



Ethernet e MPLS OAM GTER 22



Carlos Campana

Oferta de serviços Ethernet

Access/Metro/National Carrier Ethernet

- Expansibilidade
 - De 1Mbps a 10 Gbps
 - Caminho de migração claro
- Flexibilidade
 - P2P, P2MP, MP2MP, acesso L3
 - Suporte para CoS/QoS – voz e vídeo
- Custo
 - Custo/Mbps mais baixo que outras alternativas
- Simplicidade
 - Tecnologia plug-and-play
 - Aprovisionamento mais rápido

A grande preocupação

Para quem presta os serviços

- Como oferecer esses serviços com facilidades para:
 - Identificação (detecção/diagnóstico) de problemas
 - Gerenciamentoque existem hoje em outras tecnologias como SDH, ATM, Frame Relay, IP
- Sem depender de mecanismos proprietários

Como mudar a inesquecível
experiência que é fazer
troubleshooting
em Ethernet?



Agenda

- OAM
- Resumen de Ethernet OAM
- Aplicando Ethernet OAM
- Inter-working de OAM
- Resumen de MPLS OAM

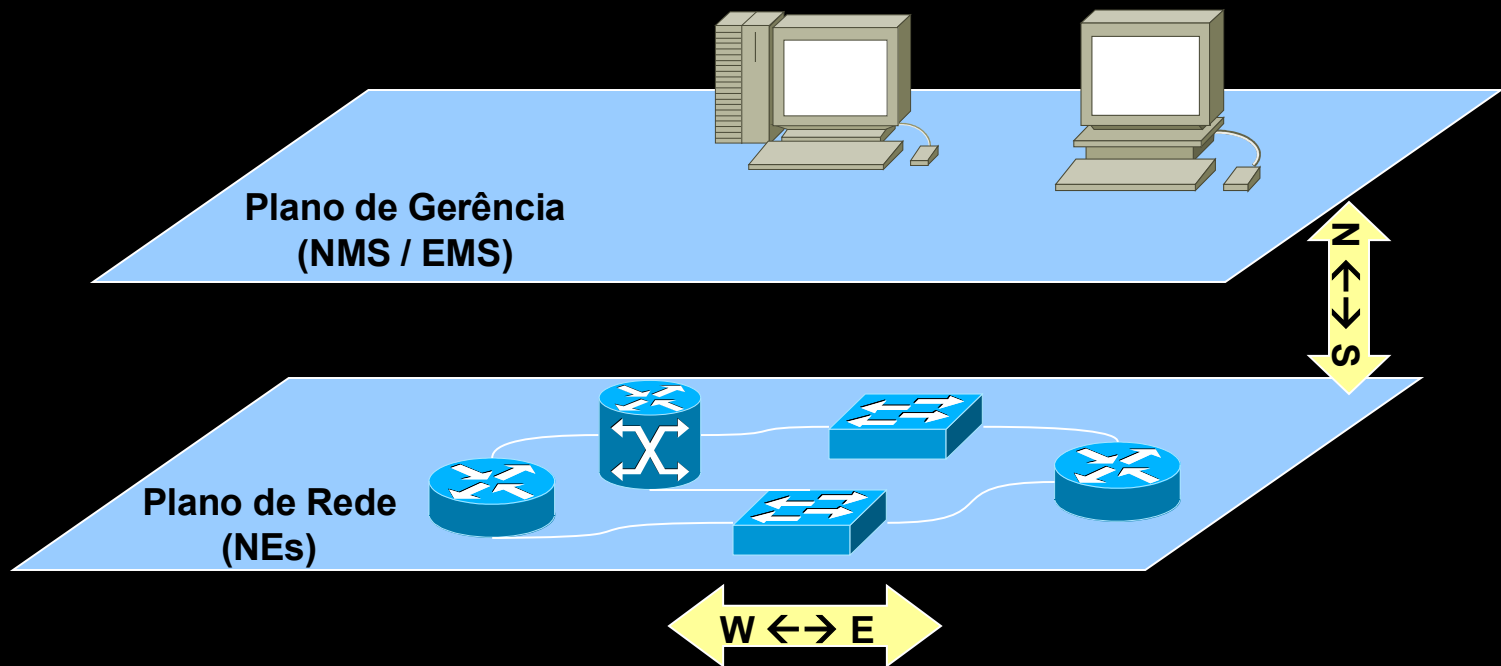
OAM



Operations, Administration and Maintenance & Provisioning

OAM &P: o conceito

- **O**perações, **A**dministração, **M**anutenção & **A**provisionamento:
 - indicação de falha
 - gerência de segurança
 - provisionamento de configuração e serviço
 - monitoração de performance
 - funções de diagnóstico
- OAM compreende as interfaces $N \leftrightarrow S$ e $W \leftrightarrow E$



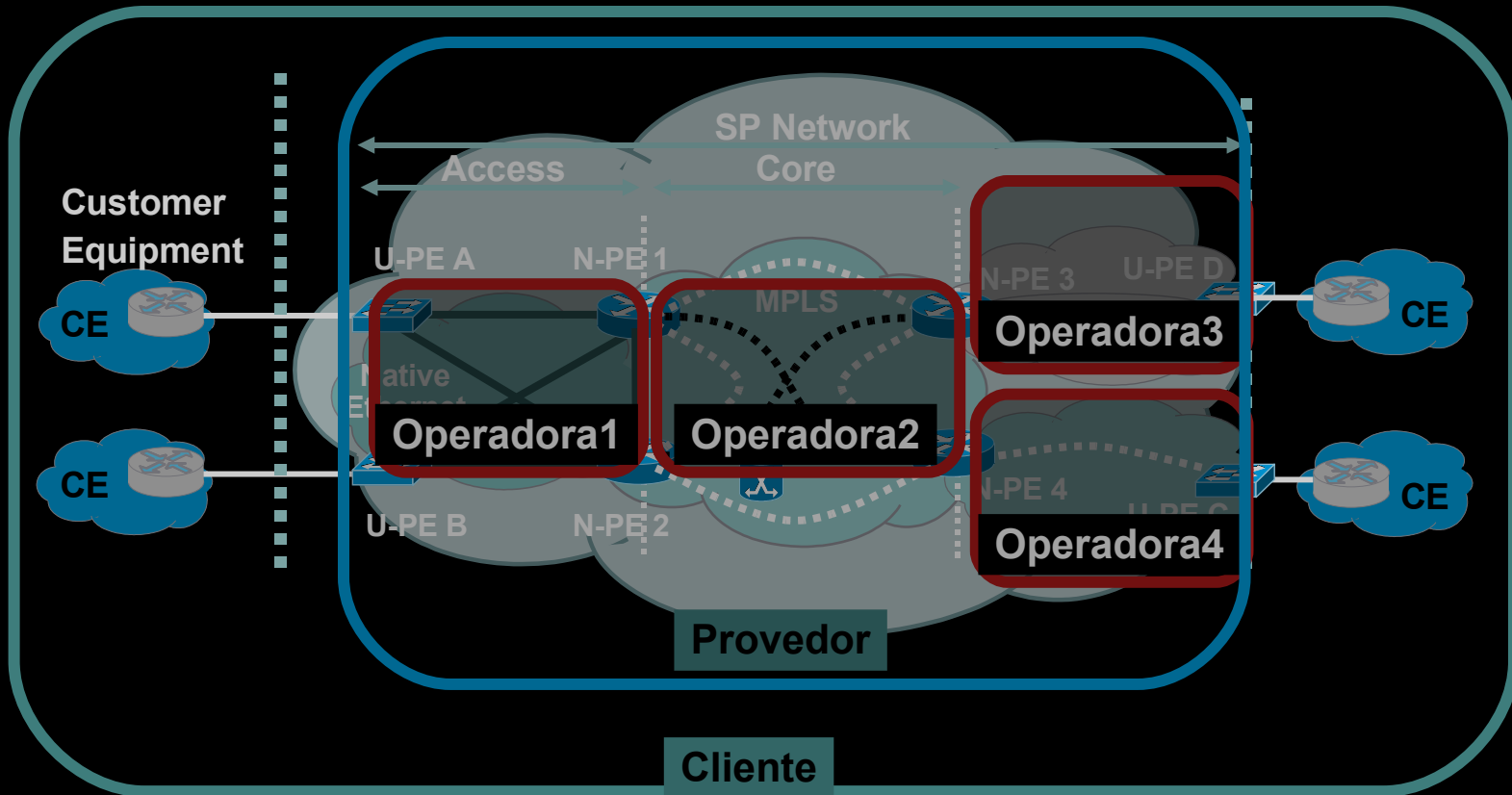
OAM &P: o conceito

- **O**perations, **A**dministration, **M**aintenance & **P**rovisioning:
 - indicação de falha
 - gerencia de segurança
 - aprovisionamento de configuração e serviço
 - monitoração de performance
 - funções de diagnóstico
- OAM compreende as interfaces $N \leftrightarrow S$ e $W \leftrightarrow E$

O foco primário dos protocolos de Ethernet OAM é na interação $W \leftrightarrow E$ (entre NEs)

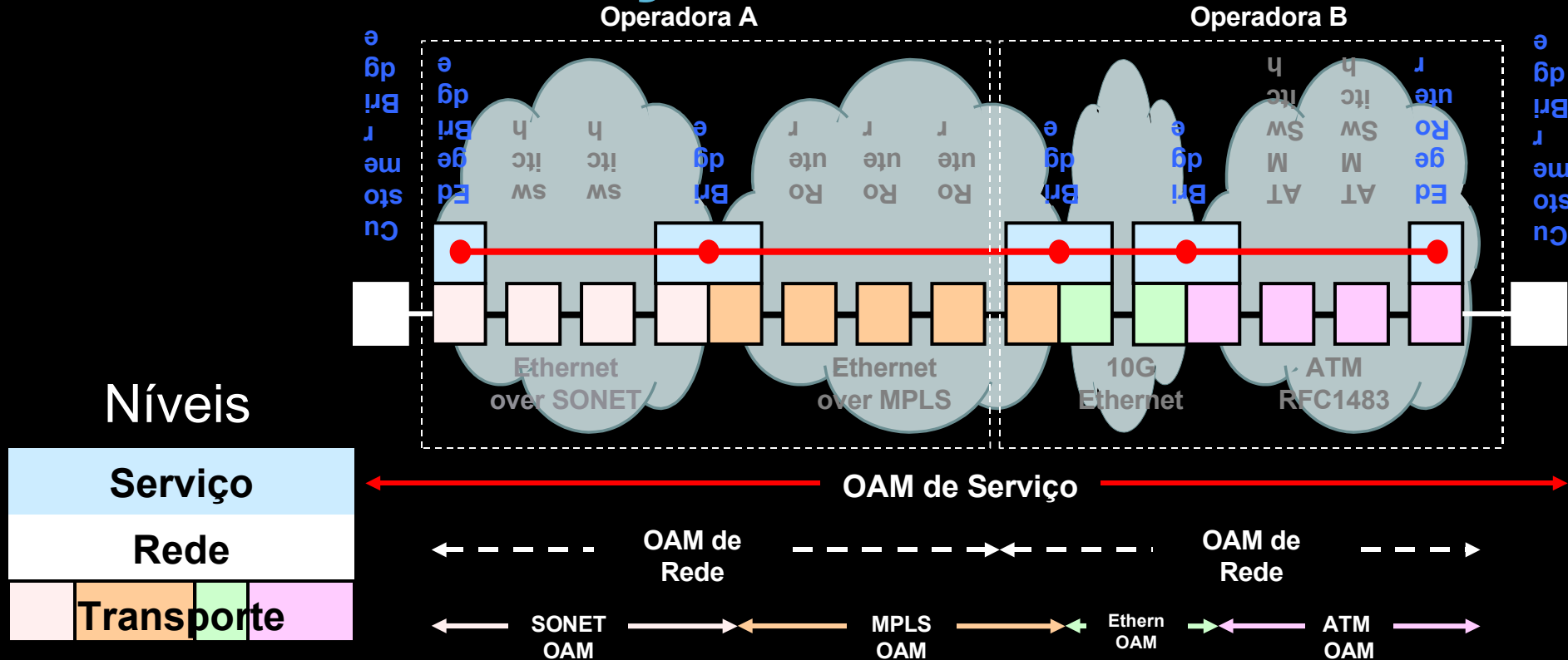


Diferentes domínios de serviço, diferentes domínios de OAM



Cebola de domínios: a visibilidade de cada domínio é limitada até suas fronteiras com outros domínios e aos seus próprios elementos internos

