



Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

O Protocolo RIPv2

Prof. José Gonçalves

Departamento de Informática – UFES

zgonc@inf.ufes.br

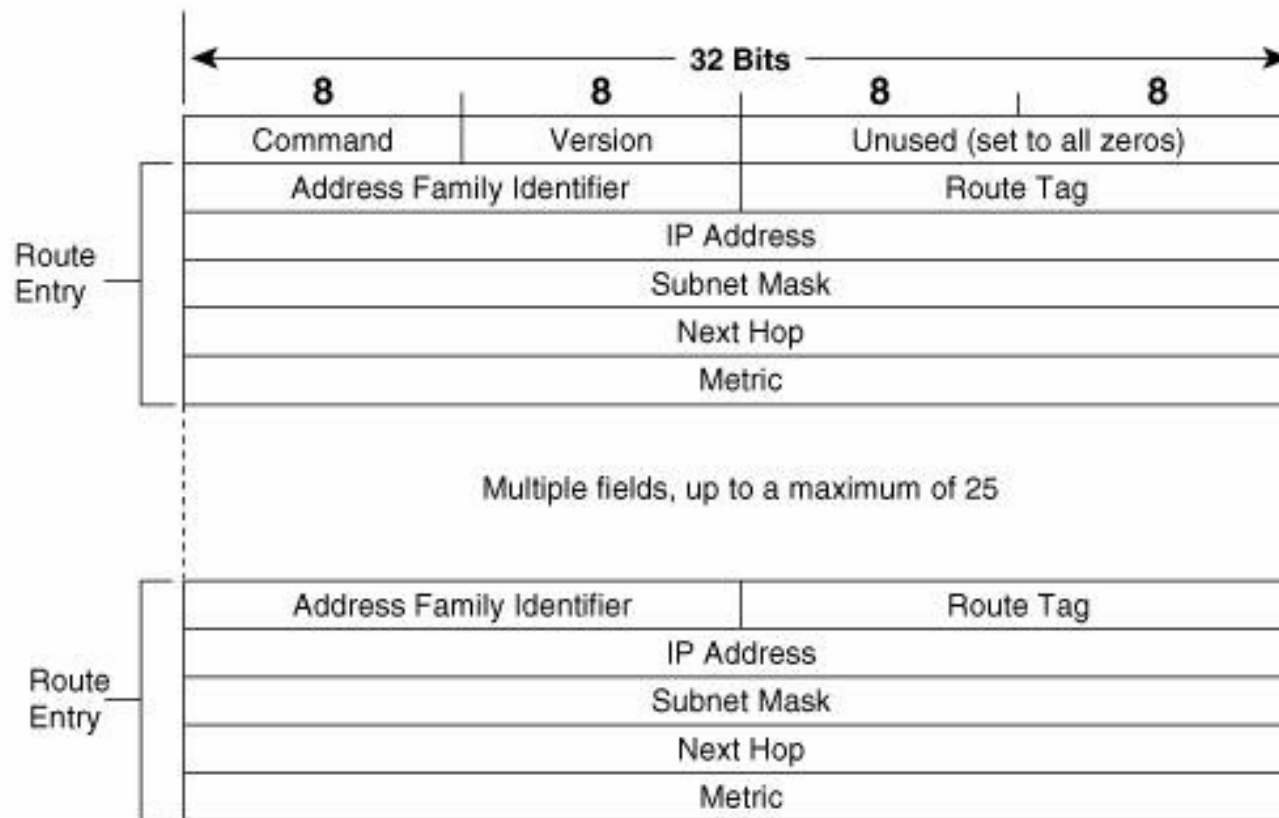


Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Informática

RIPv2 – Routing Information Protocol – Version 2

- Definido na RFC 1723 e suplementado nas RFC's 1721 e 1722.
- Estende o RIPv1 nos seguintes aspectos:
 - Máscara de sub-rede é enviada junto a cada endereço da tabela de rotas
 - Permite o uso de máscara de tamanho variável (VLSM)
 - Qualifica o RIPv2 como um protocolo *classless*
 - Autenticação dos *routing updates*
 - Endereço de (melhor) *next-hop* é enviado em cada rota
 - *Tags* de rotas externas
 - *Updates* via *multicast* ao invés de *broadcast*

Formato da Mensagem RIPv2



- Uma rota = 20 bytes
- Espaço para até 25 rotas (a 1ª entrada é usada no caso de autenticação)

Formato da Mensagem RIP (cont.)

- Command:
 - 1-request 2-*reponse*
- Version:
 - 2 (RIPv2)
- Address Family Identifier:
 - 2 para o redes IP
 - Exceção: *request* por *full table* coloca esse campo em zero.
- Route Tag
 - Provê um campo para "nomear" rotas externas redistribuídas no RIPv2 (ex: número do AS ao qual a rota pertence).
- IP Address: endereço destino da rota
 - Rede, sub-rede ou host
- Subnet Mask
- Next hop
 - Identifica uma melhor *next hop* para o destino anunciado.
 - Se 0.0.0.0, o roteador anunciante é o melhor *next hop*.
- Metrics: *hop count*, com valores entre 1 (diretamente conectada) e 16 (inalcançável).

Compatibilidade com o RIPv1

- RFC 1723 define uma "*compatibility switch*" que permite as versões 1 e 2 interoperarem (é configurável por interface):
 - *RIP-1*, onde apenas mensagens RIPv1 são transmitidas;
 - *RIP-1 compatibility*, que faz com que RIPv2 use *broadcast* ao invés de *multicast* no envio das suas mensagens;
 - *RIP-2*, na qual mensagens RIPv2 são enviadas via *multicast* para o endereço 224.0.0.9
 - *None*, na qual nenhum *update* RIP é enviado (no caso do CISCO, é usado o comando `passive-interface`).

Compatibilidade com o RIPv1 (cont.)

- RFC 1723 também define uma “*receive control switch*” para regular a recepção dos *updates* (configurável por interface):
 - RIP-1 only
 - RIP-2 only
 - Both
 - None (é usado uma *access list* para filtrar mensagens UDP com porta origem 520)

Classless Routing Lookup

- Quando um roteador *classless* examina a tabela de rotas (é o caso do RIPv2) ele não verifica a classe da rede destino mas, sim, faz um (*best*) *match* bit a bit entre o endereço destino e suas rotas conhecidas.

