



Unidade: Sub Redes, VLSM e CIDR

Unidade: Sub Redes, VLSM e CIDR

1) Cálculo de endereço 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. O conhecimentos sobre estas 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, deveremos voltar o número binário para decimal.

O sistema binário de numeração é um sistema no qual existem apenas dois algarismos, o algarismo 1 e o algarismo zero. Podemos representar qualquer número decimal em binário usando apenas estes dois algarismos. Para representar o número zero em binário usamos o algarismo 0 e para representar o número 1 em binário usamos o algarismo 1. Pois bem, se temos apenas estes dois algarismos, como poderíamos representar o algarismo 2 em binário? Você já parou para pensar nisto? 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 dez e nós apresentamos a quantidade de uma dezena utilizando-nos do algarismo 1 seguido do algarismo zero, ou seja, passamos a repetir os algarismos que já existe neste sistema de numeração.

No sistema binário, com um bit, conseguimos representar 2 dados (o 0 e o 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 que começar a agrupar outros bits.

Para começar os estudos sobre conversões de base, primeiro vamos verificar o procedimento genérico de conversões, ou seja, como converter qualquer base para outra base e depois usaremos o conceito aprendido para as conversões que iremos precisar.

Então vamos lá, estude e compreenda como se faz a conversão nos tópicos abaixo.

1.1) 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 a sua representatividade (unidade, dezena, centena etc.), lembrando que o expoente para a unidade será 0, para dezena será 1 e assim por diante.

Exemplo:

Decompor	o	decimal	5324
	5324	: 10 = 532 , sobra 4	10^0
	532	: 10 = 53 , sobra 2	10^1
	53	: 10 = 5 , sobra 3	10^2
	5	: 10 = 0 , sobra 5	10^3

Temos então que o número 5324 decomposto ficaria da seguinte forma:

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

Se o cálculo for efetuado chegaremos novamente no número 5324.

1.2) Convertendo de Binário para Decimal

Para fazer conversão do sistema binário para o sistema 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 destas multiplicações devem ser somados para obtermos o número decimal. Veja abaixo um exemplo.

Converter 110101 (binário) para número decimal

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

No exemplo acima note que os números binários com dígito zero 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 neste cálculo.

1.3) Conversão de decimal para binário

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, este processo irá se repetir até que o resultado seja

menor que a base. Exemplo.

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

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 resultado **11101₂**

2) VLSM - Máscaras de Sub rede de Tamanho Variados

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, ela é considerada uma rede com “máscaras de sub rede de tamanho variado” (VLSM) permitindo que os prefixos de rede tenham diferentes tamanhos.

2.1) 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 e C era que uma vez selecionado uma delas não teria como ter flexibilidade em implementar sub redes, ou seja, uma vez escolhido a classe B, então teríamos 65.534 endereços disponíveis e se minha empresa fosse usar apenas 1.500 endereços os restantes ficariam perdidos.

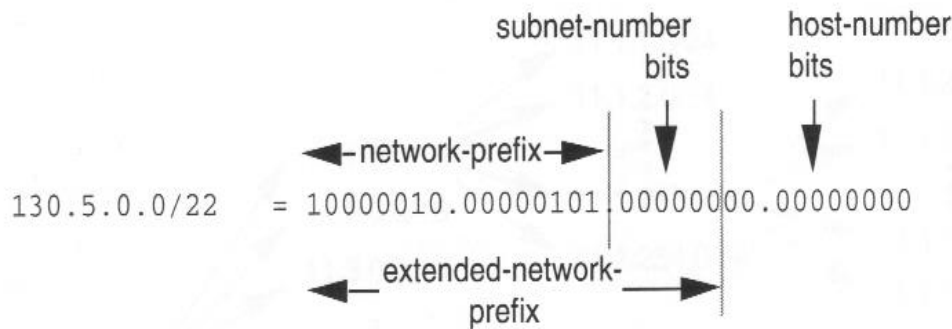


Figura 1: 130.5.0.0/16 com um/22 prefixo estendido de rede

Observe a figura 1. 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, permite 64 sub redes (2^6), cada qual suporta um número máximo de 1.022 hosts ($2^{10}-2$). O cálculo para se 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, na figura esta representado pela descrição **network-prefix**. Portanto, teríamos os dois primeiros octetos a esquerda para representar a rede e os outros dois octetos mais a direita para representar os hosts dentro da rede. No entanto, conforme descrito mais acima, teria 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 ela quiser implantar uma pequena sub rede com apenas 20 ou 30 hosts? Pensando nisto, houve a proposta de podermos usar a máscara de forma flexível, desta forma conseguimos diminuir os bits que representam os hosts e conseguiríamos aumentar a quantidade de bits que representam a rede. Na figura 1, seis bits foram pegos emprestados para formar redes, portanto passamos de um endereço 130.5.0.0/16 para um endereço 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 correspondente aos seis bits que pegamos emprestados devemos variá-los um a um. Sendo assim as seguintes redes seriam possíveis.

