rede fixa, dividir os 255 endereços de *hosts* disponíveis em quatro sub-redes suportaria apenas 62 *hosts* cada, não atendendo às necessidades do *data center* – excedendo em muito os endereços para operações e os execs. Contudo, usando VLSM, o espaço é primeiro dividido em 2, com cada sub-rede capaz de endereçar 126 *hosts*. Assim, uma sub-rede cobre o *data center*. A outra metade é ainda dividida em duas, fornecendo duas sub-sub-redes de 62 *hosts*. Uma abrange o *call center*, a outra é dividida em duas mais uma vez, criando duas sub-sub-sub-sub-30 de acolhimento, a fim de cobrir o setor de produção e o escritório.

Definir Endereços de *Hosts* para a Sub-Rede #14-14-2 (140.25.238.64/27)

Veja na Figura 9 os endereços dos *hosts* que podem ser atribuídos para a subrede #14-14-2 (140.25.238.64/27):

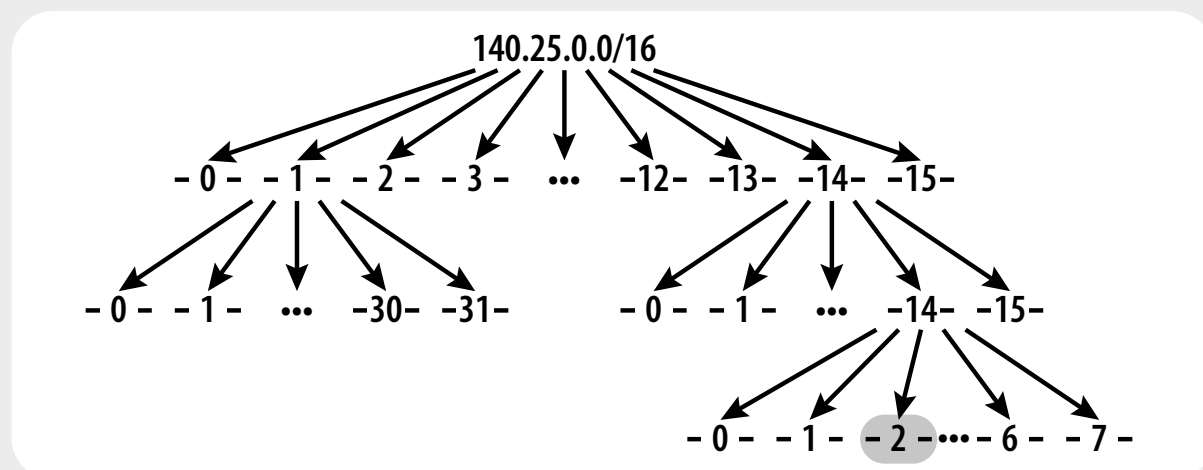


Figura 9 – Definir os endereços de *hosts* para a sub-rede #14-14-2 (140.25.238.64/27)

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama representando uma estrutura de árvore com setas apontando em diferentes formatos. A árvore é composta por números e exibida no diagrama. O diagrama mostra uma estrutura de árvore com ramos que se estende em várias direções. Cada ramo é representado por um número, e a estrutura da árvore é exibida usando setas que apontam do nó pai para o nó filho. Os números estão dispostos de maneira hierárquica, inferior à relação entre os nós na árvore. No diagrama, os números são dispostos em ordem sequencial, com cada número representando um nó diferente na árvore. As setas indicam a direção das relações entre nós, mostrando as configurações pai-filho. Além disso, há vários textos acompanhantes dentro da imagem. O texto “140.25.0.0/16” está localizado no canto superior esquerdo da imagem, fornecendo informações adicionais sobre a árvore. Fim da descrição.

Cada sub-rede da sub-rede #14-14 tem 5 bits no campo do número do *host*. Significa que para cada sub-rede, um bloco de 30 endereços válidos de *host* (25 - 2) é possível. Os *hosts* poderão ser numerados de 1 a 30.

Os endereços válidos de *hosts* para cada sub-rede #14-14-2 são exibidos a seguir. O prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado, enquanto o que está em **negrito** sinaliza os 5 bits que representarão os números dos *hosts*:

Quadro 9 – Endereços dos hosts da sub-rede #14-14-2

Subnet # 14-14-2: <u>10001100.00011001.11101110.01000000</u> = 140.25.238.64/27
Host # 1: <u>10001100.00011001.11101110.01000001</u> = 140.25.238.65/27
Host # 2: <u>10001100.00011001.11101110.01000010</u> = 140.25.238.66/27
Host # 3: <u>10001100.00011001.11101110.01000011</u> = 140.25.238.67/27
Host # 4: <u>10001100.00011001.11101110.01000100</u> = 140.25.238.68/27
Host # 5: <u>10001100.00011001.11101110.01000101</u> = 140.25.238.69/27
:
:
Host # 29: <u>10001100.00011001.11101110.01011101</u> = 140.25.238.93/27
Host # 30: <u>10001100.00011001.11101110.01011110</u> = 140.25.238.94/27

Fonte: Seméria, 1996

O endereço de *broadcast* para a sub-rede #14-14-2 corresponde a todos os 1 ou:

Quadro 10 – *Broadcast* da sub-rede #14-14-2

<u>10001100.00011001.11101110.01011111</u> = 140.25.238.95
--

Fonte: Seméria, 1996

O endereço de *broadcast* para a sub-rede #6-14-2 é exatamente um a menos que a base de endereço para a sub-rede #14-14-3 (140.25.238.96).