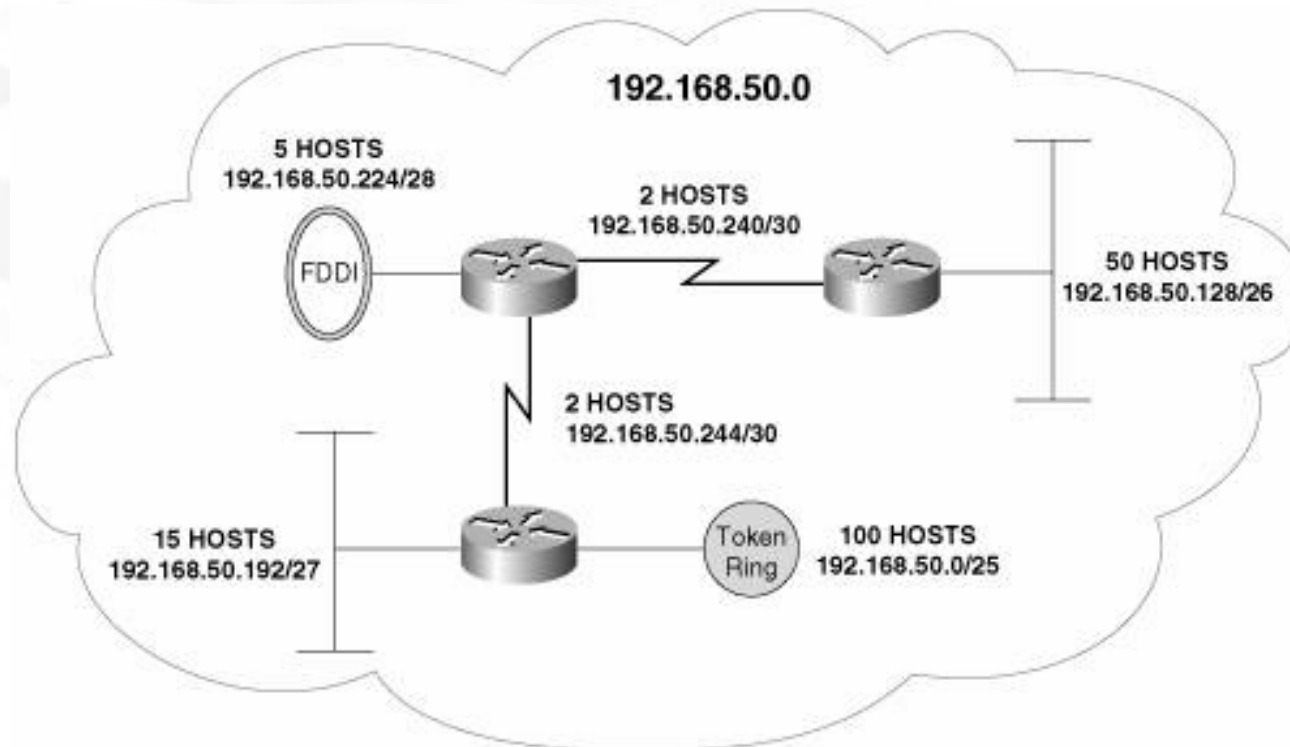
Classless Routing Protocols

- A característica que mais distingue um protocolo *classless* é a sua capacidade de informar a máscara de sub-rede no anúncio das rotas.
- Um benefício de se ter a máscara associada com cada rota é que as sub-redes "*all-zeros – tudo zero*" e as sub-redes "*all-ones – tudo 1*" ficam disponíveis para uso.
- Protocolos *classful* não conseguem distinguir, por exemplo, a sub-rede "*all-zeros*" 172.16.0.0 da sua "*major network*" 172.16.0.0.
- Com a introdução da máscara, esse problema desaparece:
 - 172.16.0.0/24 \neq 172.16.0.0/16
 - 172.16.255.255/24 \neq 172.16.255.255/16

Classless Routing Protocols (cont.)

- Por default, o CISCO IOS rejeita a tentativa de se configurar uma sub-rede "*all-zeros*" mesmo se um protocolo *classless* está rodando.
 - O comando `ip subnet-zero` altera este comportamento default.
- Um benefício ainda maior de se ter a máscara associada com a rota na sua divulgação é ter agora a possibilidade de se usar VLSM e de sumarizar um grupo de endereços de rede (*major network*) com uma única rota agregada ("*supernetting*").

VLSM – Variable Length Subnet Masking



VLSM – Variable Length Subnet Masking (cont.)

- Dado o endereço classe C do exemplo (192.168.50.0), implementar o esquema de sub-redes do exemplo não é possível sem usar VLSM.
 - Ex: a rede *token ring* precisa de 100 endereços de *hosts*. Isto requer, no mínimo, 7 bits no campo de HostId ($2^7 - 2 = 126$ endereços > 100), resultando numa máscara de 25 bits, com 1 bit de sub-rede.
 - **x.x.x.0000 0000** = 192.168.50.0/25
 - Se as máscaras forem do mesmo tamanho, apenas uma outra sub-rede (**x.x.x.1000 0000** = x.x.x.128) poderia ser criada, sendo então impossível endereçar todas as demais sub-redes.

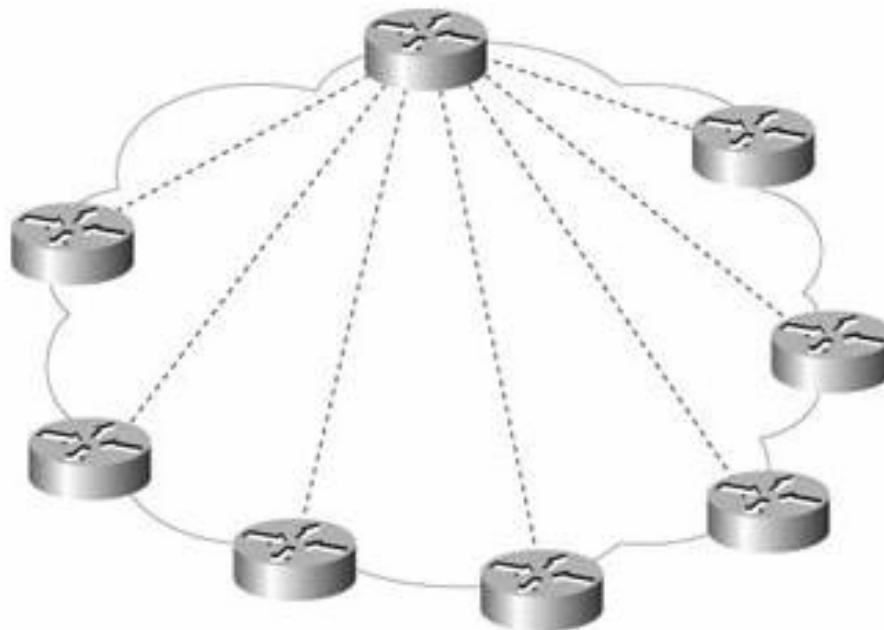
VLSM – Variable Length Subnet Masking (cont.)

