

Interconexão de Redes

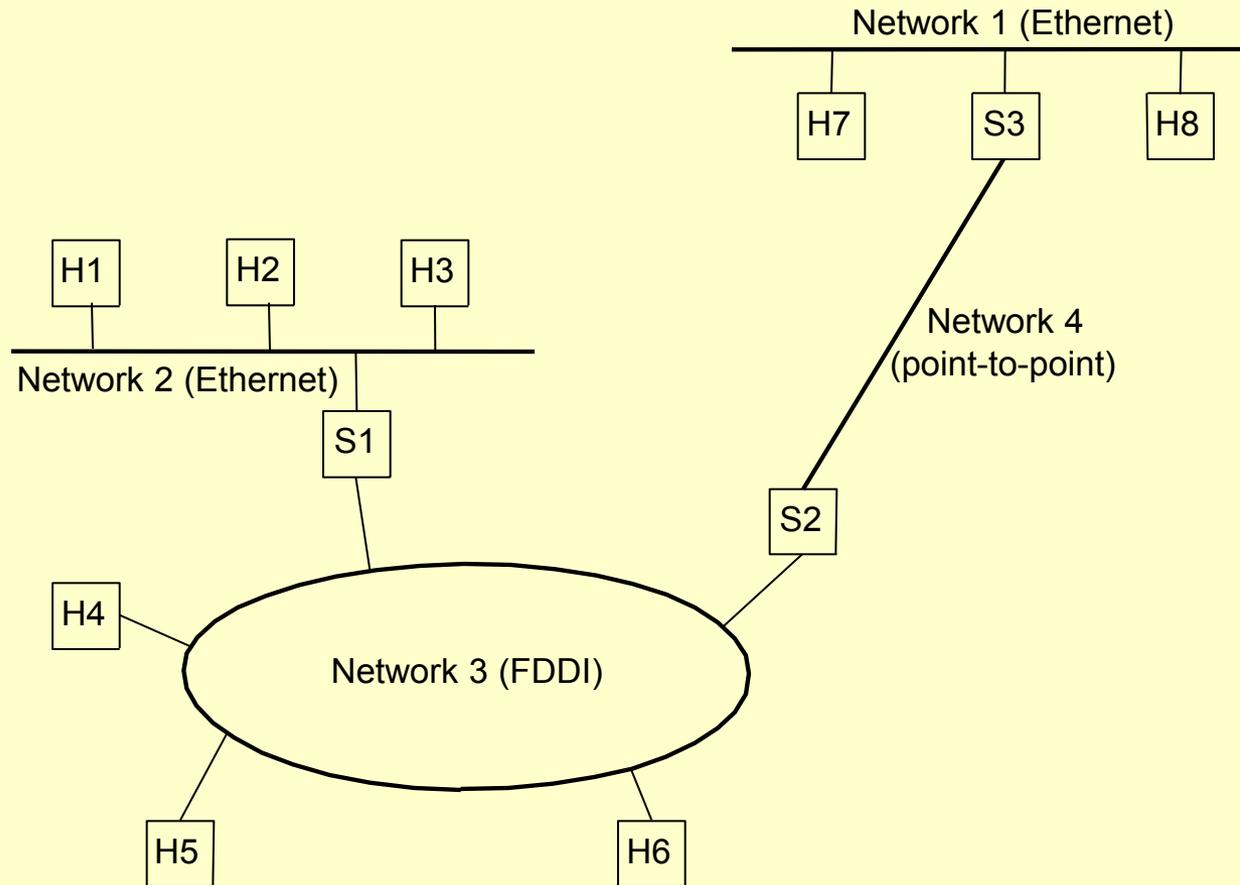
Parte 1

Prof. Dr. S. Motoyama

O Problema de Interconexão de redes

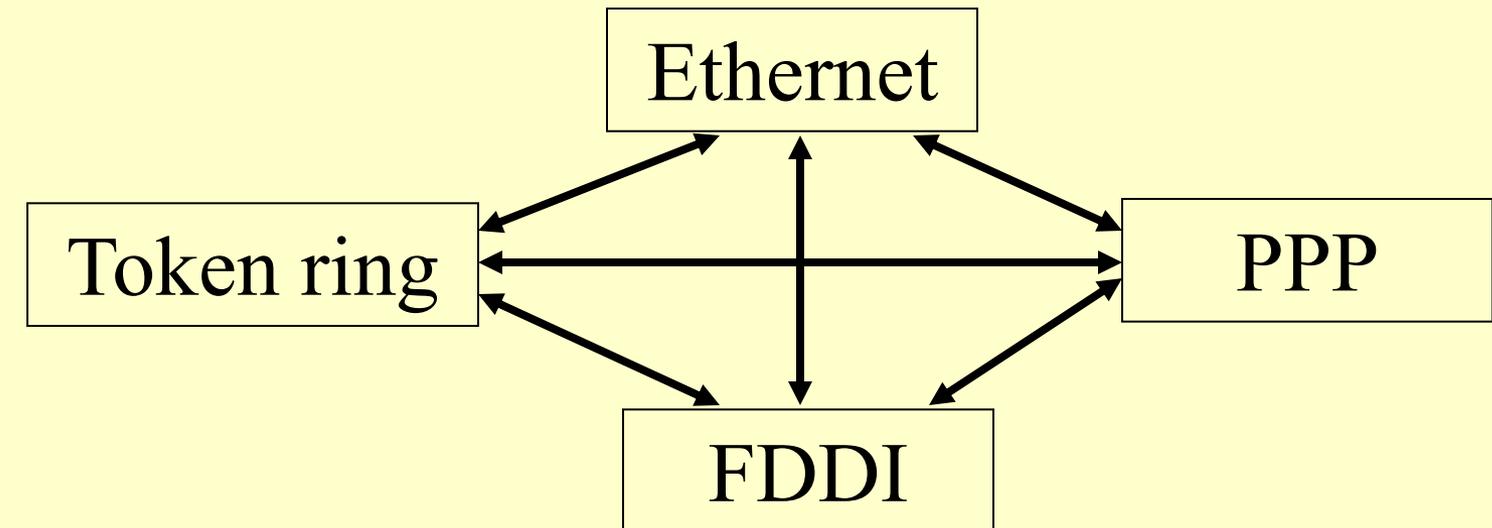
- Problema: Como interconectar efetivamente redes heterogêneas?
- Três problemas com interconexão a nível de enlace de dados :
 - Expansão difícil para diferentes tecnologias de enlace de dados.
 - Expansão difícil com o crescimento de número de hospedeiros ou redes.
 - Diferentes espaços de endereçamento.