OAM: estruturação em níveis



- Modelo iterativo (empilhamento de níveis) & relativo (nível de serviço para a operadora é o nível de transporte para o SP)
- Cada nível suporta os seus próprios mecanismos de OAM
- Inter-working entre e diferentes mecanismos de OAM é possível

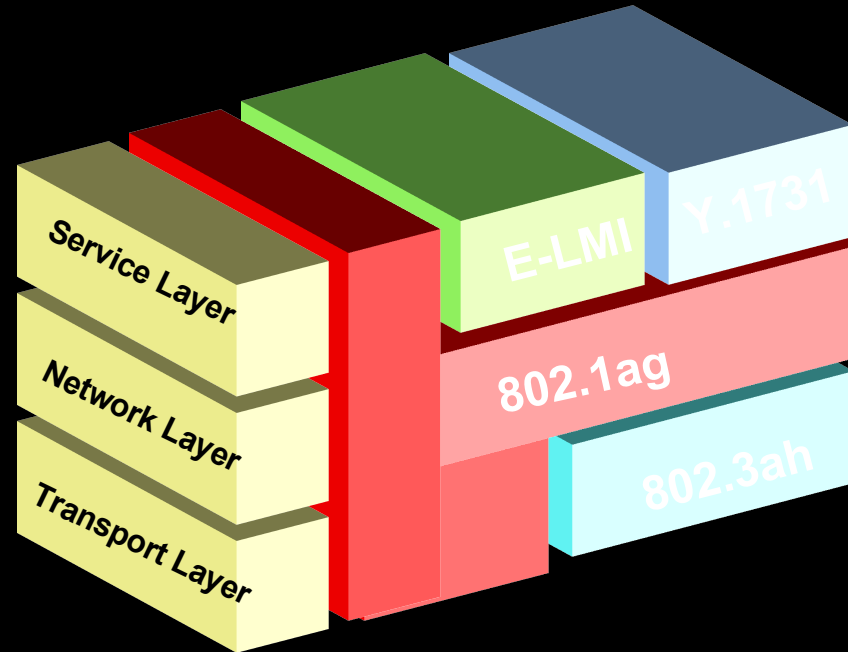
Ethernet OAM



Motivadores para Ethernet OAM

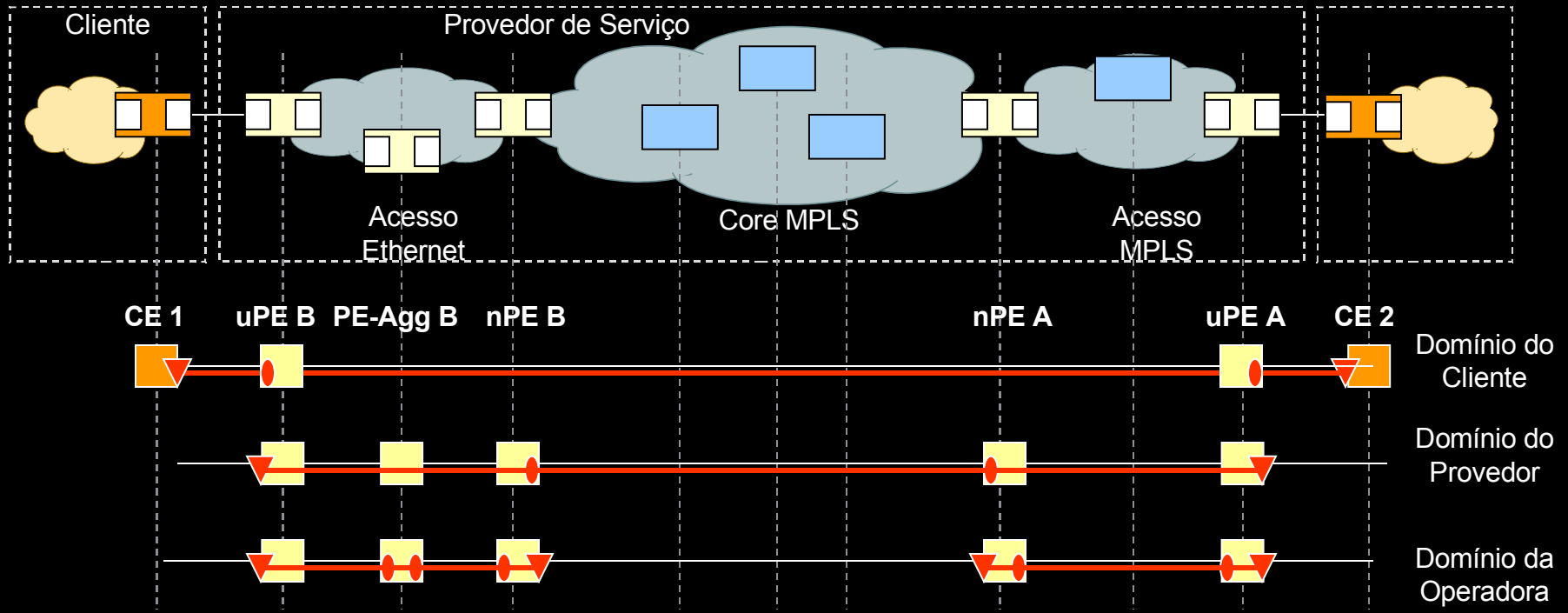
- Complexidade de Gerência
 - Redes de grande cobertura
 - Múltiplas redes pertencentes a organizações/companhias distintas
 - IP overlay ou plug-n-play não são mais opções válidas!
- Eficiência Operacional
 - Redução Opex, evitar visitas à clientes
 - Custo de indisponibilidade / redução do tempo
- Procedimentos/Ferramentas de OAM de TDM e tecnologias WAN (benchmark)

Ethernet OAM: Building Blocks



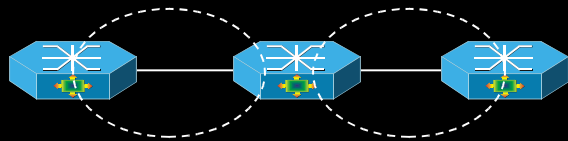
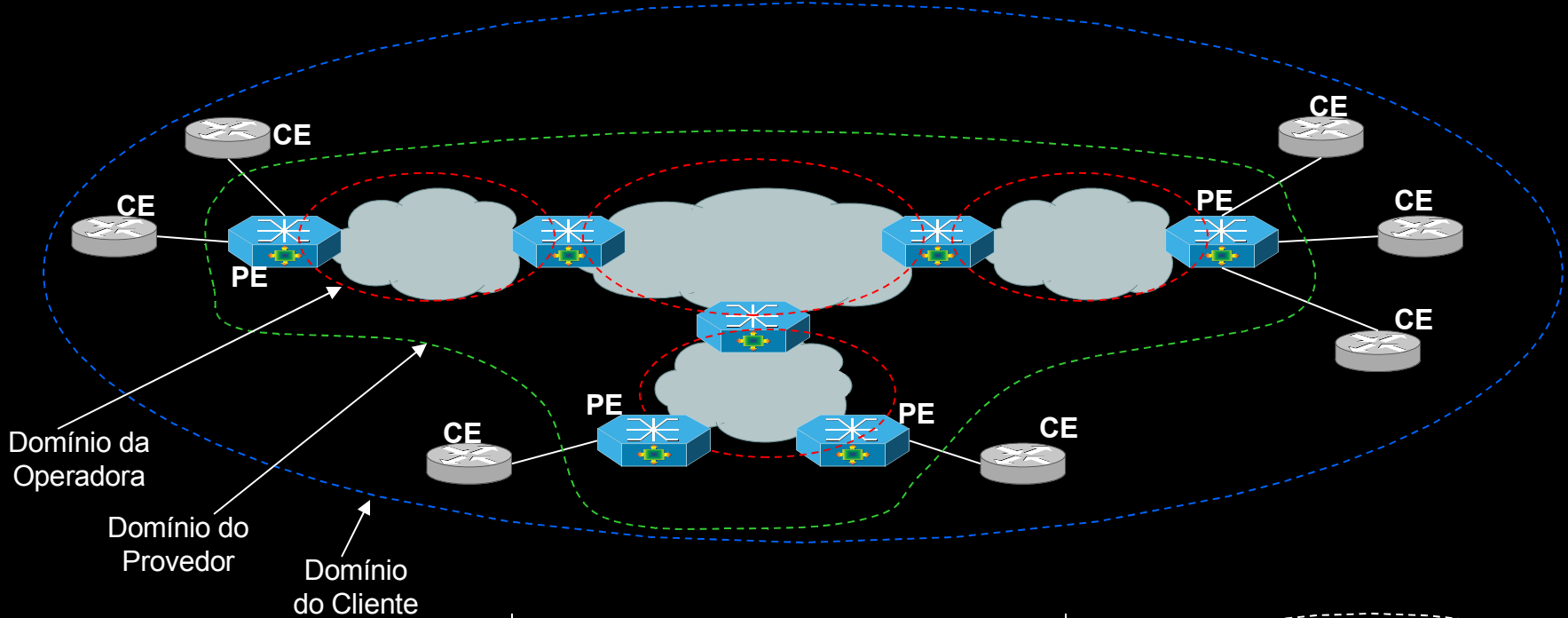
- IEEE 802.1ag: Connectivity Fault Management (CFM)
- ITU-T Y.1731: funções e mecanismos de OAM para redes baseadas em Ethernet
- IEEE 802.3ah: Ethernet Link OAM (EFM OAM)
- MEF E-LMI: Ethernet Local Management Interface

802.1ag Connectivity Fault Management (CFM)



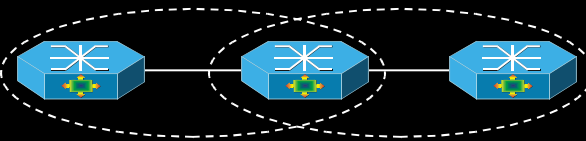
- OAM fim a fim por EVC (Ethernet Virtual Circuit)
- Domínios de manutenção hierárquicos
MEPs/MIPs
- Frames Ethernet Padrão (in-band)
 - Continuity Check (CC)
 - Loopback
 - Link Trace

Domínios de Manutenção



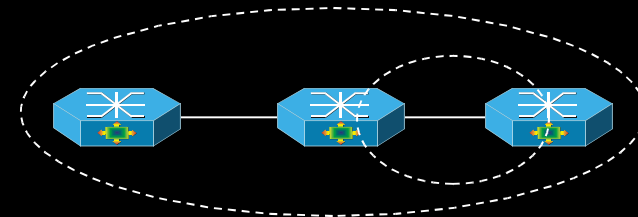
Cenário A:

Domínios consecutivos **OK**



Cenário B:

Interseção de domínios **NÃO**



Cenário C:

Domínios aninhados **OK**

Pontos de Manutenção

- Um ponto de manutenção (MP) é um ponto de demarcação em uma interface que participa no CFM, dentro de um domínio de manutenção.
- Duas classes de MPs:

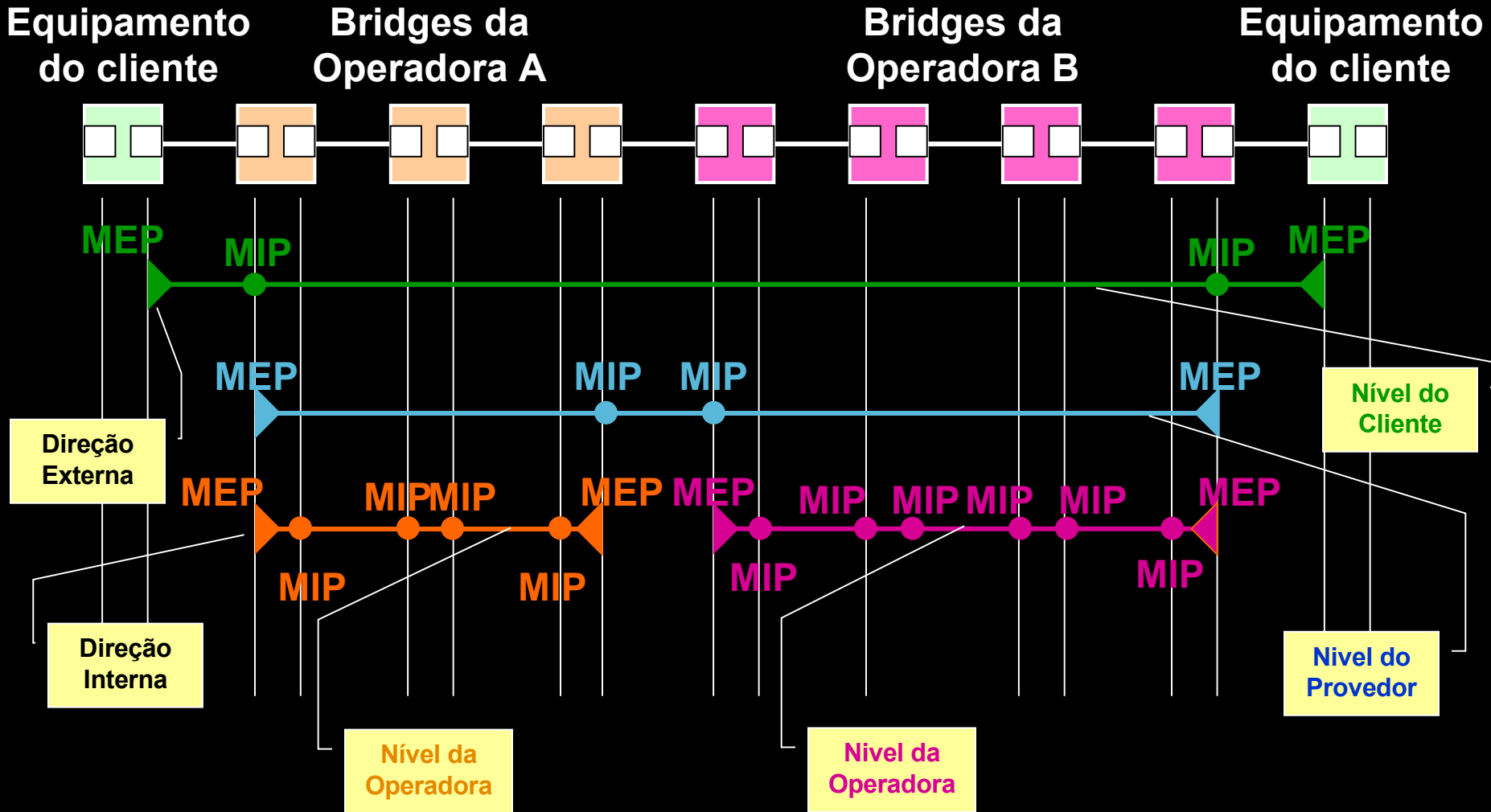
Maintenance End Points (MEPs):

Por domínio de manutenção e S-VLAN
Na fronteira do domínio
Fonte ativa de mensagens CFM

Maintenance Intermediate Points (MIPs):

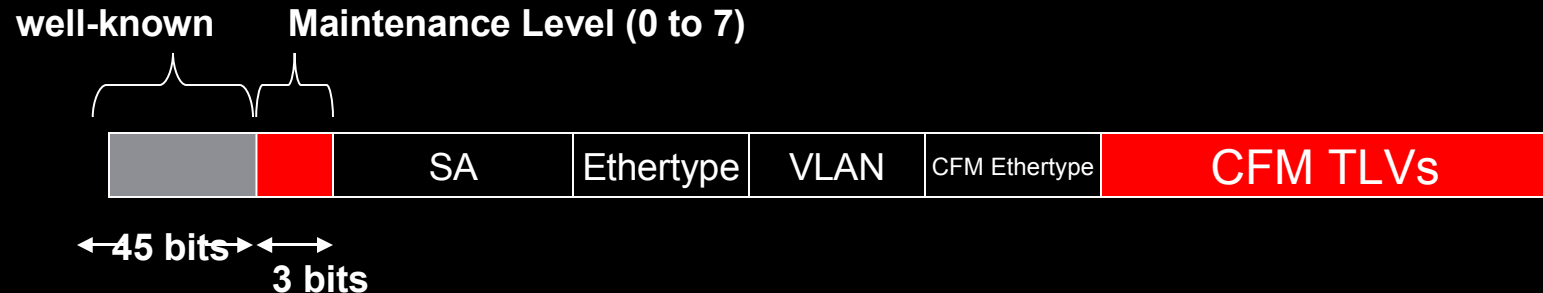
Por domínio de manutenção e para todas as S-VLAN em uma porta
Interno ao domínio
Pontos passivos, só respondem quando solicitados por certas mensagens CFM

Pontos de Manutenção



Continuity Check (CC)

- Por domínio, por VLAN mensagens multicast “heart-beat”. Formato do frame:



- Transmitidas em intervalos periódicos definidos pelo MEP
- Tem um valor de Hold-Time para indicar ao recebedor a validade da mensagem
- Catalogadas pelos MIPs no mesmo nível de manutenção
- Terminadas pelos MEPs no mesmo nível de manutenção
- Uni-direccionais e não solicitam resposta
- Contém o estado da porta onde MEP está configurado

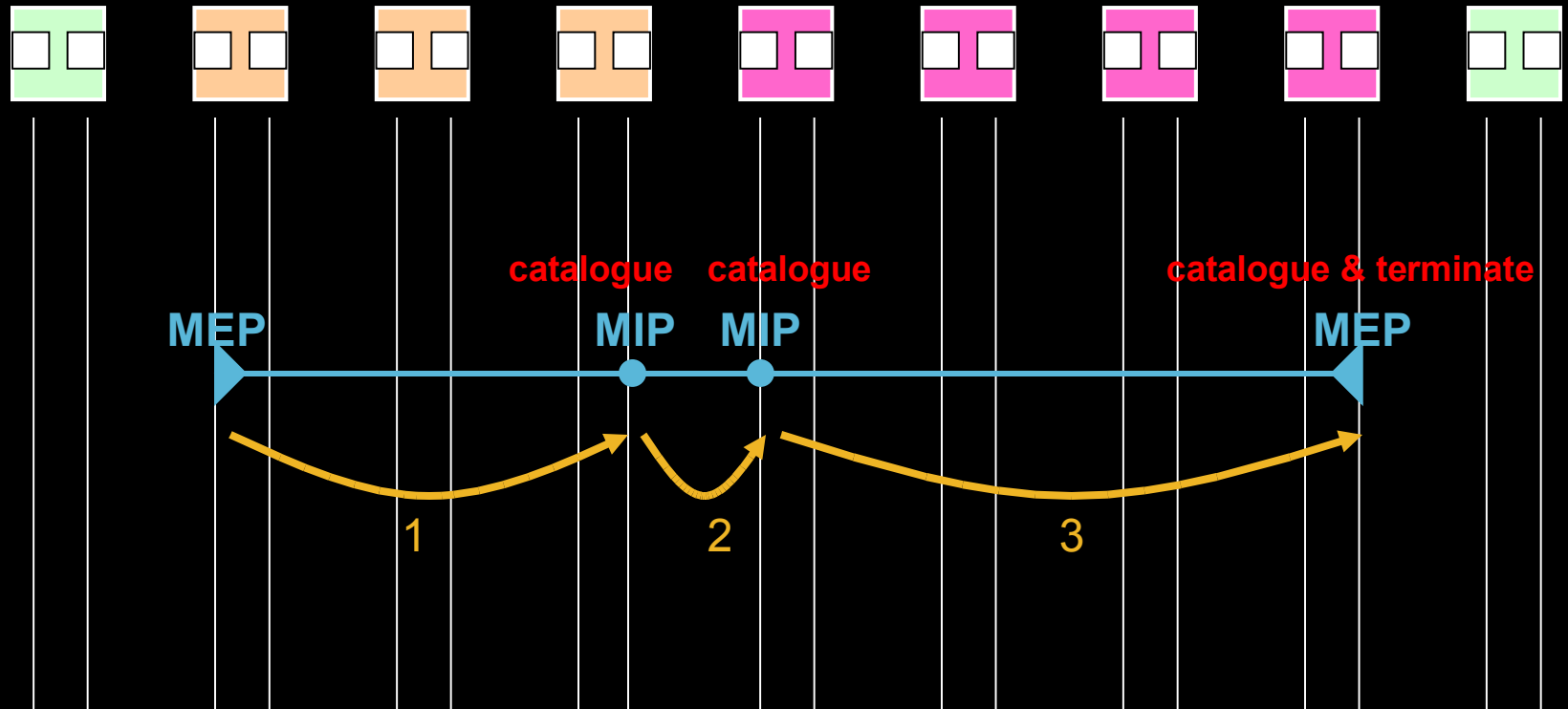
Continuity Check (CC)