- Usando VLSM o segundo endereço de sub-rede (x.x.x.128) poderia ele próprio ser sub-dividido (“subnetado”), resultando no seguinte esquema final de endereçamento:

Subnet/Mask	Address Range	Broadcast Address
192.168.50.0/25	192.168.50.1-192.168.50.126	192.168.50.127
192.168.50.128/26	192.168.50.129-192.168.50.190	192.168.50.191
192.168.50.192/27	192.168.50.193-192.168.50.222	192.168.50.223
192.168.50.224/28	192.168.50.225-192.168.50.238	192.168.50.239
192.168.50.240/30	192.168.50.241-192.168.50.242	192.168.50.243
192.168.50.244/30	192.168.50.245-192.168.50.246	192.168.50.247

VLSM e Enlaces Ponto-a-Ponto

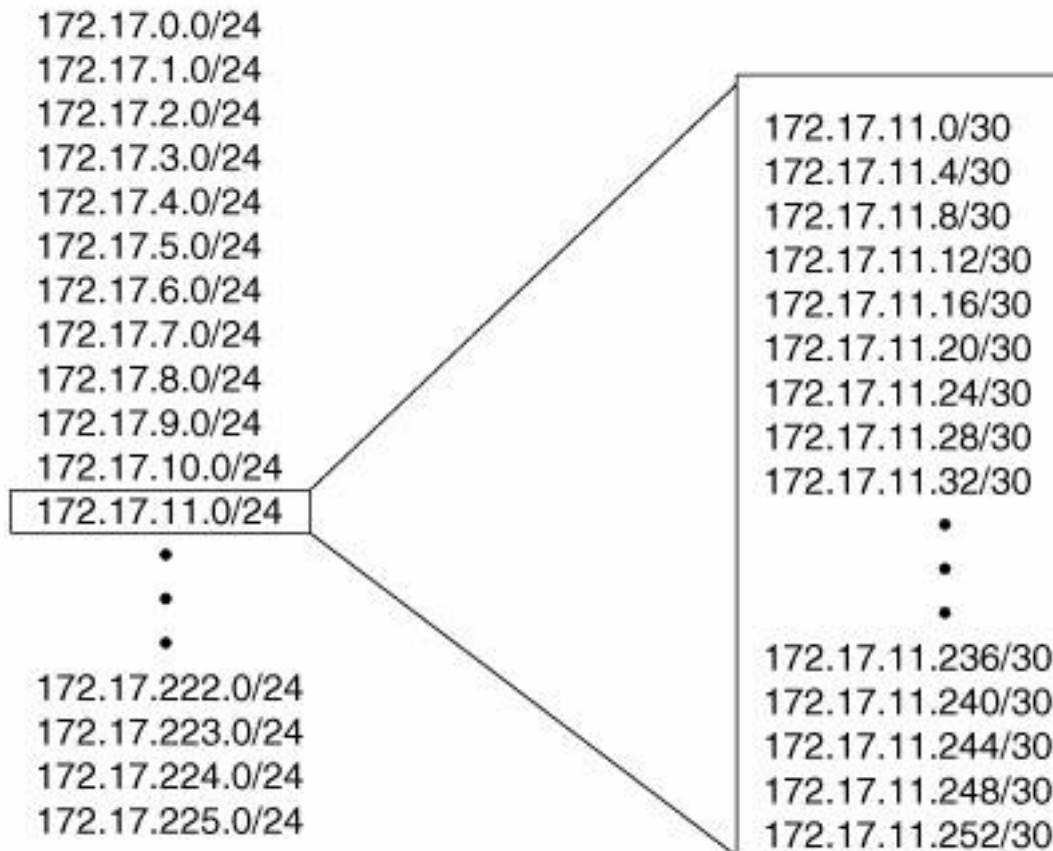
- Links ponto-a-ponto requerem endereço de sub-rede mas precisam apenas de dois endereços de rede.
 - Normalmente usam endereço $x.x.x.x/30$
- Esses *links* são uma boa justificativa para o uso de VLSM.



VLSM e Enlaces Ponto-a-Ponto (cont.)

- Suponha que um endereço rede classe B seja usado na internet da figura anterior.
- Cada roteador está ligado a várias LANs, cada uma delas com até 175 dispositivos conectados. Nesta situação:
 - Uma máscara de 24 bits deve ser usada (2^8 sub-redes, cada uma delas com $2^8 - 2 = 254$ endereços de host).
 - Se fossemos usar um endereço de sub-rede para cada uma das 7 sub-redes dos *links* ponto-a-ponto, perderíamos 252 endereços em cada *link*.
 - Usando VLSM podemos eleger um único desses endereços de sub-rede e sub-subnetá-lo com uma máscara de 30 bits. Com isso teríamos endereços de sub-sub-redes para todos os *links*.