Problema de Interconexão



Dificuldade de Expansão com diferentes tecnologias de enlace de dados

- Conversão entre estruturas de quadros.
- Problema de escalabilidade quando o número de tecnologias de enlace de dados aumenta.



↔ Conversão de quadros

Escalabilidade com o tamanho de rede

- Uma LAN comutada é uma rede plana, no sentido de que um quadro de difusão alcança todas as redes LAN.
 - VLAN pode aliviar esse problema, mas as custas do gerenciamento dos membros da VLAN.
- O protocolo de spanning tree não é muito escalável em relação ao tamanho da rede.
 - Leva muito tempo para o protocolo convergir.
 - Leva muito tempo para responder as mudanças de estados da rede.

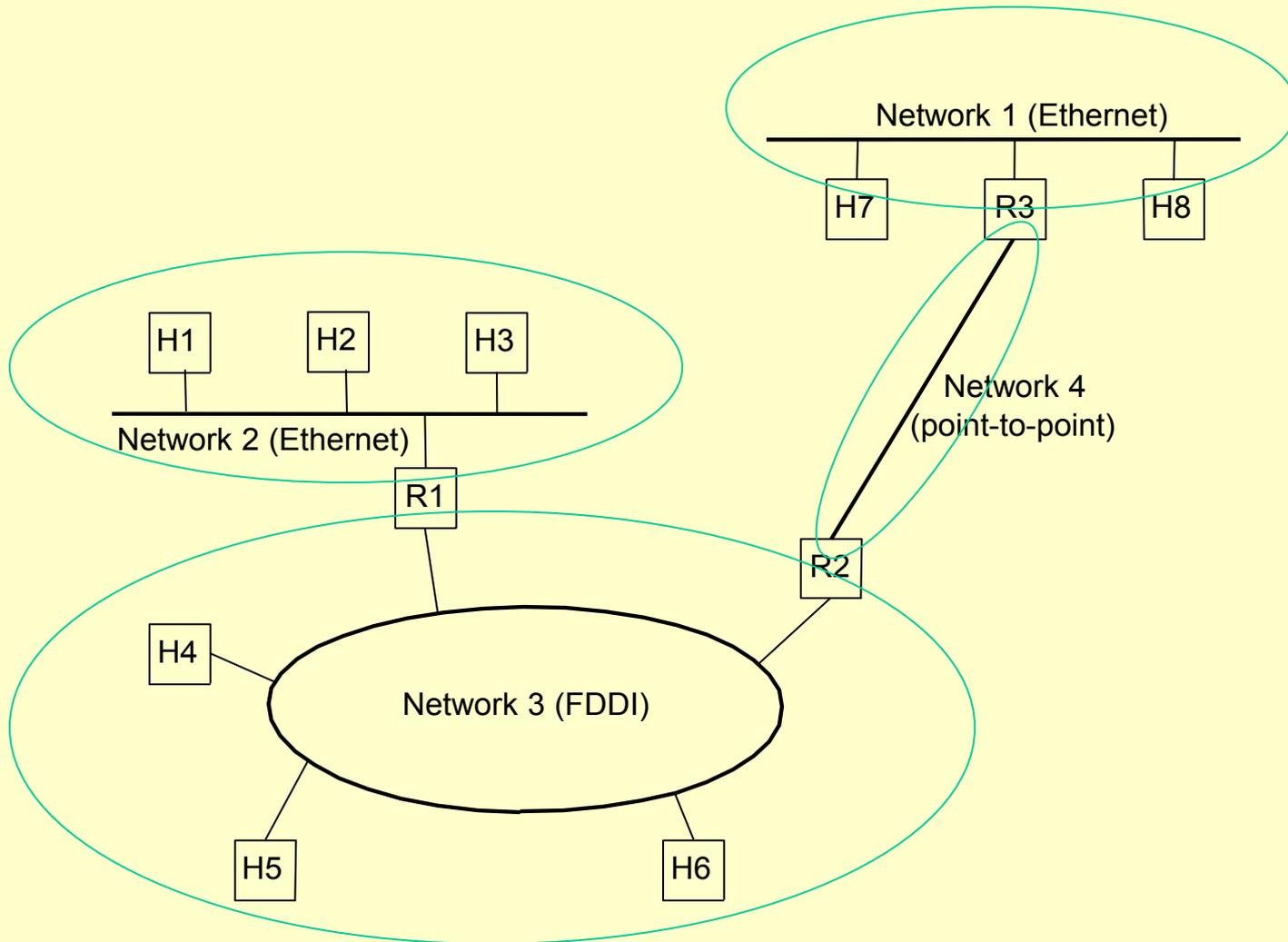
Espaço de endereço MAC não homogêneo

- O número de bits usado em endereço MAC pode ser.
 - Endereços MAC de 48 bits do IEEE
 - IBM recomenda outros endereços MAC administrados localmente (ignorando os endereços MAC embutidos).
- Cada endereço em uma tecnologia de enlace de dados deveria ser universalmente único, mas a sua unicidade não é garantida quando várias redes são atravessadas.