Equipamento do cliente

Bridges da Operadora A

Bridges da Operadora B

Equipamento do cliente



Loopback

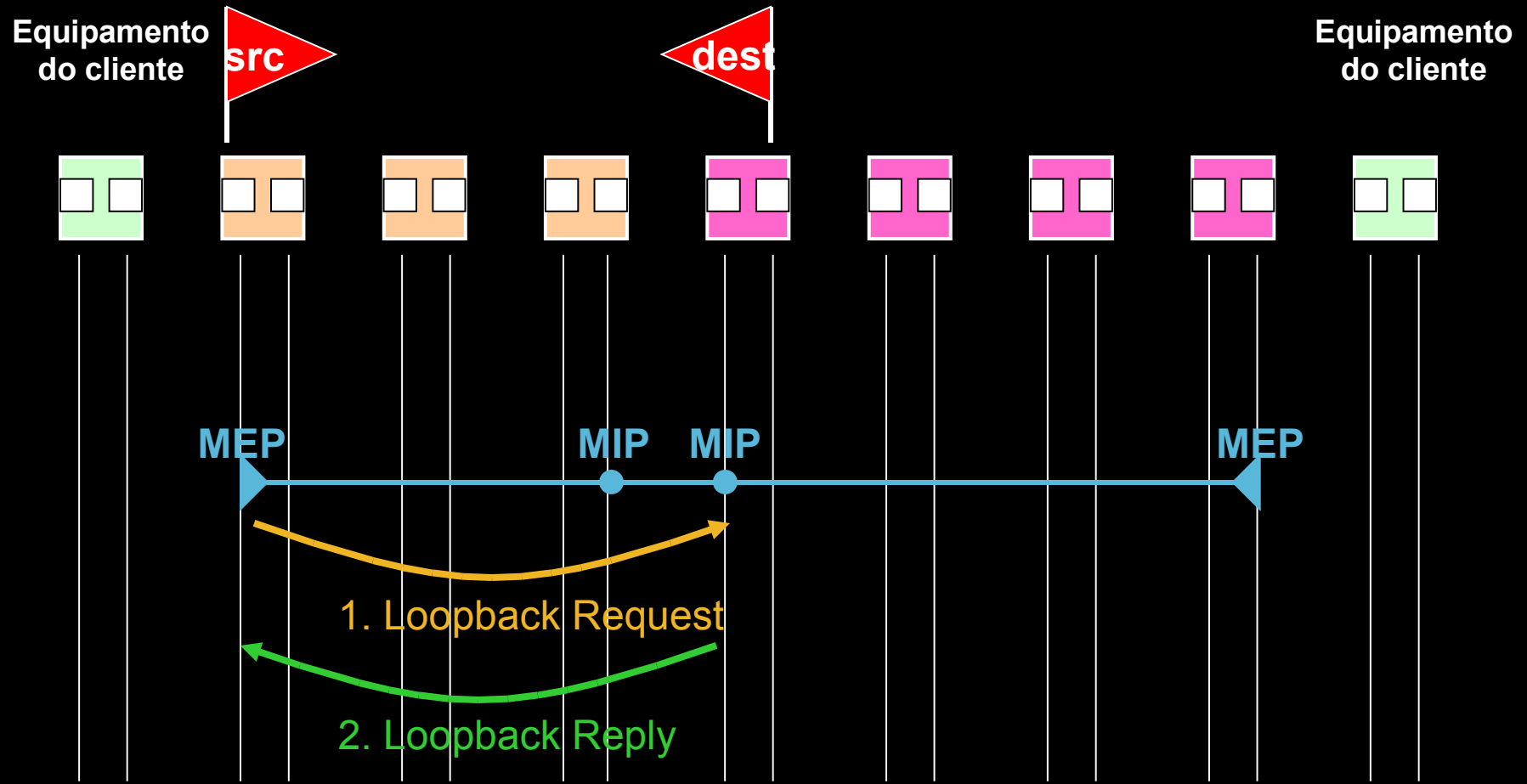
- Loopback

‘Ethernet Ping’: Endereço MAC de destino, VLAN and domínio de manutenção.

Frame unicast, origem tem de ser um MEP, destino pode ser um MEP ou um MIP. Reply é unicast também.

Gerado sob demanda via CLI.

Loopback



Traceroute

- Traceroute

Mensagem multicast, origem tem de ser um MEP, destino tem de ser um MEP também. Resposta é unicast.

Gerado sob demanda via CLI.

Endereço MAC de destino, VLAN e domínio de manutenção.

Permite a identificação de todos os MIPs do mesmo domínio de administração no caminho até o MEP de destino.

Tem um TTL para limitar a propagação na rede.

CFM (802.1ag) - Exemplo

■ Configuração

```
interface GigabitEthernet3/2
  description connected to cust-xyz
  ethernet cfm mip level 7
  ethernet cfm mep level 4 mpid 4101 vlan 101
```

■ Comandos

```
#traceroute ethernet 0015.637b.4e00 level 4 vlan 101
Tracing the route to 0015.637b.4e00 on Domain PROVIDER_DOMAIN, Level 4, vlan 101
```

```
-----
```

Hops	Host	MAC Forwarded	Ingress Egress	Ingress Action	Relay Action
				Action	Next Hop
B 1	dl-c7606	0015.6215.3e85	Gi3/23	IngOk	RlyCCDB
		Not Forwarded	Gi3/24	EgrDown	sj-c3750me

```
-----
```

Y.1731 (ITU)

- CFM mais...

- ETH-LCK (para diagnósticos fora de serviço)

- Multicast Loopback

- AIS

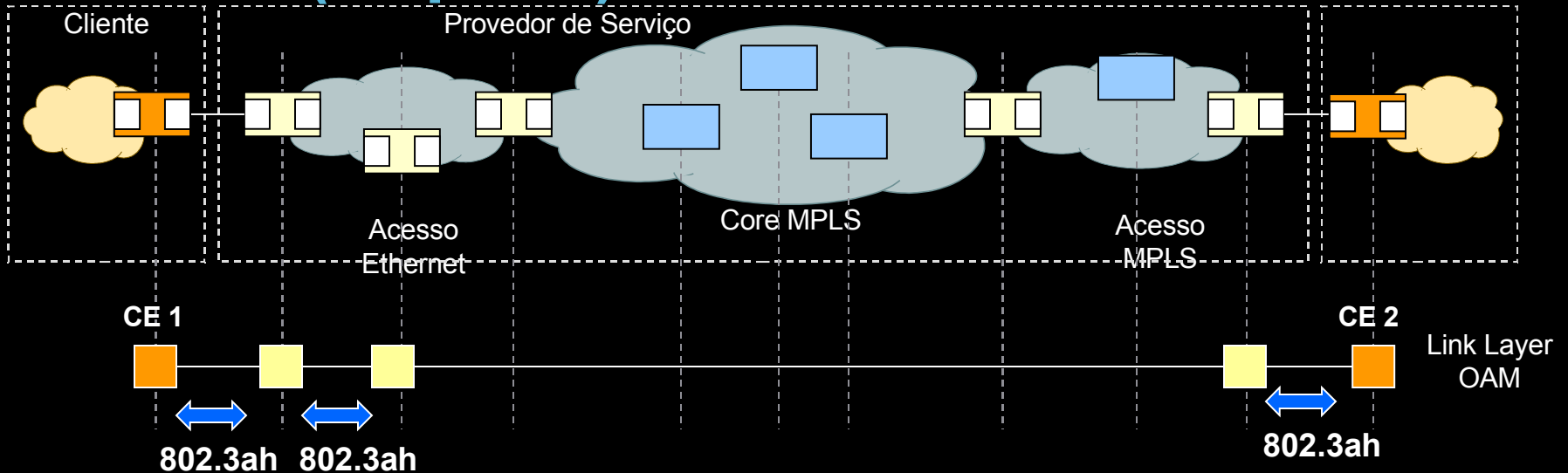
- TEST

- Canal de controle (maintenance communication channel)

- Experimental OAM

- Medição de Performance (Delay, Packet loss ...)

802.3ah (Cap. 57) Ethernet Link OAM



- Link Level OAM
- Opera em modo ponto a ponto, não propagada além de um único hop.
- Usa Slow Protocol (máximo de 10 frames por segundo) – dest 01-80-C2-00-00-02
- Funções:
 - OAM discovery – detecta capacidade de OAM no peer device
 - Link monitoring – notificações quando limites são excedidos
 - Remote MIB Variable Retrieval – MIB 802.3ah
 - Remote Failure indication – Informa o peer que o caminho de recepção está inativo
 - Remote Loopback – coloca o peer em loopback. Pode ser usado para coleta de estatísticas.

Ethernet OAM – Link Monitoring

- OAM Link Monitoring

Quatro tipos de erros

Errored Symbol Period : Número de erros de codificação que aconteceram durante um período especificado que ultrapassaram o limite definido

Errored Frame: Numero de erros de frames / período acima do limite

Errored Frame Period : Número de erros de frames nos últimos N frames que ultrapassaram o limite

Errored Frame Seconds : Número de segundos errados (intervalos de 1 seg onde pelo menos 1 erro aconteceu) dentro dos últimos N segundos, acima do limite.

Uma notificação de evento é enviada para o cliente remoto se qualquer dos erros acima é detectado localmente.

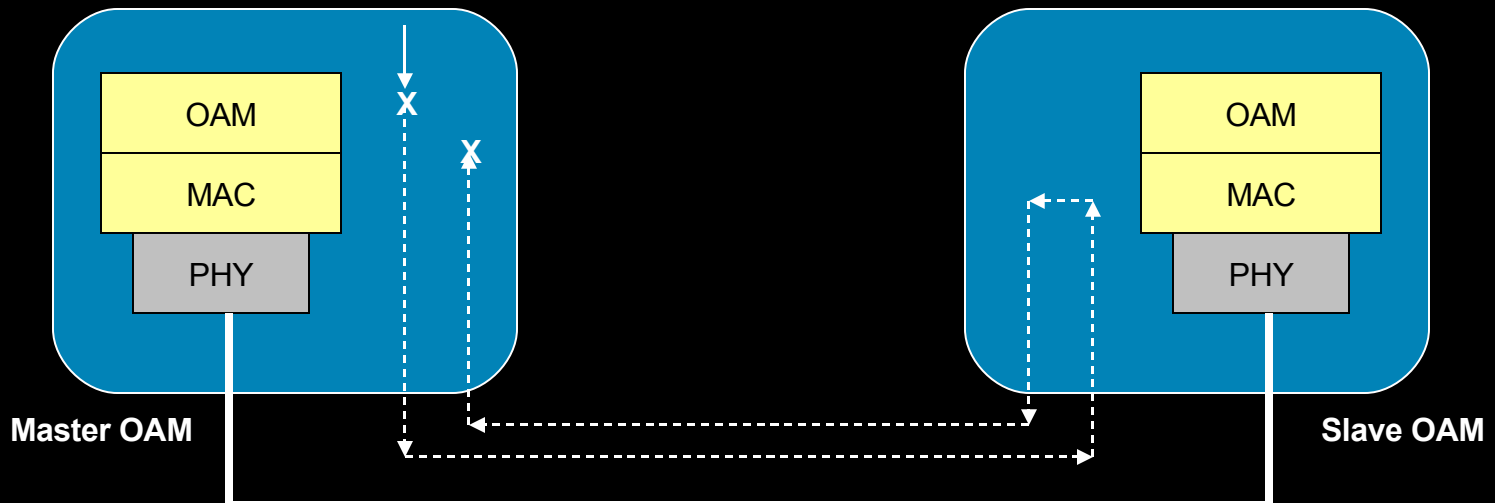
Ethernet OAM: Remote Loopback

- OAM Remote Loopback

Localização de falha e teste de performance

Uma OAMPDU (Loopback Control) é usada para controlar o cliente OAM remoto.

O tráfego enviado pelo master é retornado pela porta remota controlada, exceto Pause e OAMPDUs.



