

Redes de Computadores

Projeto de endereçamento IP:
sub-redes e super-redes

Aula 17

(aula 15...)

End. de destino (camada de rede)

Módulo de roteamento

Tabela

Destino	interface

Ao receber um datagrama é necessário isolar o prefixo (endereço da rede destino)

Como??

Máscara de rede

Endereço IP
AND Máscara de rede

Máscaras de rede default

Classe	Endereço	Máscara
Classe A	255.0.0.0	11111111 00000000 00000000 00000000
Classe B	255.255.0.0	11111111 11111111 00000000 00000000
Classe C	255.255.255.0	11111111 11111111 11111111 00000000

Exemplo:

IP:	143.54.13.13	AND	10001111 00110110 00001101 00001101
Mask:	255.255.0.0		11111111 11111111 00000000 00000000
End. Rede:	143.54.0.0		<u>10001111 00110110 00000000 00000000</u>

Redes de Computadores

Sub-redes

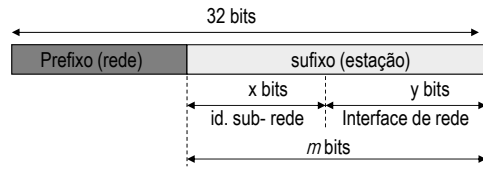
- Forma de criar redes dentro de uma única rede
 - Permitem um certo grau de compartilhamento de endereços de rede
 - Cria uma hierarquia adicional: rede, sub-rede e estação
- Permitem
 - Minimizar o desperdício de endereços
 - O endereço de rede de uma mesma organização é compartilhado entre suas diferentes unidades e não mais um endereço de rede por rede
 - Não é uma solução efetiva
 - Facilitar o gerenciamento e desempenho da rede
 - Administração da sub-rede pode ser delegada e o tráfego interno a essa rede pode ser confinado a ela

Introdução

- O esquema de endereçamento *classfull* do IPv4 é ineficiente
 - Problema 1: desperdício de endereços IP
 - Endereço de rede é atribuído a uma única rede, o que contribui para um esgotamento dos mesmos
 - Instituição com n redes necessita n endereços de rede
 - Esquema original não é eficiente
 - Ex.: Classe B 143.54.0.0 (65534 endereços IP = 2¹⁶-2)
 - Problema 2: tamanho de tabelas de roteamento
 - Endereços de redes são distribuídos por demanda
 - 143.54.0.0 (UFRGS-Brasil); 143.53.0.0 (University of Bradford – Inglaterra); 143.55.0.0 (Fashion Institut of Technology – EUA)
- Soluções: sub-redes e super-redes (CIDR)

Definição de sub-rede

- Endereços classes A, B e C podem ser usados para criar sub-redes
- Como criar ?
 - Dividindo o sufixo em duas partes: identificador de sub-rede e estação
 - Prefixo com tamanho variável MAS deve ser sempre maior que o prefixo original da classe da rede



- Define $2^x - 2$ sub-redes com $2^y - 2$ endereços IP válidos, cada.



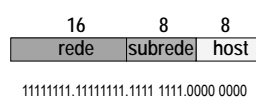
Regra válida APENAS para arquiteturas *classfull*

Endereçamento de sub-redes (*classfull*)

- Endereço de sub-rede (rede):
 - Identifica de forma única uma sub-rede dentro de uma rede
 - Concatenação do endereço de rede com o de sub-rede
 - Forma o prefixo de sub-rede (usual dizer apenas "prefixo de rede")
 - Bits do (novo)sufixo em zero
- Endereço de *broadcast* direto:
 - bits do(novo)sufixo em 1
- Máscara de sub-rede
 - Delimita o prefixo do sufixo (bits em 1 indicam os bits do prefixo)
 - Duas notações: decimal ou contagem de bits
 - Usual referenciar apenas como "máscara de rede"

Exemplo de criação de sub-redes

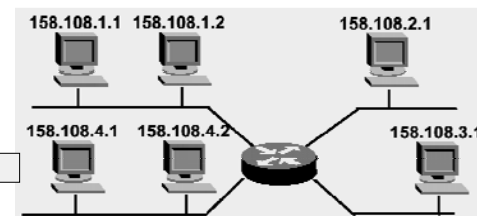
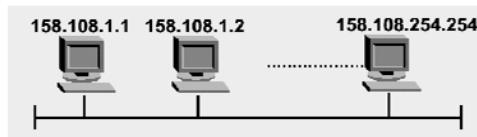
Divisão de uma rede classe B em 256 sub-redes.