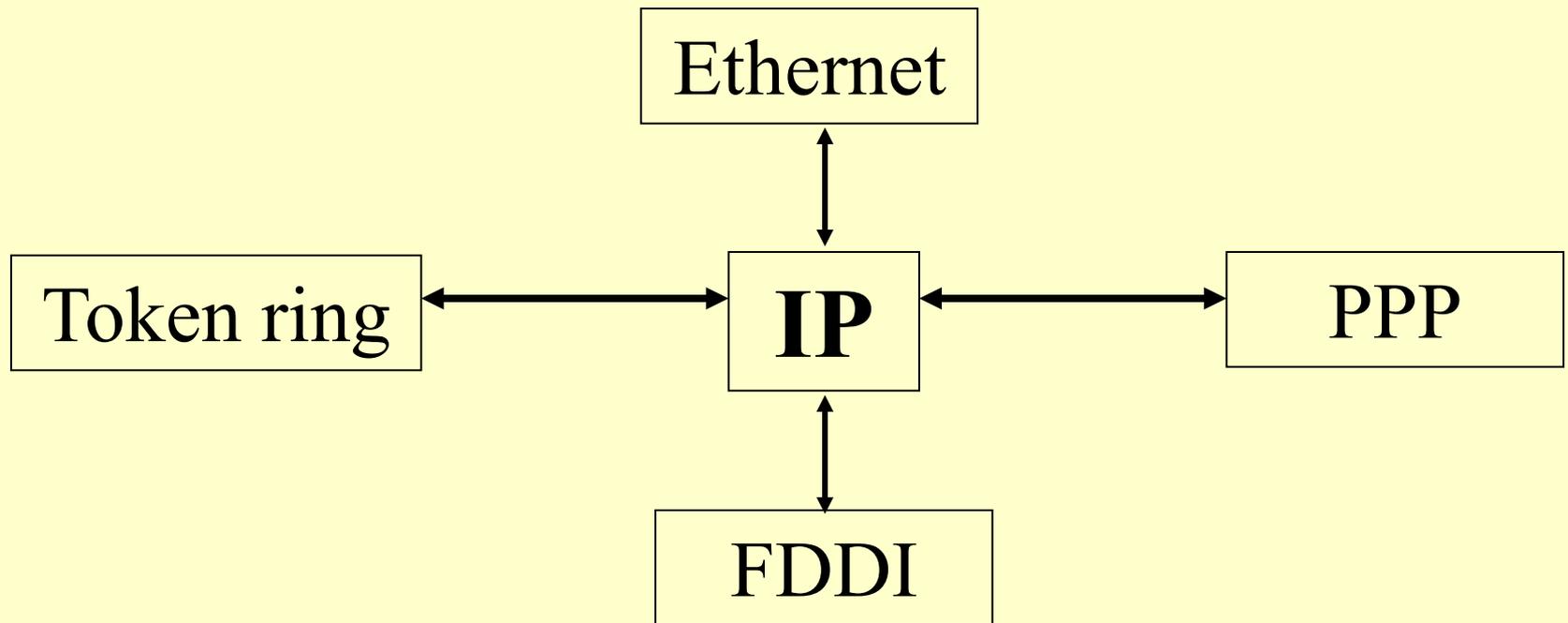
A Solução da camada três para interconexão de redes

- Usar IP no topo das redes.
- Substituir switches de LAN por switches de camada três, mais conhecidos como roteadores.
- Acrescentar software de IP a cada hospedeiro final (junto com o todo conjunto de softwares).
- Atribuir um endereço IP a cada interface de rede.