802.3ah - Exemplo

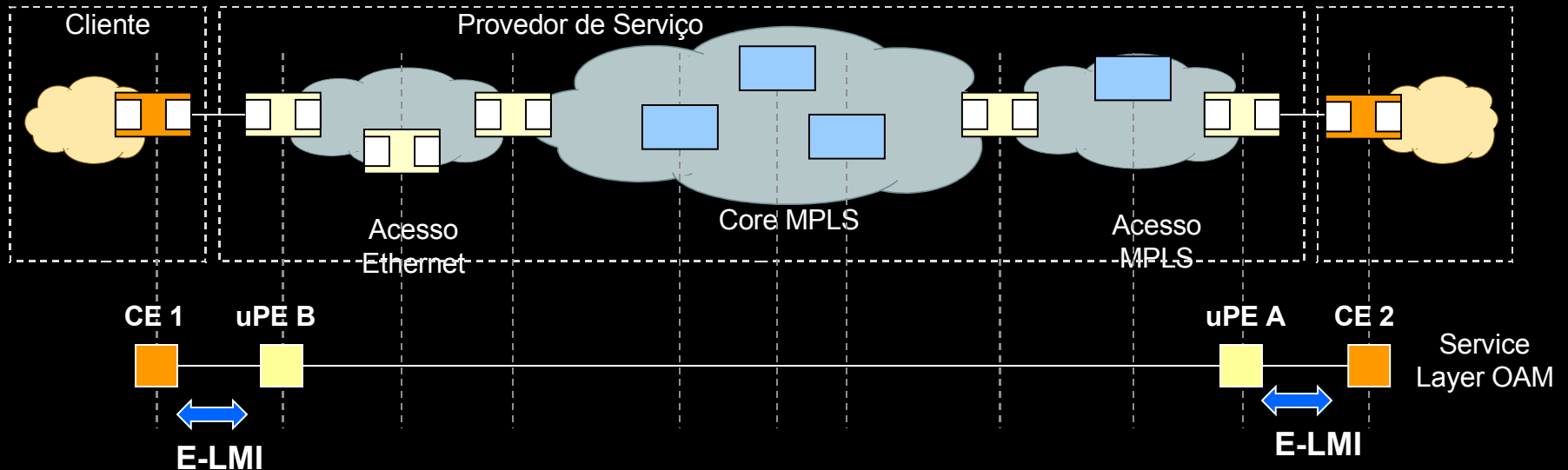
■ Configuração

```
interface FastEthernet4/4
  ethernet oam max-rate 5
  ethernet oam min-rate 2
  ethernet oam timeout 30
  ethernet oam remote-failure link-fault action error-disable-interface
  ethernet oam remote-failure dying-gasp action error-disable-interface
  ethernet oam
```

■ Comandos

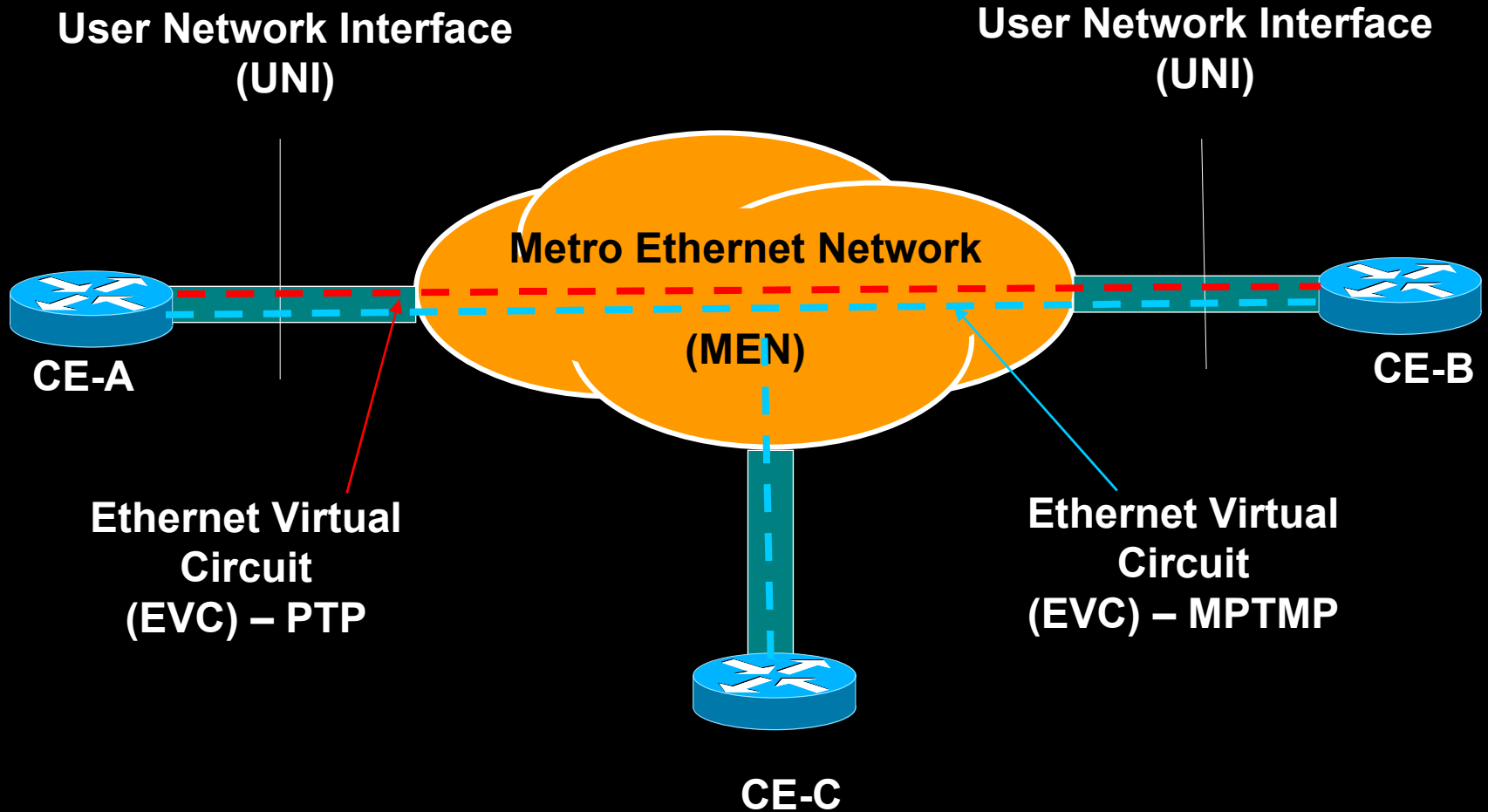
```
Show ethernet oam statisticsFastEthernet4/2
Counters:
-----
Information OAMPDU Tx           : 3
Information OAMPDU Rx           : 3
Unique Event Notification OAMPDU Tx : 0
Unique Event Notification OAMPDU Rx : 0
```

E-LMI (MEF 16)

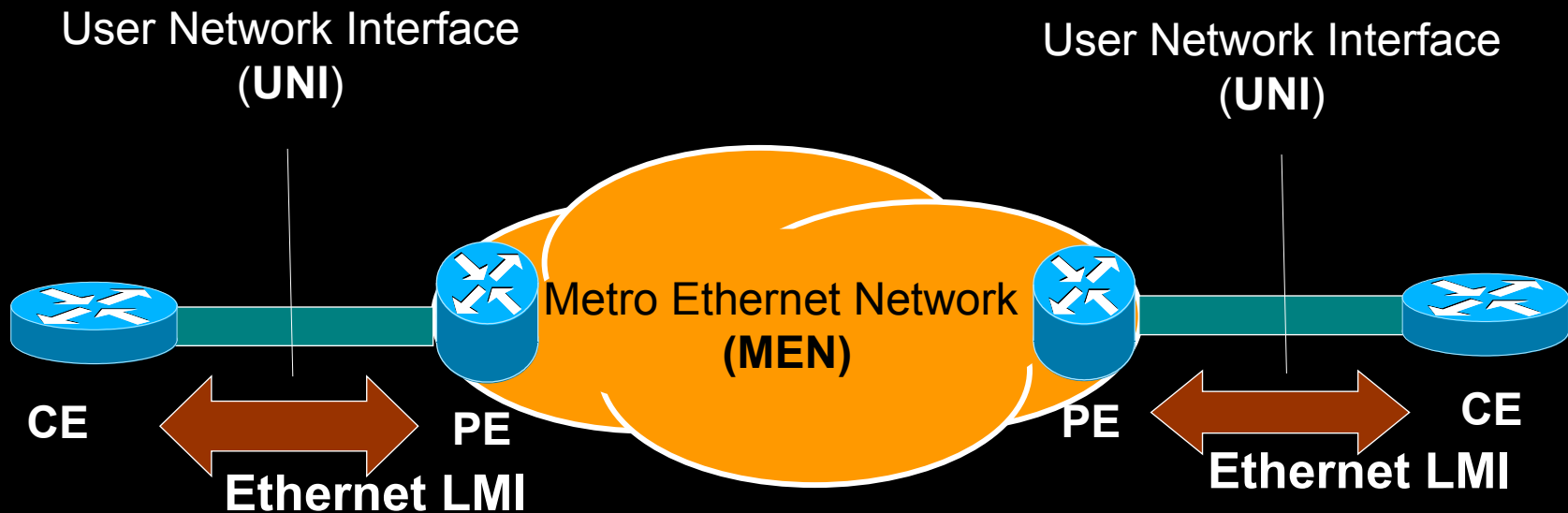


- Protocolo assimétrico, aplicável somente em UNIs (uPE para CE)
- Procedimentos e mensagens trocadas. Não especifica como o PE recebe os dados de OAM – baseado em OAM de Serviço ou Rede entre PEs
- Permite que o PE informe ao CE:
 - Estado do EVC
 - Estado da UNI Remota
 - Mapeamento de CE-VLAN para EVC
 - Perfis de BW

Terminologia MEF

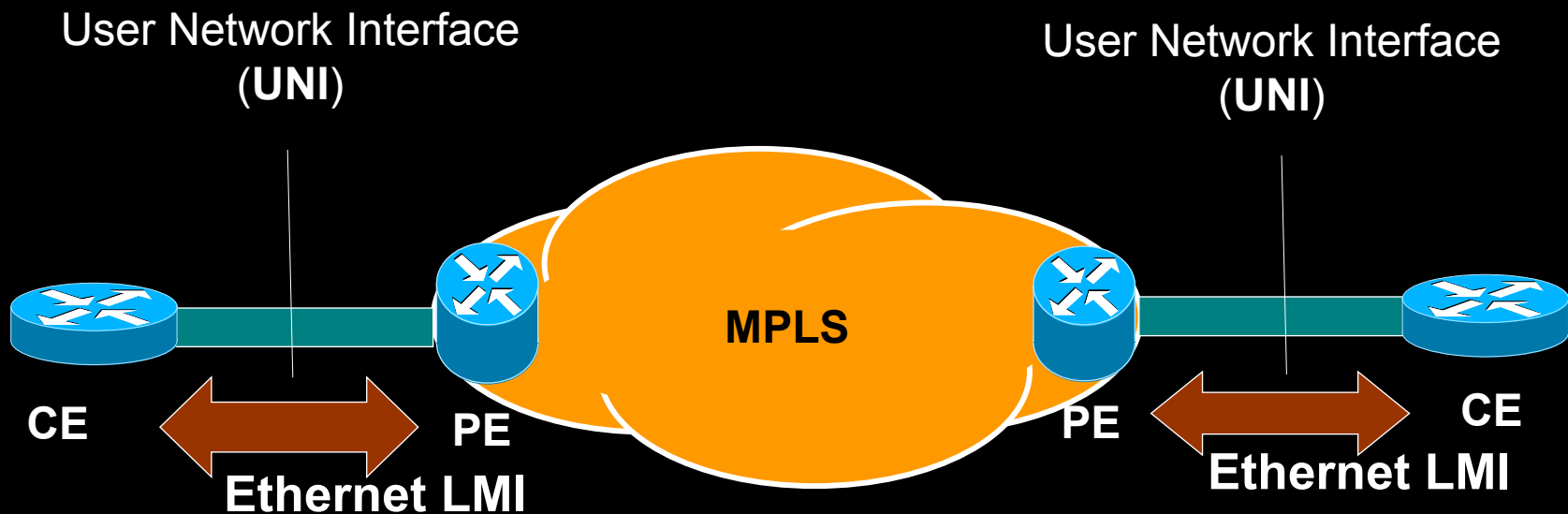


Ethernet Local Management Interface – uso com um core Ethernet



Ethernet LMI: Ethernet Provisioning and Management entity across UNI (CE-PE)

Ethernet Local Management Interface – uso com um core MPLS



Ethernet LMI: Ethernet Provisioning and Management entity across UNI (CE-PE)

