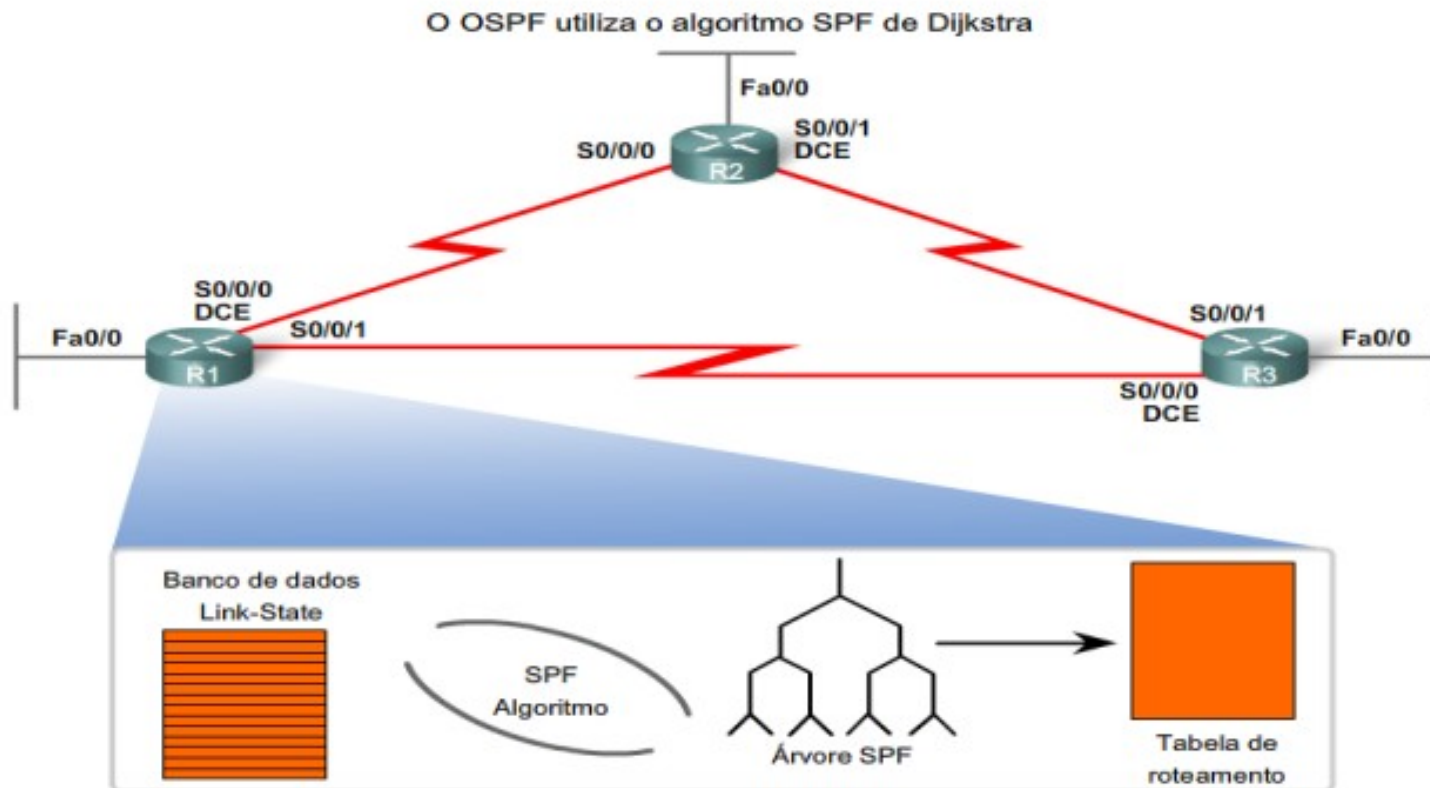


# Disciplina de Roteamento



# Introdução

- Os protocolos de roteamento são responsáveis pela divulgação das rotas e atualização das tabelas de roteamento