Máscara: 255.255.255.0
Rede: 158.108.4.0
Broadcast: 158.108.4.255



Endereços especiais!!!



Na realidade se tem 254 sub-redes, pois os valores com todos os bits em zero ou em 1 são reservados! (RFC950)

Limitações de sub-redes

- Sub-redes de um endereço de rede devem usar a mesma máscara
 - Comportam o mesmo número de estações
 - Limitação no número de sub-redes e de estações sem considerar a real necessidade de IPs em cada sub-rede
 - São endereços contíguos
- Algoritmos de roteamento *classfull* usam
 - Máscaras default (255.0.0.0; 255.255.0.0 e 255.255.255.0)
 - Deduzem máscaras de sub-redes a partir de entradas informadas
 - Origem da proibição de certos end. de sub-rede (bits em zero e em um 1)



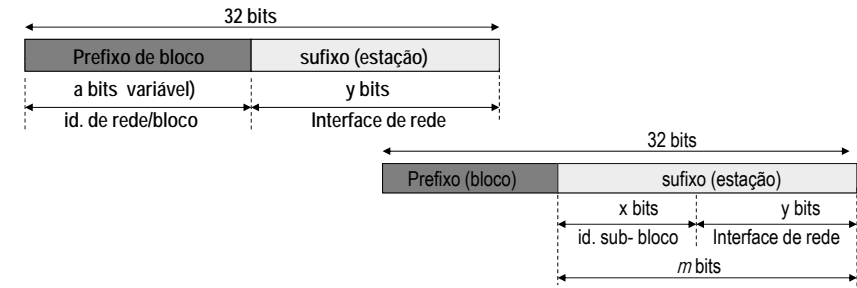
Problema de base: estrutura de classe

Super-redes

- Baseado na alocação de endereços IP por demanda
 - Combate o desperdício de endereços IP (problema 1)
- Construído sobre a noção de blocos de endereços
 - Bloco é um conjunto de 2^n endereços contíguos
 - Desconsidera a idéia de classes de endereços → arquitetura *classless*
- Permite o uso de vários endereços de rede por uma mesma organização

Definição de super-redes

- O endereço IP é formado por um prefixo de bloco e um sufixo
 - O prefixo de bloco identifica de forma única uma rede
 - O sufixo identifica de forma única uma máquina (interface) dentro do bloco



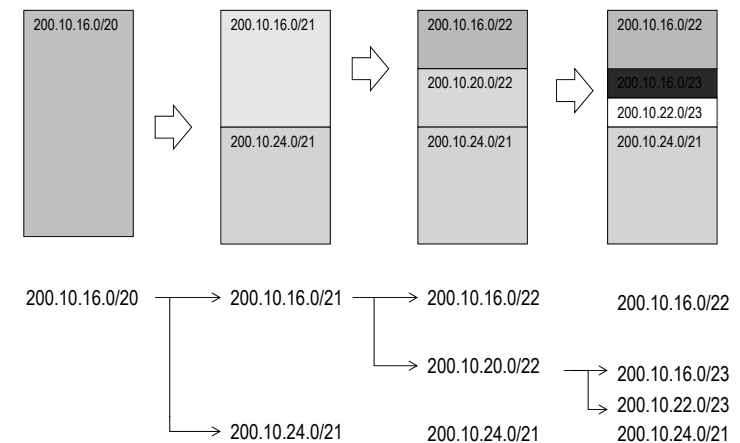
Define 2^x sub-blocos com $2^y - 2$ endereços IP válidos, cada.

Permite a existência de sub-blocos com prefixo com todos bits em 0 e 1.

Endereçamento de super-redes

- Endereço do bloco (rede):
 - Identifica de forma única um bloco de endereços
 - Bits do sufixo em zero
- Endereço de *broadcast* direto:
 - bits do sufixo em 1
- Máscara de rede
 - Delimita o prefixo do bloco do sufixo (bits em 1 indicam os bits do prefixo)
 - Possível criar sub-redes da mesma forma que na arquitetura *classfull*
 - Bits do sufixo são “pegos” para definir sub-blocos dentro de um bloco
 - Usa a notação contagem de bits

Alocação de endereços em blocos (*classless*)



Agregação de blocos

- O objetivo é identificar um conjunto de n blocos como um único
- Possível quando:
 - Blocos disponíveis compartilham uma mesma máscara
 - Blocos são contíguos
 - Número de blocos é potência de 2
- Motivos:
 - Fusionar blocos livres contíguos em um único maior
 - Referenciar vários blocos através de um único endereço de bloco (mais abrangente)
 - Reduz tamanho de tabelas de roteamento (Problema 2)