Sub Rede	Endereços				Conversão em decimal
0	30		00 000000	00 000000	130.5.0.0/22
1	30		00 000100	00 000000	130.5.4.0/22
2	30		00 001000	00 000000	130.5.8.0/22
3	30		00 001100	00 000000	130.5.12.0/22
4	30		00 010000	00 000000	130.5.16.0/22
5	30		00 010100	00 000000	130.5.20.0/22
6	30		00 011000	00 000000	130.5.24.0/22
7	30		00 011100	00 000000	130.5.28.0/22
8	30		00 100000	00 000000	130.5.32.0/22
9			00	00	130.5.36.0/22

	30		100100	000000	
10			00	00	130.5.40.0/22
	30		101000	000000	
11			00	00	130.5.44.0/22
	30		101100	000000	
12			00	00	130.5.48.0/22
	30		110000	000000	
....				00	...
	30	..	0	000000	
63			11	00	130.5.252.0/2
	30		111100	000000	2

Na tabela acima, os seis bits emprestados do terceiro octeto para criar as sub redes estão na cor azul, 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 texto, para exemplificar vamos converter a terceira rede criada (00001000). Os dois primeiros octetos não se alteram, portanto sempre será 130.5 para qualquer rede criada. O terceiro octeto, onde foi pego emprestado os seis bits para formar as sub redes, terá um número para cada rede criada, 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, por este motivo que esta sub rede

ficou com o endereço 130.5.8.0/22. O /22 indica que os seis bits do terceiro octeto será usado para representar rede.

Seguindo o processo descrito acima teremos então 64 sub redes, cada uma podendo ter no máximo 1022 máquinas, pois temos direito a manipular os oitos 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 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. Vamos ver como isto pode ser feito, no entanto é interessante ressaltar que não deverá seguir em frente no estudo do texto se o que foi descrito acima não estiver compreendido.

Se o administrador de rede ficar limitado a implementar apenas uma sub rede, então seguindo o caso descrito acima esses 20 ou 30 hosts teriam que usar um dos endereços da sub rede com o prefixo /22. Esta atribuição de máscara é um desperdício, ou seja, aproximadamente 1000 endereços IP's para cada sub rede foi desperdiçado! Sendo assim, podemos concluir que limitando a associação de um numero de rede com uma única máscara não ajuda no uso eficiente de endereço IP em uma organização.

Uma solução para este problema foi permitir que uma sub rede de rede pudesse atribuir mais do que uma máscara de sub rede. Vamos colocar outra situação aproveitando a figura 1. Vamos assumir 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 acima. Um endereço de rede /16 com um prefixo de rede estendido /26 permite 1024 sub redes (2^{10}), cada rede suporta um máximo de 62 hosts (2^6-2).

O prefixo /26 pode ser ideal para pequenas sub redes que necessite menos que 60 hosts, enquanto o prefixo /22 é bem adequado para grandes sub redes com elevação para 1000 hosts.

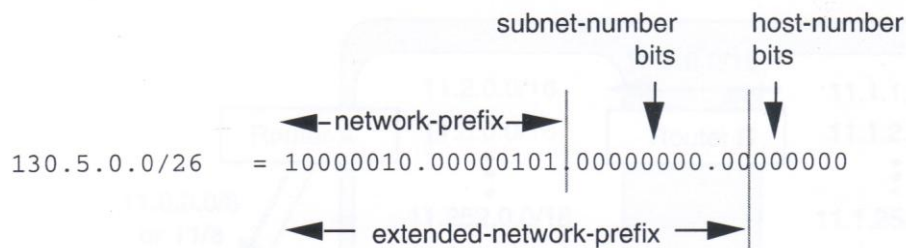


Figura 2: 130.5.0.0/16 com um/26 prefixo estendido de rede

3) Exemplo de VLSM

Vamos colocar 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 VLSM que se deseja usar na organização.

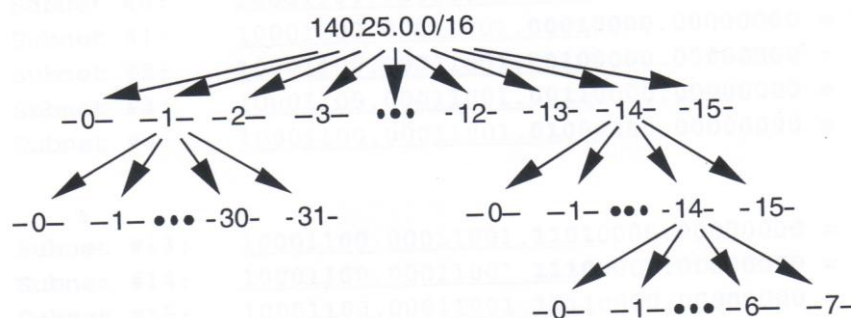


Figura 3: Endereço estratégico para exemplo VLSM

A primeira etapa do processo divide a base dos endereços da rede em 16 blocos de endereços de tamanhos iguais. Como pode perceber pela figura 3 a sub rede #1 é dividida em 32 blocos de endereços com tamanhos iguais e 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.

3.1) 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.