Informação transportada pela E-LMI

- Dados de Configuração
 - CE-VLANs
 - Bandwidth Profile per EVC
 - Bandwidth Profile per UNI
- Dados do Aprovisionamento
 - EVC service Identifier
 - UNI Identifiers for EVC
 - UNI Type
 - Remote UNI Identifier for EVC
- Dados Dinâmicos (aprendidos por OAM da MEN)
 - EVC status
 - Remote UNI state

Protocolo Ethernet LMI

- Baseado em pooling feito pelo CE

Mensagens de sincronização (Heartbeat) a cada T391 segundos

Receberá todos os dados do PE quando

uma mudança é notificada

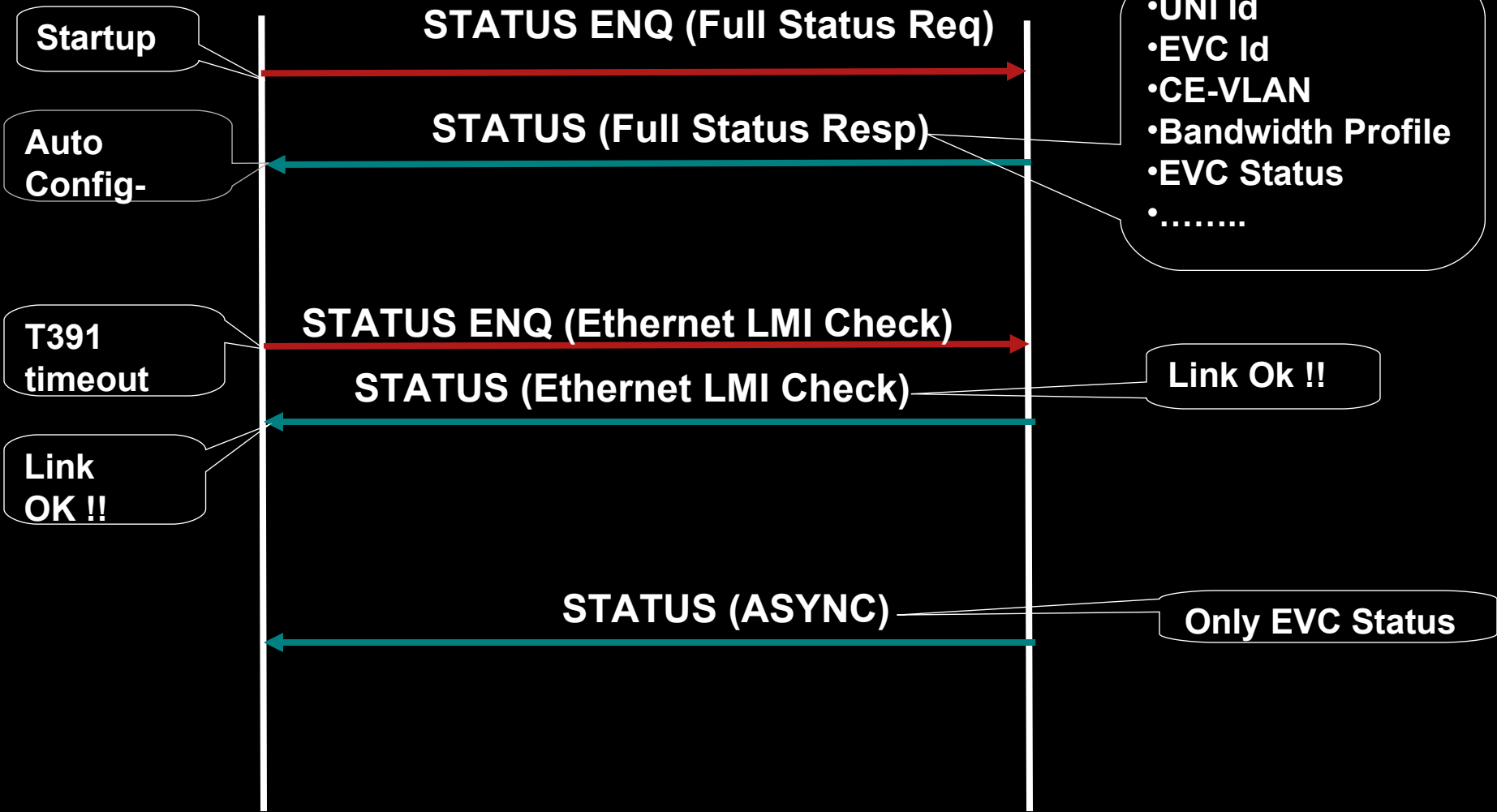
precisa de dados (startup/ N391)

A MEN pode atualizar o estado do EVC assíncronamente

Fluxo típico

CE

MEN



E-LMI - Exemplo

■ Configuração

```
interface GigabitEthernet0/1
  logging event subif-link-status
  ethernet lmi interface
```

■ Comandos

```
#show ethernet lmi statistics interface g0/1
Ethernet LMI Statistics for interface GigabitEthernet0/1
  Ether LMI Link Status: Up          UNI Status: Up
  UNI Id: cisco-sd
  Reliability Errors:
    Status Timeouts          1  Invalid Sequence Number          0
    Invalid Status Response  0  Unsolicited Status Received       0
  Protocol Errors:
    Invalid Protocol Version  0  Invalid EVC Reference Id          0
    Invalid Message Type     0  Out of Sequence IE                0
    Duplicated IE            0  Mandatory IE Missing              0
```

Padrões

Organização	Ethernet OAM [W↔E, N↔S]
	<p>Link OAM [E↔W] IEEE 802.3ah</p> <p>Fault Mgmt [E↔W] IEEE 802.1ag</p> <p>MIBS IEEE 802.3 + 802.1</p>
	<p>EMS/NMS [N↔S] EMS-NMS Info Model</p> <p>Service OAM [E↔W] Performance Mgmt</p>
	<p>Ethernet OAM [E↔W] Y.1731</p> <p>Ethernet Protection G.8031</p> <p>FCAPS/FAB SG4</p>
	<p>L2VPN OAM Req. & Framework [E↔W] L2VPN WG</p>

Aplicando Ethernet OAM



Taxonomia do problema

Gerência de Falhas

- Detecção
- Notificação
- Verificação
- Isolamento
- Recuperação

Gerência de Performance

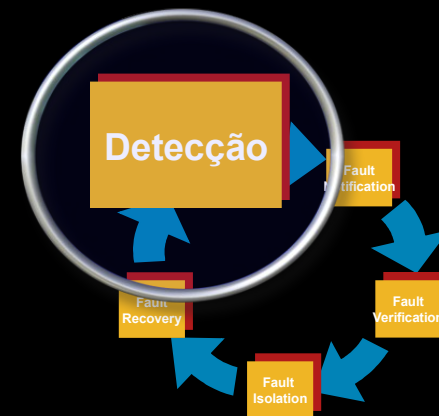
- Medição de perda de frames
- Medição do delay
- Medição do jitter
- Medição de disponibilidade

Serviços Ethernet

Gerência de configuração

- Aprovisionamento de serviços

E-OAM para Gerência de Falhas (1 de 5)



Detecção de Falha

Mecanismo

Falhas Detectáveis

802.1ag
(CFM)

Continuity
Check (CC)

- Conectividade não desejada/vazamento de serviço
- Perda de conectividade com um site
- Falha de link
- Falha no dispositivo (soft & hard)
- Loops
- Erros de configuração

802.3ah

Link
Monitoring

- Enlace unidirecional
- Deterioração da qualidade do link (Frame/Symbol Errors)

E-OAM para Gerência de Falhas (2 de 5)

Notificação de Falha

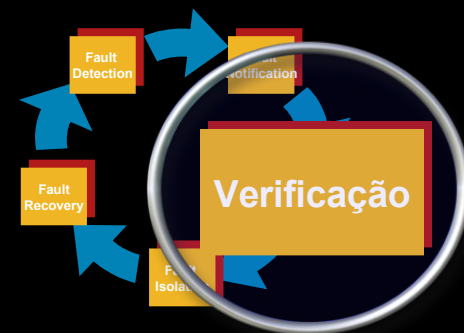
Mecanismo

Gatilhos

Y.1731	Alarm Indication Signal (AIS)	<ul style="list-style-type: none"> •Perda de Continuity Check •Indicação de OAM de Serviço •Indicação de Domínio ME de nível inferior
802.1ag (CFM)	Remote Defect Indication (RDI)	<ul style="list-style-type: none"> •Conectividade Unidirecional (p2p) •Conectividade parcial de serviço (mp)
802.3ah	Remote Failure Indication	<ul style="list-style-type: none"> •Falha em link •Dying Gasp •Evento crítico
	Event Notification	<ul style="list-style-type: none"> •Limite de erros ultrapassado (frames/symbols per interval)
E-LMI	Status Message	<ul style="list-style-type: none"> •Modificação de estado de EVC •Modificação de estado do UNI remoto



E-OAM para Gerência de Falhas (3 de 5)



Verificação de Falha

Mecanismo

Capacidade

802.1ag
(CFM)

Loopback

- MAC Ping por EVC (destino único)
- Verificar conectividade bidirecional entre dois pontos de manutenção

Y.1731

Multicast
Loopback

- MAC Ping (todas destinações)
- Verificar conectividade bidirecional entre um ponto de manutenção e todos os outros pontos para um serviço

E-OAM para Gerência de Falhas (4 de 5)



Isolamento de Falha

Mecanismo

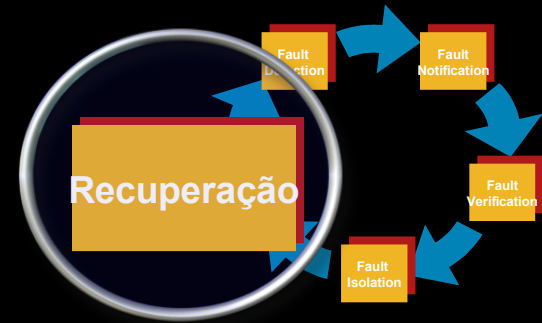
Capacidade

802.1ag
(CFM)

Link Trace

- MAC Traceroute por EVC
- Identificação de pontos intermediários no caminho entre origem e destino
- Informar ACLs encontradas ou portas bloqueadas por STP

E-OAM para Gerência de Falhas (5 de 5)



Recuperação de Falhas

	<u>Mecanismo</u>	<u>Capacidade</u>
G.8031	ETH-APS	•Usa mecanismos de CFM para monitoração de caminhos redundantes (msec)
Mecanismos não OAM	xSTP	