Endereçamento em super-redes: definindo blocos

31	11	0	
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/20
	8		
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	0010 00000000		200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	0100 00000000		200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	0110 00000000		200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	1000 00000000		200.10.24.0/23
11001000 00001010 0001	1010 00000000		200.10.26.0/23
11001000 00001010 0001	1100 000 0000		200.10.28.0/23
11001000 00001010 0001	1110 00000000		200.10.30.0/23

Endereçamento em super-redes: definindo blocos

31	11	0	
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/20
	8		
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	0010 00000000		200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	0100 00000000		200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	0110 00000000		200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	1000 00000000		200.10.24.0/22
11001000 00001010 0001	1010 00000000		
11001000 00001010 0001	1100 000 0000		200.10.28.0/22
11001000 00001010 0001	1110 00000000		
prefixo			

Endereçamento em super-redes: definindo blocos

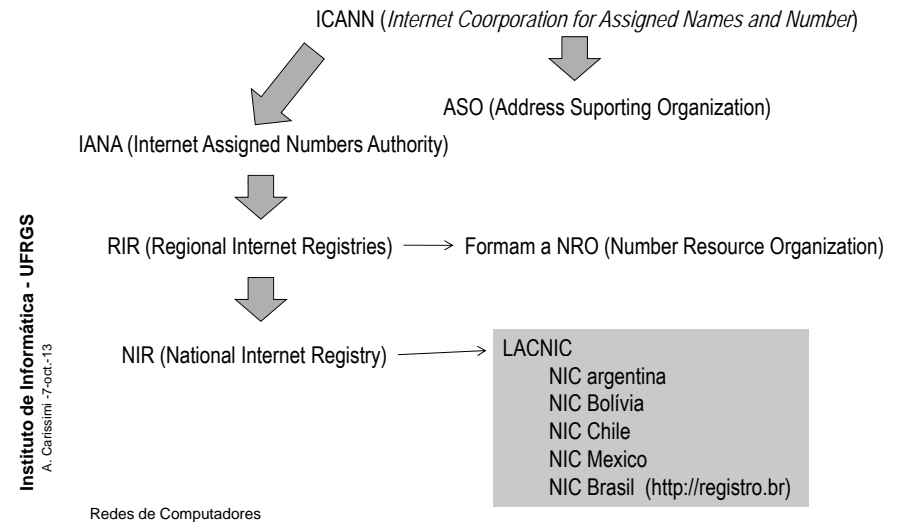
31	11	0	
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/20
	8		
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	0010 00000000		200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	0100 00000000		200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	0110 00000000		200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	1000 00000000		200.10.24.0/21
11001000 00001010 0001	1010 00000000		
11001000 00001010 0001	1100 000 0000		
11001000 00001010 0001	1110 00000000		
prefixo			

CIDR: Classless InterDomain Routing [RFC1519]

- Generalização do conceito de prefixo e sufixo
 - Prefixo para a ter qualquer comprimento de bits e não mais 8, 16 ou 24
 - Notação $a.b.c.d/x$; onde x é o comprimento da máscara ($13 \leq x \leq 27$???)
- Resolve:
 - Desperdício de endereços IP: cada organização passa a receber endereços IP adequados a sua real necessidade
 - Faixa de endereços continua podendo ser dividida em sub-redes
 - Redução no tamanho da tabela de roteamento pela agregação de rotas
 - Uso de um único prefixo para anunciar múltiplas rotas
- Sistema descentralizado de distribuição de endereços IPs
 - delegado pela ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Number*)

17

Atribuição de blocos CIDR



18

Regional Internet Registry System (RIR)

- Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC)
 - Europa, Ásia Central e Meridional
 - <http://www.ripe.net>
- Asian Pacific Network Information Centre (APNIC)
 - Ásia, Austrália e Nova Zelândia
 - <http://www.apnic.net>
- American Registry for Internet Numbers (ARIN)
 - EUA, Canadá e parte do Caribe
 - <http://www.arin.net>
- African Network Information Center (AfrinIC)
 - Países da África
 - <http://www.afrinic.org>
- Latin American and Caribbean Network Information Centre (LACNIC)
 - América Latina e parte do Caribe
 - <http://www.lacnic.org>



