

Redes de Computadores I

Aula 09 - Roteamento – Parte III

Apresentação

Nas aulas anteriores de roteamento, você viu a importância das rotas para o funcionamento das redes. Viu também como funciona a tabela de roteamento e como os roteadores realizam a verificação e entrega dos quadros ethernet.

Nesta Aula, você verá a importância da utilização de tabelas de roteamento dinâmicas e, conhecendo o nome dos principais protocolos e como funciona o algoritmo do protocolo RIP.

Objetivos

Após esta aula, você deverá:

- Entender o que é um protocolo de roteamento dinâmico e como eles conseguem criar as tabelas de rotas automaticamente.
- Entender como funciona o protocolo de roteamento dinâmico RIP.
- Utilizar o programa traceroute para testar o roteamento.

Limitações do Roteamento Estático

Você já sabe que os roteadores encaminham os pacotes utilizando como base as informações contidas na tabela de roteamento.

Até agora, entretanto, dissemos que essa tabela é criada e mantida pelo administrador da rede, ou seja, uma pessoa que precisa conectar no roteador e digitar os comandos para manipular a tabela de rotas.

Chamamos isso de roteamento estático, devido ao fato de que a tabela de roteamento é estática, ou seja, fixa, só sendo alterada por uma intervenção manual do administrador da rede.

Apesar de ser adequado para muitas redes, o roteamento estático tem dois problemas que devem ser considerados:

- O primeiro é a necessidade de alteração manual da tabela de rotas de outros roteadores da rede sempre que uma nova sub-rede é criada. Vimos que uma estratégia para reduzir esse problema é utilizar o conceito de supernets.
- O segundo problema é que sempre é utilizada a mesma rota para cada destino, mesmo que em um determinado momento aquela rota não seja a mais indicada. Por exemplo, porque está congestionada, ou porque houve “queda” de algum link ou roteador.



Explicação Cenário 01

Protocolos de Roteamento Dinâmico

Para resolver os problemas do roteamento estático, foi criado um esquema de roteamento chamado de roteamento dinâmico, através do qual cada roteador executa um programa que transmite informações para os demais roteadores, de modo que todos possam criar e manter a tabela de rotas automaticamente.

É importante observar que o roteamento se dará da mesma forma que antes, ou seja, quando um roteador recebe um pacote, ele consulta sua tabela de rotas e decide para onde o pacote deve ser encaminhado.

O que muda é apenas a forma como a tabela de roteamento é preenchida. Enquanto que no roteamento estático isso é feito manualmente pelo administrador da rede (uma pessoa), no roteamento dinâmico isso é feito automaticamente por um programa.

Métrica

Muitas vezes existem vários caminhos (rotas) possíveis para chegar até uma rede de destino. Como decidir qual deve ser utilizado?

Por exemplo, olhe a rede da Figura 8. Veja que o Roteador 2 tem dois caminhos para chegar até a Rede C: indo direto para o Roteador 3 (caminho 1) ou passando pelo Roteador 1 (caminho 2).

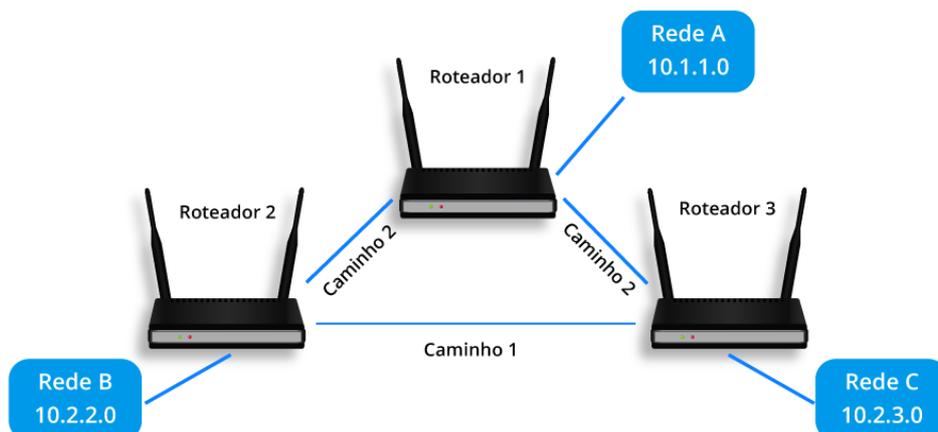


Figura 01 - Necessidade de métrica para o roteamento

Pode parecer que o Caminho 1 é o melhor. Será? Se considerarmos o número de roteadores/links por onde os pacotes passarão até atingirem o destino, esse é mesmo o melhor caminho.

Mas se o link entre os Roteadores 2 e 3 fosse de 2 Mbps, e os links entre o Roteadores 2 e 1 e entre os roteadores 1 e 3 fossem de 16 Mbps. Qual seria o melhor caminho? Provavelmente, agora o melhor caminho seria o Caminho 2.

