

Protocolo de roteamento OSPF

Leandro Lottermann

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- > Descrever o protocolo de roteamento OSPF.
- > Identificar as métricas e tabelas de roteamento OSPF.
- > Explicar a implementação do protocolo OSPF.

Introdução

Neste capítulo, você vai conhecer os conceitos do protocolo de roteamento OSPF (Open Shortest Path First), que é um protocolo intradomínio (IGP — Interior Gateway Protocol) em sistemas autônomos (AS). Comparado a outros protocolos IGP, o OSPF é mais complexo, por ser um protocolo Link-State, isto é, ele utiliza informações de *links* e interfaces dos roteadores para definir o melhor caminho. É indicado para topologias que demandam mais desempenho e sofrem alterações constantes.

Protocolo de roteamento OSPF

Para satisfazer a demanda de um protocolo de roteamento que atendesse às grandes organizações, o Internet Engineering Task Force (IETF) concebeu um IGP conhecido como OSPF. O nome deriva do algoritmo de Dijkstra, que calcula os caminhos mais curtos. O OSPF surgiu em substituição ao RIP, uma vez que este apresentava certas limitações, como a quantidade de redes que

poderiam ser alcançadas, além de introduzir atrasos que comprometiam o tempo de convergência da rede (COMER, 2016).

O algoritmo de Dijkstra geralmente é chamado de **algoritmo de caminho mais curto primeiro**. Ele acumula custos ao longo de cada caminho, da origem para o destino, e é usado em roteamento Link-State. Roteadores que executam um protocolo de roteamento Link-State enviam informações sobre o estado dos *links* desse protocolo para outros roteadores no domínio de roteamento. O estado desses *links* refere-se a suas redes diretamente conectadas e inclui informações sobre o tipo de rede e todos os roteadores vizinhos nessas redes.

O OSPF utiliza roteamento de estado do *link*, permitindo que variáveis de *links*, como velocidade e taxa de uso, possam ser usadas para definição de métricas. Além disso, dá suporte a CIDR (Classless Inter-Domain Routing), isto é, ele considera a máscara de rede, deferente do RIPv1, em que era necessário informar a máscara de rede no momento da configuração do roteamento. Essa característica permite que seja usada a divisão de sub-redes, muito importante em momentos de esgotamento do IPv4. Na troca de mensagens, os roteadores que utilizem o OSPF podem autenticar cada mensagem. Eles dão suporte a métricas, permitindo que o administrador intervenha no custo das métricas e auxiliando na definição do melhor caminho. Dá suporte também a redes de acesso múltiplo, contribuindo para o desempenho da rede — no OSPF, é eleito um único roteador para envio de *broadcast* à rede. O roteamento é hierárquico e ocorre pela definição de áreas de roteamento, o que otimiza o desempenho da rede.

O OSPF é bastante popular, em comparação ao RIP (Routing Information Protocol) e ao IS-IS (Intermediate System to Intermediate System), por exemplo. Para implementar o OSPF, é necessário que o administrador tenha conhecimentos avançados sobre roteamento, principalmente porque ele permite personalizar algumas configurações, podendo alterar as métricas e, conseqüentemente, a escolha do melhor caminho.

Métricas e tabela de roteamento OSPF

De modo diferente de protocolos de vetor de distância que utilizam a contagem de saltos para definir o melhor caminho, o OSPF usa métricas distintas para calcular o custo. Esse custo está associado à interface de saída, normalmente, a interface de cada roteador. Quanto menor o custo, mais provável que a interface seja eleita para envio de dados.

No OSPF, a cada enlace, pode ser atribuído um peso com base na sua banda passante, no RTT (Round-Trip Time) ou *ping* correspondente, na sua

confiabilidade e assim por diante. O administrador de redes pode também decidir usar a contagem de saltos como custo. Um ponto interessante sobre o custo OSPF é que diferentes tipos de serviços podem incorrer em pesos diferentes nos custos (FOROUZAN; MOSHARRAF, 2013).

Para fins de exemplificação, observe a Figura 1, que representa uma topologia de roteamento OSPF. Veja que há *links* de comunicação entre os roteadores R1, R2 e R3 e cada um desses roteadores está conectado a um servidor representando a LAN de cada um deles.