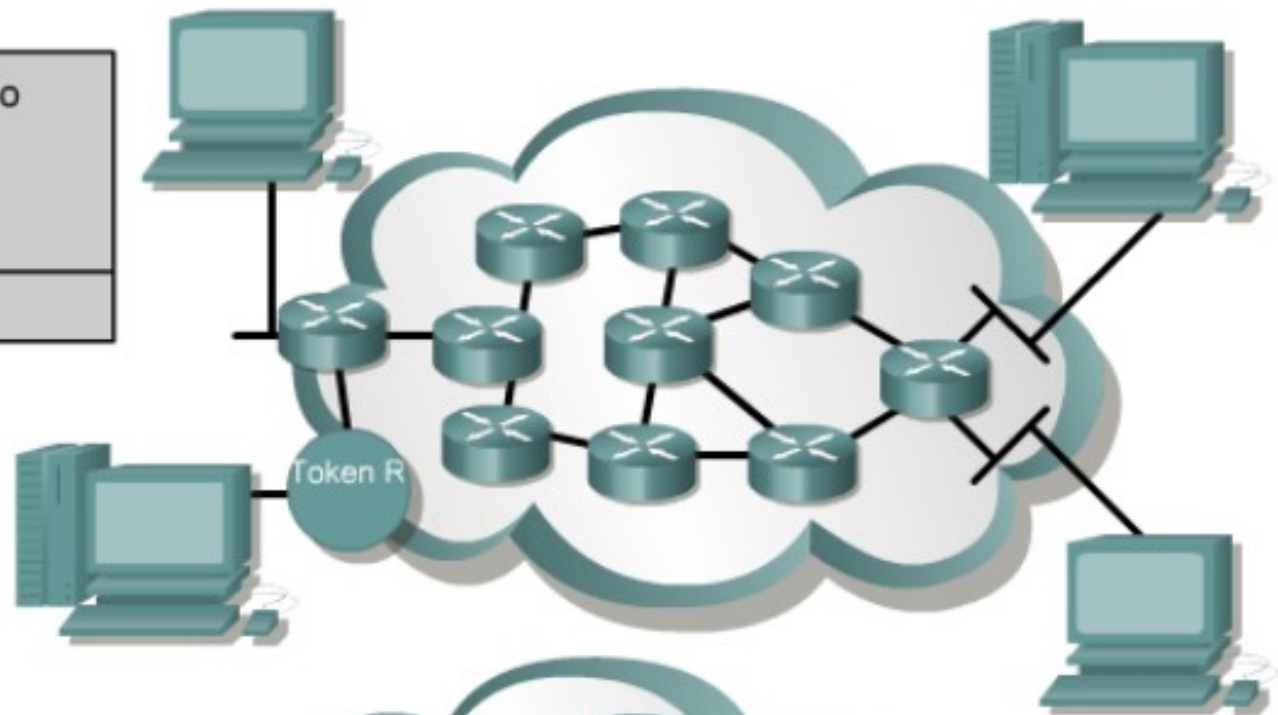
# Características

Protocolos IGP		Protocolos EGP	
Vetor de distância Protocolos de roteamento		Link-state Protocolos de roteamento	Vetor de caminho
Classful	<b>RIP</b> IGRP		EGP
Classless	RIPv2 EIGRP	<b>OSPFv2</b> IS-IS	BGPv4
IPv6	RIPng EIGRP para IPv6	OSPFv3 IS-IS para IPv6	BGPv4 para IPv6

# Características

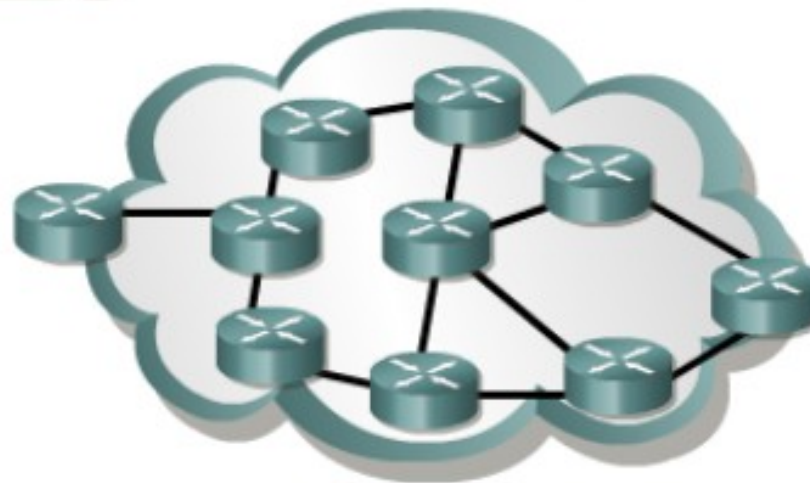
Protocolo roteado usado entre roteadores para direcionar o tráfego do usuário

Exemplos: IP e IPX



Protocolo de roteamento usado entre roteadores para manter tabelas

Exemplos: RIP, IGRP, OSPF



# Protocolo RIPv1

- Protocolo RIPv1
  - Classful (não aceita VLSM, variable length subnet masks) e CIDR (Classless Inter-Domain Routing);
  - IGP (Interior Gateway Protocol);
  - Vetor distância;
  - Troca anúncios a cada 30 segundos;
  - O Custo máximo de um caminho é limitado a 15 saltos;

# Datagrama do Protocolo

## Mensagem RIPv1 encapsulada

Cabeçalho do Quadro de  
Enlace de Dados

Cabeçalho do  
Pacote IP

Cabeçalho do  
segmento UDP

Mensagem RIPv1  
(504 bytes; até 25 rotas)

### Quadro de Enlace de Dados

Endereço de destino MAC = Broadcast: FF-FF-FF-FF-FF-FF

Endereço de origem MAC = endereço da interface de envio

### Pacote IP

Endereço de origem IP = endereço da interface de envio

Endereço de destino IP = Broadcast: 255.255.255.255

Campo Protocol = 17 para UDP

### Segmento UDP

Porta de origem = 520

Porta de destino = 520

### Mensagem RIPv1:

Comando: Solicitação (1); Resposta (2)

Versão = 1

ID da família de endereços = 2 para IP

Rotas: Endereço IP de rede

Métrica: Contagem de saltos



# Protocolo RIPv2

- Protocolo RIPv2
  - Classless aceita (VLSM, variable length subnet masks), e CIDR (Classless Inter-Domain Routing);
  - IGP(Interior Gateway Protocol);
  - Vetor distância;
  - Troca anúncios a cada 30 segundos;
  - O Custo máximo de um caminho é limitado a 15 saltos;

# Funcionamento

- Operação do RIP
  - RIP envia uma mensagem de solicitação na inicialização, para que todos os roteadores mandem suas tabelas de roteamento.
  - Uma mensagem de resposta(anúncios) é devolvida por vizinhos habilitados pelo RIP.
  - Após é realizado a Atualização das tabelas de rotas.



# Temporizadores

- Temporizadores
  - Route Invalid Timer(Temporizador Inválido);
  - Route HoldDown Timer(Temporizador HoldDown);
  - Route Flush Timer(Temporizador de descarga).
- *Route Invalid Timer:*
  - Se uma atualização não foi recebida para atualizar uma rota existente depois de 180 segundos (o padrão), a rota será marcada como inválida definindo a métrica como 16. A rota será retida na tabela de roteamento até que o temporizador de descarga expire.

# Temporizadores

## – *Route Invalid Timer:*

- Se uma atualização não foi recebida para atualizar uma rota existente depois de 180 segundos (o padrão), a rota será marcada como inválida definindo a métrica como 16. A rota será retida na tabela de roteamento até que o temporizador de descarga expire.

# Temporizadores

- *Route HoldDown Timer(Temporizador HoldDown)*
  - Esse temporizador estabiliza as informações de roteamento e ajuda a impedir loops de roteamento durante períodos em que a topologia está convergindo em novas informações. Quando uma rota é marcada como inalcançável, ela deve ficar em *hold-down* pelo tempo suficiente para que todos os roteadores na topologia aprendam a rede inalcançável. Por padrão, o temporizador de *hold-down* é definido para 180 segundos

# Temporizadores

- *Route Flush Timer*(Temporizador de descarga)
  - Por padrão, o temporizador de descarga é definido para 240 segundos, 60 segundos a mais que o temporizador inválido. Quando o temporizador de descarga expira, a rota é removida da tabela de roteamento.

