

Redes Fixas e Móveis

Trabalho Prático 2 – Engenharia de Tráfego com MPLS

José Faria A95255, Gabriel Silva pg53825, Alexandre Martins pg53604 e Filipa Rebelo pg53624.

Abstract

O presente documento pretende destacar todas as etapas realizadas relativas à engenharia de tráfego com MPLS. Este trabalho tem como objetivo principal a introdução ao ambiente de simulação EVE-NG para construção de topologias e compreensão do MPLS IP, incluindo os princípios de encaminhamento por etiquetas. Exploração e experimentação com soluções básicas de engenharia de tráfego IP MPLS, como MPLS-TE e DiffServ-TE. Reforço dos conceitos teóricos do MPLS através de prática e testes.

I. INTRODUCTION

ESTE trabalho tem como objetivo a familiarização com o ambiente **EVE-NG** para a criação de topologias e familiarização com o MPLS IP e com os conceitos de encaminhamento por etiquetas. Além disso, o trabalho também se foca em criar e testar soluções simples de engenharia de tráfego MPLS IP e engenharia de tráfego MPLS DiffServ-TE.

O MPLS surgiu nos anos 90 para integrar redes IP e ATM, mas logo se tornou a principal tecnologia, oferecendo engenharia de tráfego avançada. Ele estabelece túneis entre pontos na rede, com comutação baseada em etiquetas, permitindo agregação de fluxos de dados e priorização. Os túneis são sinalizados por protocolos como RSVP ou LDP e podem ser recursivos. A engenharia de tráfego possibilita a criação de túneis com garantias de largura de banda e restrições administrativas. O MPLS é atualmente usado para comutação rápida, engenharia de tráfego, proteção e restauração, além de oferecer mecanismos integrados de QoS. Neste relatório vamos colocar em prática estes conceitos.

II. IMPLEMENTAÇÃO

A. Criação da Topologia

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizada uma topologia igual à representada na figura seguinte.

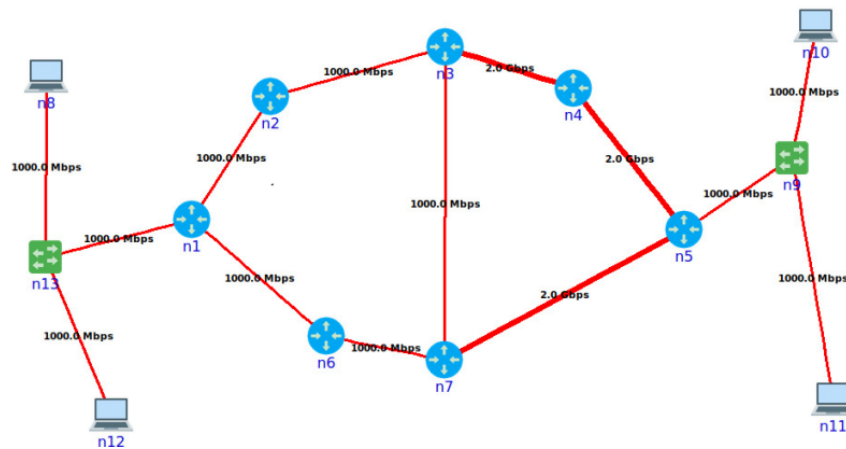


Fig. 1. Topologia

O domínio MPLS é constituído por todos os routers sendo os routers n1 e n5 os routers de fronteira do domínio.

B. Configuração dos Routers

Após a criação da topologia surgiu a necessidade de configurar os nodos atribuindo IP a todas as interfaces relevantes. Para o efeito foram utilizados os seguintes comandos:

- (config)# int gi0/x
- (config-if)# ip address 10.0.x.x 255.255.255.0
- (config-if)# no shut

Incluindo as interfaces loopback os comandos usados foram os seguintes:

- (config)# int loopback 0
- (config-if)# ip address x.x.x.x 255.255.255.255
- (config-if)# no shut

Além disso, nos routers, configurou-se o OSPF para incluir as gamas de endereços utilizados acima:

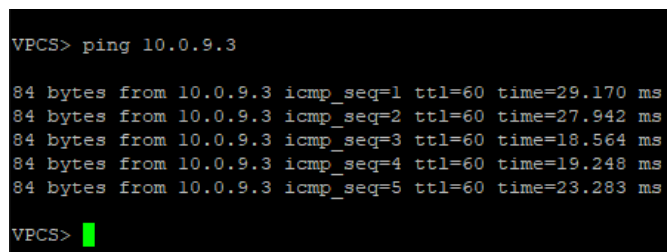
- (config)# router ospf 1
- (config-router)# router-id x.x.x.x
- (config-router)# network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
- (config-router)# network x.x.x.x 0.0.0.0 area 0

Os id dos routers são baseados no seu número, isto é o router n1 tem ip 1.1.1.1.

