

Camada de Rede: Introdução

Livro: Redes de Computadores e a Internet

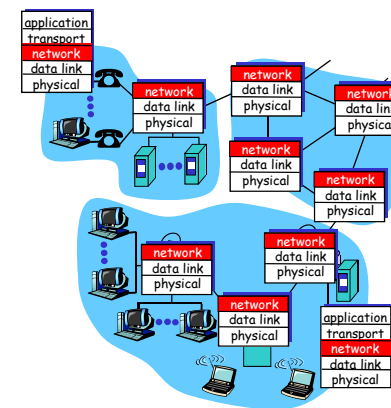
Autor: Kurose

- 4.1.1 Repasse X Roteamento
- 4.2.2 Redes de datagramas
- 4.4.1 Formato do Datagrama
- 4.4.2 Endereçamento IPv4
- 4.4.3 Protocolo ICMP

4-1

Camada de Rede

- Transporta um segmento do remetente até o destino
- No lado do remetente encapsula os segmentos em datagramas
- No lado destino, entrega os segmentos a camada de transporte
- Protocolos da camada de rede em cada host, roteador
- O roteador examina os campos em todos os datagramas que passam por ele



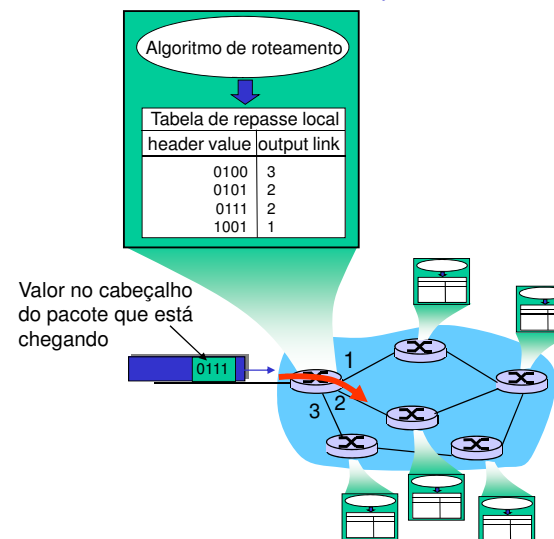
Revisao IP 4-2

Principais Funções da Camada de Rede

- *Repasse/encaminhamento /forwarding*: move os pacotes da entrada do roteador para a saída mais apropriada do roteador
 - *Roteamento*: determina a rota tomada pelos pacotes da origem ao destino
 - Algoritmos de Roteamento
- Analogia:**
- *roteamento*: processo de planejar uma viagem da origem ao destino
 - *Repasse/encaminhamento /forwarding*: processo de passar por um único cruzamento

Revisao IP 4-3

Algoritmos de roteamento determinam valores na tabela de repasse



Revisao IP 4-4

Tabela de Repasse

4 bilhões de
entradas possíveis

Faixa de endereço de Destino	Interface do Enlace
11001000 00010111 00010000 00000000 até	0
11001000 00010111 00010111 11111111	
11001000 00010111 00011000 00000000 até	1
11001000 00010111 00011000 11111111	
11001000 00010111 00011001 00000000 até	2
11001000 00010111 00011111 11111111	
senão	3

Revisao IP 4-5

Concordância do prefixo mais longo

Prefixo do Endereço	interface do enlace
11001000 00010111 00010	0
11001000 00010111 00011000	1
11001000 00010111 00011	2
senão	3

Exemplos

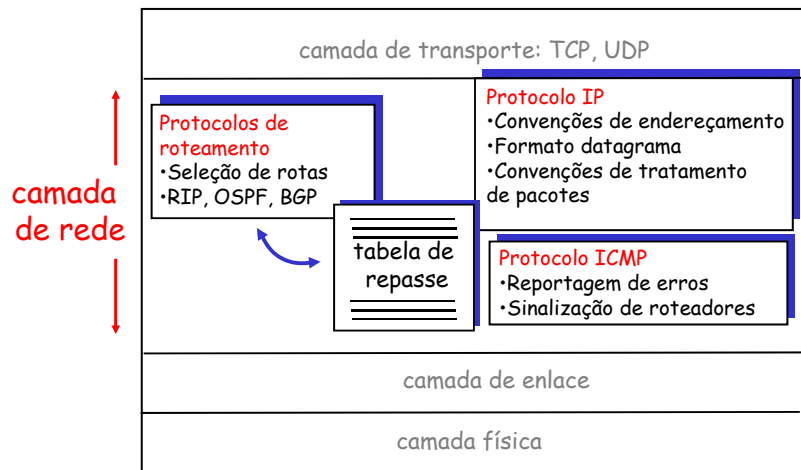
DA: 11001000 00010111 00010110 10100001 Qual a interface?