Rota de Agregação

A VLSM permite também a divisão recursiva de uma rede dentro de uma organização. Assim, os endereços podem ser agregados e reagrupados para reduzir a quantidade de informação de roteamento nos roteadores de borda da empresa.

Conceitualmente, uma rede é dividida em sub-redes, algumas destas sub-redes são divididas em outras sub-redes. Isto permite uma estrutura detalhada de informação de roteamento para um grupo de sub-redes, fazendo com que o roteador de borda da empresa permita a entrada dos pacotes que pertencem àquelas sub-redes.

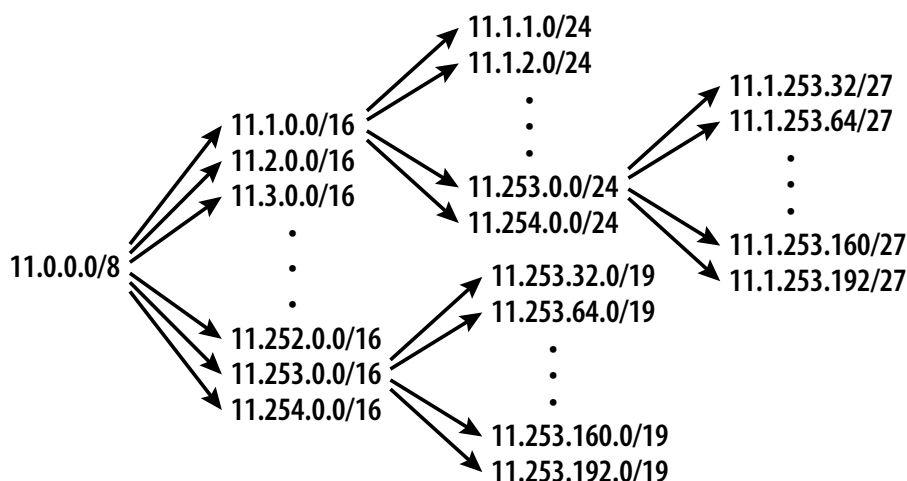


Figura 10 – VLSM permite uma divisão recursiva de um prefixo de rede

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama de uma árvore com vários números e setas. O diagrama ocupa toda a imagem, que tem uma largura de 417 pixels e uma altura de 210 pixels. O diagrama da árvore é desenhado em um fundo em branco. Os números e setas no diagrama da árvore representam diferentes valores numéricos e conexões entre eles. Os números são exibidos em várias posições nos ramos da árvore, e as setas indicam relações ou dependências entre os números. Além disso, algumas informações textuais são fornecidas dentro da imagem. O texto inclui intervalos de endereços IP no formato "XXXX/X" exibidos em caixas retangulares de delimitação. Esses intervalos de endereço IP estão relacionados aos números das tabelas no diagrama da árvore, representando diferentes configurações de rede ou sub-redes. Fim da descrição.

Observe que, na Figura 10, a rede 11.0.0.0/8 é a primeira e tem configuradas sub-redes com o prefixo /16 e a sub-rede 11.1.0.0/16 tem configuradas sub-redes com o prefixo /24.

Note também que o processo recursivo não requer que para algumas sub-redes de prefixo estendido seja atribuído um nível de recursão para a qual. Perceba, ainda, que a recursão subdivide o espaço de endereço das organizações até o limite estabelecido pelo administrador de rede ou ao atingir um /30.

