

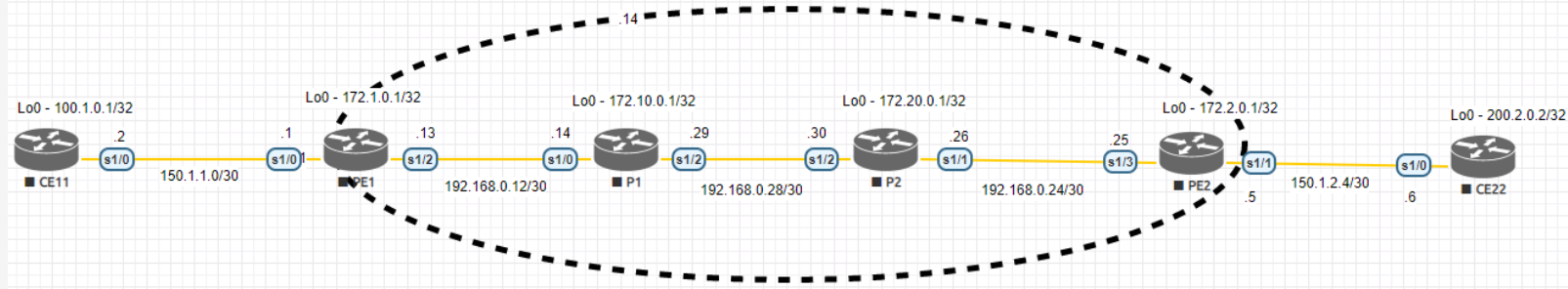


MPLS

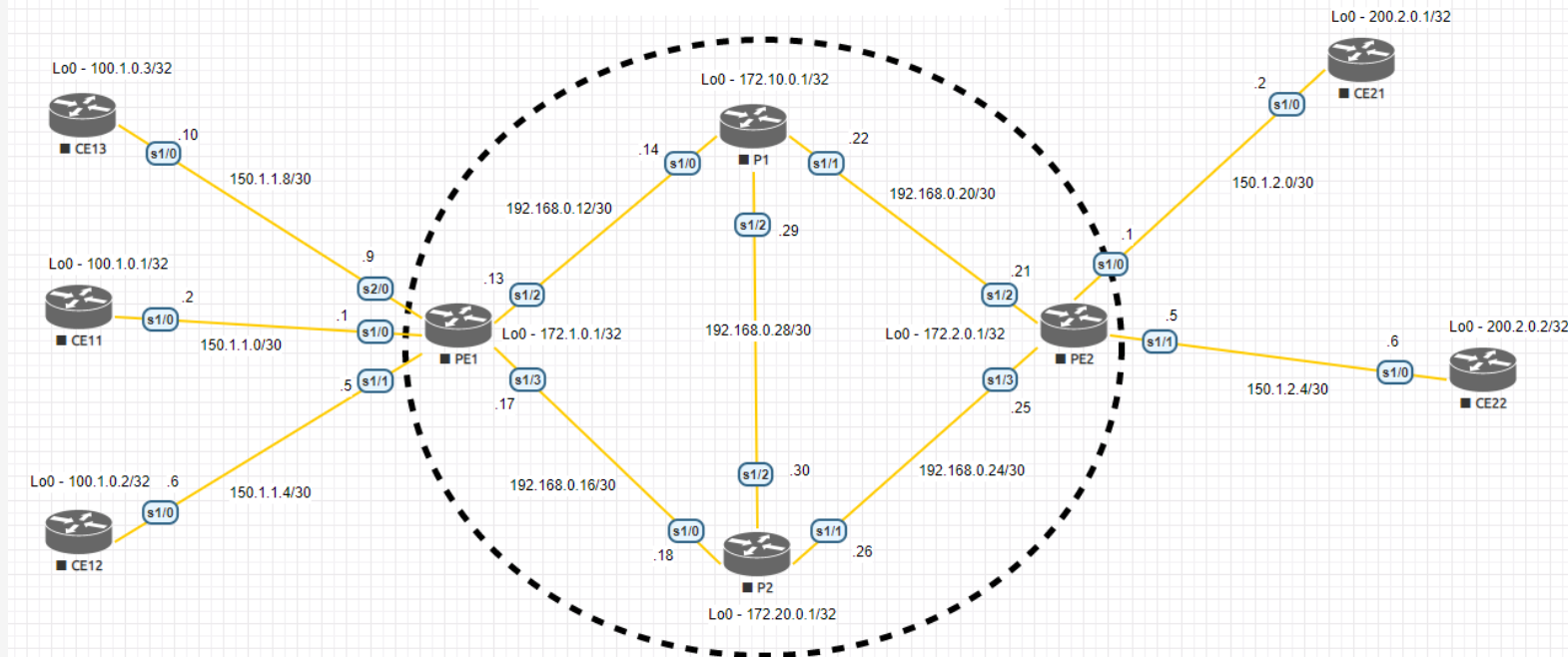
- MPLS é um protocolo/tecnologia de comutação que pode ser aplicada sobre as redes IP e também sobre redes ATM, quando essa tecnologia era utilizada no core das redes IP dos grandes provedores.
- Nas redes IP, o MPLS substitui o roteamento convencional dos pacotes pela comutação dos mesmos, dando a rede uma característica determinística e menores atrasos, permitindo assim o suporte a novos serviços.
- O Mpls foi desenvolvido para transporte de aplicações em forma de tunelamento, e com ele conseguimos viabilizar vários serviços sobre a rede Backbone.
- dentro de todo o contexto do Mpls tem um que se destaca que seria a possibilidade de realizar uma Engenharia de Tráfego (Traffic Engineering – TE) dentro do Backbone, e com o MPLS-TE conseguimos aproveitar o máximo de todo o backbone.