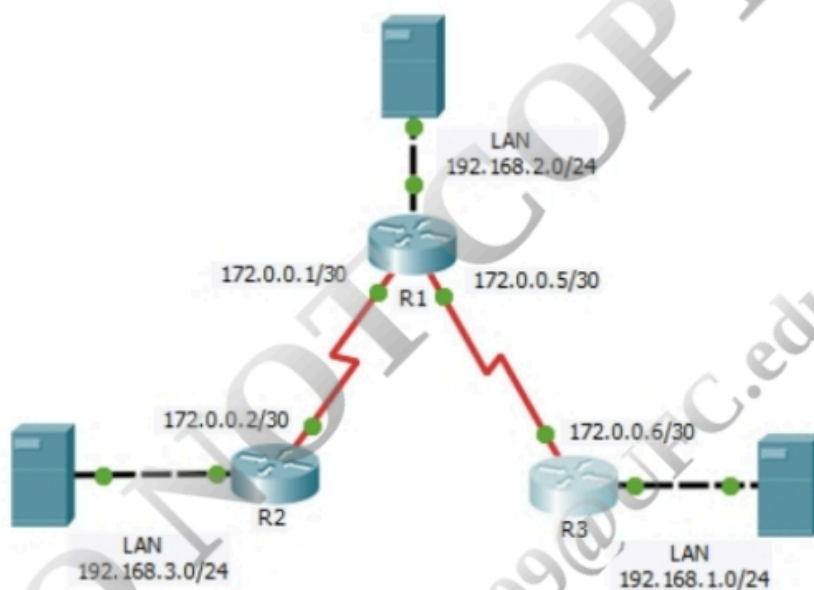


Figura 1. Topologia OSPF.

Normalmente, a conexão entre os roteadores se dá por interfaces seriais ligadas a *links* de comunicação WAN de menor velocidade do as conexões LAN, que estão ligadas nas interfaces Ethernet, normalmente *Fast Ethernet* ou *Gigabit Ethernet*. A Figura 2 identifica essas interfaces em um roteador Cisco 1841, que vem a ser um servidor de entrada da fabricante.



Figura 2. Interfaces de roteador.

A Figura 3 por sua vez, exibe os parâmetros das interfaces do roteador R3 mostrado na topologia da Figura 1. Atente especialmente para os campos grifados, que identificam as interfaces Fast Ethernet e Serial e seus respectivos custos.

```
Router#show ip OSPF interface

FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet address is 192.168.1.1/24, Area 0
Process ID 1, Router ID 192.168.1.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
Designated Router (ID) 192.168.1.1, Interface address 192.168.1.1
No backup designated router on this network
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
Hello due in 00:00:04
Index 1/1, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 1, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
Suppress hello for 0 neighbor(s)

Serial0/1/0 is up, line protocol is up
Internet address is 172.0.0.6/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 192.168.1.1, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 64
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT, Priority 0
No designated router on this network
No backup designated router on this network
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
Hello due in 00:00:00
Index 2/2, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 1, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
Adjacent with neighbor 192.168.2.1
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

Figura 3. Parâmetros de interfaces.

Note que, na Figura 3, o custo para a interface Fast Ethernet que tem a velocidade de 100 Mbps é “1”, enquanto o custo da interface Serial é “64”. Na simulação, os roteadores estão conectados nas suas seriais por um *link* T1, um método de transmissão digital que realiza a multiplexação de dados em um par de fios, neste caso com velocidade de 1544 Kbps, muito menor que a conexão LAN do roteador.

Para definição do melhor caminho, OSPF realiza cálculos vinculados ao custo de cada *link*, e esse custo é definido para cada interface em particular. Além disso, usa parâmetros como o tempo de resposta entre os roteadores para definição de rotas. O OSPF dará sempre prioridade para o menor custo para definição da tabela de roteamento, muito mais dinâmica que o RIP, pois o OSPF está sempre atualizando informações do estado dos *links* para definição das rotas.

Seguindo o mesmo exemplo de topologia da Figura 1, observe, na Figura 4, a tabela de roteamento do roteador R1, que possui conexão com R2 e R3. Partindo da ideia de que a velocidade dos *links* é igual em ambas as conexões, a métrica para atingir as respectivas redes remotas deve ser a mesma, mas ela pode ser modificada se houver alteração no custo conforme o estado dos *links*.