Relativamente aos hosts usamos o seguinte comando:

- ip <ip host>/24 <ip da interface do router>

A topologia está funcional sendo possível testar a conectividade através de pings.



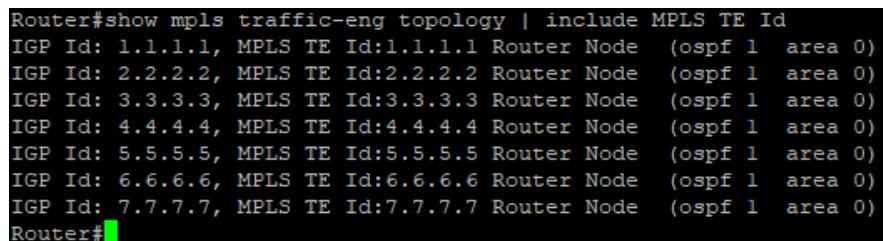
```
VPCS> ping 10.0.9.3
84 bytes from 10.0.9.3 icmp_seq=1 ttl=60 time=29.170 ms
84 bytes from 10.0.9.3 icmp_seq=2 ttl=60 time=27.942 ms
84 bytes from 10.0.9.3 icmp_seq=3 ttl=60 time=18.564 ms
84 bytes from 10.0.9.3 icmp_seq=4 ttl=60 time=19.248 ms
84 bytes from 10.0.9.3 icmp_seq=5 ttl=60 time=23.283 ms
VPCS>
```

Fig. 2. Ping do host n8 para o host n11s

C. Configuração dos Routers MPLS

O comando utilizado para cada interface interna foi o seguinte:

- (config-if)# mpls ip



```
Router#show mpls traffic-eng topology | include MPLS TE Id
IGP Id: 1.1.1.1, MPLS TE Id:1.1.1.1 Router Node (ospf 1 area 0)
IGP Id: 2.2.2.2, MPLS TE Id:2.2.2.2 Router Node (ospf 1 area 0)
IGP Id: 3.3.3.3, MPLS TE Id:3.3.3.3 Router Node (ospf 1 area 0)
IGP Id: 4.4.4.4, MPLS TE Id:4.4.4.4 Router Node (ospf 1 area 0)
IGP Id: 5.5.5.5, MPLS TE Id:5.5.5.5 Router Node (ospf 1 area 0)
IGP Id: 6.6.6.6, MPLS TE Id:6.6.6.6 Router Node (ospf 1 area 0)
IGP Id: 7.7.7.7, MPLS TE Id:7.7.7.7 Router Node (ospf 1 area 0)
Router#
```

Fig. 3. Routers do domínio MPLS

D. Reconfiguração do estado de ligação

Foi apenas necessário utilizar o comando router ofps 1 para aceder ao menu de configuração do router, e adicionar as opções:

- (config-router)# mpls traffic-eng area 0
- (config-router)# mpls traffic-eng router-id loopback0

E. Configuração dos sistemas externos ao MPLS

Relativamente à configuração dos sistemas externos ao MPLS seleccionou-se como origem o host n8 e como destino o n10. O LERs de entrada corresponde a n1 e o de saída corresponde a n5.

Caminhos explícitos de n1 para n5:

- **ip explicit-path name LSP1 enable**
- next-address 2.2.2.2
- next-address 3.3.3.3
- next-address 4.4.4.4
- next-address 5.5.5.5

- **ip explicit-path name LSP2 enable**
- next-address 6.6.6.6
- next-address 7.7.7.7
- next-address 5.5.5.5

Caminhos explícitos de n5 para n1:

- **ip explicit-path name LSP1 enable**
- next-address 4.4.4.4
- next-address 3.3.3.3
- next-address 2.2.2.2
- next-address 1.1.1.1

- **ip explicit-path name LSP2 enable**
- next-address 7.7.7.7
- next-address 6.6.6.6
- next-address 1.1.1.1

F. Balanceamento de tráfego MPLS

Para garantir o balanceamento do tráfego MPLS, foi necessário configurar os routers para utilizar túneis. Isso envolveu preparar os routers para direcionar o tráfego por meio de túneis específicos, permitindo assim um melhor gerenciamento e distribuição do tráfego na rede MPLS tendo sido utilizado para o efeito o seguinte comando.