Backbone MPLS

TOPOLOGIA LÓGICA



Backbone MPLS



MPLS

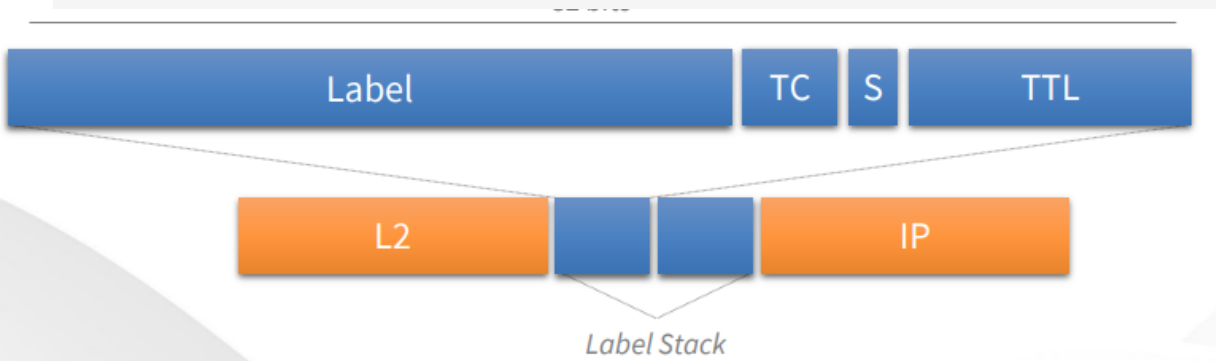
- RFC 3031 - Multiprotocol Label Switching Architecture RFC 3036 e 5036 - LDP Specification
- Protocolo criado para agilizar e simplificar o transporte de dados, sua tabela de decisão (LFIB) pequena e simples Flexível: qualquer software pode ser desenvolvido para provisionar labels.

Através do MPLS - Multiprotocol Label Switching os provedores podem:

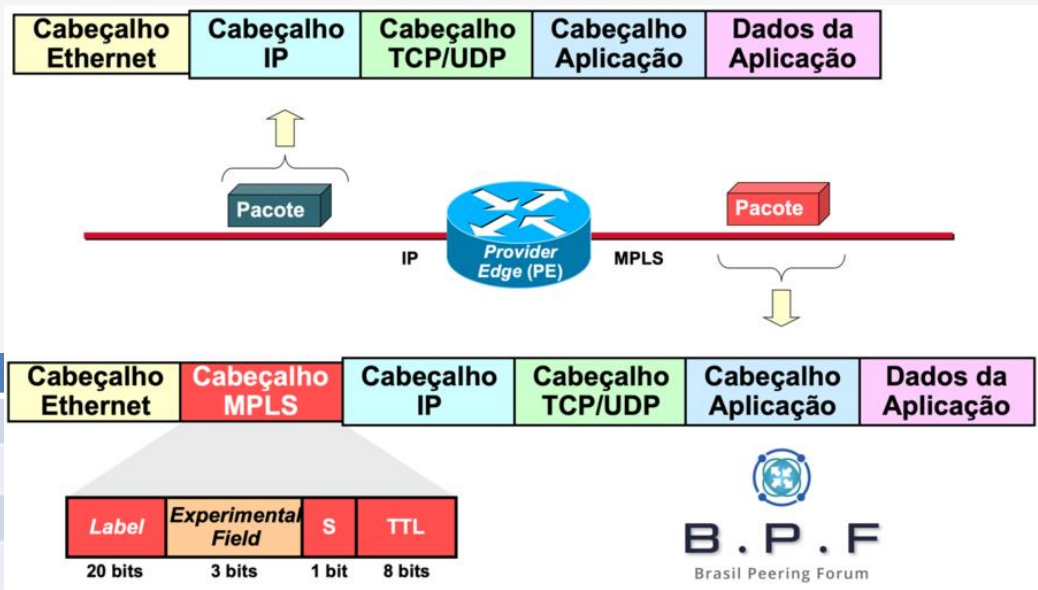
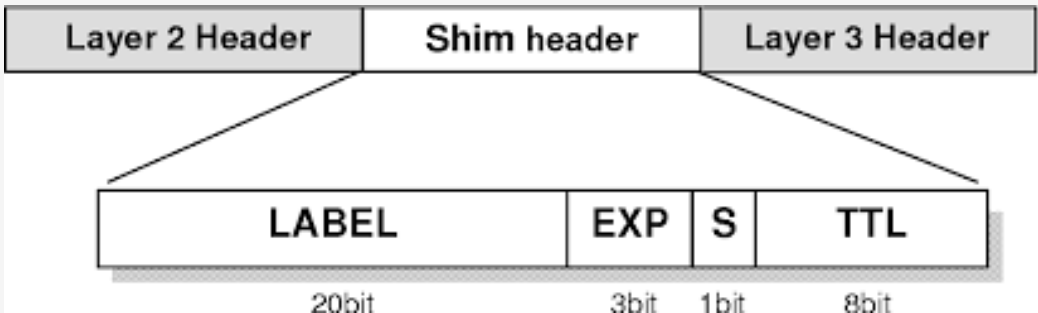
- Oferecer novos serviços IP, Reduzir custos, Implementar a convergência das redes (NGN)
- MPLS muda as características do roteamento de pacotes, Ele é um eficiente mecanismo de encapsulamento, Uso de um modelo de encaminhamento baseado em troca de rótulos (labels) em comparação com o roteamento baseado em endereços
- Dentro da nuvem MPLS não há consulta aos endereços IPs, apenas as LABELs direcionam o pacote a ser transmitido, pois não há intervenção de outros protocolos. O controle das rotas IPs continua sendo realizado por protocolos de roteamento, como por exemplo, OSPF.