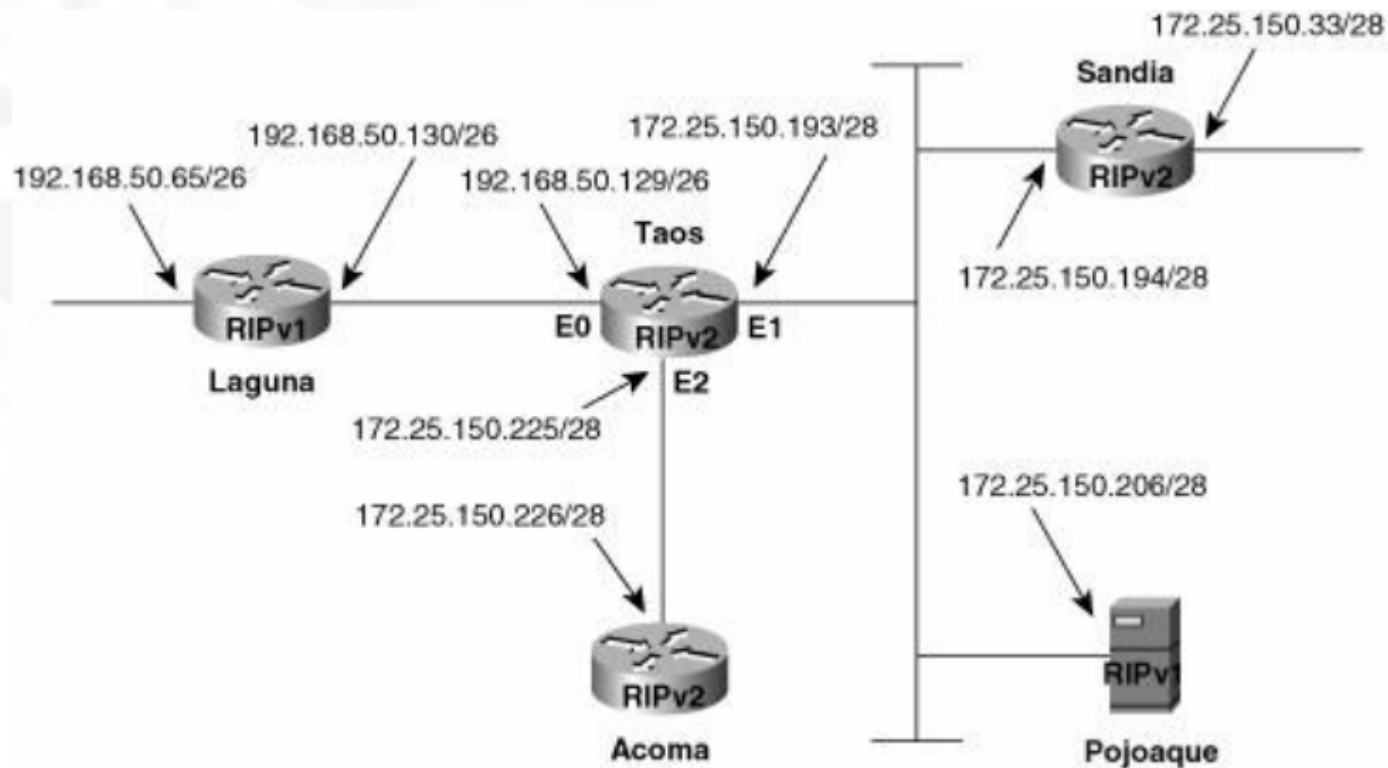
VLSM – Variable Length Subnet Masking (cont.)



Configurando RIPv2

- Por default, o RIP da CISCO:
 - Envia apenas RIPv1
 - Ouve RIPv1 e RIPv2
- Para mudar:
 - `router rip`
 - `version 2` (envia e ouve apenas RIPv2) **OU**
 - `[version 1]` (envia e ouve apenas RIPv1)
 - `network 172.25.0.0`
 - `network 192.168.50.0`
- Para restaurar default (em config-router mode)
 - `no version`

Estudo de Caso: Compatibilidade com RIPv1



Estudo de Caso: Compatibilidade com RIPv1 (cont.)

- As "*compatibility switches*" recomendadas na RFC 1723 são implementadas no CISCO IOS através dos seguintes comandos:
 - `ip rip send version`
 - `ip rip receive version`

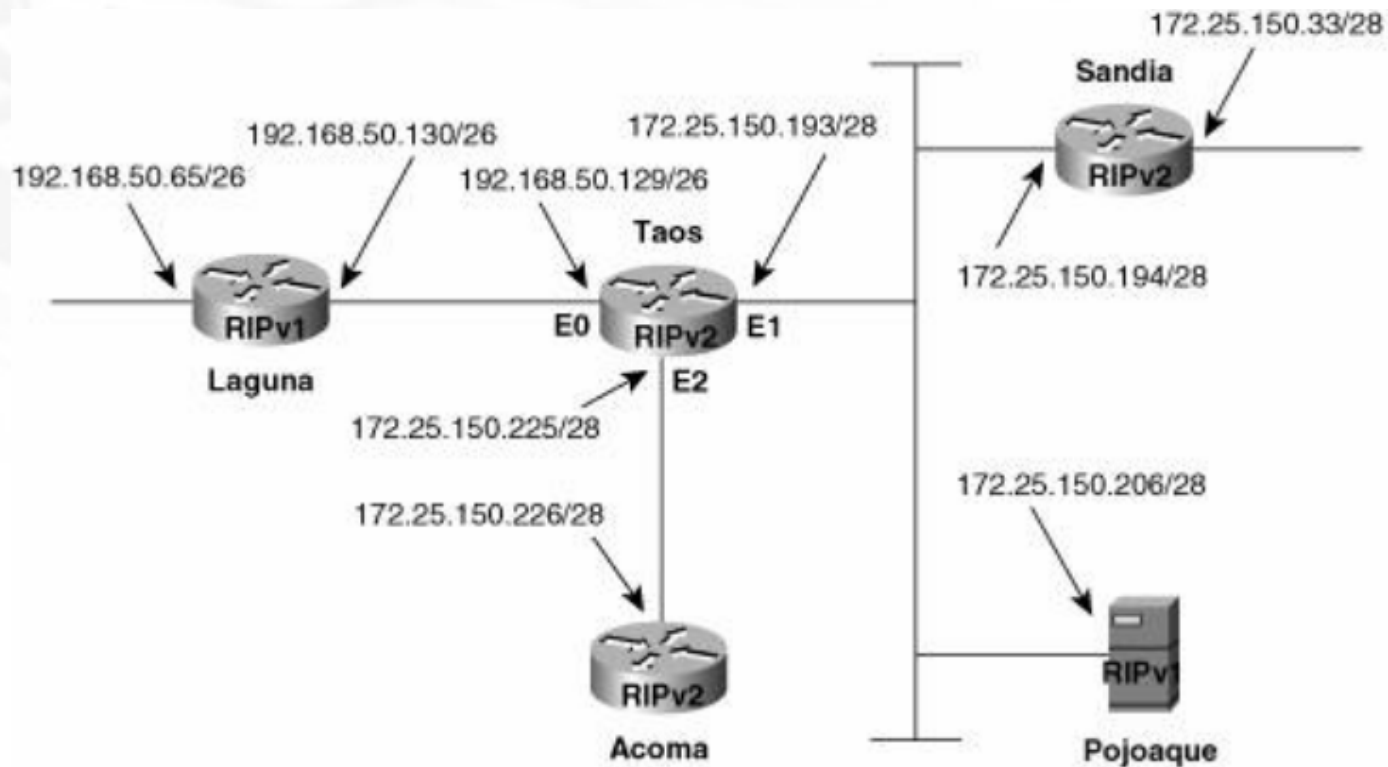
Estudo de Caso: Compatibilidade com RIPv1 (Host Tao)