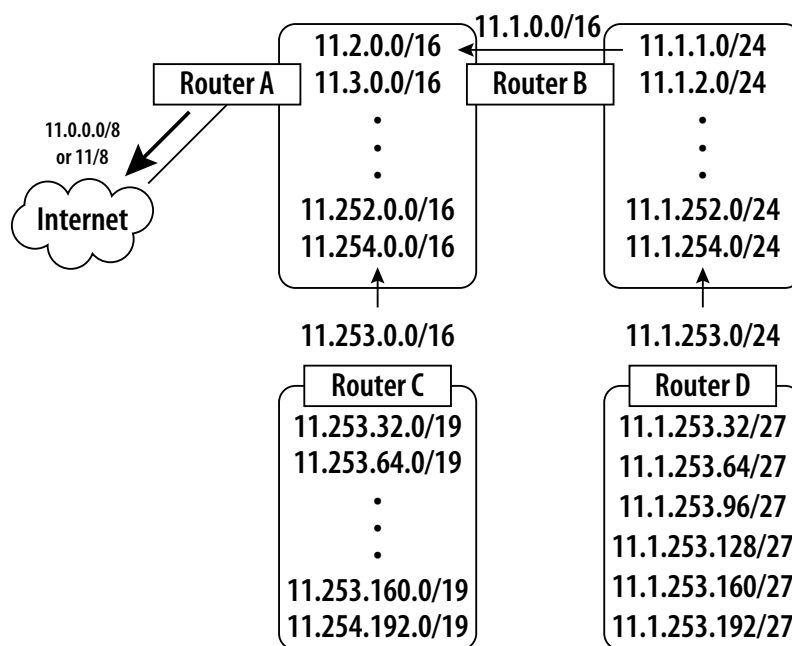


Figura 11 – VLSM (agregação de rota) reduzindo o tamanho da tabela de roteamento

Fonte: Seméria, 1996

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama representando a configuração de um roteador. O foco principal do diagrama são os roteadores rotulados como "Roteador A", "Roteador B", "Roteador C" e "Roteador D". O diagrama é composto por vários roteadores interconectados, com "Roteador A" no canto superior esquerdo e "Roteador D" no canto inferior direito. À direita de "Roteador A" está "Roteador C", e abaixo de "Roteador C" está "Roteador D". Além dos roteadores, há uma seta apontando para uma representação da internet. Essa seta indica a direção do fluxo de dados dentro da rede. Também existem vários rótulos de texto dentro do diagrama que descrevem os intervalos de endereços IP associados a diferentes roteadores, como "11.0.0.0/8" e "11.1.0.0/16". Esses rótulos fornecem informações adicionais sobre a configuração da rede. Fim da descrição.

A Figura 11 ilustra como um planejamento, usando VLSM, pode reduzir o tamanho de uma tabela de roteamento de uma organização.

Observe como o roteador D é capaz de resumir as seis sub-redes atrás de um único anúncio (11.1.253.0/24) e como o roteador B é capaz de resumir todas as sub-redes por trás de um único anúncio.

Do mesmo modo, o roteador C é capaz de resumir as seis sub-redes por trás de um único anúncio (11.253.0.0/16).

Finalmente, a estrutura de sub-redes não é visível para quem está fora da empresa. O roteador A anuncia apenas uma única rota, na tabela de roteamento global da internet – 11.0.0.0/8 (ou 11/8).

Atividades de Fixação

1 – Qual é o principal objetivo da técnica *Variable Length Subnet Masking* (VLSM) em redes de computadores? Assinale a alternativa correta.

- a. Crie sub-redes de tamanhos fixos para simplificar a configuração.
- b. Alocar endereços IP de forma dinâmica usando um servidor DHCP.
- c. Melhorar a segurança da rede por meio do uso de máscaras de sub-rede variáveis.
- d. Permite o uso de espaço de endereço IP, permitindo sub-redes de diferentes tamanhos.
- e. Aumentar a velocidade da rede através da extensão de dados.

2 – Converta o número binário 1001 em número decimal e assinale a alternativa CORRETA:

- a. 6.
- b. 8.
- c. 9.
- d. 4.
- e. 90.

Atenção, estudante! Veja o gabarito desta atividade de fixação no fim deste conteúdo.

Material Complementar



Leitura

Endereçamento de IP e Colocação em Sub-Rede para Novos Usuários

<https://bit.ly/494Uy6D>



Vídeos

Como Calcular Subredes

<https://youtu.be/By0IkCcolsc>

CÁLCULO de Máscara de Rede – VLSM

<https://youtu.be/Y9-hWsc7whA>

Referências

GALLO, M. A.; HANCOCK, W. M. **Comunicação entre computadores e tecnologias de rede**. São Paulo: Thomson Learning, 2003.

KUROSE, J. F. **Redes de computadores e a internet: uma nova abordagem**. São Paulo: Addison-Wesley, 2004.

SEMÉRIA, C. ***Understanding IP addressing: everything you ever wanted to know***. [S.l.]: 3Com, 1996.

TANENBAUM, A. S. **Redes de computadores**. 4. ed. São Paulo: Campus, 2003.

Gabarito

Questão 1

d) Permite o uso de espaço de endereço IP, permitindo sub-redes de diferentes tamanhos.

Justificativa: a técnica *Variable Length Subnet Masking* (VLSM) é utilizada para otimizar o uso do espaço de endereço IP em redes, permitindo a criação de sub-redes de diferentes tamanhos. Isso ajuda a economizar endereços IP e alocá-los de forma mais eficiente, especialmente em redes complexas.

Questão 2

c) 9.

Justificativa:

1001

$$1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

$$1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^0$$

$$1 \cdot 8 + 1 \cdot 1$$

$$= 9$$