MPLS

- Cabeçalho MPLS
- elemento fundamental desta tecnologia.
- SHIM HEADER

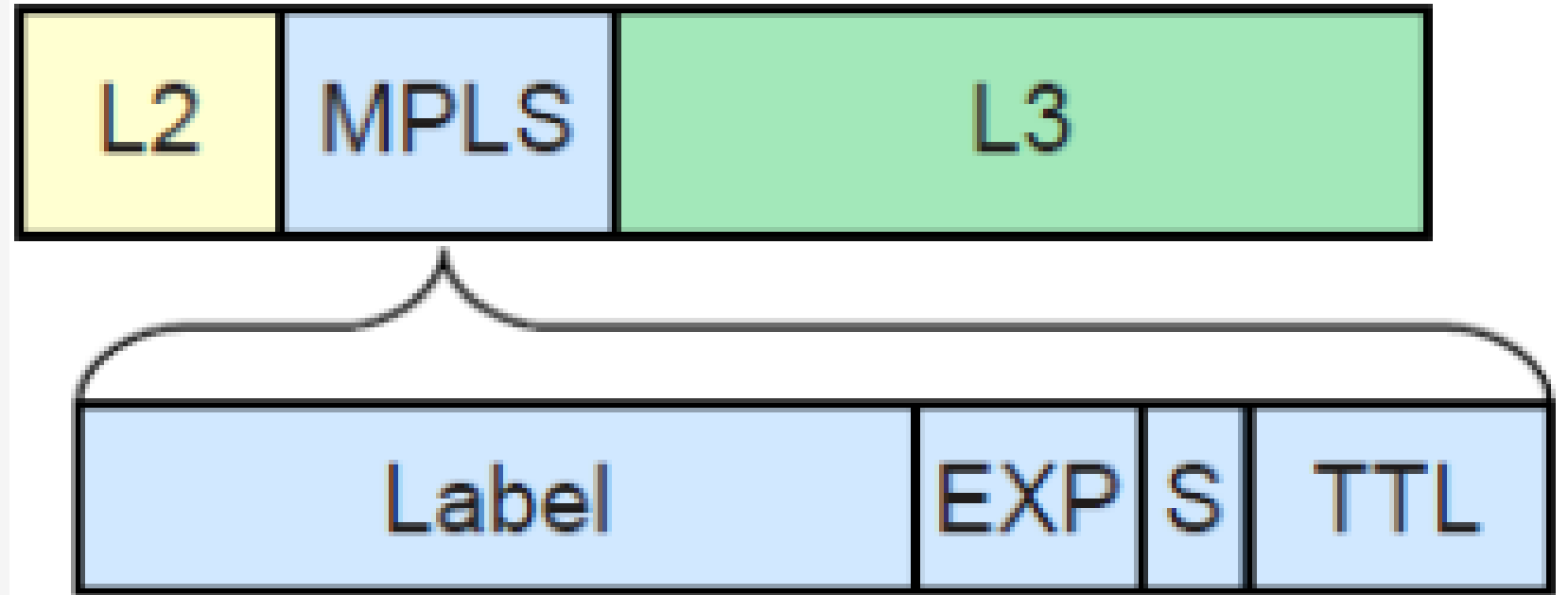


Campo	Descrição
Label	Utilizado para decisão de encaminhamento
TC ou EXP	Qualidade de Serviço
S	Bit de “stack” utilizado para o empilhamento de cabeçalhos MPLS (Label Infra e Label VPN)
TTL	Tempo de vida do pacote



MPLS

- O cabeçalho extra(32 bits) é inserido no modelo OSI entre a L2 e a L3 da seguinte forma:
- Label (20 bits);
- EXP (3 bits) – CoS;
- End of stack flag(1 bit) – caso o rótulo atual seja o último da pilha;
- TTL (8 bits).



MPLS

- É o cabeçalho do MPLS, elemento fundamental desta tecnologia.

The image shows a Wireshark packet capture of an MPLS label-switched packet. The packet list shows a packet from 192.168.0.1 to 192.168.0.2. The packet details pane shows the following structure:

- Frame 1: 82 bytes on wire (656 bits), 82 bytes captured (656 bits) on interface 0
- Ethernet II, Src: TeracomT_5e:31:28 (00:04:df:5e:31:28), Dst: TeracomT_5e:2b:5c (00:04:df:5e:2b:5c)
- Destination: TeracomT_5e:2b:5c (00:04:df:5e:2b:5c)
- Source: TeracomT_5e:31:28 (00:04:df:5e:31:28)
- Type: MPLS label switched packet (0x8847)
- MultiProtocol Label Switching Header, Label: 25, Exp: 0, S: 0, TTL: 255
 - 0000 0000 0000 0001 1001 = MPLS Label: 25
 - 000. = MPLS Experimental Bits: 0
 - 0 = MPLS Bottom Of Label Stack: 0
 - 1111 1111 = MPLS TTL: 255
- MultiProtocol Label Switching Header, Label: 27, Exp: 0, S: 1, TTL: 255
 - 0000 0000 0000 0001 1011 = MPLS Label: 27
 - 000. = MPLS Experimental Bits: 0
 - 1 = MPLS Bottom Of Label Stack: 1
 - 1111 1111 = MPLS TTL: 255
- Ethernet II, Src: TeracomT_1d:b6:26 (00:04:df:1d:b6:26), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
- 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 1000
 - 000. = Priority: Best Effort (default) (0)
 - ...0 = CFI: Canonical (0)
 - 0011 1110 1000 = ID: 1000
- Type: IP (0x0800)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.1 (192.168.0.1), Dst: 192.168.0.2 (192.168.0.2)
- Data (22 bytes)