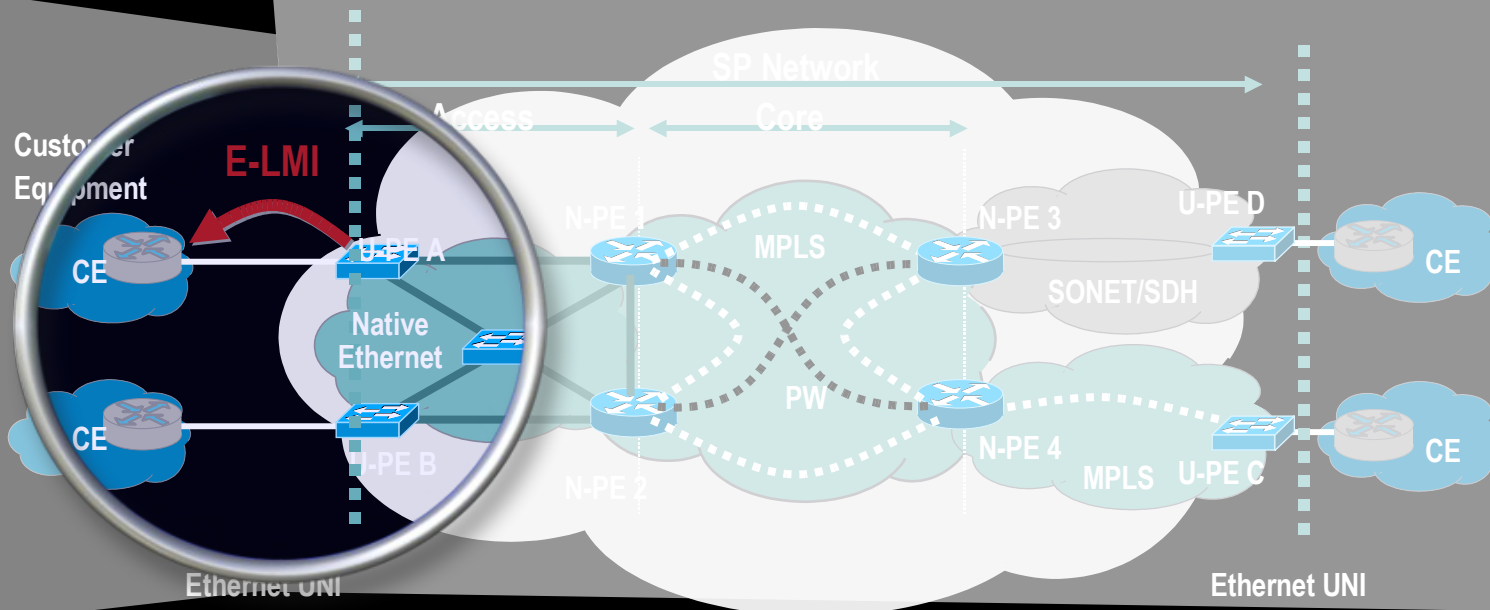
E-OAM para Gerência de Performance

- Medição de perda de frames
- Medição de delay
- Medição de variação de delay (Jitter)
- Medição de disponibilidade

Gerência de Performance

	Mecanismo	Capacidade
IP SLA	CFM Loopback Jitter Probe	Estatísticas de SLA, incluindo: <ul style="list-style-type: none">• Latência unidirecional ida-e-volta• Jitter unidirecional• Perda de frames
Y.1731	LMM / 1DM / DMM	<ul style="list-style-type: none">• Medição de perda• Delay em um sentido• Delay nos dois sentidos

E-OAM para Gerência de Configuração



Gerência de Configuração

Mecanismo

**CE-VLAN /
EVC Map**

E-LMI

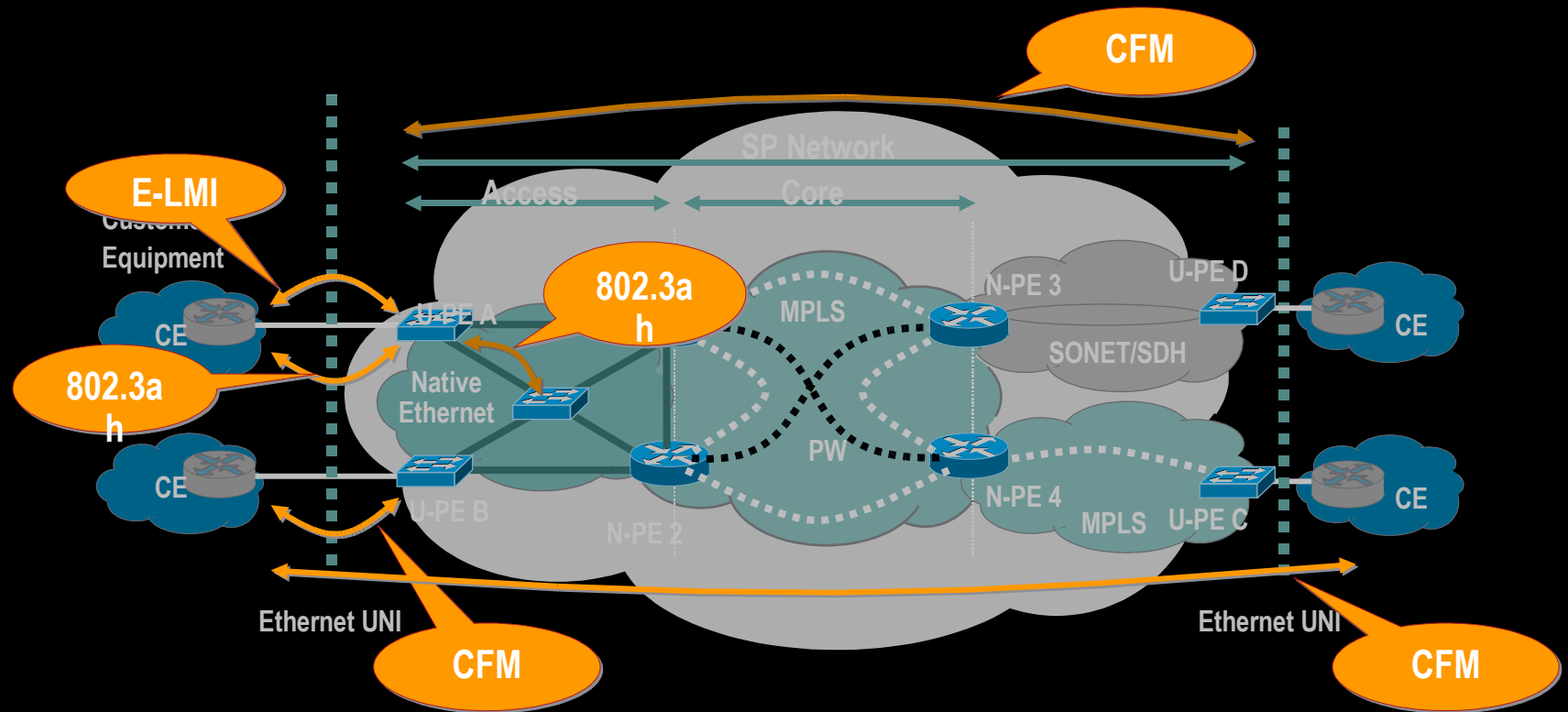
BW Profile

Capacidade

- Reduzir erros de configuração
- Facilitar a ativação de serviços gerenciados

- Aprimorar a performance do serviço, com shaping de tráfego no CE
- Reduzir a configuração de policing no PE

Que protocolo usar (e onde)?



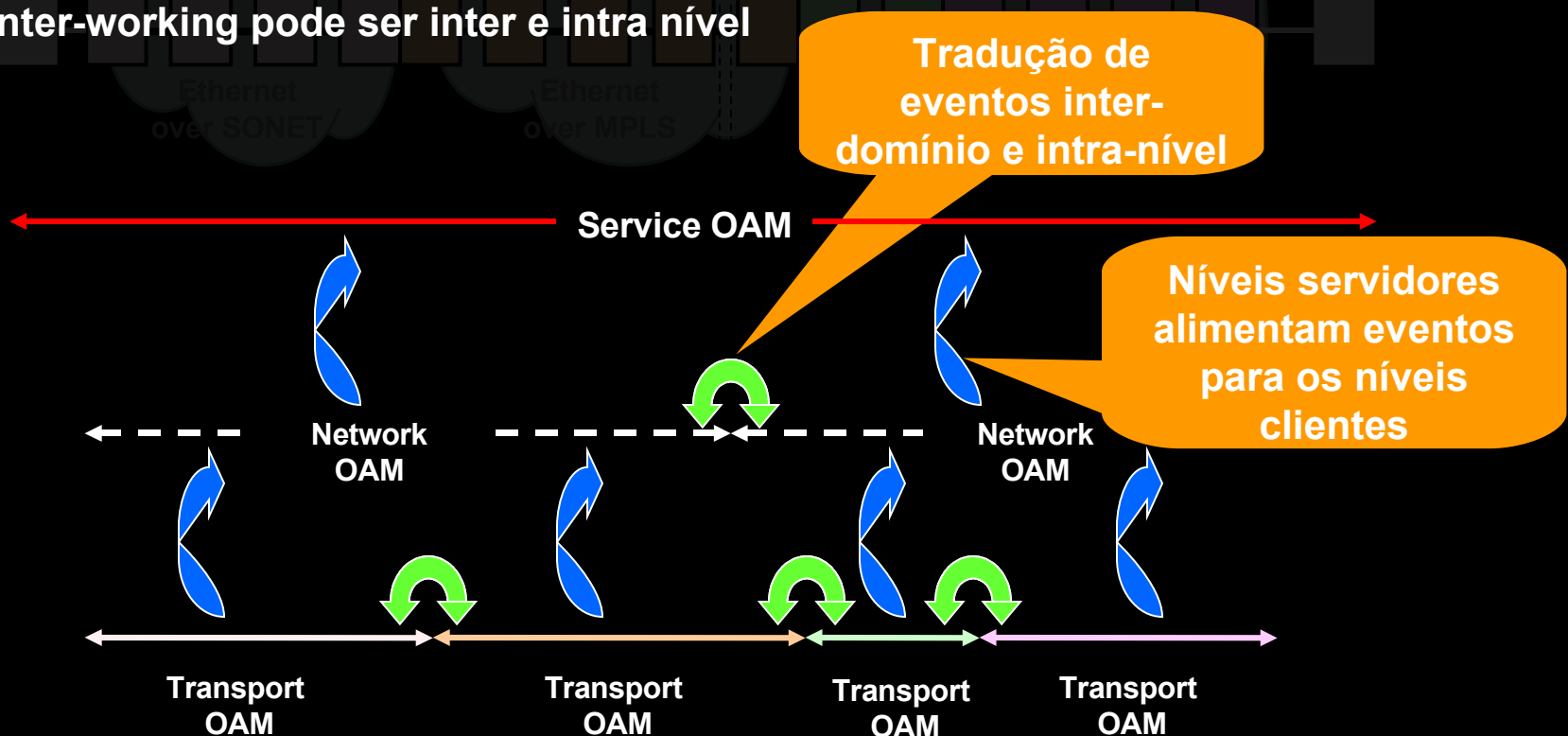
- A escolha dos protocolos, localização e alcance de operação varia com a topologia de rede e os serviços
- Restrições (inerentes à definição dos protocolos):
 - E-LMI em UNI (PE para CE)
 - 802.3ah em 802.3 PHY ponto a ponto (ou emulada)
 - CFM/Y.1731 requer entendimento do nível MAC Ethernet

Inter-Working de OAM



O que é Inter-working de OAM?