# Características do RIP

## **Split horizon (horizonte dividido):**

- Esta técnica registra a interface através da qual recebeu informações sobre uma rota e não propaga informações sobre esta rota, através desta mesma interface.
- Exemplo, o Roteador B receberia informações sobre a rota para a rede 1, a partir do Roteador B, logo o Roteador A não iria enviar informações sobre Rotas para a rede 1, de volta para o Roteador B. Com isso já seria evitado o problema do count-to-infinity. Em outras palavras, esta característica pode ser resumida assim: Eu aprendi sobre uma rota para a rede X através de você, logo você não pode aprender sobre uma rota para a rede X, através de minhas informações.

# Características do RIP

## **Split horizon with poison reverse (Inversão danificada):**

- Quando um roteador aprende o caminho para uma determinada rede, ele anuncia o seu caminho, de volta para esta rede, com um hop de 16.
- No exemplo da Figura anterior, o Roteador B, recebe a informação do Roteador A, que a rede 1 está a 1 hop (salto) de distância.
- O Roteador B anuncia para o roteador A, que a rede 1 está a 16 hops de distância.



# Características do RIP

## **Triggered updates (Atualizações instantâneas)**

- Os roteadores podem anunciar as mudanças de métricas de uma rota imediatamente, não é necessário aguardar o próximo período de anúncio.
- Neste caso, redes que se tornem indisponíveis, podem ser anunciadas imediatamente com um hop de 16, ou seja, indisponível.
- Muito utilizada em combinação com a técnica de inversão danificada, com o objetivo de diminuir o tempo (latência) de convergência da rede.
- Esta técnica diminui o tempo necessário para convergência da rede, porém gera mais tráfego na rede.



# Introdução ao Protocolo IGRP

- Protocolo IGRP (*Interior Gateway Routing Protocol*)
  - Classful (não aceita VLSM, *variable length subnet masks*) e CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*);
  - IGP (*Interior Gateway Protocol*);
  - Vetor distância;
  - Atualizações são trocadas por *broadcast* a cada 90 segundos;
  - A largura de banda, atraso, carga, e confiabilidade são usados para criar uma métrica composta;

# Introdução ao Protocolo IGRP

- O IGRP possui diversos recursos criados para aumentar sua estabilidade, tais como:
  - Retenções;
  - Split horizons;
  - Atualizações de poison reverse.

# Introdução ao Protocolo IGRP

- Retenções

- As retenções são usadas para impedir que mensagens de atualização regulares incorretamente reapliquem uma rota que talvez não esteja ativa. Quando um roteador “cai”, é detectado pelos vizinhos através da falta de mensagens de atualizações programadas regularmente.

# Introdução ao Protocolo IGRP

- *Split horizons*
  - Os *split horizons* partem do princípio segundo o qual, normalmente, não é útil enviar de volta informações sobre uma rede na direção de onde vieram. A regra de *split horizon* ajuda a impedir loops de roteamentos.

# Introdução ao Protocolo IGRP

- Atualizações de *poison reverse*;
  - As atualizações de *poison reverse* são usadas para impedir loops de roteamento maiores. Em termos gerais, aumentos nas métricas de roteamento indicam loops de roteamento. As atualizações de *poison reverse* são, então, enviadas para remover a rota e colocá-la em modo de retenção. Com o IGRP, as atualizações de *poison reverse* são enviadas somente se uma métrica de rota tiver sido aumentada em um fator 1.1 ou superior.

# Introdução ao Protocolo IGRP

- temporizador de atualização;
- temporizador de invalidação;
- temporizador de retenção;
- temporizador de limpeza.

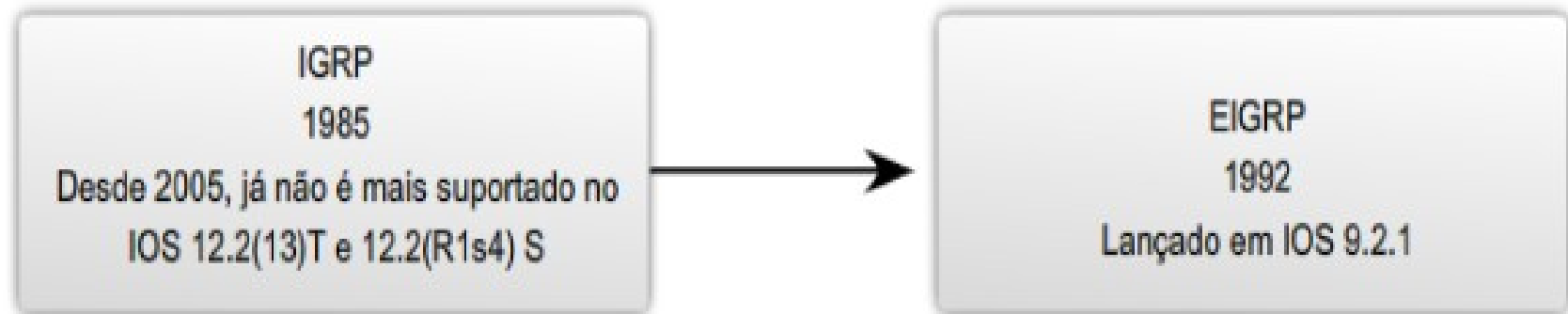
# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Protocolo EIGRP (*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*)
  - Classless(aceita VLSM, *variable length subnet masks*)e CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*);
  - IGP(*Interior Gateway Protocol*);
  - Balanceamento de carga com custos desiguais;
  - Características combinadas de vetor da distância e estado dos links;
  - Usa o DUAL (Diffused Update Algorithm – Algoritmo de Atualização Difusa) para calcular o caminho mais curto;
  - As atualizações de roteamento são enviadas por multicast usando 224.0.0.10 e são disparadas por alterações da topologia ;
  - A largura de banda, atraso, carga, e confiabilidade são usados para criar uma métrica composta;
  - Distância administrativa Interno 90;
  - Distância administrativa externo 170;
  - Distância administrativa de rota de sumarização 5.