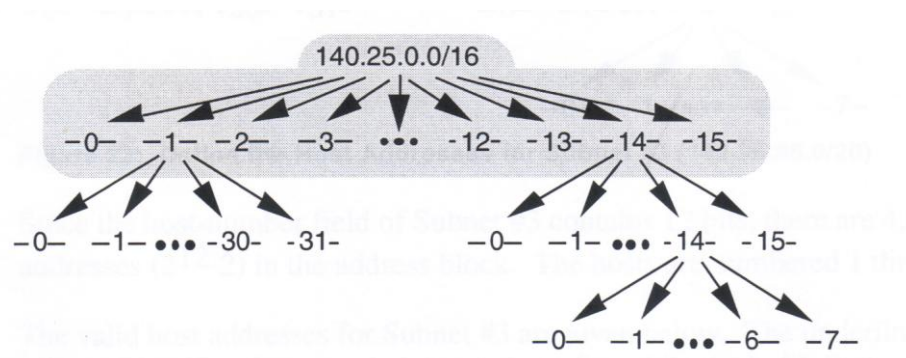


Figura 4: Define as 16 sub redes para 140.25.0.0/16

Para as 16 sub redes são necessários “pegar” emprestado 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 redes representa um bloco de 2^{12} (ou 4096) endereços de rede. O expoente 12 refere-se a 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 abaixo. As sub redes estão numeradas de 0 até 15. Cada prefixo de rede estendido esta sublinhado e os dígitos em negrito identificam os 4(quarto) bits que representam o numero da sub rede.

```

Base Network: 10001100.00011001.00000000.00000000 = 140.25.0.0/16
Subnet #0:    10001100.00011001.00000000.00000000 = 140.25.0.0/20
Subnet #1:    10001100.00011001.00010000.00000000 = 140.25.16.0/20
Subnet #2:    10001100.00011001.00100000.00000000 = 140.25.32.0/20
Subnet #3:    10001100.00011001.00110000.00000000 = 140.25.48.0/20
Subnet #4:    10001100.00011001.01000000.00000000 = 140.25.64.0/20
:
:
Subnet #13:   10001100.00011001.11010000.00000000 = 140.25.208.0/20
Subnet #14:   10001100.00011001.11100000.00000000 = 140.25.224.0/20
Subnet #15:   10001100.00011001.11110000.00000000 = 140.25.240.0/20
  
```

Figura 5: Sub redes da rede principal(140.25.48.0/20)

Vamos analisar agora os endereços dos hosts que estão na sub rede #3 (140.25.48.0/20), conforme apresentado na figura abaixo.

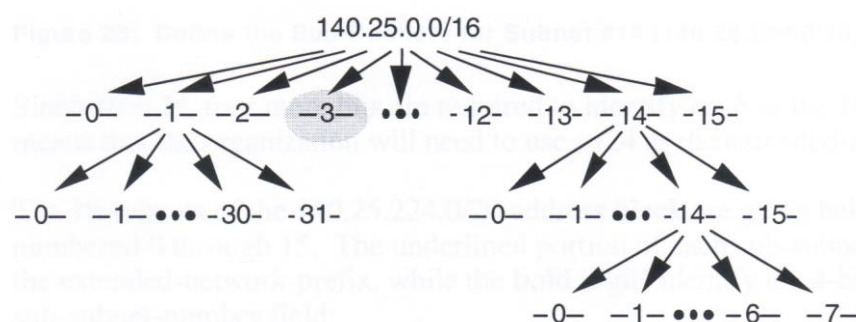


Figura 6: Define o endereço do host para a sub rede #3(140.25.48.0/20)

Conforme já descrito anteriormente temos 12 bits para endereçar os hosts na sub rede #3, portanto há 4094 endereços de hosts válidos ($2^{12}-2$). Os hosts são numerados de 1 até 4094.

Os endereços de hosts válidos para sub rede #3 são dados abaixo. Cada prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado e os dígitos em negrito identificam os 12 bits referente a identificação dos hosts.

```

Subnet #3:   10001100.00011001.00110000.00000000 = 140.25.48.0/20
Host #1:    10001100.00011001.00110000.00000001 = 140.25.48.1/20
Host #2:    10001100.00011001.00110000.00000010 = 140.25.48.2/20
Host #3:    10001100.00011001.00110000.00000011 = 140.25.48.3/20
:
:
Host #4093: 10001100.00011001.00111111.11111101 = 140.25.63.253/20
Host #4094: 10001100.00011001.00111111.11111110 = 140.25.63.254/20

```

Figura 7: Endereços IP para os hosts da sub rede 3

O endereço de broadcast para sub rede #3 são todos 1's conforme pode ser visto na figura abaixo:

```

10001100.00011001.00111111.11111111 = 140.25.63.255

```

Figura 8: Endereço de broadcast da sub rede 3

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).

3.2) Definir a sub-sub redes da sub rede #14(140.25.224.0/20)

Depois que a base foi dividida em 16 sub redes e devidamente identificadas, vamos analisar a sub rede #14 e dividí-la em 16 outros blocos de sub rede de tamanhos iguais. A ilustração da figura 9 demonstra o que vamos fazer.

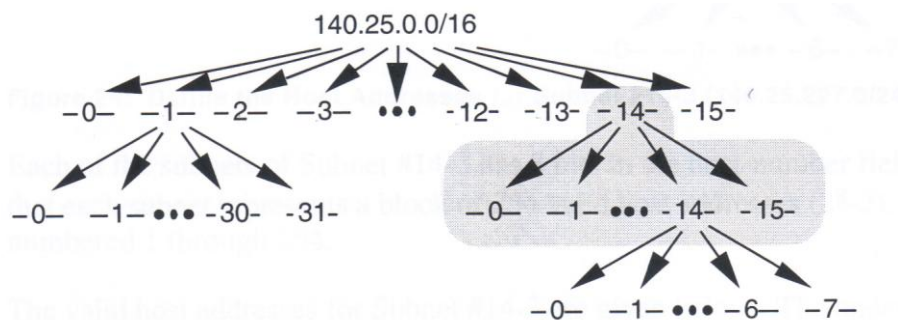


Figura 9: Definir as sub-sub redes para sub rede #14(140.25.224.0/20)

Precisamos, novamente, “pegar” emprestados mais 4 bits que identificam os hosts para implementar as 16 sub-sub redes ($16=2^4$). Isto significa que a organização irá precisar usar um /24 como prefixo estendido de rede, ou seja, a partir da sub rede /20 vamos criar mais 16 sub redes, portanto partiremos do /20 e pegaremos emprestado mais 4 bits para formar estas 16 sub redes, sendo assim ficaremos com um /24.