- interface Ethernet0
 - ip address 192.168.59.129 255.255.255.192
 - ip rip send version 1
 - ip rip receive version 1
- interface Ethernet1
 - ip address 172.25.150.193 255.255.255.240
 - ip rip send version 1 2
- interface Ethernet2
 - ip address 172.25.150.225 255.255.255.240
- router rip
 - version 2
 - network 172.25.0.0
 - network 192.168.50.0

Estudo de Caso: Compatibilidade com RIPv1 (Host Tao)

```
Taos#debug ip rip
RIP protocol debugging is on
Taos#
RIP: received v2 update from 172.25.150.194 on Ethernet1
      172.25.150.32/28 - 0.0.0.0 in 1 hops
RIP: ignored v1 packet from 172.25.150.206 (illegal version)
RIP: sending v1 update to 255.255.255.255 via Ethernet0 (192.168.50.129)
      network 172.25.0.0, metric 1
RIP: sending v1 update to 255.255.255.255 via Ethernet1 (172.25.150.193)
      subnet 172.25.150.224, metric 1
      network 192.168.50.0, metric 1
RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Ethernet1 (172.25.150.193)
      172.25.150.224/28 - 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      192.168.50.0/24 - 0.0.0.0, metric 1, tag 0
RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Ethernet2 (172.25.150.225)
      172.25.150.32/28 - 0.0.0.0, metric 2, tag 0
      172.25.150.192/28 - 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      192.168.50.0/24 - 0.0.0.0, metric 1, tag 0
RIP: received v1 update from 192.168.50.130 on Ethernet0
      192.168.50.64 in 1 hops
RIP: received v2 update from 172.25.150.194 on Ethernet1
      172.25.150.32/28 - 0.0.0.0 in 1 hops
```

Estudo de Caso: Usando VLSM



Estudo de Caso: Usando VLSM (cont.)

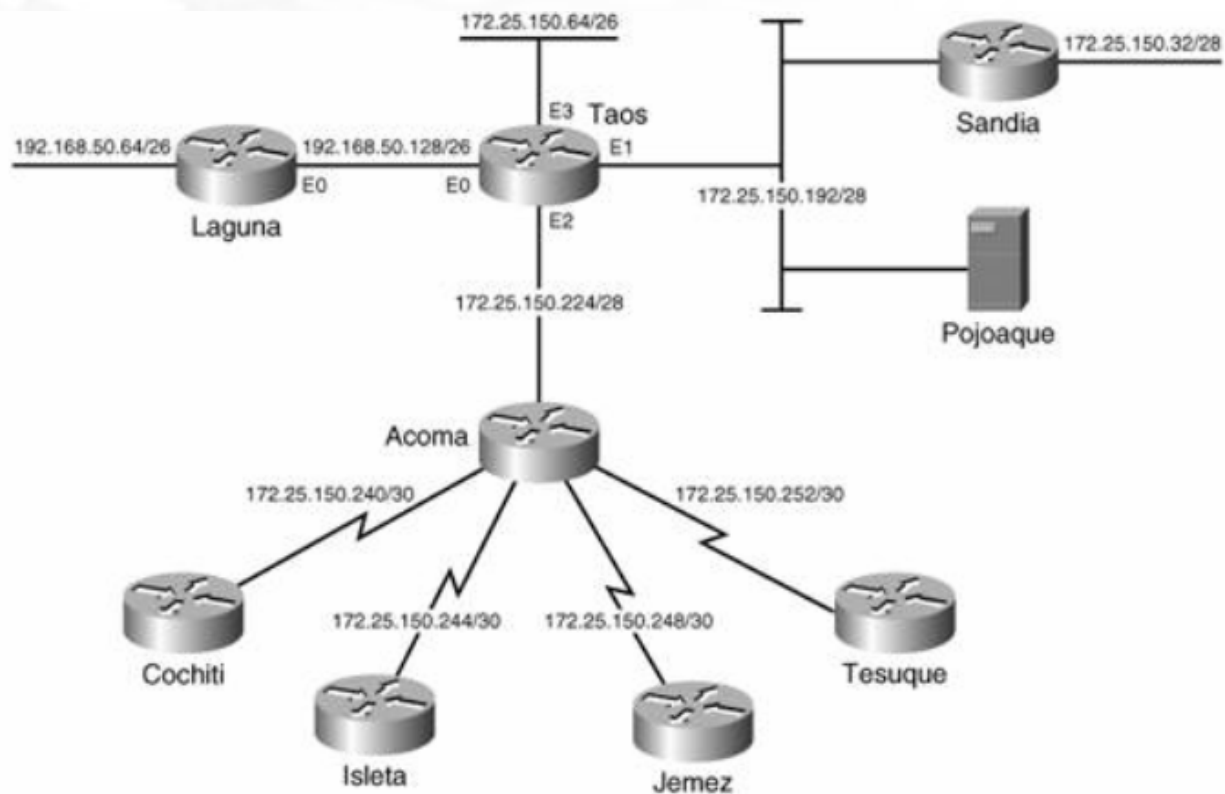
- Na figura anterior, o endereço de sub-rede 172.25.150.0/24 foi usado em parte da internet.
- Este bloco de endereços da sub-rede foi subdividido ainda mais, usando uma máscara de 28 bits (4 bits de SubnetID)
 - Do conjunto de 16 sub-redes resultantes desta subdivisão, foram usadas as sub-redes 172.25.150.32/28, 172.25.150.192/28 e 172.25.150.224/28.
- Cada uma das 16 sub-redes resultantes pode endereçar até 14 endereços de *host* (2^4-2).

Estudo de Caso: Usando VLSM (cont.)

Binary Representation	Dotted Decimal
11111111111111111111111111110000	255.255.255.240
10101100000110011001011000000000	172.25.150.0/28
10101100000110011001011000010000	172.25.150.16/28
10101100000110011001011000100000	172.25.150.32/28
10101100000110011001011000110000	172.25.150.48/28
10101100000110011001011001000000	172.25.150.64/28
10101100000110011001011001010000	172.25.150.80/28
10101100000110011001011001100000	172.25.150.96/28
10101100000110011001011001110000	172.25.150.112/28
10101100000110011001011010000000	172.25.150.128/28
10101100000110011001011010010000	172.25.150.144/28
10101100000110011001011010100000	172.25.150.160/28
10101100000110011001011010110000	172.25.150.176/28
10101100000110011001011011000000	172.25.150.192/28
10101100000110011001011011010000	172.25.150.208/28
10101100000110011001011011100000	172.25.150.224/28
10101100000110011001011011110000	172.25.150.240/28

- VLSM aplicada à sub-rede 172.25.150.0/24

Estudo de Caso: Usando VLSM (cont.)