# Introdução ao Protocolo EIRGP

## IGRP para EIGRP



## Resumo das operações

### Protocolos de roteamento do vetor de distância tradicionais

- Utilizam o algoritmo de Bellman-Ford ou Ford-Fulkerson.
- Expiram entradas de roteamento e utilizam atualizações periódicas.
- Mantêm o rastreamento somente das melhores rotas; o melhor caminho para uma rede de destino.
- Quando uma rota tornar-se indisponível, o roteador deverá esperar por uma nova atualização de roteamento.

### Protocolo de roteamento do vetor de distância aprimorado: EIGRP

- Utiliza o Algoritmo de atualização por difusão (DUAL).
- Não expira as entradas de roteamento nem utiliza atualizações periódicas.
- Mantém uma tabela de topologia separada da tabela de roteamento, que inclui o melhor caminho e qualquer outro caminho de backup sem loop.
- Quando uma rota torna-se indisponível, o DUAL utilizará um caminho de backup se existir algum na tabela de topologia.

# Introdução ao Protocolo EIRGP

## Mensagem EIGRP encapsulada

Cabeçalho do Quadro  
de Enlace de Dados

Cabeçalho do  
Pacote IP

Cabeçalho do  
pacote EIGRP

Tipos de Tipo/Tamanho/Valores

### Quadro de Enlace de Dados

Endereço de destino MAC = Multicast: 01-00-5E-00-00-0A

Endereço de origem MAC = endereço da interface de envio

### Pacote IP

Endereço IP de origem = endereço da interface de envio

Endereço IP de destino = Multicast: 224.0.0.10

Campo de protocolo = 88 para EIGRP

### Cabeçalho do pacote EIGRP

Opcode para tipo de pacote EIGRP

Número de AS

### Tipos de TLV

Alguns tipos incluem:

Parâmetros de EIGRP 0x0001

Rotas IP internas 0x0102

Rotas IP externas 0x0103

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- *Opcode* especifica o tipo de pacote EIGRP:
  - Atualização;
  - Consulta;
  - Resposta;
  - Hello.