Annotations on the right side of the image:

- Label de infraestrutura (points to Label 25)
- Qualidade de Serviço (points to Experimental Bits of Label 25)
- Empilhamento de labels
 - S=0 - Infraestrutura (points to S=0 of Label 25)
 - S=1 - Serviço VPN (points to S=1 of Label 27)

MPLS

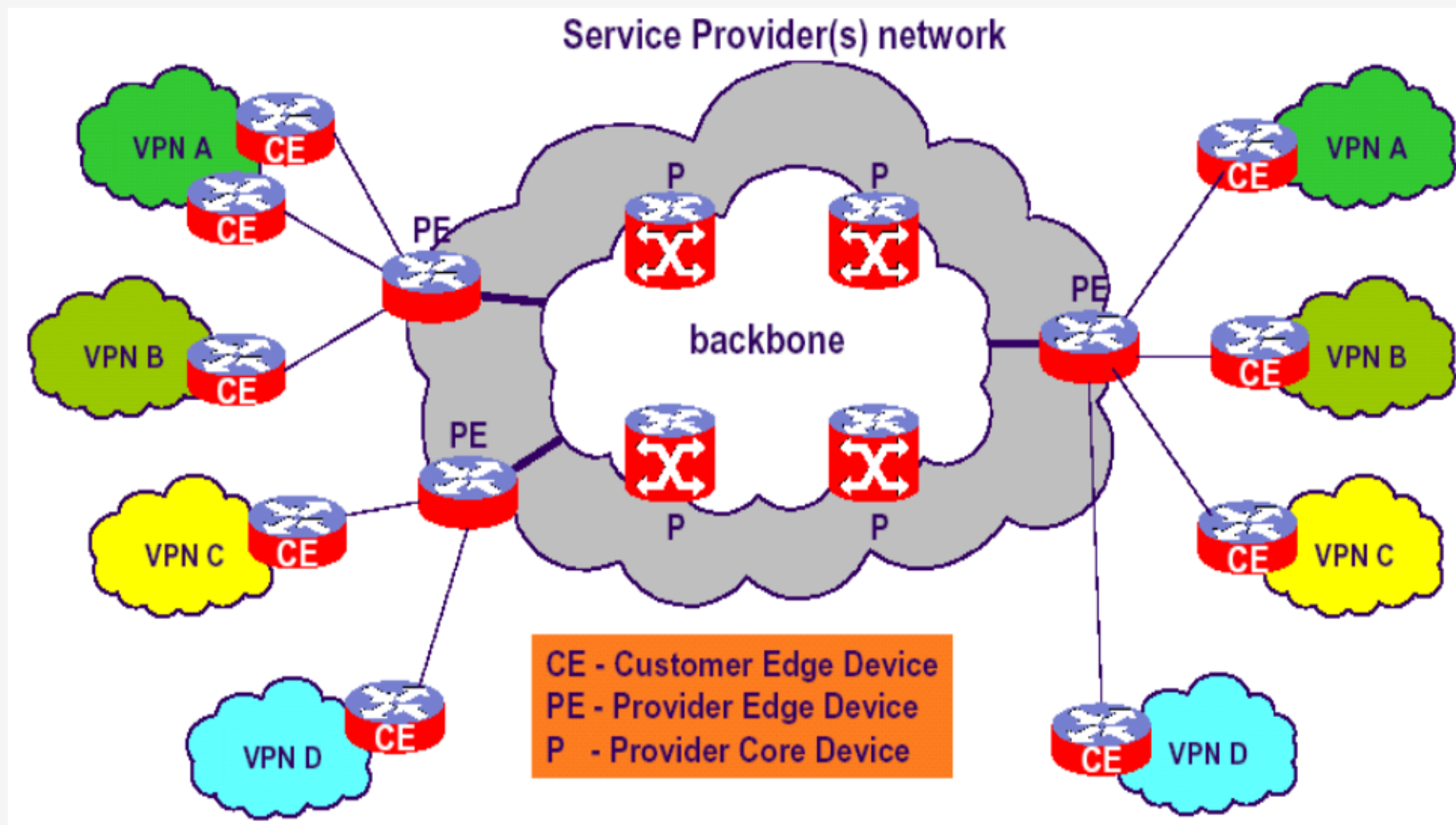
- Label Edge Routers (LER)
- Adicionam labels aos pacotes no começo do Label Switched Path
- retiram labels dos pacotes no final do Label Switched Path
- Responsáveis por classificar e rotular os pacotes que ingressam na nuvem mpls.
- São responsáveis também pela remoção do rótulo antes do pacote deixar a nuvem mpls;
- Label Switch Routers (LSR)
- comutam pacotes baseados nas informações dos labels.
- Responsáveis pelo encaminhamento dos pacotes já rotulados;
- MPLS: PE – Provider Edge
- São os pontos de entrada e saída do domínio MPLS, com o objetivo de adicionar ou retirar o cabeçalho MPLS/Labels.
- Denominado como equipamento que recebe as conexões dos CEs – Customer Edges;
- Também conhecido por LER - Label Edge Router ou Edge LSR;
- Adiciona cabeçalho MPLS quando um pacote ingressa no domínio MPLS - pushing e remove cabeçalho MPLS quando um pacote deixa o domínio MPLS - popping.