A Solução da camada três para interconexão de redes



IP: escalabilidade para as tecnologias de enlace de dados

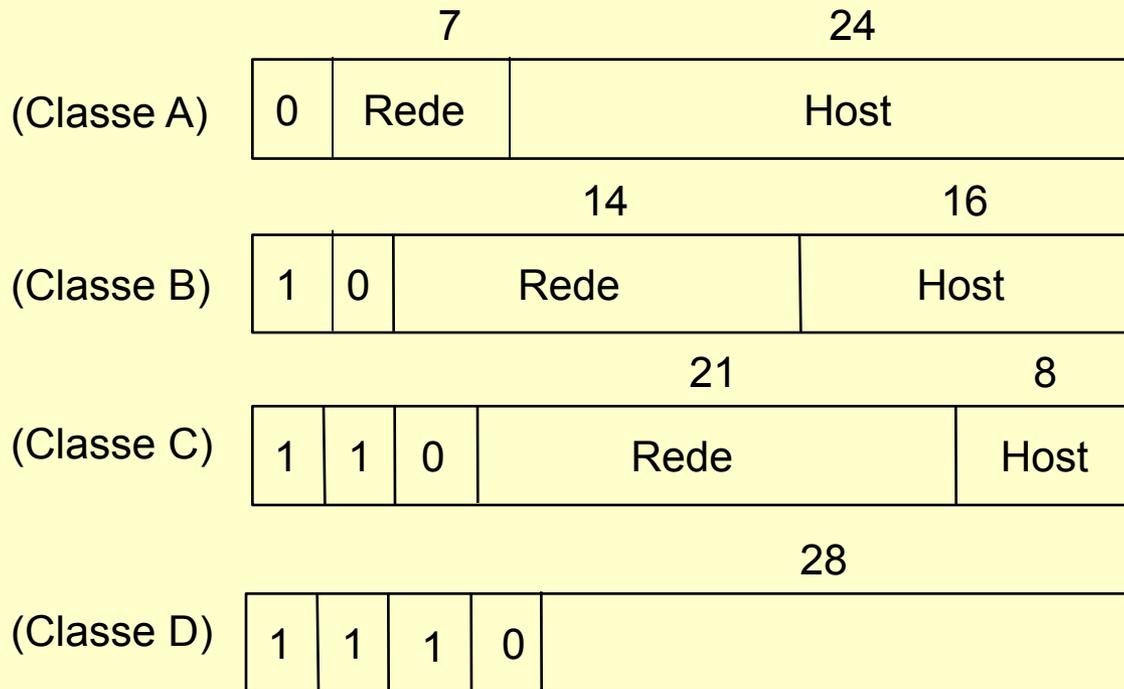


↔ Encapsulamento e demultiplexação

IP: escalável com o tamanho de rede

- Rede IP usa hierarquia para conseguir escalabilidade.
- Há pelo menos três níveis:
 - Um simples hospedeiro IP (calipso.dt.fee.unicamp.br)
 - Uma sub-rede IP (fee.unicamp.br)
 - Um sistema autônomo (unicamp.br)
- Criação de um espaço de endereço para identificação de interfaces de rede.
- Classes A a C para unicast e uma classe D para multicast:

IP

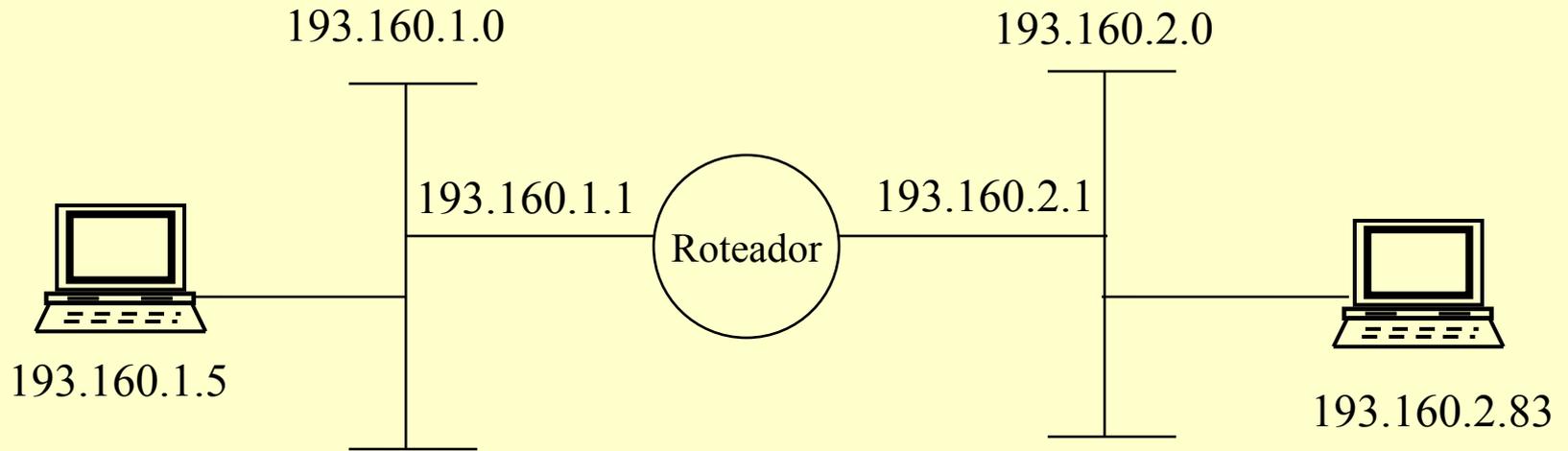


Classe	Número de redes	Hosts por rede	1º Octeto
A	126	16.777.214	1 – 126
B	16.384	65.534	128 – 191
C	2.097.152	254	192 - 223

Endereços Reservados

- Identificador de rede não pode ser 127
 - 127 é reservado para fins de loop-back
- Os identificadores de rede e de hospedeiro não podem ser 255 (todos os bits iguais a 1)
 - 255 é um endereço para difusão
- Os identificadores de rede e de hospedeiro não podem ser 0 (todos os bits iguais a 0)
 - 0 (zero) significa “somente esta rede”
- O identificador de hospedeiro deve ser único na rede

Endereço IP



Formato Binário	11000001 10100000 00000001 00000101
Notação decimal pontuada	193.160.1.5

Endereço IP

Exemplos

Endereço Classe “A” : www.mit.edu

18.181.0.31

($18 < 128 \Rightarrow$ Classe A)

Endereço Classe “B” : www.unicamp.br

143.106.12.0

($128 < 143 < 128 + 64 \Rightarrow$ Classe B)

Endereçamento IP

Problemas com o endereçamento original:

- Classes de endereços são muito rígidos. Para maioria das organizações, a classe C é muito pequeno (em número de hosts) e a classe B é muito grande. Isso leva ao uso ineficiente dos endereços e com a explosão da Internet, a uma falta de endereços.
- Organizações com roteadores internos necessitam ter um endereço (ID) de rede (classe C) separado para cada enlace.
- E, conseqüentemente, cada roteador na Internet necessita conhecer cada ID da rede de toda organização, que pode levar a uma enorme tabela de endereços.
- Organizações pequenas preferem classe B, prevendo um crescimento de hosts mais do que 255. Mas, há somente cerca de 16 000 endereços de classe B
- O que fazer?