Estudo de Caso: Usando VLSM (cont.)

- Suponha agora que uma rede Ethernet com 60 *hosts* seja adicionada ao roteador Tao e que quatro novos roteadores sejam ligados ao roteador Acoma.
- Para suportar este número de *hosts* da rede Ethernet, uma sub-rede com pelo menos seis bits no campo de *HostId* (ou seja, com máscara /26) é requerida.
- Para conseguir endereçar todos esses 60 endereços, um protocolo *classful* iria precisar de cinco das sub-redes /28 listadas e usar endereços IP secundários.
 - Cada uma das cinco sub-redes pode endereçar no máximo 14 *hosts* ($5 \times 14 = 70$, maior do que os 60 endereços requeridos).
 - Secondary IP: permite atribuir múltiplos endereços de sub-redes a uma única interface física.
 - Comando de atribuição: `ip address x.x.x.x secondary`

Estudo de Caso: Usando VLSM (cont.)

- Com um protocolo *classless* e VLSM, quatro das sub-redes /28 podem ser combinadas em uma única sub-rede com máscara /26.
 - Sub-redes /28 usadas: 172.25.64.0, 172.25.80.0, 172.25.96.0 e 172.25.150.112
 - Sub-rede /26 resultante: 172.25.64.0/26
- Isso provê uma sub-rede com espaço suficiente para os 60 *hosts* ($2^6 - 2 = 62$ endereços) e não precisa usar endereço IP secundário.
 - Quanto mais sub-redes, menor é o desempenho do roteador.
- As quatro sub-redes /28 não são selecionadas aleatoriamente; os primeiros 26 bits da máscara devem ser iguais para que a sumarização seja possível.

Estudo de Caso: Usando VLSM (cont.)

- Com relação aos *links* seriais, sem VLSM quatro das sub-redes /28 teriam que ser usadas para acomodar os quatro *links*.
- Isto resultaria em um desperdício total de $4 \times 12 = 48$ endereços IP, já que cada *link* serial usa apenas dois dos quatorze ($2^4 - 2 = 14$) endereços disponíveis.
- Usando VLSM, a sub-rede 172.25.150.240 foi selecionada, com uma máscara de 30 bits.

Estudo de Caso: Usando VLSM (cont.)

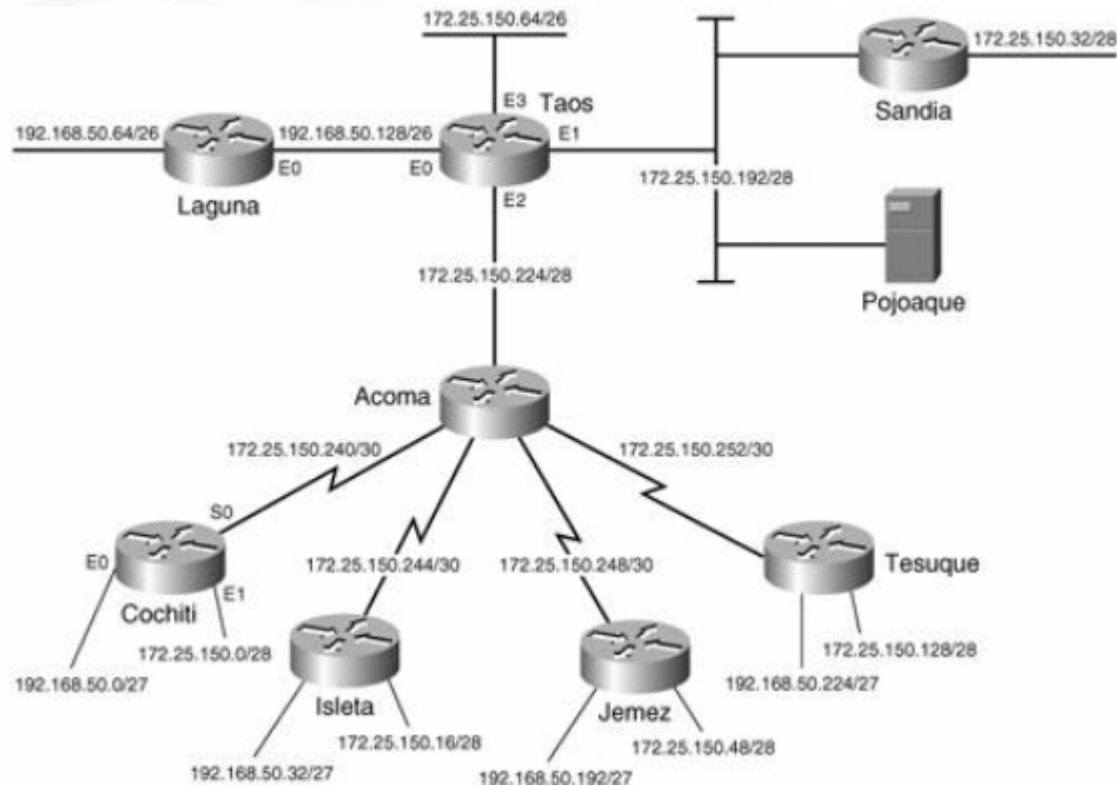
Binary Representation	Dotted Decimal
1111111111111111111111110000	255.255.255.240
10101100000110011001011000000000	172.25.150.0/28
10101100000110011001011000010000	172.25.150.16/28
10101100000110011001011000100000	172.25.150.32/28
10101100000110011001011000110000	172.25.150.48/28
10101100000110011001011001000000	172.25.150.64/28
10101100000110011001011001010000	172.25.150.80/28
10101100000110011001011001100000	172.25.150.96/28
10101100000110011001011001110000	172.25.150.112/28
10101100000110011001011010000000	172.25.150.128/28
10101100000110011001011010010000	172.25.150.144/28
10101100000110011001011010100000	172.25.150.160/28
10101100000110011001011010110000	172.25.150.176/28
10101100000110011001011011000000	172.25.150.192/28
10101100000110011001011011010000	172.25.150.208/28
10101100000110011001011011100000	172.25.150.224/28
10101100000110011001011011110000	172.25.150.240/28

- VLSM aplicada à sub-rede 172.25.150.0/24

Binary Representation	Dotted Decimal
11111111111111111111111100	255.255.255.252
10101100000110011001011011110000	172.25.150.240/30
10101100000110011001011011110100	172.25.150.244/30
10101100000110011001011011111000	172.25.150.248/30
10101100000110011001011011111100	172.25.150.252/30

- Máscara de 30 bits aplicada à sub-rede 172.25.150.240

Sub-Redes Não Contíguas e Roteamento Classless



Sub-Redes Não Contíguas e Roteamento Classless (cont.)