Os 16 blocos de endereços das sub redes 140.25.224.0/20 são dados abaixo. 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 numero da sub-sub rede.

```

Subnet #14: 10001100.00011001.11100000.00000000 = 140.25.224.0/20
Subnet #14-0: 10001100.00011001.11100000.00000000 = 140.25.224.0/24
Subnet #14-1: 10001100.00011001.11100001.00000000 = 140.25.225.0/24
Subnet #14-2: 10001100.00011001.11100010.00000000 = 140.25.226.0/24
Subnet #14-3: 10001100.00011001.11100011.00000000 = 140.25.227.0/24
Subnet #14-4: 10001100.00011001.11100100.00000000 = 140.25.228.0/24
:
:
Subnet #14-14: 10001100.00011001.11101110.00000000 = 140.25.238.0/24
Subnet #14-15: 10001100.00011001.11101111.00000000 = 140.25.239.0/24

```

Figura 10: Sub redes da sub rede 14

3.3) Definir o endereço dos hosts para sub rede #14-3(140.25.227.0/24)

Vamos analisar os endereços dos hosts que podem ser atribuídos para a sub rede #14-3 (140.25.227.0/24). A figura 11 apresenta os endereços.

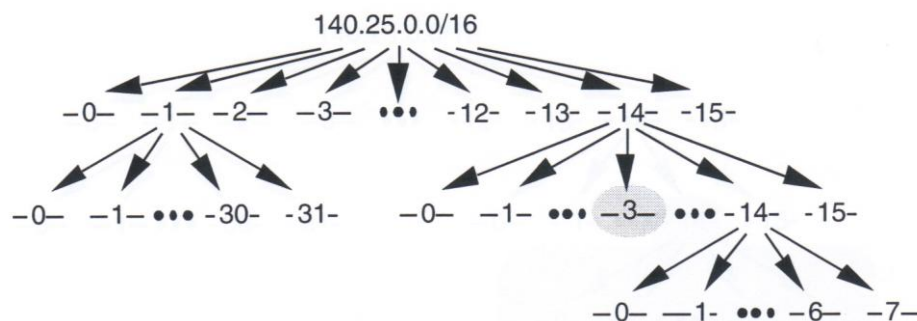


Figura 11: Definir os endereços de host para sub rede #14-3(140.25.227.0/24)

Cada sub redes da sub rede #14 tem 8 bits para representar os hosts, pois estamos trabalhando com um /24, isto 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 sub rede #14-3 são dados abaixo. O prefixo

estendido de rede é identificado com um sublinhado, enquanto os dígitos identificados em negrito são os 8 bits referente a identificação de hosts.

```
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    10001100.00011001.11100011.11111101 = 140.25.227.253/24
Host #254    10001100.00011001.11100011.11111110 = 140.25.227.254/24
```

Figura 12: Endereços IP da sub rede 14-3

O endereço de broadcast para sub rede #14-3 são todos 1's ou:

```
10001100.00011001.11100011.11111111 = 140.25.227.255
```

Figura 13: Endereço de broadcast da sub rede 14-3

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).

3.4) Definir a Sub²-sub redes para sub rede #14-14(140.25.238.0/24)

Esta ilustração está na Figura 14.

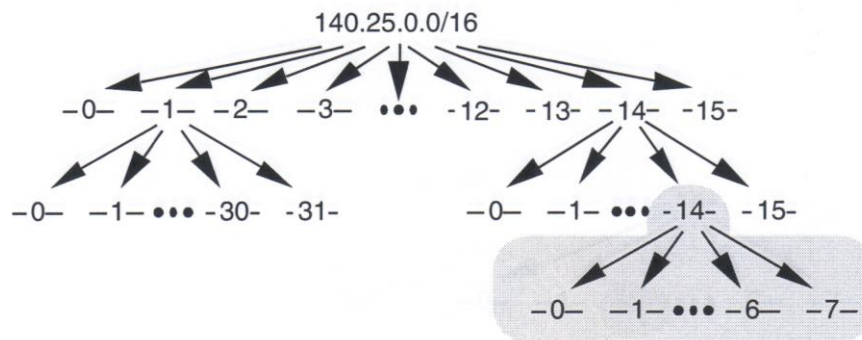


Figura 14: Definir a Sub²-Sub redes para sub rede #14-14(140.25.238.0/24)

Para implementar 8 sub redes a partir da sub rede 14-14 temos que “pegar” emprestado 3 bits, pois $8=2^3$. Isto significa que a empresa irá usar um /27, pois estamos partindo de um /24 e pegamos emprestado 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 exibidos abaixo. As sub redes são numeradas de 0 até 7. O prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado, enquanto o que está em **negrito** identifica os 3 bits representando a subrede².

números dos hosts.