Dissemos “provavelmente”, porque ainda podemos pensar em outra situação. Se os links do Caminho 2 já estivessem sendo utilizados na sua capacidade máxima, ou seja, 16 Mbps, e o link do Caminho 1 estivesse ocioso. Nesse caso, talvez fosse melhor usar mesmo o Caminho 1.

Disso tudo, tiramos a seguinte conclusão: o melhor caminho é algo que deve ser decidido em relação a algum parâmetro. A esse parâmetro dá-se o nome de métrica. Na nossa discussão, citamos exemplos de três métricas diferentes: o número de roteadores (hops) no caminho, a capacidade do link, a taxa de utilização do link.

Um protocolo de roteamento dinâmico pode considerar mais de uma métrica para escolher o melhor caminho. Além disso, existem protocolos de roteamento dinâmico que permitem que você escolha a métrica a ser considerada, entre um conjunto de opções, enquanto outros protocolos suportam apenas uma determinada métrica.



Vídeo 01 - Roteamento Estático e Dinâmico

Atividade 01

1. **[QUESTÃO INTERATIVA]** Marque V para Verdadeiro e F para Falso.

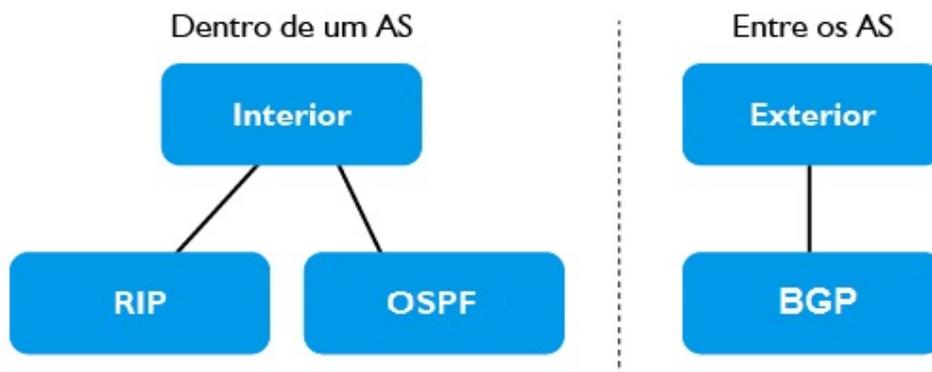
- a. Uma vantagem do roteamento dinâmico sobre o estático é que ele permite a reconfiguração automática das rotas quando um link para de funcionar. ()
—
- b. A melhor métrica é o número de hops, pois o melhor caminho entre dois equipamentos é sempre o caminho mais curto. ()
—
- c. Apesar do roteamento dinâmico ser mais eficiente que o estático, ele muda completamente a forma como o encaminhamento dos pacotes ocorre dentro do roteador. ()
—

Protocolos de Roteamento Internos e Externos

As redes que compõem a internet são organizadas em **Autonomous Systems** (Sistemas Autônomos), ou **AS**. Um AS nada mais é do que um conjunto de redes e roteadores administrados por uma única entidade. As redes de uma grande empresa, por exemplo, podem formar um AS.

Desse modo, existem protocolos específicos para trabalharem dentro de um AS, sendo chamados de Protocolos de Roteamento Interno (RIP). Também existem protocolos específicos para rotearem tráfego entre os diferentes AS, que são chamados de Protocolos de Roteamento Externo. A Figura 9 mostra essa classificação, citando os principais protocolos utilizados. Nesta aula, falaremos apenas do RIP.

Figura 02 - Protocolos de roteamento internos e externos



Tipos de Protocolos de Roteamento Dinâmico

Dependendo da forma como propagam as informações sobre a topologia da rede para a criação das tabelas de roteamento, os protocolos de roteamento dinâmico podem ser classificados em dois tipos:

- Vetor de distância
- Estado do Link

A seguir, veremos descrições bastante resumidas desses dois métodos. O objetivo desta aula não é fazer você entender os detalhes de cada método, mas sim a ideia geral do roteamento dinâmico e suas vantagens.

Observe a descrição do método de Vetor de Distância:

1. **Compartilhamento do conhecimento sobre o AS.** Cada roteador transmite sua tabela de roteamento inteira.
2. **A tabela é transmitida apenas para os vizinhos do roteador.** Ao receber uma tabela, o roteador atualiza a sua própria tabela de rotas. Desse modo, na próxima vez que enviar sua tabela, já a enviará considerando as informações recebidas dos vizinhos.
3. **A transmissão da tabela ocorre em intervalos regulares.** Cada roteador envia sua tabela de rotas inteira a cada 30 segundos, por exemplo.