MPLS

- MPLS: LSP – LabelSwitch Path
- É o caminho percorrido pelo MPLS entre dois LSRs. Um LSP é unidirecional (label sentido de downstream e no sentido de upstream) e contém todas as sequências de labels que serão utilizadas para encaminhar o tráfego.
- Ao associar uma rede a um caminho (LSP), todos os pacotes destinados àquela rede serão encaminhados com a mesma sequência de labels (mesmo túnel).
- Trabalha em conjunto com os protocolos de roteamento IP (OSPF, BGP,...);
- Tempo de convergência depende do protocolo de roteamento;
- Há labels para o sentido downstream e outras para o sentido upstream.
- MPLS: PHP –PenultimateHop Popping
- A função PHP consiste na retirada do cabeçalho MPLS referente a outer label no penúltimo LSR da topologia, não comprometendo o funcionamento de um LSP. Com esta técnica, o PE inspeciona apenas o inner label (label do serviço MPLS).
- O penultimate hop popping garante que o router não vai precisar fazer nenhum lookup extra no label já que ele está ciente de que deve encaminhar o pacote adiante.

Label	Nome	Descrição
3	Implicit null	Uso exclusivo do LDP, sinaliza ao penúltimo dispositivo a retirada do label antes do envio (PHP)

MPLS



MPLS

Forwarding Equivalence Class (FEC)

- MPLS faz uso de FECs
- Pacotes IP são classificados em FECs
- Grupo de pacotes IP encaminhados da mesma forma Pelo mesmo caminho Com o mesmo tratamento no encaminhamento
- LSRs escolhem um label para cada FEC
- A classificação de pacotes em FECs é feita quando o pacote entra na rede MPLS (LER).

Encaminhamento de pacotes consiste em:

- Associar pacotes a FECs
- Determinar o next hop de cada FEC

MPLS Forwarding Table - LFIB

- A tabela de decisão de encaminhamento de pacotes MPLS contém as seguintes informações:
- IN IF: Interface em que o pacote MPLS entrou. Se estiver ausente significa que o caminho começa no próprio PE.
- IN LABEL: número do primeiro label MPLS do pacote.
- OUT LABEL: número do label a ser colocado no pacote MPLS (swap label, troca o número). Quando for NULL significa que o cabeçalho MPLS deve ser removido (POP).
- OUT IF: Interface por onde o pacote MPLS (ou o que houve dentro dele em caso de POP) deve ser enviado.
- RFC 3985 - Pseudo Wire Emulation SW-to-SW (PWE3) Architecture
- Transporte de qualquer coisa de um lado ao outro, simulando um path-cord (pseudowire = falso cabo) usando MPLS;