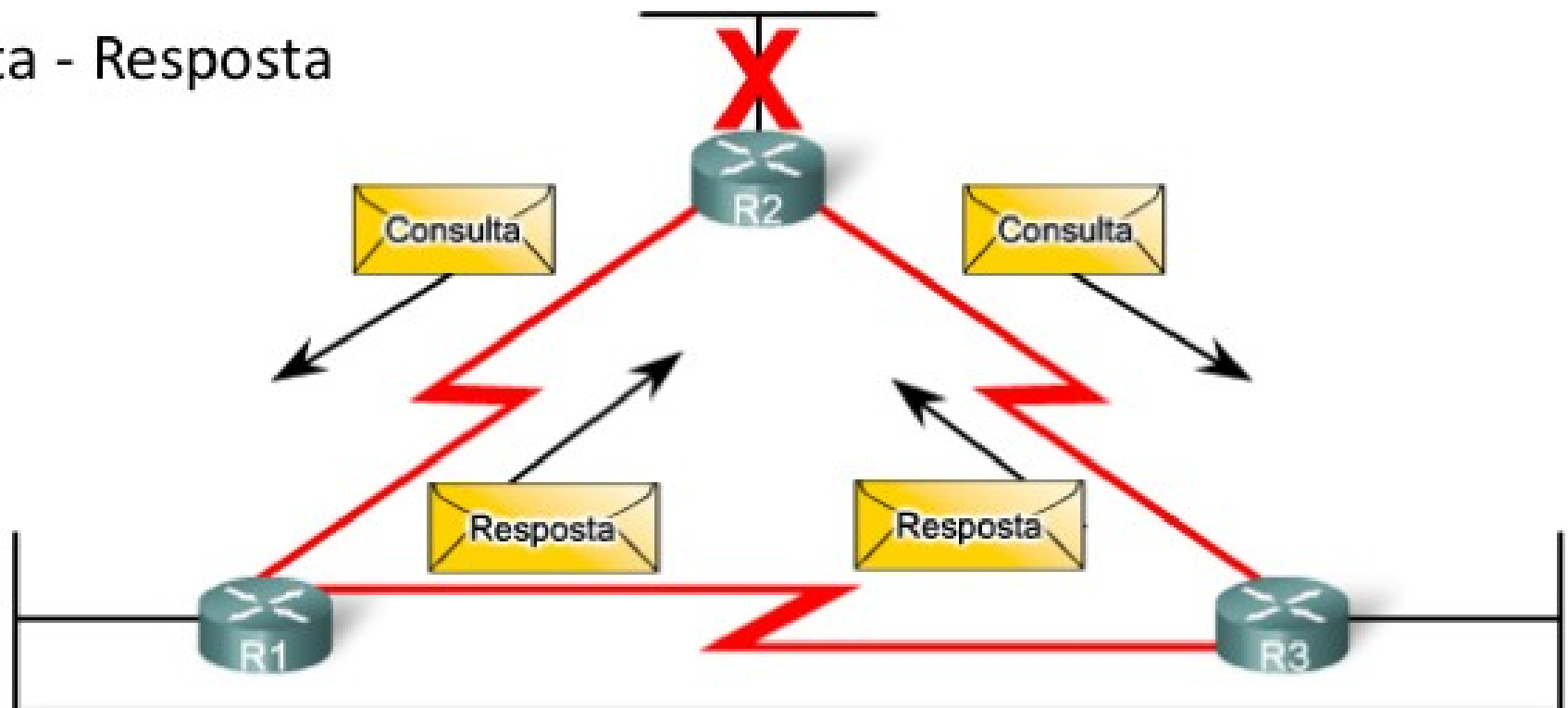
# Introdução ao Protocolo EIRGP

## Atualização



# Introdução ao Protocolo EIRGP

Consulta - Resposta



Pacote de consulta

- Utilizado pelo DUAL ao procurar redes ou outras tarefas

Pacote de resposta

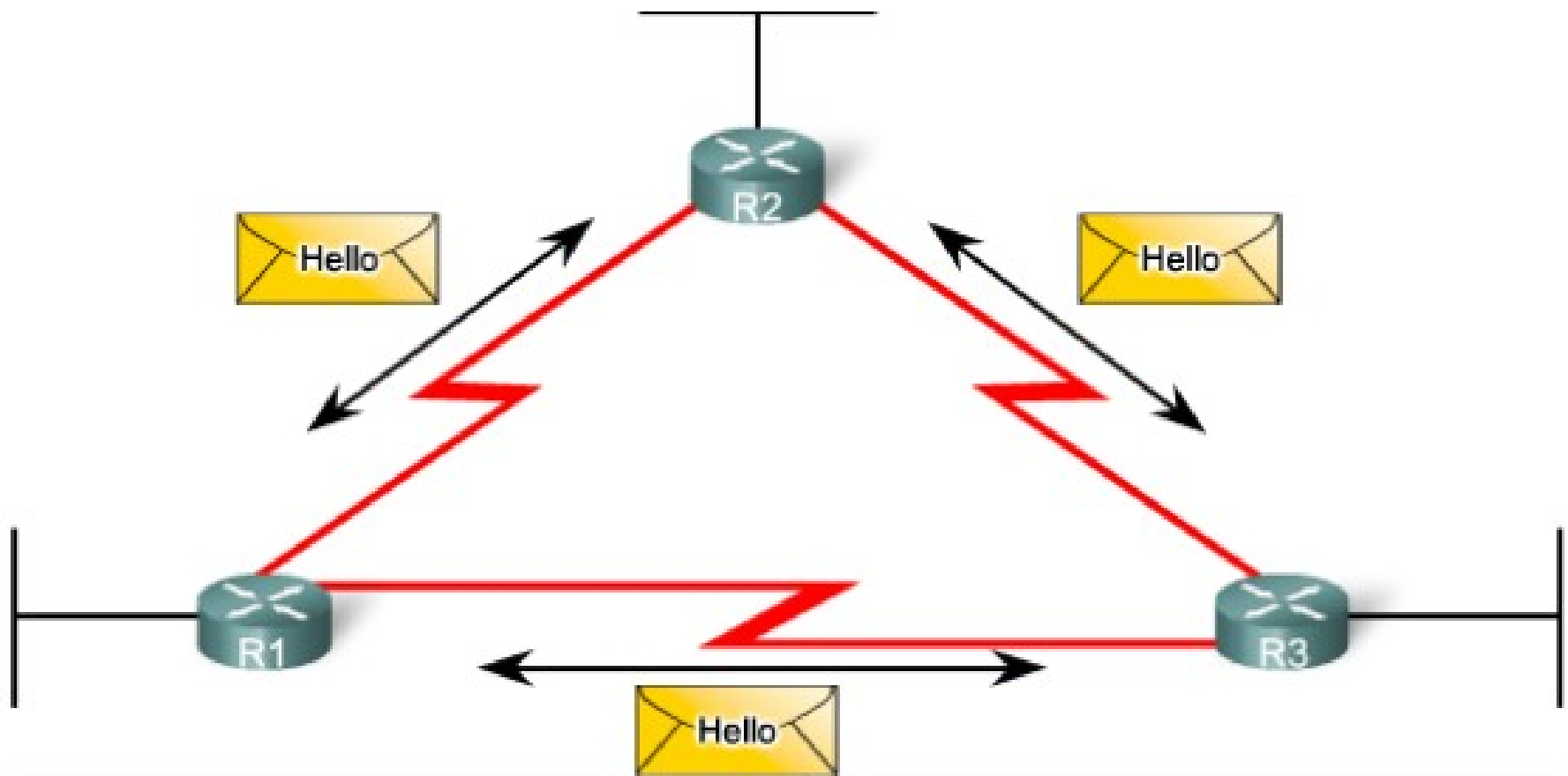
- Enviado automaticamente em resposta ao pacote de consulta

Pacote de confirmação (ACK)