Dois problemas do método de Vetor de Distância são: i) demora para que todos os roteadores percebam alterações na rede, por exemplo, a queda de um link. É dito então que esse método possui um *alto tempo de convergência*; ii) o tráfego gerado é muito grande devido à transmissão das tabelas de roteamento completa de cada roteador.

A seguir, temos a descrição do método de Estado do Link.

1. **Compartilhamento do conhecimento sobre a vizinhança.** Ao invés de transmitir toda sua tabela de roteamento, cada roteador transmite apenas informações sobre as redes as quais está diretamente conectado (vizinhança).
2. **Informações são transmitidas para todos os roteadores.** As informações citadas no item anterior são transmitidas para todos os roteadores da rede e não apenas para os vizinhos.
3. **Transmissões apenas quando ocorrem modificações na vizinhança.** Cada roteador só transmite as informações quando ocorre alguma mudança na vizinhança, por exemplo, a queda de um link.

Com a estratégia do Estado do Link, cada roteador da rede recebe as informações transmitidas por todos os outros. Juntando essas informações como se elas fossem um quebra-cabeça, ele consegue montar toda a topologia da rede (ou seja, o desenho da árvore). Daí é possível calcular a rota para qualquer rede.

Veja que apesar de cada roteador enviar as informações em broadcast (para todos os demais), essas informações só são transmitidas quando ocorre alguma mudança na vizinhança. Isso faz com que o tráfego seja menor que o da abordagem de Vetor de Distância, e também faz com que as mudanças na rede sejam percebidas mais rapidamente pelos roteadores do que naquele método (menor tempo de convergência).

Veja aqui a explicação em vídeo sobre a necessidade do roteamento dinâmico.



Vídeo 02 - Roteamento Dinâmico Motivação

Veja aqui a explicação em vídeo sobre os tipos de protocolos de roteamento dinâmico.



Vídeo 03 - Roteamento Dinâmico Protocolos

Atividade 02

1. Informe **VD** se a característica citada se refere a protocolos baseados em Vetor de Distância, ou **LS**, caso se refira a protocolos baseados no Estado do Link.
 - a. () Os roteadores transmitem as informações apenas quando
—
ocorre alguma alteração na sua vizinhança.
 - b. () Os roteadores transmitem toda a sua tabela de
—
roteamento.
 - c. () Os roteadores transmitem as informações apenas para
—
seus vizinhos.

Protocolo RIP

Apesar de o OSPF possuir mais recursos e apresentar um melhor desempenho que o RIP, este ainda é muito utilizado devido a sua simplicidade de configuração.



Vídeo 04 - RIP



Vídeo 05 - Configuração Roteamento

Testando a Rota até o Destino

Existe uma ferramenta (programa) muito útil para identificarmos o caminho percorrido por um pacote da máquina onde estamos até uma determinada máquina destino. Esse programa se chama traceroute.

Ele é muito útil para testarmos a rede após realizarmos algum tipo de configuração no roteamento e também para identificarmos problemas quando não conseguimos acessar uma determinada máquina.

O traceroute mostra o nome (ou o endereço IP) de todos os roteadores no caminho até o destino. Desse modo, podemos identificar até onde o pacote está conseguindo ir.

Sua sintaxe é muito simples, basta digitar a palavra traceroute (no Windows, o comando é tracert) seguida pelo IP (ou nome) da máquina destino para a qual se deseja descobrir o caminho, conforme mostrado a seguir, tomando como exemplo o IP de destino 10.1.1.1.

```
$ traceroute 10.1.1.1
```

Ao lado do endereço IP (ou nome) de cada roteador, o traceroute também mostra informações relacionadas ao tempo em que o pacote demorou para ir (e voltar) até o referido roteador. Isso permite não só verificar o caminho, mas também

ter uma ideia do desempenho da rede em cada trecho (entre cada par de roteadores).

Veja aqui a explicação em vídeo sobre o traceroute.



Vídeo 06 - Traceroute

Resumo

Nessa aula você conheceu algumas as limitações do roteamento estático, além disso viu que é possível utilizar protocolos de roteamento dinâmico para que os próprios roteadores criem as tabelas de rotas automaticamente e, como estudo de caso, analisou o funcionamento do protocolo RIP. Ao final, aprendeu a utilizar a ferramenta traceroute para identificar a rota percorrida de uma máquina origem até um dado destino.

Autoavaliação

1. Quais as duas principais diferenças do RIP versão 2 para o RIP versão 1?
2. O funcionamento do programa traceroute é baseado em um campo do pacote IP. Que campo é esse?
3. Execute novamente o tutorial e digite o comando "traceroute 10.2.2.2" em Maq-A. Quais endereços IP serão mostrados?

Referências

FOROUZAN, B. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

KUROSE, J.; ROSS, K. **Redes de computadores e a internet**. 5. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2010.

WETHERALL, D; TANENBAUM, A, S. **Redes de computadores**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Pearson Education, 2011.