- Agora, duas redes Ethernet são adicionadas a cada um dos quatro novos roteadores.
- Em cada roteador, uma das redes Ethernet é membro da sub-rede 172.25.150.0/24 e não terá mais do que 12 *hosts*.
- Para acomodá-las, quatro sub-redes /28 sem uso são escolhidas:
 - 172.25.150.0/28
 - 172.25.150.16/28
 - 172.25.150.48/28
 - 172.25.150.128/28

Sub-Redes Não Contíguas e Roteamento Classless (cont.)

- A outra Ethernet em cada site é membro da rede 192.168.50.0/24 e não terá mais do que 25 *hosts*.
- Das quatro sub-redes /26 disponíveis, as sub-redes 192.168.50.64/26 e 192.168.50.128/26 já estão sendo usadas na internet, deixando livres para uso os blocos 192.168.50.0/26 e 192.168.50.192/26.
- Aumentando a máscara em 1 bit, para /27, essas duas sub-redes podem ser divididas em quatro, cada uma delas com cinco bits pra HostId, suficiente para até 30 endereços de *host* em cada uma delas.

Sub-Redes Não Contíguas e Roteamento Classless (cont.)

Binary Representation	Dotted Decimal
11111111111111111111111111100000	255.255.255.224
11000000101010001100100000000000	192.169.50.0/27
11000000101010001100100000100000	192.168.50.32/27
11000000101010001100100011000000	192.168.50.192/27
11000000101010001100100011100000	192.168.50.224/27

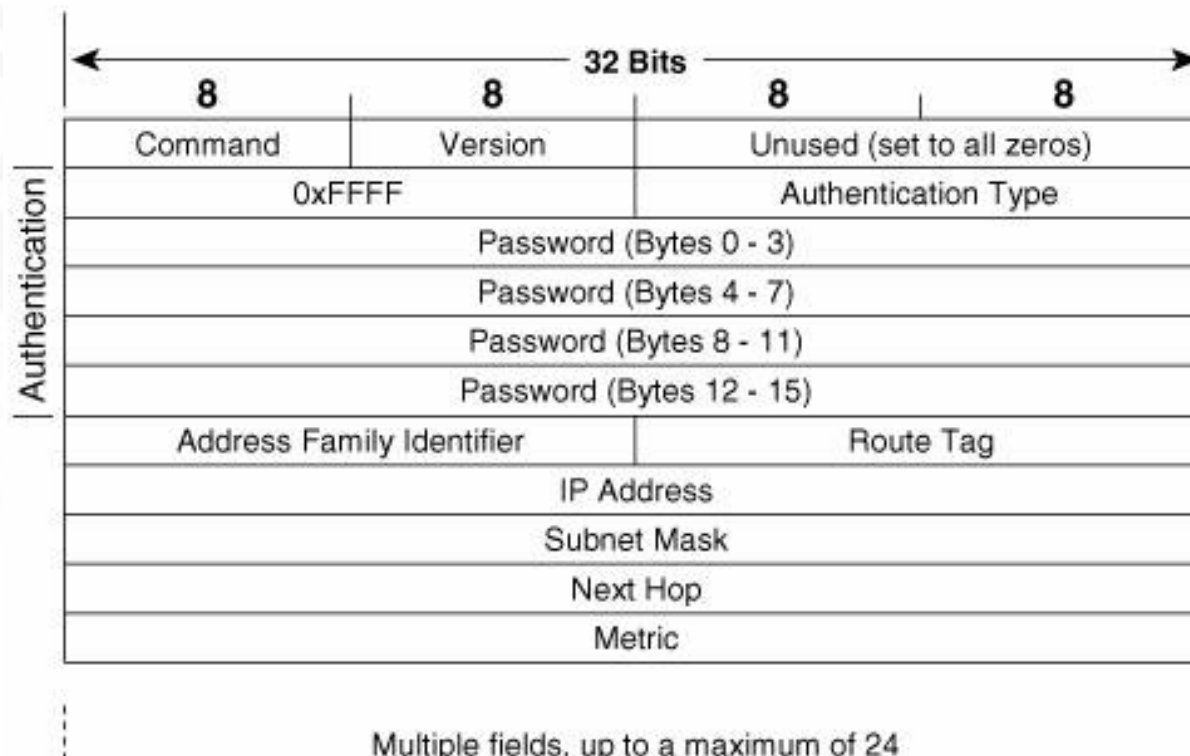
Sub-Redes Não Contíguas e Roteamento Classless (cont.)

- Com relação à não-contigüidade das sub-redes de 192.168.50.0 existente no exemplo, o roteamento *classless* lida naturalmente com este fato.
- Devido ao fato de cada *route update* incluir a máscara, sub-redes de uma rede (*major network*) podem ser anunciadas em uma outra rede.
- O comportamento default do RIPv2, no entanto, é sumarizar nas bordas da rede, assim como faz o RIPv1.
- Para desligar a sumarização e permitir que sub-redes sejam anunciadas através dos limites da rede, usa-se o comando `no auto-summary`.

Sub-Redes Não Contíguas e Roteamento Classless (cont.)

```
interface Ethernet0
  ip address 192.168.50.1 255.255.255.224
!
interface Ethernet1
  ip address 172.25.150.1 255.255.255.240
!
interface Serial0
  ip address 172.25.150.242 255.255.255.252
!
router rip
  version 2
  network 172.25.0.0
  network 192.168.50.0
  no auto-summary
```

Autenticação no RIPv2



Autenticação no RIPv2 (cont.)

- Step 1. Define a key chain with a name.
- Step 2. Define the key or keys on the key chain.
- Step 3. Enable authentication on an interface and specify the key chain to be used.
- Step 4. Specify whether the interface will use clear text or MD5 authentication.
- Step 5. Optionally configure key management.

Autenticação no RIPv2 (cont.)