- Enviado automaticamente quando o RTP confiável é utilizado

# Introdução ao Protocolo EIRGP

Hello

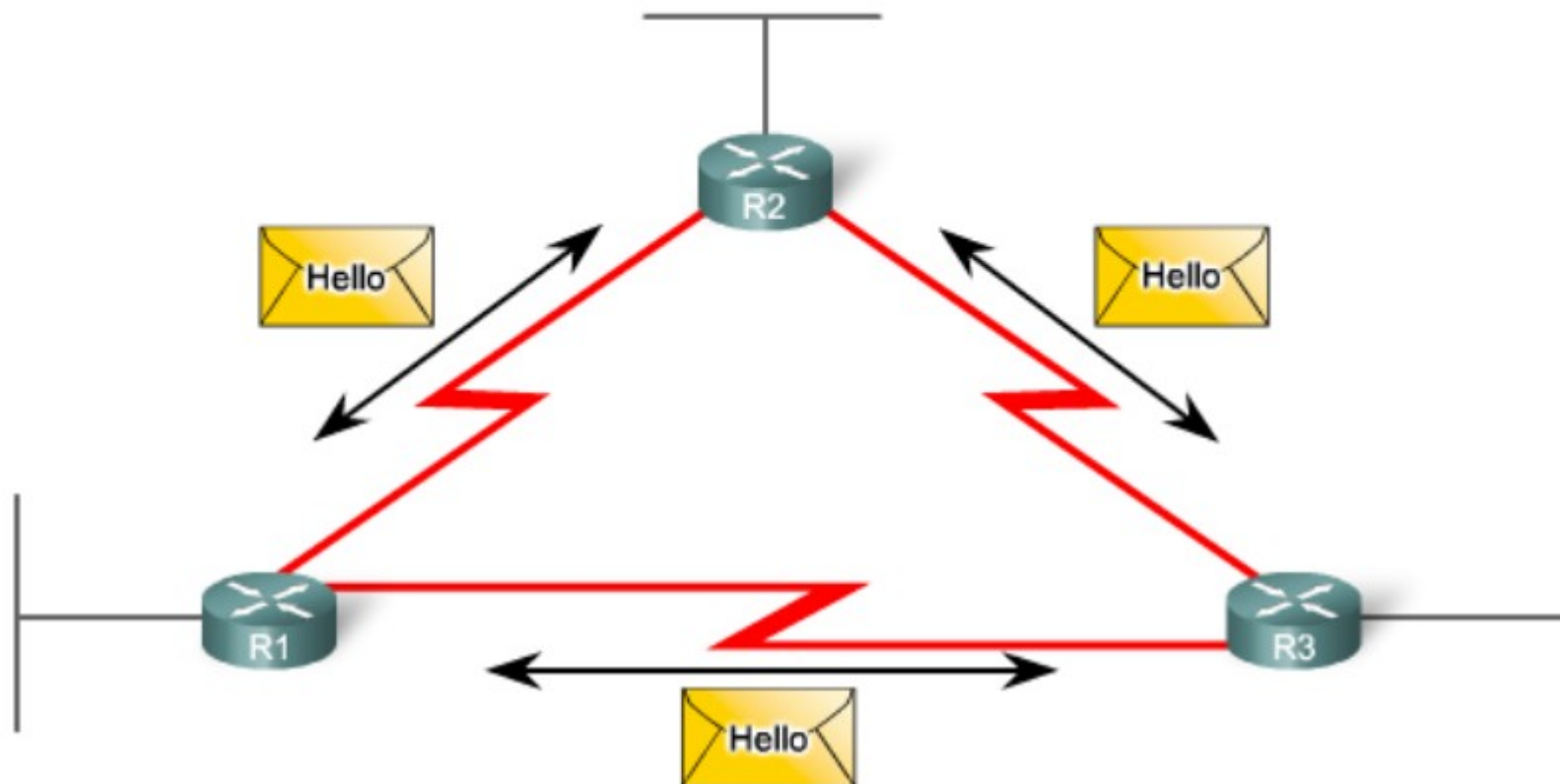


## Pacote Hello

- Utilize para detectar vizinhos e formar adjacências
- Não confiável; portanto, nenhuma resposta é exigida do destinatário

# Introdução ao Protocolo EIRGP

Intervalos Hello e Tempos de Espera Padrão do EIRGP



Largura de banda	Link de exemplo	Intervalo Hello padrão	Tempo de espera padrão
1,544 Mbps	Multiponto Frame Relay	60 segundos	180 segundos
Maior que 1,544 Mbps	T1, Ethernet	5 segundos	15 segundos



# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Atualizações do EIGRP.

As atualizações do EIGRP são parciais e associadas:

*Parcial* porque a atualização somente inclui informações sobre as alterações de rota.

*Associadas* porque somente os roteadores afetados pela mudança receberão a atualização.

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Operação do EIRGP
  - Dual (*Diffused Update Algorithm* – Algoritmo de Atualização Difusa)
  - Sistema Autônomos (AS)

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Os roteadores que utilizam o EIGRP mantêm informações sobre rotas e topologia prontamente disponíveis em RAM para que possam reagir rapidamente a mudanças. Como o OSPF, o EIGRP guarda essas informações em várias tabelas e bancos de dados.

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- As seguintes três tabelas são mantidas pelo EIRGP:
  - Tabela de vizinhos;
  - Tabela de topologia;
  - Tabela de roteamento;

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Tabela de vizinhos:

Quando novos vizinhos são descobertos, o endereço e a interface do vizinho são registrados. Estas informações são armazenadas na estrutura de dados referente ao vizinho. Quando um vizinho envia um pacote de *hello*, ele anuncia um *hold time* (tempo de retenção). O *hold time* é o período de tempo em que um roteador trata um vizinho como alcançável e operacional. Se um pacote de *hello* não for recebido dentro do *hold time*, este *hold time* expirará. Ao expirar o *hold time*, o *Diffusing Update Algorithm (DUAL)*, que é o algoritmo de vetor de distância do EIGRP, recebe notificação da mudança na topologia e precisa recalcular a nova topologia.

# Introdução ao Protocolo EIRGP

```
Router#show ip eigrp neighbors
```

```
IP-EIGRP neighbors for process 100
```

M	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RTO	Q CNT	SEQ NUM
2	200.10.10.10	Se1	13	00:19:09	26	200	0	10
1	200.10.10.5	Se0	12	03:31:36	50	300	0	39
0	199.55.32.10	Et0	11	03:31:40	10	200	0	40

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- **Tabela de topologia:**
  - A tabela de topologia consiste em todas as tabelas de roteamento EIGRP no sistema autônomo. O DUAL utiliza as informações fornecidas pela tabela de vizinhos e pela tabela de topologia e calcula as rotas de menor custo para cada destino. O EIGRP mantém estas informações de modo que os roteadores que utilizam o EIGRP possam identificar e comutar rapidamente para rotas alternativas. As informações que o roteador aprende do DUAL são utilizadas para determinar a rota sucessora (successor route) que é o termo usado para identificar a rota primária ou a melhor rota. Essas informações também são inseridas na tabela de topologia. Os roteadores que utilizam o EIGRP mantêm uma tabela de topologia para cada protocolo de rede configurado. Todas as rotas aprendidas para cada destino são mantidas na tabela de topologia.



# Introdução ao Protocolo EIRGP

```
Router#show ip eigrp topology
```

```
IP-EIGRP Topology Table for process 100
```

```
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply  
       r - Reply status
```

```
P 32.0.0.0/8, 1 successors, FD is 2195456  
    via 200.10.10.10 (2195456/281600), Serial1  
P 170.32.0.0/16, 1 successors, FD is 2195456  
    via 199.55.32.10 (2195456/2169856), Ethernet0  
    via 200.10.10.5 (2681856/2169856), Serial0  
P 200.10.10.8/30, 1 successors, FD is 2169856  
    via Connected, Serial1  
P 200.10.10.12/30, 1 successors, FD is 2681856  
    via 200.10.10.10 (2681856/2169856), Serial1  
P 200.10.10.0/24, 1 successors, FD is 2169856  
    via Summary (2169856/0), Null0  
P 200.10.10.4/30, 1 successors, FD is 2169856  
    via Connected, Serial0  
P 205.205.205.0/24, 1 successors, FD is 2221056  
    via 199.55.32.10 (2221056/2195456), Ethernet0  
    via 200.10.10.5 (2707456/2195456), Serial0
```

# Tabela Comparativa Interessante

Características	OSPF	RIP1	RIP2	EIGRP
<i>Classless/Classful</i>	<i>Classless</i>	<i>Classfull</i>	<i>Classfull</i>	<b><i>Classless</i></b>
Convergência	Rápida	Lenta	Lenta	<b>Rápida</b>
Escalável	Sim	Não	Não	<b>Sim</b>
Atualização	Associada	Constante	Constante	<b>Associada</b>
Loops	Não	Sim	Sim	<b>Não</b>
Interoperável	Sim	Sim	Sim	<b>Não</b>
Métricas	Largura de banda/ Confiabilidade	Nº saltos	Nº saltos	<b>Largura de banda/atraso/ confiabilidade/ carga</b>

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Métricas do EIGRP

Os valores de "K" podem ser alterados com o comando `metric weights`.