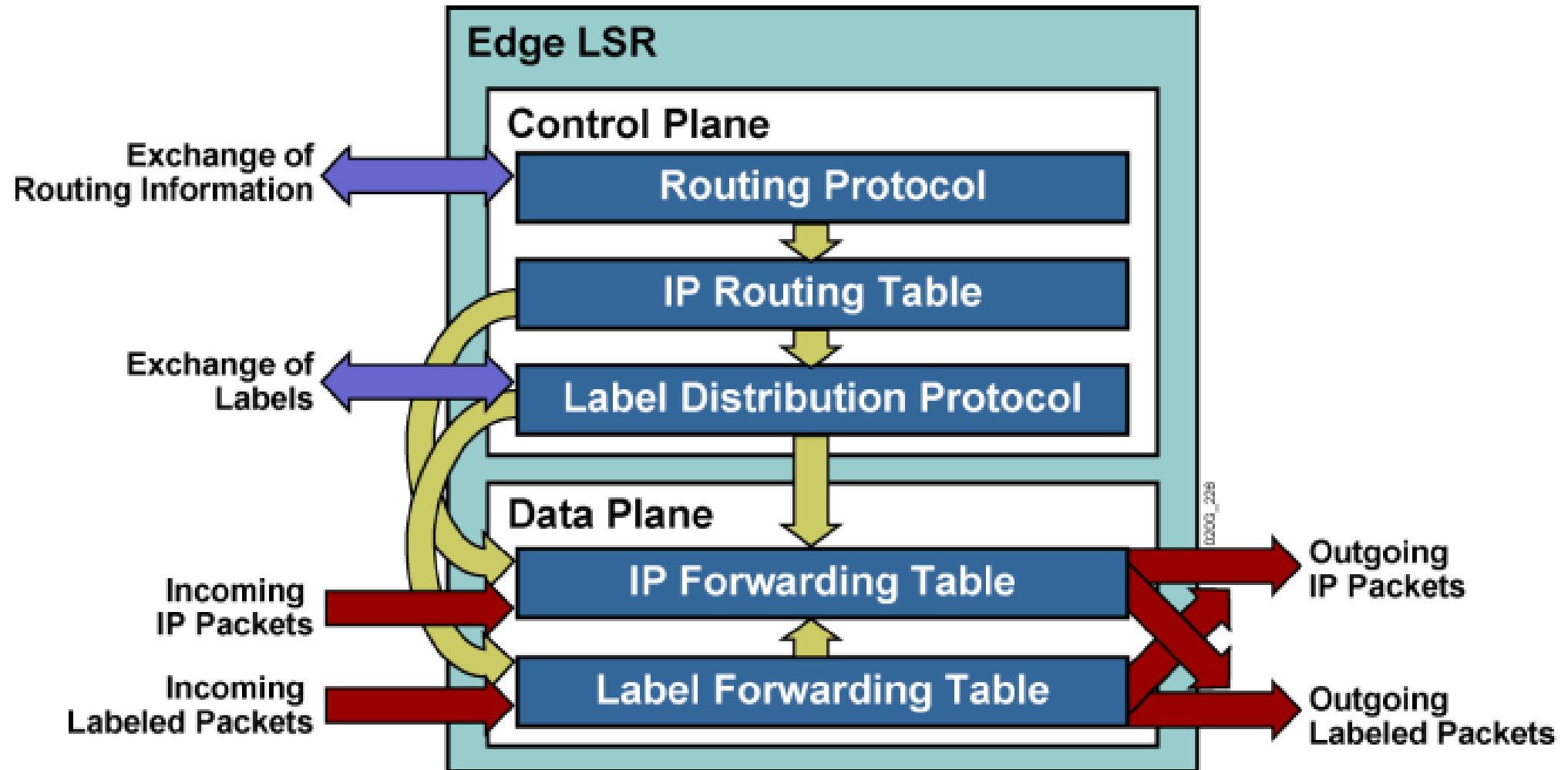
MPLS

- 1. Rotas são estabelecidas por protocolos de roteamento (ex. OSPF)
- 2. Protocolo de distribuição de Labels (ex. LDP) estabelece o mapeamento de rotas em labels e cria entradas LFIB nos LSRs
- 3. Edge LSR de entrada recebem pacotes, executam serviços de camada 3 e adicionam labels aos pacotes.
- 4. LSRs encaminham pacotes com label utilizando troca de labels (label swapping)
- 5. Edge LSR na saída remove o label e direciona o pacote

Números para lembrar

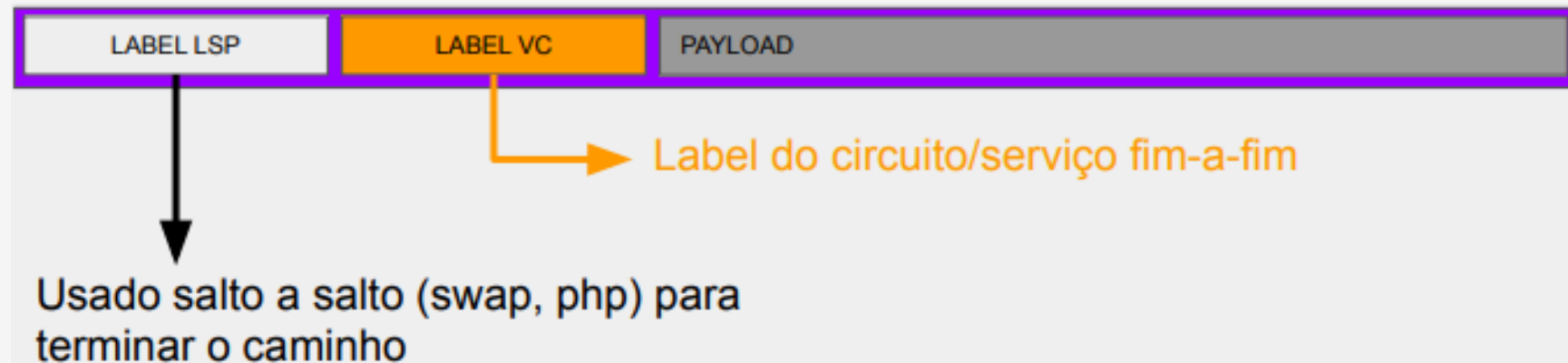
- • Mensagens de Hello LDP – UDP porta 646;
- • Estabelecimento de sessão de transporte LDP – TCP porta 646;
- • As mensagens de hello são enviadas para todos os routers através da subnet de endereço multicast 224.0.0.2
- Cerca de 1 milhão de labels, de 0 – 15 reservado

MPLS



MPLS

- Pacotes MPLS com 2 labels são usados para prover serviços na nuvem MPLS, AoMPLS (qualquer coisa sobre MPLS):
- Primeiro label: utilizado para percorrer o caminho premeditado, chamado de LABEL LSP;
- Segundo label: utilizado para identificar de qual serviço fim se trata o conteúdo do pacote;
- Demais labels: podem estender serviços como: Criptografia QoS
- Continuação do conteúdo em outro LSP (nuvem continuada);