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

Figura 17: Endereços dos Hosts da sub rede 14-14-2

O endereço de broadcast para sub rede #14-14-2 são todos 1's endereços ou:

```
10001100.00011001.11011100.01011111 = 140.25.238.95
```

Figura 18: Broadcast da sub rede 14-14-2

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).

4) Rota de Agregação

O VLSM também permite 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 organização. 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 pertence aquelas sub redes.

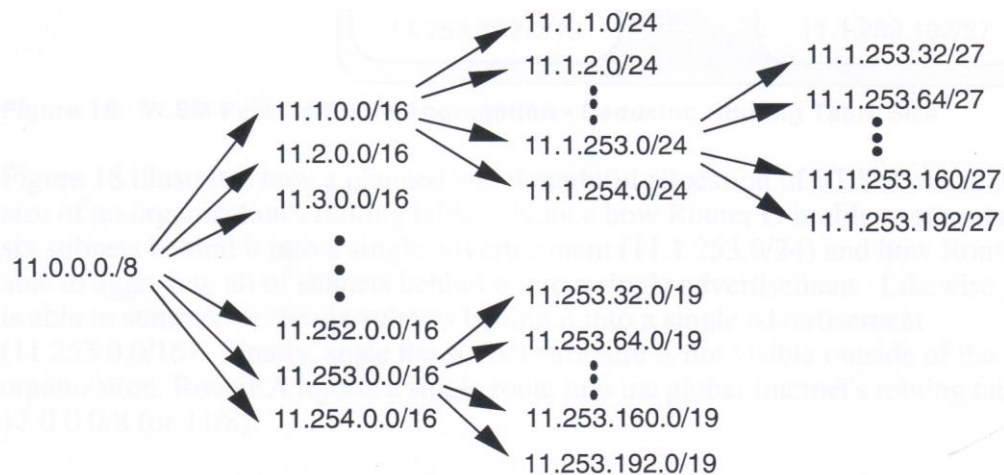


Figura 19: VLSM Permite uma Divisão Recursiva de um prefixo de rede

Observe que na figura 19, a rede 11.0.0.0/8 é a primeira rede e tem configurado sub redes com o prefixo /16. A sub rede 11.1.0.0/16 tem configurado sub redes com o prefixo /24. Note que o processo recursivo não requer que algumas sub redes de prefixo estendido seja atribuído um nível de recursão para ela. Perceba também que a recursão subdivide o espaço de endereço das organizações até o limite estabelecido pelo administrador de rede ou ao atingir um /30.

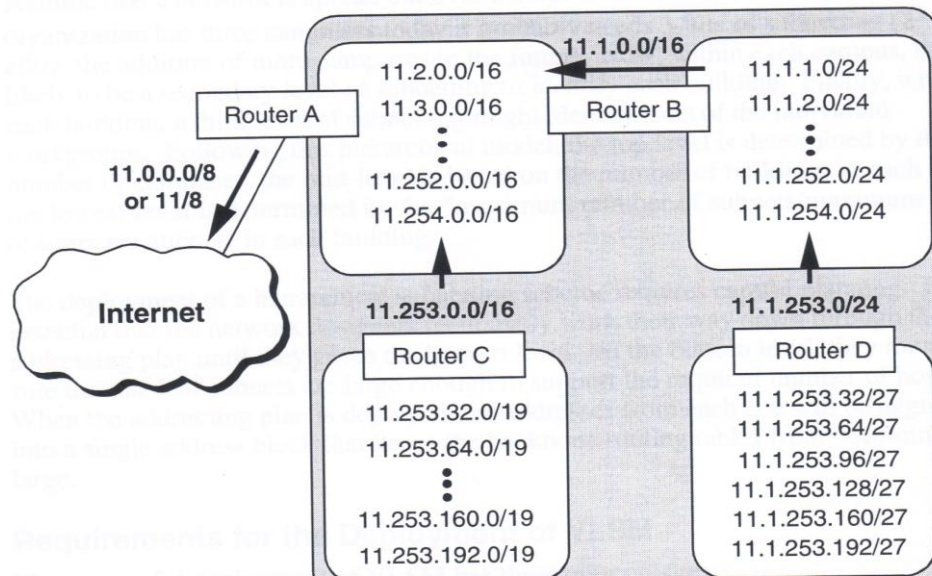


Figura 20: VLSM - Agregação de rota – Reduzindo o Tamanho da Tabela de Roteamento

A figura 20 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 sub redes por traz de um único anúncio. Do mesmo modo, o roteador C é capaz de resumir as seis sub redes por traz dele 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).

5) CIDR – Classless Inter-Domain Routing

Em 1992, os membros do IETF começaram a ficar preocupados com o crescimento exponencial da Internet, esta preocupação estava voltada para os problemas que este crescimento poderia trazer para o núcleo da rede, mais precisamente com a tabela de roteamento dos roteadores. Estas tabelas são afetadas diretamente conforme o crescimento da Internet, este crescimento

está relacionado a quantidade de máquinas que estão sendo conectadas a Internet. O núcleo da rede composto principalmente por roteadores são afetados, pois outros roteadores são implantados para suportar este tráfego aumentando assim a possibilidade de rotas, desta forma a tabela de roteamento para cada roteador acaba crescendo. Resumindo, abaixo se encontram os problemas relacionados ao início do crescimento acentuado da Internet.