Fórmula composta padrão:

métrica =  $[K1 * \text{largura de banda} + K3 * \text{atraso}]$

Fórmula composta completa:

métrica =  $[K1 * \text{largura de banda} + (K2 * \text{largura de banda}) / (256 - \text{carga}) + K3 * \text{atraso}] * [K5 / (\text{confiabilidade} + K4)]$

(Não utilizado se o valor de "K" for 0)

Valores padrão:

K1 (largura de banda) = 1

K2 (carga) = 0

K3 (atraso) = 1

K4 (confiabilidade) = 0

K5 (confiabilidade) = 0

Os valores de "K" podem ser alterados com o comando `metric weights`.

```
Router(config-router)#metric weights tos k1 k2 k3 k4 k5
```

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- O EIGRP leva em consideração quatro parâmetros para fazer a escolha da melhor rota. As seguintes métricas:
  - Largura de banda;
  - Carga;
  - Atraso;
  - Confiança.

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- **Métricas do EIGRP**

## Largura de banda (Bandwidth)

A métrica de largura de banda (1544 Kbit) é um valor estático utilizado por alguns protocolos de roteamento como o EIGRP e OSPF para calcular sua métrica de roteamento. A largura de banda é exibida em Kbit (quilobits). A maioria das interfaces seriais utiliza o valor de largura de banda padrão de 1544 Kbit ou 1.544.000 bps (1.544 Mbps). Porém, algumas interfaces seriais utilizam um valor de largura de banda padrão diferente. Sempre verifique a largura de banda com o comando `show interface`.

O valor da largura de banda pode ou não refletir na largura de banda física real da interface. Modificar o valor de largura de banda não altera a largura de banda real do link. Se a largura de banda real do link diferir do valor de largura de banda padrão, então você deverá modificar o valor de largura de banda.

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Métricas do EIGRP

## Atraso

Atraso é uma medida do tempo necessário para um pacote atravessar um caminho. A métrica de atraso (DLY) é um valor estático baseado no tipo de link para o qual a interface é conectada e é expressada em microssegundos. O atraso não é medido dinamicamente. Em outras palavras, o roteador não monitora de fato quanto tempo os pacotes estão levando para alcançar o destino. O valor de atraso, tal como o valor de largura de banda, é um valor padrão que pode ser alterado pelo administrador de rede.

Meio	Atraso
100M ATM	100 µs
Fast Ethernet	100 µs
FDDI	100 µs
1HSSI	20.000 µs
16M Token Ring	630 µs
Ethernet	1.000 µs
T1 (Padrão Serial)	20.000 µs
512K	20.000 µs
DSO	20.000 µs
56K	20.000 µs



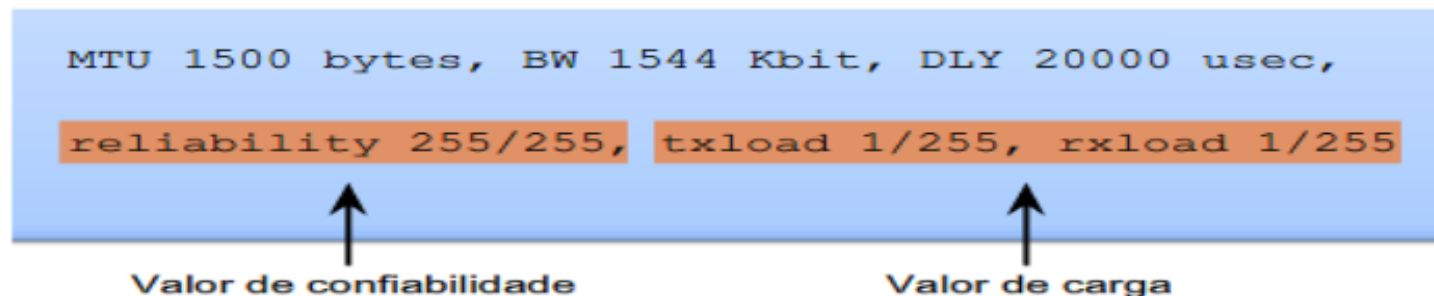
# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Métricas do EIGRP

## Confiabilidade

Confiabilidade é uma medida da probabilidade, se o link falhar ou se a frequência do link resultar em erro. Ao contrário do atraso, a Confiabilidade é medida dinamicamente com um valor entre 0 e 255, com 1 sendo um link minimamente confiável e 255 cem por cento confiável. A confiabilidade é calculada em uma média ponderada de 5 minutos para evitar o impacto súbito de taxas de erro altas (ou baixas).

A confiabilidade é expressada como uma fração de 255 – quanto mais alto o valor, mais confiável o link. Assim, 255/255 seria 100 por cento confiável, considerando que um link de 234/255 seria 91,8 por cento confiável.