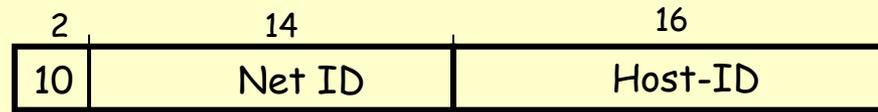
Endereçamento IP

Duas soluções foram introduzidas:

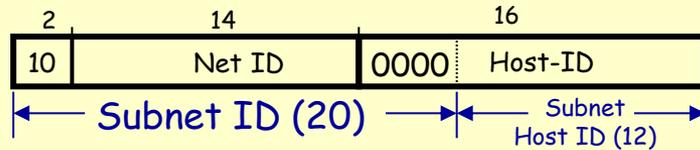
- Endereçamento subrede (subnetting) é utilizado dentro de uma organização para subdividir o endereço da rede da organização.
- Roteamento inter-domínio sem classes (classless interdomain routing - CIDR) foi introduzido em 1993 para proporcionar um endereçamento IP mais eficiente e flexível na Internet.
- CIDR é conhecido também como endereçamento super-rede (supernetting). Os endereços subrede e super-rede têm basicamente o mesmo conceito.
- IETF (Internet Engineering Task Force) propôs também uma outra solução mais abrangente para solucionar completamente o problema de endereçamento: o IPv6.

O conceito de subrede

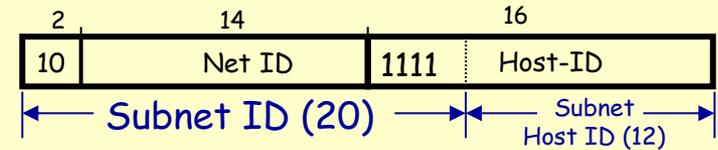
Classe "B"
(por.ex.
Companhia)



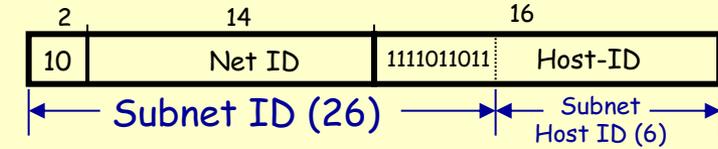
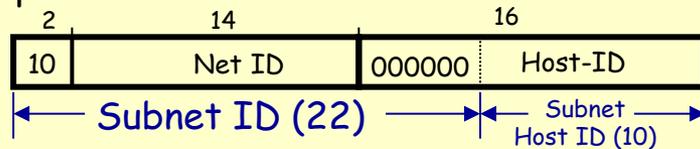
Por ex. site



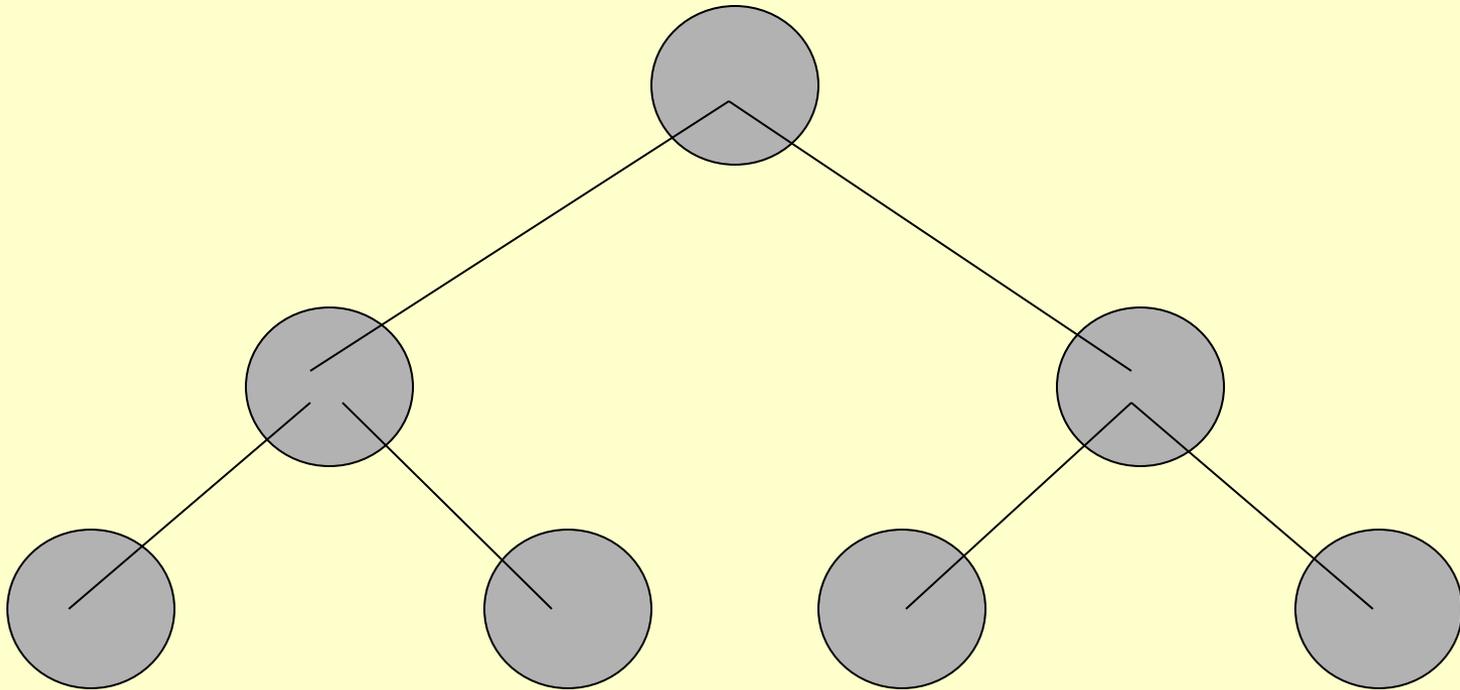
.....