- Exaustão do espaço de endereço da classe B
- Crescimento rápido no tamanho das tabelas de roteamento global
- Uma eventual exaustão no espaço de endereço de 32 bits (IPv4)

Os dois primeiros itens foram extremamente preocupantes quando em 1994 ou 1995 a Internet começou a crescer de forma exponencial. A resposta imediata para estes dois primeiros problemas foi o desenvolvimento do conceito que chamamos de Classless Inter-Domain Routing (CIDR). O terceiro problema, citado acima, está sendo resolvido com a implementação do IPv6.

O CIDR foi oficialmente apresentado em setembro de 1993 nas RFC's 1517, 1518, 1519 e 1520. Ele implementa duas características importantes para beneficiar o sistema de roteamento global da Internet.

- Ele elimina o conceito tradicional das classes A, B e classe C para os endereços de rede. Isto habilita a alocação eficiente do espaço de endereço do IPv4 permitindo o crescimento da Internet até que o IPv6 seja gradualmente implementado.
- O CIDR suporta agregação de rotas, isto significa que uma simples tabela pode representar o espaço de endereço de centenas de rotas considerando a classe cheia (Classfull), ou seja, permite que através de uma simples tabela de rotas o roteador tem condições de analisar um pacote e definir se pertence a uma das redes sob sua responsabilidade. A agregação de rotas ajuda a controlar a quantidade

de informação de roteamento contido na tabela de roteamento nos roteadores que fazem parte do backbone da rede, além de facilitar a manutenção dos administradores de redes responsáveis pelo tráfego na rede.

Sem a implementação do conceito do CIDR, a Internet não estaria funcionando hoje em dia, pois as tabelas de roteamento dos roteadores nos backbones não iriam suportar a quantidade de rotas existentes. Hoje os roteadores implementam o CIDR e conseguem diminuir a quantidade de informações da tabela de roteamento usando o que chamamos de resumo de rotas.

5.1) Alocação eficiente do espaço de endereço do IPv4

Como já foi descrito acima, o CIDR elimina o conceito tradicional de classes (A, B e C) e usa um conceito mais generalizado chamado “prefixo de rede”, semelhante a usada na técnica VLSM. Os roteadores usam o prefixo de rede para determinar o que é considerado um endereço de rede e o que é considerado um endereço de host. O resultado disto é que o CIDR suporta o desenvolvimento de tamanho arbitrário de rede podendo ser maior que 8, 16 ou 24 bits que era associado a classe cheia (Classfull).

No modelo usado no CIDR, cada pedaço da informação de roteamento é identificada com uma máscara de bit (tamanho do prefixo). O tamanho do prefixo é a forma como é especificado a porção de rede para a tabela de roteamento, ele é definido pelos bits mais a esquerda da porção de rede. Por exemplo, uma rede com 20 bits para identificar a rede e os outros 12 bits que irá identificar os endereços de hosts, poderia ser identificada como um /20, exemplo 180.172.48.0 /20

A sacada do CIDR é que o endereço IP identificado com o prefixo /20 poderia formar um endereço da classe A, B ou C. Os roteadores que implementam o CIDR não consideram os três primeiros bits do primeiro octeto que identificam as classes A, B e C. ao invés disto eles dependem da

informação do tamanho do prefixo fornecido com a rota.

Em ambientes classless, como no caso do CIDR, os prefixos são definidos em um bloco contínuo da direita para a esquerda do espaço do endereço IP. Por exemplo, todos os prefixos /20 representam a mesma quantidade de bits (20) para redes e os outros 12 bits são usados para endereçamento de hosts ($2^{12} \Leftrightarrow 4.096$ endereços de hosts). Portanto, um /20 pode identificar um endereço contido na classe A, classe B ou Classe C. A figura abaixo apresenta um exemplo do endereço de host para cada uma das classes.

Traditional A	10.23.64.0/20	<u>00001010.00010111.01000000.00000000</u>
Traditional B	130.5.0.0/20	<u>10000010.00000101.00000000.00000000</u>
Traditional C	200.7.128.0/20	<u>11001000.00000111.10000000.00000000</u>

Figura 21: Exemplo de classe A, B, C

5.2) Exemplo de alocação de endereço com CIDR

Neste exemplo, vamos assumir que um Provedor de serviço de Internet (ISP), tem um bloco de endereço 200.25.0.0/16. Com este bloco podemos representar $65.536(2^{16})$ endereços IP.

Vamos supor que este ISP, quer a partir do 200.25.0.0/16 alocar blocos de endereços 200.25.0.0/20, ou seja, com um /20 sobram 12 bits para endereços de hosts 2^{12} .

Bloco de endereço	<u>11001000.00011001.00100000.00000000</u>
200.25.16.0/20	

Caso não houvesse a possibilidade de usar o CIDR o provedor teria que usar um /16 ou um /24, conforme figura abaixo. Desta forma ele não teria a flexibilidade para pegar 4 bits emprestado do terceiro octeto para formar um /20.