19

Exemplo : *Classless InterDomain Routing*

- Europa possui a faixa de endereços 194.0.0.0 a 194.255.255.255
 - Cambridge necessita 2046 endereços, Oxford 4094 endereços e Edinburgo 1022 endereços.
- Atribuindo endereços da faixa 194.24.0.0/19
 - Cambridge: 194.24.0.0 à 194.24.7.255 (194.24.0.0/21 255.255.248.0)
 - Edinburgo: 194.24.8.0 à 194.24.11.255 (194.24.8.0/22 ou 255.255.252.0)
 - Disponível: 194.24.12.0 à 194.24.15.255 (194.24.12.0/22 ou 255.255.252.0)
 - Oxford: 194.24.16.0 à 194.24.31.255 (194.24.16.0/20 ou 255.255.240.0)

Fonte: livro Redes de Computadores (Andrew Tanenbaum)

Redes de Computadores

20

Exemplo: *Classless InterDomain Routing (cont.)*

Tabela de roteamento (roteador fora da Inglaterra) – exemplo hipotético

Endereço de base (194.24.0.0)

Máscara (194.24.0.0/19)

Inglaterra 11000010 00011000 00000000 00000000 1111111 11111111 11100000 00000000

Para onde vai com end. do destino 194.24.11.1 → (11000010 00011000 00001101 00000001)?

Tabela de roteamento (roteador em Londres)

Endereço de base

Máscara

Cambridge	11000010 00011000 00000000 00000000	1111111 11111111 11110000 00000000
Oxford	11000010 00011000 00010000 00000000	1111111 11111111 11110000 00000000
Edinburgh	11000010 00011000 00001000 00000000	1111111 11111111 11111100 00000000

194.24.0.0 255.255.255.248 192.24.8.0

194.24.16.0 255.255.255.240 194.24.0.0

194.24.8.0 255.255.255.252 194.24.0.0 ←

Entrada correspondente a máscara mais restritiva

Redes de Computadores

21

A teoria, os livros, a RFC e a prática...

- Teoricamente, e assim está nos livros didáticos
 - Existe sub-rede com todos os bits em zero (sub-rede zero) e em 1
 - Uma rede tem que ter pelo menos uma máquina, portanto, o tamanho máximo de uma máscara é 30 bits
- Mas a RFC 950 diz
 - "...the <host-number> field is at least 1 bit wide..."
 - "It is useful to preserve and extend the interpretation of these special addresses in subnetted networks. This means the value of all zeros and all ones in the subnet field should not be assigned to actual (physical) subnets."
- Na prática:
 - Os softwares de roteamento atuais seguem a teoria/livros ☺ (até porque eles são baseados no CIDR)

Redes de Computadores

22

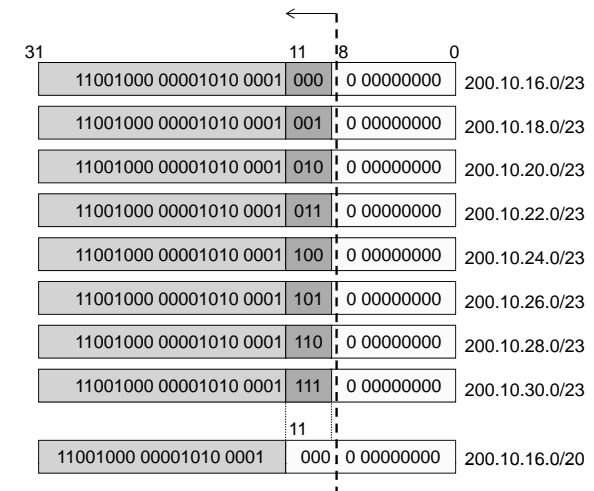
Leituras complementares

- Stallings, W. *Data and Computer Communications* (6th edition), Prentice Hall 1999.
 - Capítulo 15, seções 15.3, 15.4
- Tanenbaum, A. *Computer Networks* (3th edition), Prentice Hall 1996.
 - Capítulo 5, seções 5.5.3, 5.5.9, 5.5.10
- Tanenbaum, A. *Redes de Computadores* (4^a ed.), bookman, 2003.
 - Capítulo 5, seções 5.6.2 e 5.6.8
- Carissimi, A.; Rochol, J; Granville, L.Z; *Redes de Computadores*. Série Livros Didáticos. Bookman 2009.
 - Capítulo 5, seções 5.4.4, 5.5
- RIRs
 - <http://www.ripe.net/ripenncc/about/regional/rir-system.html>

Redes de Computadores

23

Agregação de blocos



Redes de Computadores

24