Por ex.
Depart.



O conceito de subrede



Endereçamento de subrede é uma forma de roteamento hierárquico
Subredes são geralmente representadas por um endereço mais uma máscara de subrede (netmask)

Exemplo de Máscara de Sub-rede

- Os endereços **160.30.20.10** e **160.30.20.100** estão na mesma sub-rede se a máscara da sub-rede for **255.255.255.0**

Endereço IP	160.30.20.10	10100000 00011110 00010100 00001010
Máscara	255.255.255.0	11111111 11111111 11111111 00000000
Resultado	160.30.20.0	10100000 00011110 00010100 00000000

Endereço IP	160.30.20.100	10100000 00011110 11001000 01100100
Máscara	255.255.255.0	11111111 11111111 11111111 00000000
Resultado	160.30.20.0	10100000 00011110 00010100 00000000

O resultado é obtido fazendo a operação AND do endereço IP e a máscara de sub-rede. Se os endereços IP da fonte e do destino são colocados em uma mesma máscara e os resultados são iguais, podemos dizer que os endereços estão na mesma sub-rede.

Uma outra representação da subrede é colocar o prefixo mais o comprimento.

Por ex., **160.30.20/24**.

Exemplo de subredes na Unicamp

Unidades

FEM

DCA

Roteador do C. de
Computação da
Unicamp

Roteador da
FEEC

Roteador do
DT

143.106/16

143.106.8/24
143.106.12/24
143.106.14/24

Mais 5 endereços

143.106.12.1/26

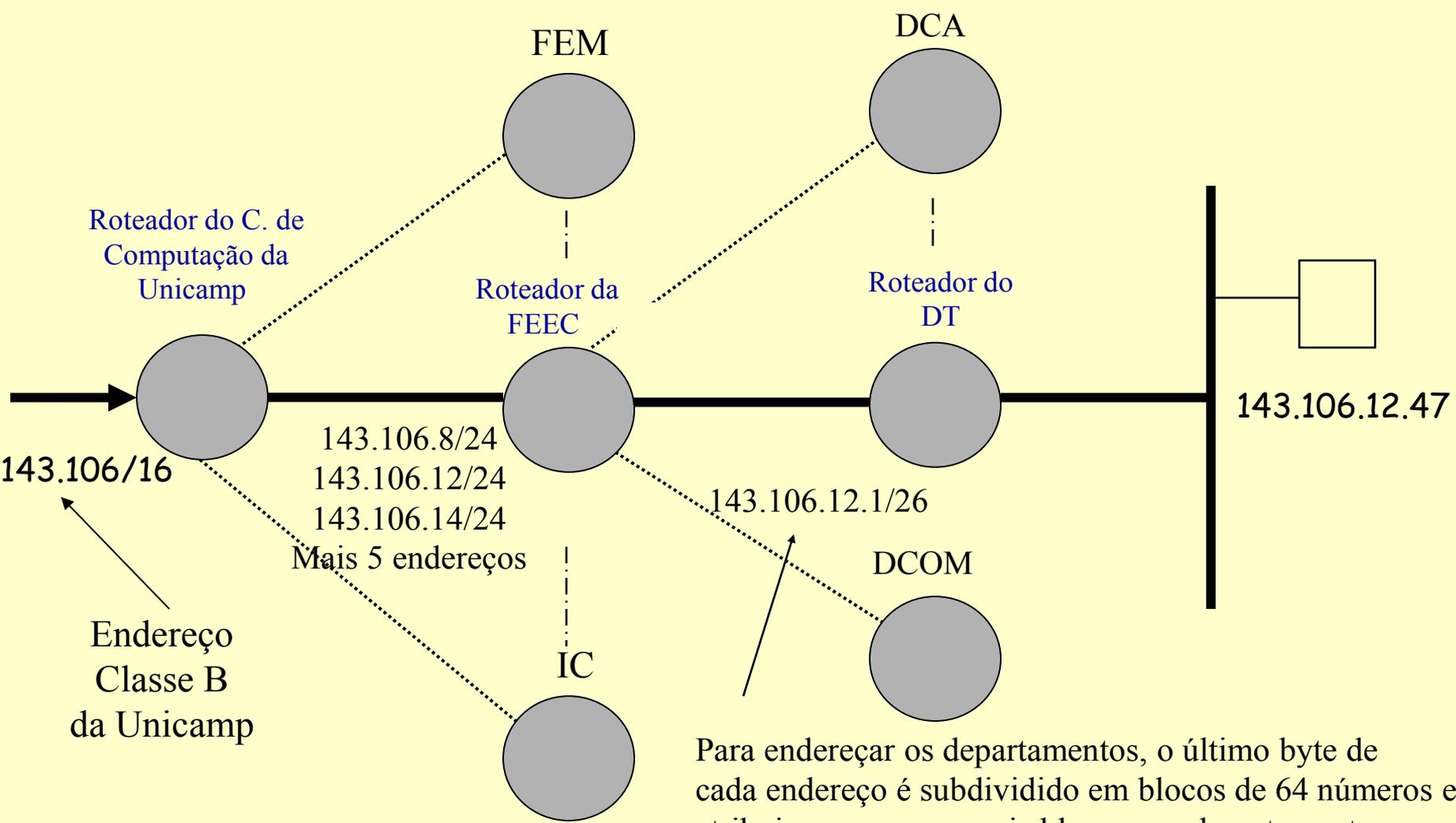
143.106.12.47

Endereço
Classe B
da Unicamp

IC

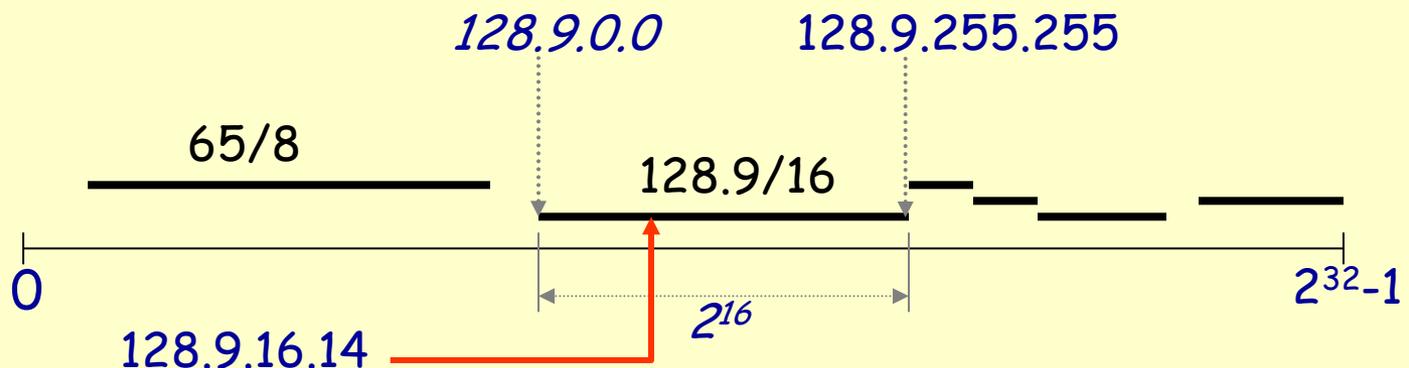
DCOM

Para endereçar os departamentos, o último byte de cada endereço é subdividido em blocos de 64 números e atribui-se um ou ou mais blocos aos departamentos

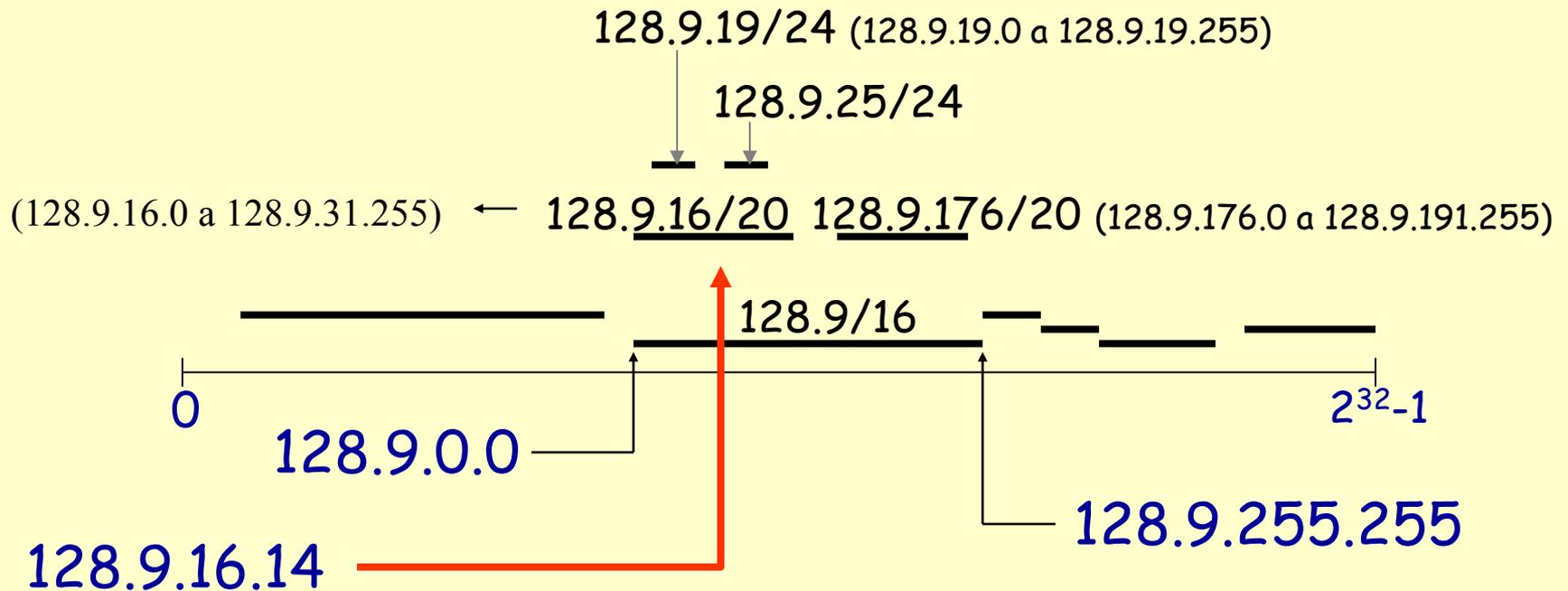


Roteamento Interdomínio sem Classes (CIDR)

- O espaço de endereço IP é quebrado em segmentos de linha.
- Cada segmento de linha é descrito por prefixo.
- Um prefixo é da forma x/y , onde x indica o prefixo de todos os endereços no segmento de linha, e y indica o comprimento do segmento.
- Por exemplo, o prefixo $128.9/16$ representa o segmento de linha que contém os endereços no intervalo: $128.9.0.0 \dots 128.9.255.255$.