DA: 11001000 00010111 00011000 10101010 Qual a interface?

Revisao IP 4-6

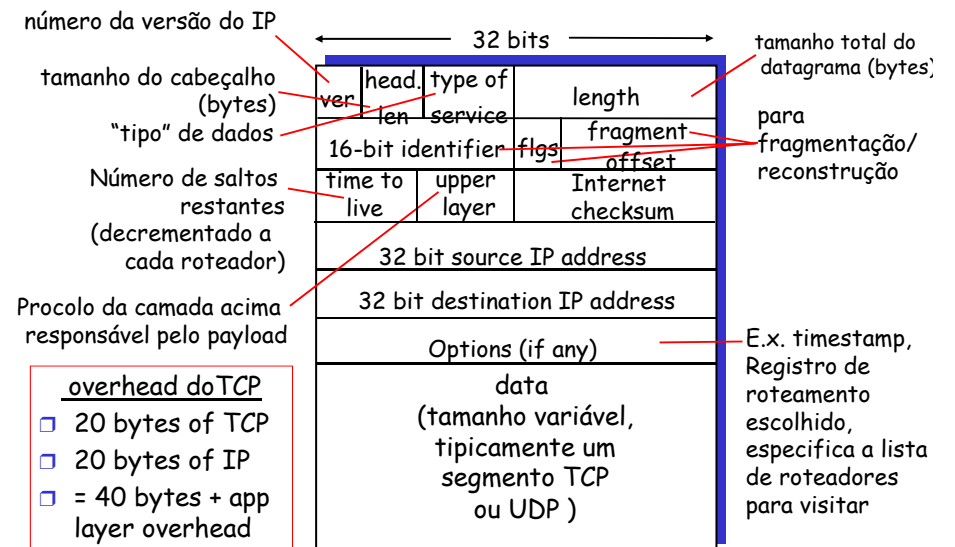
O interior da Camada de Rede

Funções de um host, roteador da camada de rede



Revisao IP 4-7

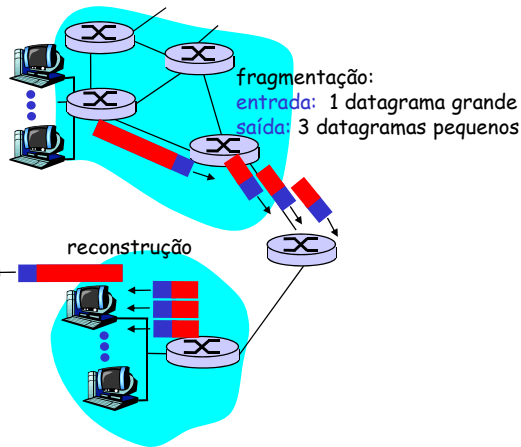
Formato do datagrama IP



Revisao IP 4-8

Fragmentação do datagrama IP

- Enlaces de rede têm MTU (max.transfer unit) - o maior payload da camada de enlace.
 - diferentes tipos de links,
 - diferentes MTUs
- Datagrama IP dividido ("fragmentado") na rede
 - Um datagrama vira diversos datagramas
 - "reconstrução" somente no destino final
 - bits do cabeçalho IP usados para identificar e ordenar os diversos fragmentos



Revisao IP 4-9

Fragmentação do datagrama IP

Exemplo

- Datagrama de 4000 bytes
- MTU = 1500 bytes

length	ID	fragflag	offset
=4000	=x	=0	=0

Um datagrama grande vira diversos datagramas pequenos

1480 bytes in data field

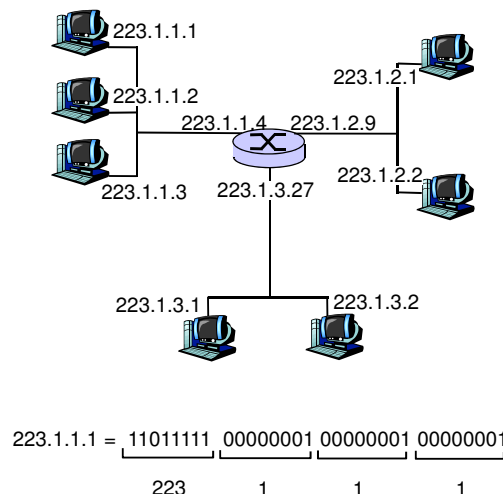
offset = 1480/8

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=1	=0
=1500	=x	=1	=185
=1040	=x	=0	=370