Network #0	<u>11001000.00011001.00010000.00000000</u>	200.25.16.0/24
Network #1	<u>11001000.00011001.00010001.00000000</u>	200.25.17.0/24
Network #2	<u>11001000.00011001.00010010.00000000</u>	200.25.18.0/24
Network #3	<u>11001000.00011001.00010011.00000000</u>	200.25.19.0/24
Network #4	<u>11001000.00011001.00010100.00000000</u>	200.25.20.0/24
:		
:		
Network #13	<u>11001000.00011001.00011101.00000000</u>	200.25.29.0/24
Network #14	<u>11001000.00011001.00011110.00000000</u>	200.25.30.0/24
Network #15	<u>11001000.00011001.00011111.00000000</u>	200.25.31.0/24

Figura 22: Divisão de um endereço /20 em 16 sub redes

Usando o CIDR há mais flexibilidade para usar o espaço de endereço, portanto o provedor poderá “fatiar” o bloco de endereço em tamanhos diferentes satisfazendo suas necessidades. Ele poderá “fatiar” o bloco original em duas partes (cada uma com metade do espaço de endereço) e destiná-la para uma determinada empresa. A outra metade poderia ser dividida em mais 2 pedaços (cada uma com $\frac{1}{4}$ do espaço de endereço) e destinar um pedaço para a outra empresa e, finalmente, dividir os quatro pedaços em dois pedaços cada (formando um bloco de endereço de $\frac{1}{8}$) e destinar a empresa C e D. Cada empresa poderá alocar o bloco de endereço de forma eficiente para sua rede interna. A figura abaixo mostra a flexibilidade no uso de endereços classless.

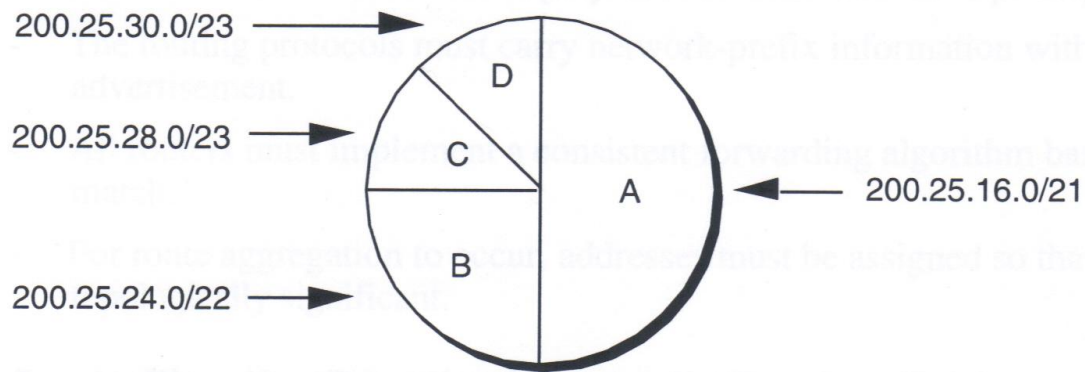


Figura 23: Uso do CIDR

Para obtermos a divisão dos endereços conforme descrito acima deve-se seguir alguns passos.

- 1) Considerando o bloco de endereço do ISP 200.25.16.0/20

Bloco de endereço	<u>11001000.00011001.00010000.00000000</u>
200.25.16.0/20	

Dividiremos este espaço de endereço em dois blocos de endereços com tamanhos iguais. Cada bloco representará metade do espaço de endereço IP, ou seja, 2048 (2^{11}).

Empresa A:	<u>11001000.00011001.0001</u> 0 000.00000000
200.25.16.0/21	

Reservado:	<u>11001000.00011001.0001</u> 1 000.00000000
200.25.24.0/21	

- 2) Dividiremos o bloco reservado (200.25.24.0 /21) em dois pedaços iguais. Cada bloco representa um quarto do espaço de endereço IP, ou seja, 1024 (2^{10}).

Reservado: 11001000.00011001.00011000.00000000
200.25.24.0/21

Empresa B: 11001000.00011001.00011000.00000000 200.25.24.0/22

Reservado: 11001000.00011001.00011100.00000000
200.25.28.0/22

- 3) Dividimos o bloco reservado em dois blocos iguais. Cada bloco representa um oitavo do espaço de endereço, ou seja, 512(2^9).

Reservado: 11001000.00011001.00011100.00000000
200.25.28.0/22

Empresa C: 11001000.00011001.00011100.00000000
200.25.28.0/23

Empresa D: 11001000.00011001.00011110.00000000
200.25.30.0/23

6) Mas o CIDR é semelhante ao VLSM?

Se você chegou a esta conclusão sozinho, você é um bom observador, pois a técnica usada no CIDR é semelhante a técnica usada no VLSM. Ambas usam, essencialmente, a mesma técnica de dividir o endereço de forma recursiva para usar de forma mais eficiente o espaço de endereçamento. A diferença está no local onde cada técnica é aplicada, enquanto o VLSM é usado na rede interna da empresa para melhor usar o espaço de endereço, o CIDR permite a alocação recursiva de endereço em um nível mais alto como ISP, ou seja, o VLSM, por ser usado na rede interna da empresa, os endereços não são reconhecidos na Internet, geralmente usa-se endereços privados, agora, no CIDR os endereços são válidos, públicos e roteáveis. Portanto, usamos a técnica CIDR em roteadores que fazem parte do backbone da Internet com a finalidade de reduzir a quantidade de informações na tabela de roteamento.

7) Controlando o crescimento da tabela de roteamento.