```

172.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
C    172.0.0.0 is directly connected, Serial0/1/0
C    172.0.0.4 is directly connected, Serial0/1/1
O    192.168.1.0/24 [110/65] via 172.0.0.6, 01:03:53, Serial0/1/1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O    192.168.3.0/24 [110/65] via 172.0.0.2, 01:03:53, Serial0/1/0

```

Figura 4. Tabela de roteamento do roteador R1.

Veja agora que, na Figura 5, foi adicionado um novo roteador na topologia. Após a convergência, as tabelas de roteamento de todos os roteadores são atualizadas. Essa nova rede remota 192.168.4.0/24 pode ser vista na tabela de roteamento de R1, já com uma métrica diferente das demais redes.

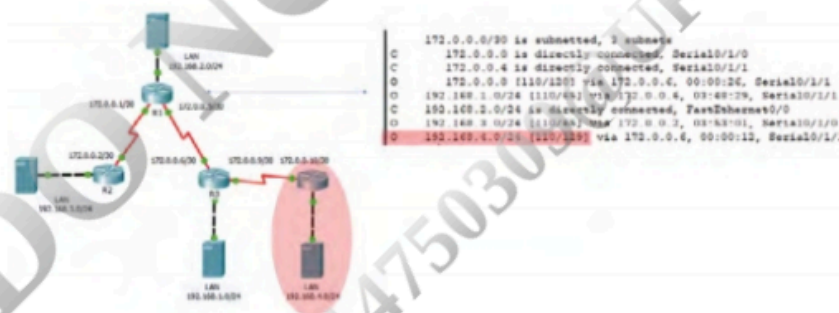


Figura 5. Tabela de roteamento do roteador R1 (novo roteador).

Implementação do protocolo OSPF

O resultado da implementação de um protocolo de roteamento dinâmico são as tabelas de roteamento de cada roteador, que devem ser criadas conforme o conceito de funcionamento do algoritmo usado pelo protocolo. No roteamento com estado dos enlaces, são necessários quatro ações para garantir que cada nó tenha a tabela de roteamento com menor custo para ir de um nó a qualquer outro nó (FOROUZAN, 2008). Veja a seguir.

1. Criação dos estados dos enlaces por cada nó, denominado LSP (*Link State Packet* — pacote de estado de enlace).
2. Disseminação de LSPs para cada um dos demais roteadores, a chamada **inundação**, de uma forma eficiente e confiável.
3. Formação de uma árvore de rota mais curta para cada nó.
4. Cálculo de uma tabela de roteamento com base na árvore de rota mais curta.

Na prática, os roteadores têm de estabelecer adjacência com seus vizinhos, para que possam compartilhar mensagens entre si, conhecidas como *Hello*. Um detalhe importante, visto que estamos tratando de um protocolo *Link State*, é que os roteadores, primeiramente, precisam obter informações sobre seus próprios *links* e suas próprias redes diretamente conectadas. Isso é obtido pela detecção de uma interface no estado ativa ou *up*. No passo a seguir, cada roteador é responsável por encontrar seus vizinhos em redes diretamente conectadas, momento em que são compartilhados os pacotes *Hello* com outros roteadores diretamente conectados. A partir do estabelecimento da vizinhança, os roteadores criam um pacote LSP contendo o estado do *link* diretamente conectado mediante o registro das informações de *link* de cada vizinho, incluindo a identificação do vizinho, o tipo de *link* e a largura de banda. Após a inundação de LSPs, os roteadores passam a ter informações completas de todos os destinos da topologia e as rotas para alcançá-los. Desse modo, usando o algoritmo SPF, são definidos os melhores caminhos para cada destino.

A Figura 6 representa o formato de um pacote *Hello* gerado a partir de determinado roteador. Observe os campos grifados para conhecer os principais conceitos da implementação do protocolo OSPF.