Revisao IP 4-10

Endereçamento IPv4

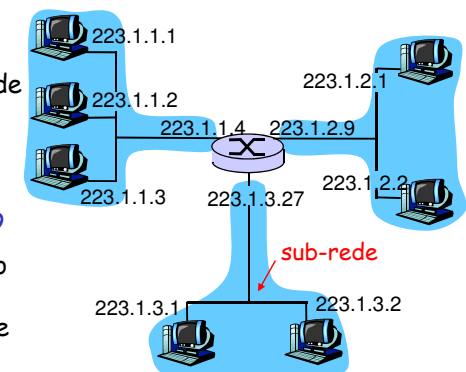
- Endereço IP:** identificador de 32 bits para a interface do host, roteador
- interface:** conexão entre host/roteador e camada física
 - Em geral, roteadores têm várias interfaces
 - host têm uma
 - Endereços IP são associados a cada interface



4-11

Sub-redes

- Endereço IP:**
 - parte da sub-rede (bits de ordem mais alta)
 - parte do host (bits de ordem mais baixa)
- O que é uma sub-rede ?**
 - Interfaces do dispositivo com endereços IP com mesma parte de sub-rede
 - podem alcançar fisicamente cada um roteador interveniente



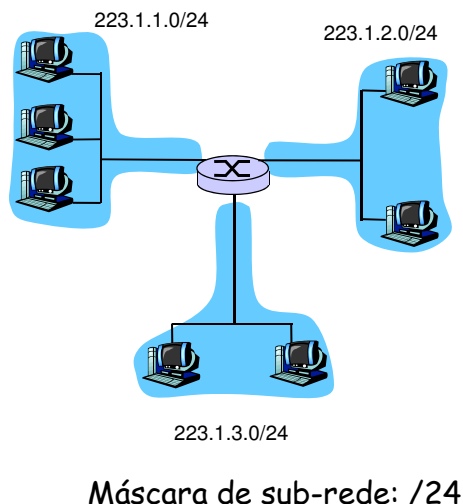
Rede consiste em 3 sub-redes

Revisao IP 4-12

Sub-redes

Receita

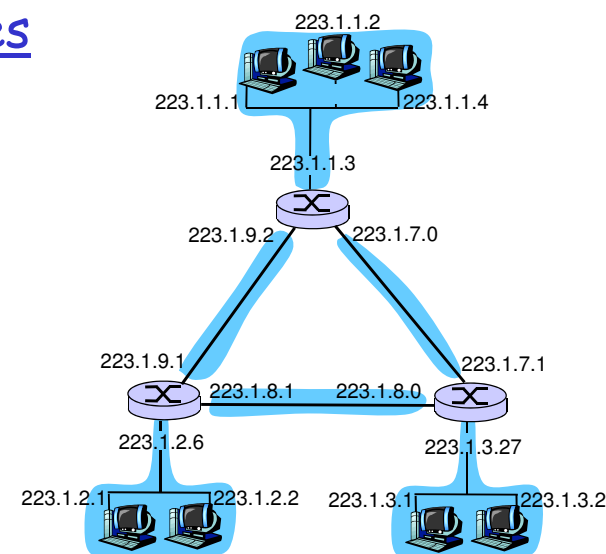
- Para determinar as sub-redes, destaque cada interface de seu host ou roteador, criando ilhas de redes isoladas com as interfaces fechando as terminações destas. Cada uma dessas redes isoladas é denominada **sub-rede**.



Revisao IP 4-13

Sub-redes

Quantas?

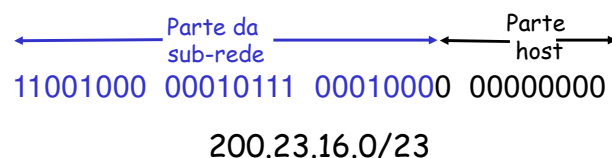


Revisao IP 4-14

Endereçamento IP: CIDR

CIDR: Classless InterDomain Routing

- Porção da sub-rede do endereço de tamanho arbitrário
- Formato do endereço: **a.b.c.d/x**, onde x indica o número de bits existentes na primeira parte do endereço



Revisao IP 4-15

Endereços IP: como obter um?

P: Como um *host* pega um endereço IP?

- Especificado pelo administrador do sistema e armazenado num arquivo
 - Wintel: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
 - UNIX: /etc/rc.config
- **DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol:** pega o endereço dinamicamente de um servidor
 - "plug-and-play"

Revisao IP 4-16

Endereços IP: como obter um?

P: Como a *rede* pega a parte de sub-rede do endereço IP?