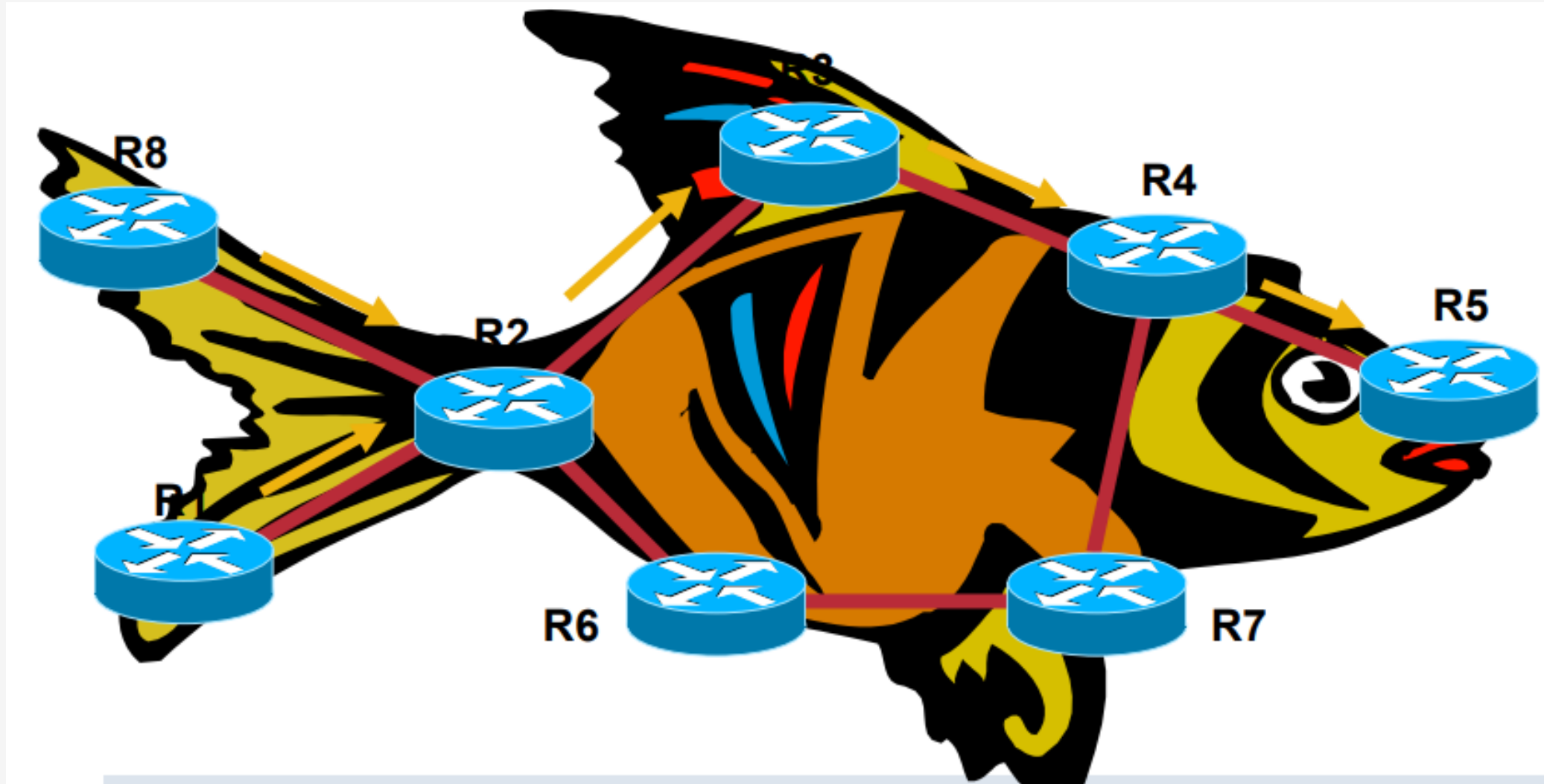


MPLS

- Conhecendo o MPLS - Kompella
- O Kompella é um tipo de tunelamento que usa o protocolo BGP como sinalizador de transporte, e muito usado em rede grandes e complexas.
- O Kompella diferente do Martine que usa o ldp para sinalizar o transporte, o Kompella usa o BGP
- LDP por consumir menos recursos, pode ser implementado em equipamentos de menor porte, ideal para soluções de acesso, já o BGP deve ser aplicado quando uma solução Inter- Metro (VPLS entre dois provedores ou AS's diferentes) for utilizada, essa topologia recebe o nome de Hierarchical VPLS.

	Modo LDP	Modo BGP
Uso de <u>recursos</u> (CPU e <u>MEM</u>) nos <u>PE's</u>	Normal	Alto
Recurso nativo para descoberta de <u>PE's</u> de uma VPN	Não tem, é necessário outro elemento, <u>por exemplo</u> RADIUS	Auto <u>discovery</u> nativo
<u>Complexibilidade</u> de <u>implementação</u>	Baixa	Alta
<u>Escalabilidade</u>	Baixa / Média	Alta
<u>Utilização</u> <u>Inter-AS</u>	Restrita	Sem restrição

MPLS TE



MPLS TE

- A ideia da engenharia de tráfego em redes MPLS é a de buscar o uso mais eficiente dos recursos presentes na infraestrutura do provedor ou da operadora, como equipamentos já instalados, a redução da ociosidade de links próprios ou contratados e do melhor balanceamento da carga do tráfego entre as diversas velocidades das interfaces/transceiver.
- A Engenharia de tráfego permite direcionar o tráfego da rede para caminhos diferentes dos que foram estabelecidos por um roteamento IP convencional, distribuindo melhor o tráfego na rede.
- Evita pontos de congestionamento.
- Otimiza a utilização de recursos de rede.
- Permite configuração com proteção de enlaces e até mesmo proteção de nó.
- O MPLS- TE permite um esquema de engenharia de tráfego, onde o roteador conhecido como head end do LSP pode estimar o melhor caminho para o tráfego mais eficiente através da rede em direção ao roteador conhecido como tail end.
- O head end pode fazer isso se ele conhece a topologia da rede.
- Ele também precisa saber a banda disponível de todos os enlaces para estabelecimento da melhor LSP fim a fim.
- O fato da comutação de rótulos ser utilizada, e não o encaminhamento baseado em IP, permite roteamento baseado pela origem ao invés do roteamento baseado em IP de destino.