Roteamento Interdomínio sem Classes (CIDR)

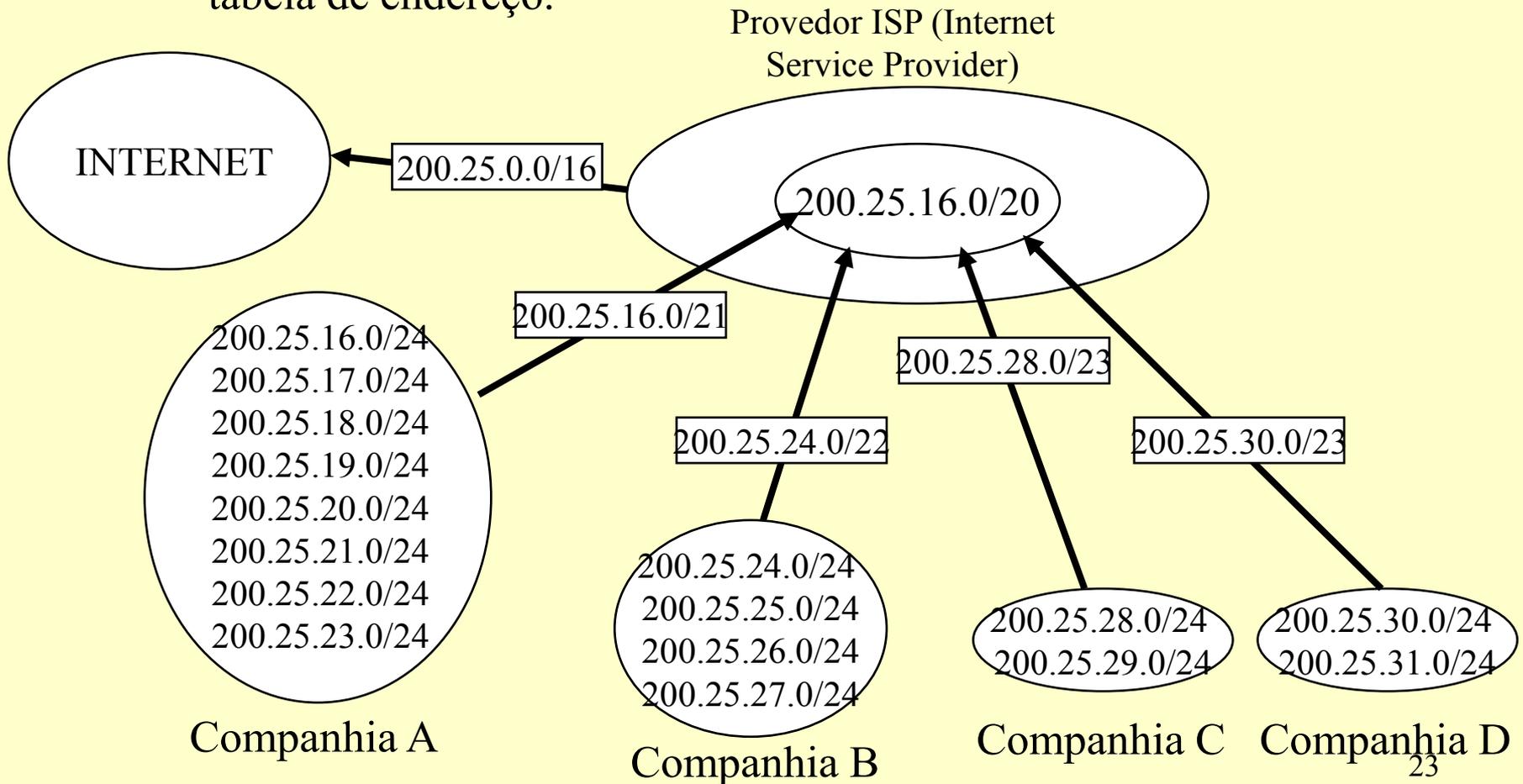


Rota mais específica = “prefixo mais longo”

CIDR

Agregação de Prefixos

- ❖ Se um provedor de Internet presta serviço a várias companhias com vários prefixos, pode (algumas vezes) agregá-los em um único prefixo. Os outros roteadores podem reduzir o tamanho da tabela de endereço.



Exercício

Suponha que um roteador tenha montado a tabela de roteamento mostrada na tabela abaixo. O roteador pode entregar pacotes diretamente pela interfaces 0 e 1, ou então pode encaminhar os pacotes para os roteadores R2, R3 ou R4. Descreva o que o roteador faz com um pacote endereçado para cada um dos seguintes destinos.

- a) 128.96.39.10
- b) 128.96.40.12
- c) 128.96.40.151
- d) 192.4.153.17
- e) 192.4.153.90

Número Sub-rede	Máscara Sub-rede	Próximo Salto
128.96.39.0	255.255.255.128	Interface 0
128.96.39.128	255.255.255.128	Interface 1
128.96.40.0	255.255.255.128	R2
192.4.153.0	255.255.255.192	R3
Default		R4

Exercício

Indique os próximos saltos para os seguintes endereços escritos em hexadecimal.

- a) C4.5E.13.87
- b) C4.5E.22.09
- c) C3.41.80.02
- d) 5E.43.91.12
- e) C4.6D.31.2E
- f) C4.6B.31.2E

Máscara Sub-rede	Próximo Salto
C4.50.0.0/12	A
C4.5E.10.0/20	B
C4.60.0.0/12	C
C4.68.0.0/14	D
80.0.0.0/1	E
40.0.0.0/2	F
00.0.0.0/2	G