- (config)# mpls traffic-eng tunnels

Para cada interface interna o comando utilizado foi o seguinte:

- (config-if)# mpls traffic-eng tunnels

Para N1 e N5, foi necessário configurar dois túneis, cada um usando um caminho explícito distinto. Além disso, foi aplicada a opção "tunnel mpls traffic-eng load-share 1", a fim de permitir o balanceamento de carga no tráfego MPLS entre esses túneis.

interface Tunnel0

- ip unnumbered Loopback0
- tunnel destination x.x.x.x
- tunnel mode mpls traffic-eng
- tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name LSP1
- tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
- tunnel mpls traffic-eng load-share 1

interface Tunnel1

- ip unnumbered Loopback0
- tunnel destination x.x.x.x
- tunnel mode mpls traffic-eng
- tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name LSP2
- tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
- tunnel mpls traffic-eng load-share 1

É crucial notar que dessa forma, o balanceamento de carga é realizado por destino e não por pacote. Além disso, com os caminhos explícitos definidos, a configuração "mpls ip" nas interfaces não é mais necessária.

```
Router#show ip interface brief | include Tunnel
Tunnel0          5.5.5.5          YES TFTP    up          down
Tunnel1          5.5.5.5          YES TFTP    up          up
```

Fig. 4. Túneis

G. Solução Alternativa

A solução alternativa passaria pela remoção do *load balancing* introduzido na alínea anterior e implementação de alguns comandos:

Uma política de routing diferente nas interfaces exteriores dos LER:

- (config-if)# ip policy route-map RM1

Definição do route-map que diferencia o tráfego, associando uma interface a um certo tipo de tráfego. Esse tipo de tráfego está definido nas access-lists. Os números 15 e 16 representam a ordem pela qual é feito o match da política de encaminhamento:

- route-map RM1 permit 15
- match ip address 101
- set interface Tunnel0
- route-map RM1 permit 16
- match ip address 102
- set interface Tunnel1

Definição das access-lists que criam regras para o tráfego que pode passar ou não. As regras definidas são as exigidas pelo enunciado:

- access-list 101 deny tcp any any eq www
- access-list 101 deny tcp any any eq 8080
- access-list 101 permit udp any any
- access-list 101 permit icmp any any
- access-list 102 deny udp any any range 3276 16384
- access-list 102 permit tcp any any
- access-list 102 permit icmp any any

O teste desta solução passa pela análise do tráfego através do software, WireShark. No entanto, devido a problemas de conexão ssh, não foi possível comprovar a mesma.

III. CONCLUSÃO

Através da realização deste trabalho foi possível consolidar os conhecimentos obtidos nas aulas teóricas relativos ao **MPLS** e engenharia de tráfego MPLS, incluindo a configuração de túneis, o estabelecimento de caminhos explícitos, o balanceamento de tráfego e a diferenciação de tráfego com base em critérios específicos.

Inicialmente foi proposta a criação de uma topologia de rede no ambiente EVE-NG, onde se configuraram túneis MPLS para permitir o balanceamento de tráfego entre dois caminhos alternativos. Isso envolveu a configuração dos routers internos ao domínio MPLS (LSR) e dos routers de fronteira (LER) com interfaces dentro e fora do domínio MPLS. Foi utilizado o protocolo OSPF para anunciar informações úteis para a engenharia de tráfego MPLS.

Uma vez configurada a topologia, foram estabelecidos dois caminhos explícitos LSP (Label Switched Paths) disjuntos entre o LER de entrada e o LER de saída, para direcionar o tráfego entre um sistema final de origem e um sistema final de destino fora do domínio MPLS.

Por fim, o grupo considera que alcançou os objetivos propostos e conclui que foi uma experiência enriquecedora, permitindo aplicar os conhecimentos teóricos num ambiente simulado e entender como o MPLS pode ser utilizado para otimizar o encaminhamento de tráfego em redes reais.