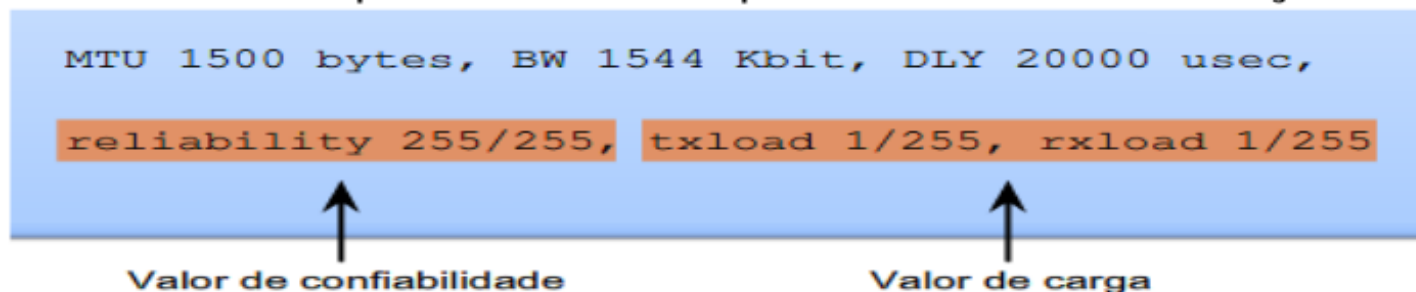
# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Métricas do EIGRP

## Carga

A carga (carga) reflete a quantidade de tráfego que utiliza o link. Como a confiabilidade, a carga é medida dinamicamente com um valor entre 0 e 255. De maneira semelhante à confiabilidade, a carga é expressada como uma fração de 255. Porém, neste caso, um valor de carga inferior é mais desejável porque indica menos carga no link. Assim, 1/255 seria um link minimamente carregado, 40/255 é um link com 16 por cento de capacidade e 255/255 seria um link que está 100 por cento saturado.

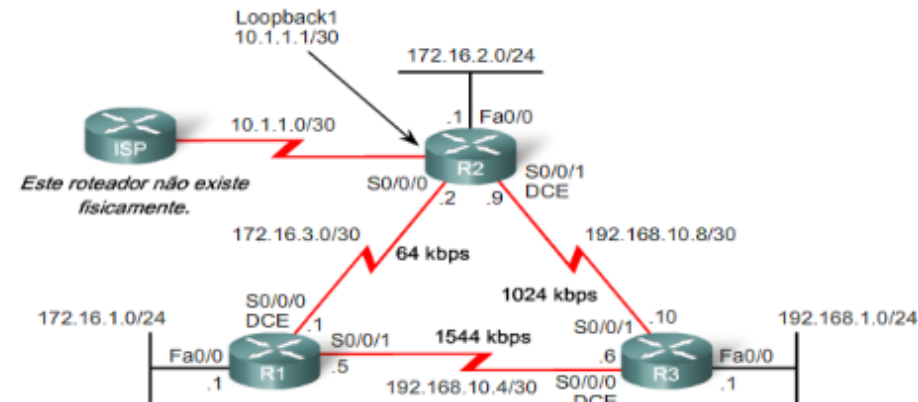
A carga é exibida como um valor de carga de saída ou transmissão, (txload) e um valor de carga de entrada ou recebimento, (rxload). Este valor é calculado em uma média ponderada de 5 minutos para evitar o impacto súbito de utilização de canal alta (ou baixa).



# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Métricas do EIGRP

## Largura de banda



Como o EIGRP utiliza a largura de banda mais lenta em sua métrica de cálculo, nós podemos localizar a largura de banda mais lenta examinando cada interface entre R2 e o destino de rede 192.168.1.0. A interface 0/0/1 Serial em R2 possui uma largura de banda de 1.024 Kbps ou 1.024.000 bps. A interface FastEthernet em R3 possui uma largura de banda de 100.000 Kbps ou 100 Mbps. Portanto, a largura de banda mais lenta é de 1024 Kbps e é utilizada no cálculo da métrica.

O EIGRP pega o valor de largura de banda de referência de 10.000.000 e o divide pelo valor de largura de banda em kbps. Isto resultará em valores de largura de banda mais altos que recebem uma métrica mais baixa e valores de largura de banda mais baixos que recebem uma métrica mais alta.

O valor de 10.000.000 é dividido por 1024. Se o resultado não for um número inteiro, o valor será arredondado para baixo. Neste caso, 10.000.000 divididos por 1024 é igual a 9765.625 (625 é ignorado antes de multiplicar por 256). A parte de largura de banda da métrica composta é 2.499.840.

# Introdução ao Protocolo EIRGP

- Métricas do EIGRP

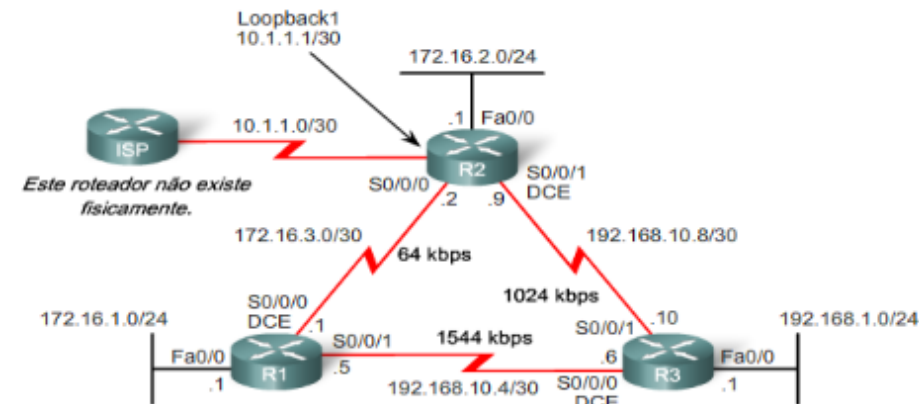
## Atraso

O EIGRP utiliza a soma cumulativa das métricas de atraso de todas as interfaces de saída. A interface Serial 0/0/1 em R2 possui um atraso de 20000 microsegundos. A interface FastEthernet 0/0 em R3 possui um atraso de 100 microsegundos.

Cada valor de atraso é dividido por 10 e então somado:  $20.000/10 + 100/10$  resulta em um valor de 2.010. Este resultado é então multiplicado por 256. A parte de atraso da métrica de composição é 514.560.

Adicionando a largura de banda e atraso

Some simplesmente os dois valores,  $2.499.840 + 514.560$ , para obter a métrica de EIGRP de 3.014.400. Este valor corresponde ao valor mostrado na tabela de roteamento para R2. Este é um resultado da largura de banda mais lenta e da soma dos atrasos



Obrigado!