A redução da quantidade de informação na tabela de roteamento requer que a Internet se divida em domínios, ou seja, deve haver uma organização nestes endereços para facilitar na implementação da técnica CIDR. Havendo um domínio, o roteador terá capacidade de identificar qualquer pacote que pertença a sua rede e sub rede sem precisar armazenar na tabela de roteamento todas as redes e sub redes pertencentes a ele. Conseqüentemente, a tabela de roteamento não irá crescer no ritmo da Internet. A figura abaixo mostra como ficaria o domínio até aqui discutido.

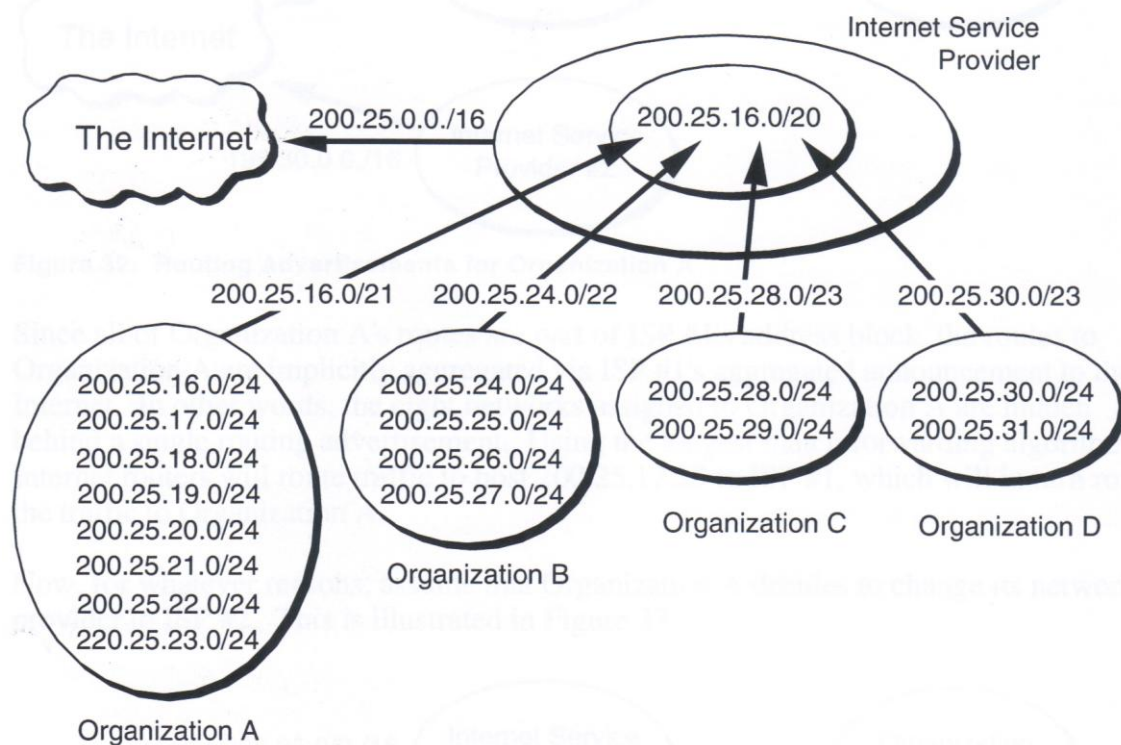


Figura 24: Resumo de rotas em uma empresa

Na figura podemos concluir que o ISP usando o bloco de endereço (200.25.16.0/20) alocou os endereços conforme mostrado abaixo.

- A organização A tem oito redes /24 pertencente a um endereço 200.25.16.0/21
- A organização B tem quatro redes /24 pertencente a um endereço 200.25.24.0/22
- A organização C tem duas redes /24 pertencente a um endereço 200.25.28.0/23
- A organização D tem duas redes /24 pertencente ao endereço 200.25.30.0/23

Qualquer pacote destinado a um endereço de host correspondente a rede 200.25.23.0/24 será enviado considerando o caminho Internet -> ISP (200.25.0.0/16) -> sub rede do Provedor (200.25.16.0/20) -> sub rede (200.25.16.0.21) chegando ao 200.25.23.0/24. Como pode ser observado na figura 22, todo pacote que começar com o endereço 200.25, irá entrar na rede do ISP, os outros dois últimos octetos indicará uma sub rede do ISP e uma máquina dentro desta rede.

Referências

ANDREW S. TANENBAUM. **Redes de Computadores**. 4. ed. São Paulo: Campus, 2003.

GALLO, M. A.; HANCOCK, W. M. **Comunicacao entre Computadores e Tecnologias de Rede**. Sao Paulo: Thomson Learning, 2003.

KUROSE, J. F. **Redes de Computadores e a Internet: Uma Nova Abordagem**. Sao Paulo: Addison-Wesley, 2004.

STALLINGS, W. **Redes e Sistemas de Comunicacao de Dados: Teoria e Aplicacoes Corporativas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

Seméria, C.; Understanding IP Addressing: Everthing You Ever Wanted to know. 3Com Corporation, 1996.

Responsável pelo Conteúdo:

Prof. Ms. Vagner da Silva



www.cruzeirodosul.edu.br

Campus Liberdade

Rua Galvão Bueno, 868

01506-000

São Paulo SP Brasil

Tel: (55 11) 3385-3000