MPLS TE

- O protocolo RSVP é utilizado para o estabelecimento de túneis entre os equipamentos.
- Diferentemente do LDP, que utiliza o melhor caminho escolhido pelo roteamento para alcançar o destino, no RSVP o caminho dos túneis é configurado pelo administrador da rede.
- O RSVP com a extensão TE - Traffic Engineering é definido através da RFC 3209, onde incorpora ao protocolo a permissão para o estabelecimento de LSPs em MPLS.
- Para a operação correta do MPLS-TE é necessário que o IGP - Interior Gateway Protocol seja capaz de enviar o estado do link aos demais dispositivos presentes na área em que o TE for habilitado.
- A RFC 3630 especifica a adição de extensões ao protocolo OSPF para a operação e a RFC 2370 define as melhorias do protocolo OSPF para suportar uma nova classe de estado de link, o LSA – Link-State Advertisements chamado de opaque.
- Para o MPLS-TE é utilizado em específico o LSA type 10 opaque, que abrange a sua atuação a uma área OSPF.

MPLS TE

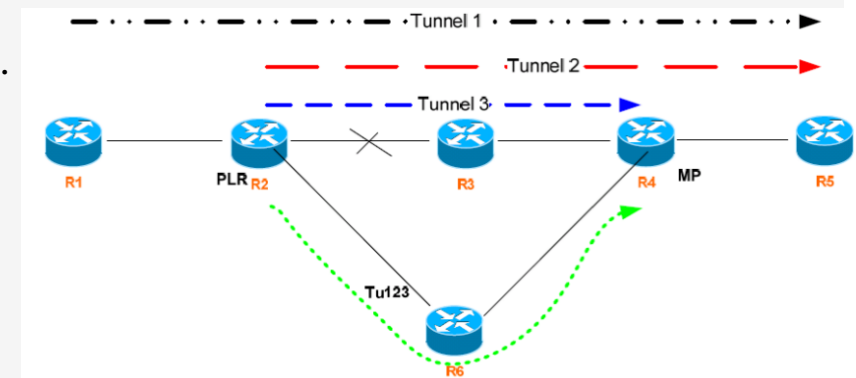
- Como o próprio nome indica Explicit-Path é a definição de caminhos de forma explícita do Head End até o Tail End.
- • Strict Routes: Consiste na declaração ordenada de todo o caminho a ser percorrido, salto-a-salto. O túnel obedecerá fiel e rigorosamente o caminho determinado e não o indicado pelo roteamento.
- • Loose Routes: Não é necessário determinar todos os saltos entre o Head End e o Tail End, mas sim, endereços IPs intermediários como pontos obrigatórios e estratégicos para a formação do LSP.
- Os equipamentos não precisam estar conectados diretamente. A escolha do caminho, será uma combinação entre a tabela de roteamento e o endereço IP informado.
- Para que a Engenharia de Tráfego foi pensada ?
- - Aumentar a eficiência dos recursos de banda, evitar o congestionamento dos caminhos primários, enquanto outros links são subutilizados;
- - Fornecer o caminho mais desejável para o tipo de tráfego e substituir o caminho mais curto;
- - O objetivo final é a economia de custo!

MPLS TE

- Como projetar o backbone MPLS !?
- 1 - Use somente IPs privados: RFC 1918 10.0.0.0/8 (< recomendado) 192.168.0.0/16 172.16.0.0/12
- 2 - Escolha um prefixo privado ipv4 /16 para a área backbone
- Retire prefixos /24, /28, /29, /30, como preferir, para usar entre os roteadores
- Reserve uma faixa para retirar os IPs de loopback /32
- 3 - Ative jumbo-frame em todas as interfaces do switch (e agregações)
- 4 - Nivele o MTU em todas as interfaces
- 5 - Nivele o MPLS MTU em todas as interfaces
- 6 - LDP e MPLS: ative o LDP e os agentes MPLS
- 7 - OSPF: Configure todos os roteadores na área backbone, declare no network o prefixo /16 que você escolheu para o backbone
- 8 - OSPF: Preferencialmente, configure as interfaces OSPF do tipo p2p (point-to-point).

MPLS TE

- OSPF + MPLS
- OSPF é o protocolo Open Shortest Path First (Abra primeiro o caminho mais curto) é um protocolo do tipo “link-state”. Ele usa o algoritmo de Dijkstra para calcular o caminho mais curto para todos os destinos.
- MPLS é uma tecnologia de encaminhamento de pacotes baseada em rótulos (labels) que funciona, basicamente, com a adição de um rótulo nos pacotes de tráfego e, a partir daí, todo o roteamento pelo backbone passa a ser feito com base neste rótulo.
- Substitui a decisão de roteamento IP por pacotes que é baseada no endereço IP de destino e tabelas de roteamento é substituída pela tabela de label que acelera o processo de roteamento porque a pesquisa do próximo salto (hop) se torna muito simples comparado ao roteamento tradicional.
- A eficiência do encaminhamento de pacotes é a maior vantagem do MPLS.
- * Engenharia de rede é para manipular a rede visando atender o tráfego....
- * Engenharia de tráfego é para manipular o tráfego visando atender a rede....



OBRIGADO