R: pega seu bloco de endereços de seu provedor ISP

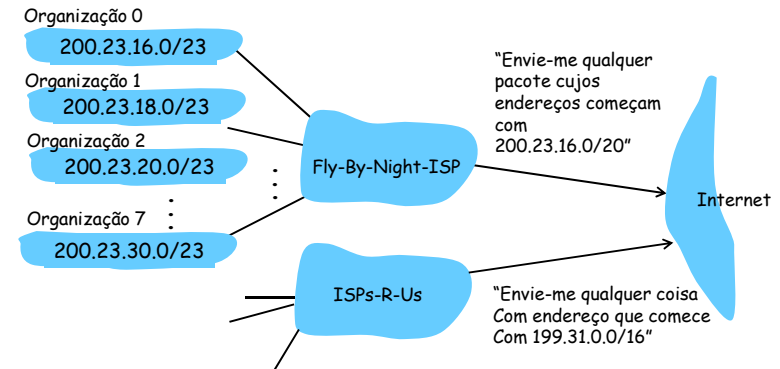
bloco da ISP 11001000 00010111 00010000 00000000 200.23.16.0/20

Organization 0	11001000 00010111 00010000 00000000	200.23.16.0/23
Organization 1	11001000 00010111 00010010 00000000	200.23.18.0/23
Organization 2	11001000 00010111 00010100 00000000	200.23.20.0/23
...
Organization 7	11001000 00010111 00011110 00000000	200.23.30.0/23

Revisao IP 4-17

Endereçamento hierárquico: agregação de rotas/endereços

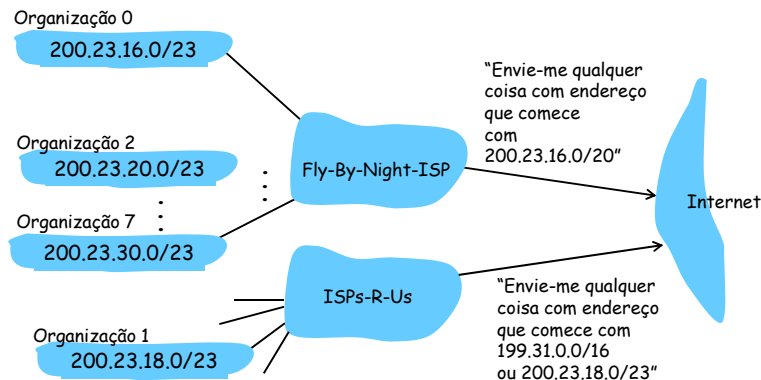
Endereçamento hierárquico permite o envio de informações de roteamento eficiente:



Revisao IP 4-18

Endereçamento hierárquico: mais rotas específicas

ISPs-R-Us tem uma rota mais específica que a Organização 1



Revisao IP 4-19

Endereçamento IP

P: Como uma ISP pega um bloco de endereços?

P: **ICANN:** Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

- aloca endereços
- Gerencia DNS
- Designa nome de domínios, resolve disputas

Revisao IP 4-20

ICMP: Internet Control Message Protocol

- ❑ Usado por computadores e roteadores para troca de informação de controle da camada de rede

- Error reporting: hospedeiro, rede, porta ou protocolo
- Echo request/reply (usado pela aplicação ping)

- ❑ Transporte de mensagens:

- Mensagens ICMP transportadas em datagramas IP

- ❑ mensagem ICMP tipo, código, mais primeiros 8 bytes do datagrama IP que causou o erro

Tipo	Código	descrição
0	0	echo reply (ping)
3	0	dest. network unreachable
3	1	dest host unreachable
3	2	dest protocol unreachable
3	3	dest port unreachable
3	6	dest network unknown
3	7	dest host unknown
4	0	source quench (congestion control - not used)
8	0	echo request (ping)
9	0	route advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	bad IP header

Revisao IP 4-21

Traceroute e ICMP

- ❑ O transmissor envia uma série de segmentos UDP para o destino

- O 1º possui TTL = 1
- O 2º possui TTL = 2 etc.
- nº de porta improvável

- ❑ Quando o enésimo datagrama chega ao enésimo roteador:

- O roteador descarta o datagrama
- E envia à origem uma mensagem ICMP (type 11, code 0)
- A mensagem inclui o nome do roteador e o endereço IP

- ❑ Quando a mensagem ICMP chega, a origem calcula o RTT
- ❑ O traceroute faz isso três vezes

Critério de interrupção

- ❑ O segmento UDP finalmente chega ao hospedeiro de destino
- ❑ O destino retorna o pacote ICMP "hospedeiro unreachable" (type 3, code 3)
- ❑ Quando a origem obtém esse ICMP, ela pára.

Revisao IP 4-22

Exercícios no acadêmico

Endereçamento IP - parte 1 e 2