- Configuração de autenticação na interface E₀ de Taos para autenticar mensagens provenientes de Laguna:

```
key chain Tewa
  key 1
    key-string Kachina
  interface Ethernet 0
    ip rip authentication key-chain Tewa
    ip rip authentication mode md5
```

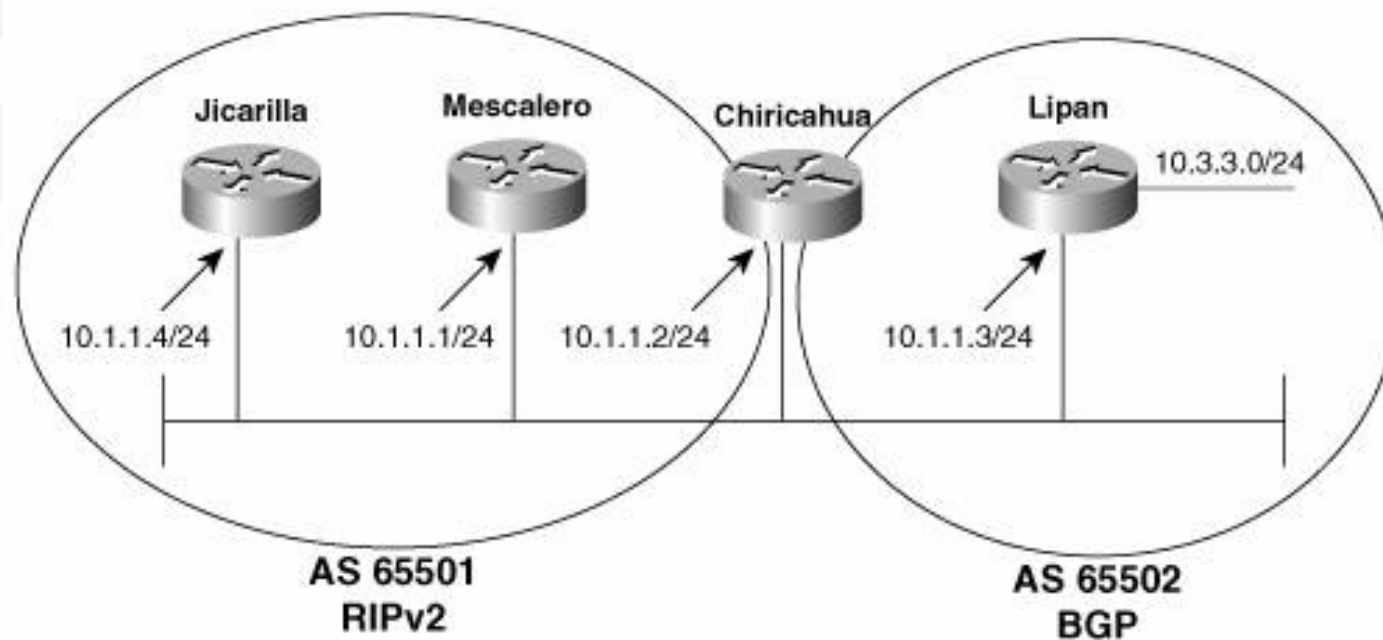
- A gerência de chaves (*key management*) é usada para migrar de uma chave de autenticação para outra, como no exemplo a seguir (Laguna).

Autenticação no RIPv2 (Laguna)

```
key chain Keres
  key 1
    key-string Kachina
    accept-lifetime 16:30:00 Jul 1 2004 duration 43200
    send-lifetime 16:30:00 Jul 1 2004 duration 43200
  key 2
    key-string Kiva
    accept-lifetime 04:00:00 Jul 2 2004 13:00:00 Dec 31 2004
    send-lifetime 04:00:00 Jul 2 2004 13:00:00 Dec 31 2004
  key 3
    key-string Koshare
    accept-lifetime 12:30:00 Dec 31 2004 infinite
    send-lifetime 12:30:00 Dec 31 2004 infinite
!
interface Ethernet0
  ip address 198.168.50.130 255.255.255.192
  ip rip authentication key-chain Keres
  ip rip authentication mode md5
```

- Embora essa configuração use um *overlap* de 30min para compensar eventuais diferenças nos tempos dos sistemas, o protocolo de sincronização NTP é altamente recomendado na gerência de chaves.

Tagging



Tagging (cont.)

The screenshot shows a network capture in Wireshark. The packet list pane shows three packets. Packet 6 is selected, showing a RIPv2 Response from source 10.1.1.2 to destination 224.0.0.9. The packet details pane shows the following structure:

- Frame 6 (90 bytes on wire, 90 bytes captured)
- Ethernet II, Src: 00:00:0c:76:5b:7c, Dst: 01:00:5e:00:00:09
- Internet Protocol, Src Addr: 10.1.1.2 (10.1.1.2), Dst Addr: 224.0.0.9 (224.0.0.9)
- User Datagram Protocol, Src Port: router (520), Dst Port: router (520)
 - Source port: router (520)
 - Destination port: router (520)
 - Length: 52
 - Checksum: 0xec77 (correct)
- Routing Information Protocol
 - Command: Response (2)
 - Version: RIPv2 (2)
 - Routing Domain: 0
 - IP Address: 10.2.2.0, Metric: 1
 - Address Family: IP (2)
 - Route Tag: 0
 - IP Address: 10.2.2.0 (10.2.2.0)
 - Netmask: 255.255.255.0 (255.255.255.0)
 - Next Hop: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
 - Metric: 1
 - IP Address: 10.3.3.0, Metric: 1
 - Address Family: IP (2)
 - Route Tag: 65502
 - IP Address: 10.3.3.0 (10.3.3.0)
 - Netmask: 255.255.255.0 (255.255.255.0)
 - Next Hop: 10.1.1.3 (10.1.1.3)
 - Metric: 1

The packet bytes pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII:

```

0000 01 00 5e 00 00 09 00 00 0c 76 5b 7c 08 00 45 c0  ..^.....v[!..E.
0010 00 48 00 00 00 00 02 11 cc d9 0a 01 01 02 e0 00  .H.....
0020 00 09 02 08 02 08 00 34 ec 77 02 02 00 00 00 02  .....4.u.....
0030 00 00 0a 02 02 00 ff ff ff 00 00 00 00 00 00 00  .....
0040 00 01 00 02 ff de 0a 03 03 00 ff ff ff 00 0a 01  .....
0050 01 03 00 00 00 01 d0 84 29 cf                    .....).
    
```

- RIP update from Chiricahua