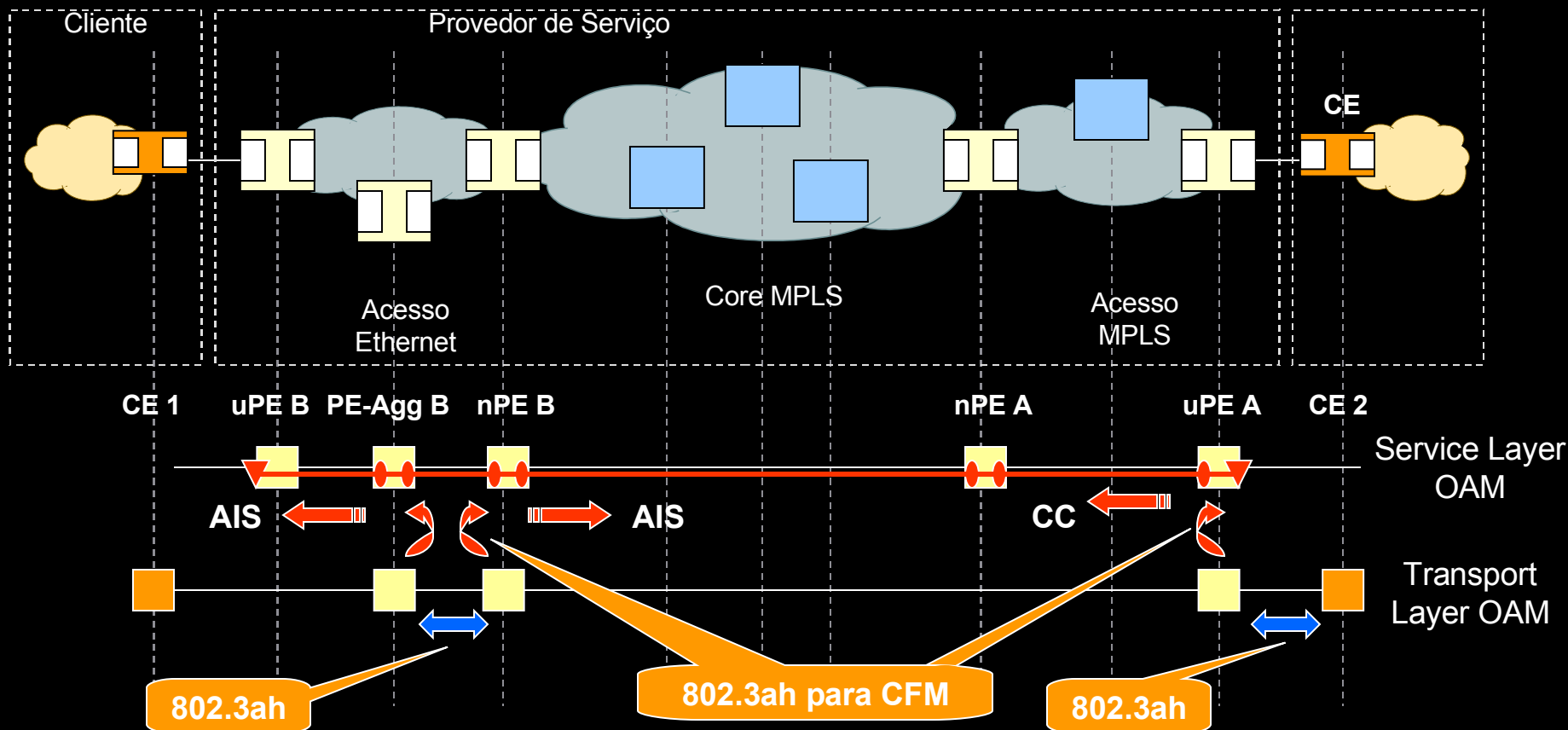
- O modelo de níveis de OAM deve ser mantido: as mensagens não devem cruzar os níveis
- As mensagens de OAM não devem sair das fronteiras de domínio dentro de um nível
- Inter-working é **a tradução de eventos e não necessariamente o mapeamento 1:1 de mensagens**
- Inter-working pode ser inter e intra nível



Por que Inter-working de OAM?

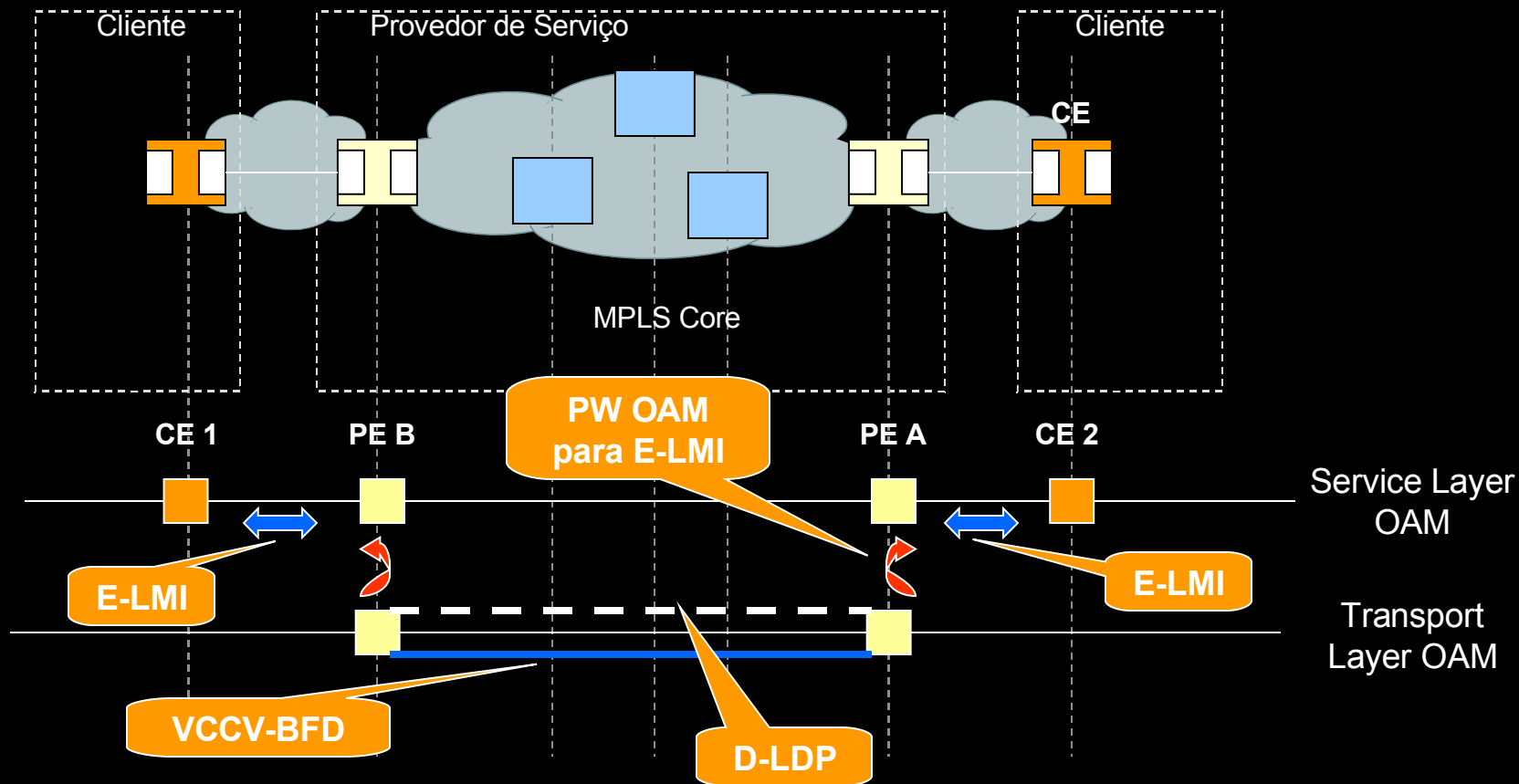
- Permite o gerenciamento de serviços Ethernet em:
 - Mídias combinadas
 - Redes/transportes heterogêneos
 - Equipamentos legados
- Aproveita os benefícios de mecanismos de OAM dos níveis servidores
 - Potencialmente tempos mais rápidos para detecção de alarmes
 - Supressão de alarmes redundantes

Cenários de Inter-working: 802.3ah e CFM



- Erros no nível de enlace detectados pelo 802.3ah, enviados para o CFM no mesmo dispositivo.
- O CFM notifica os dispositivos remotos da falha.
- Duas variações:
 - Baseado em CC (802.3ah na borda domínio)
 - Baseado em AIS (802.3ah no domínio)

Cenários de Inter-working: MPLS PW OAM para E-LMI



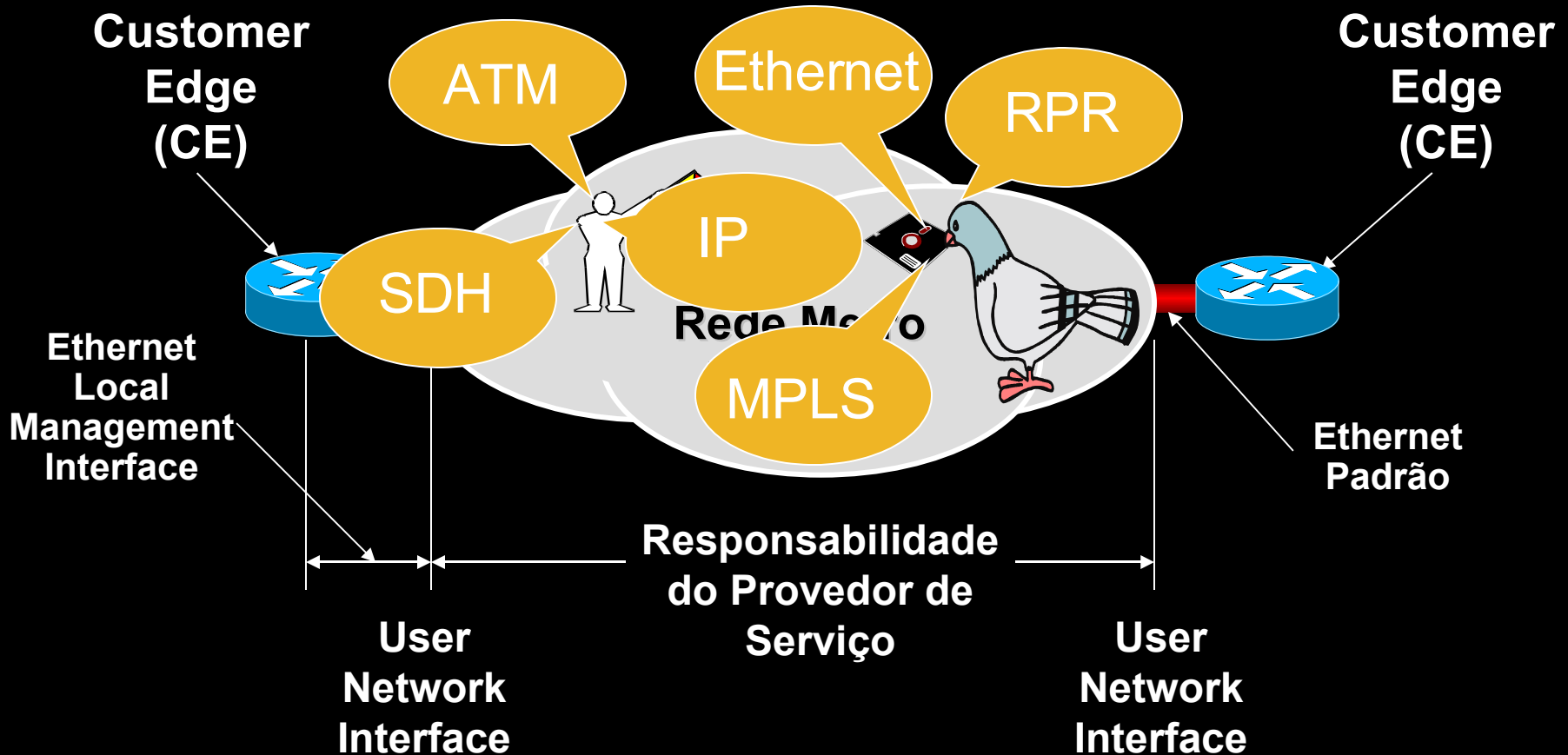
- Directed-LDP e VCCV (BFD mode) rodando entre os PEs.
- D-LDP para notificação de falha, VCCV para detecção de falhas
- Falhas detectadas/informadas pelo OAM de PW são enviadas para E-LMI pela função de I/W no PE.

MPLS OAM



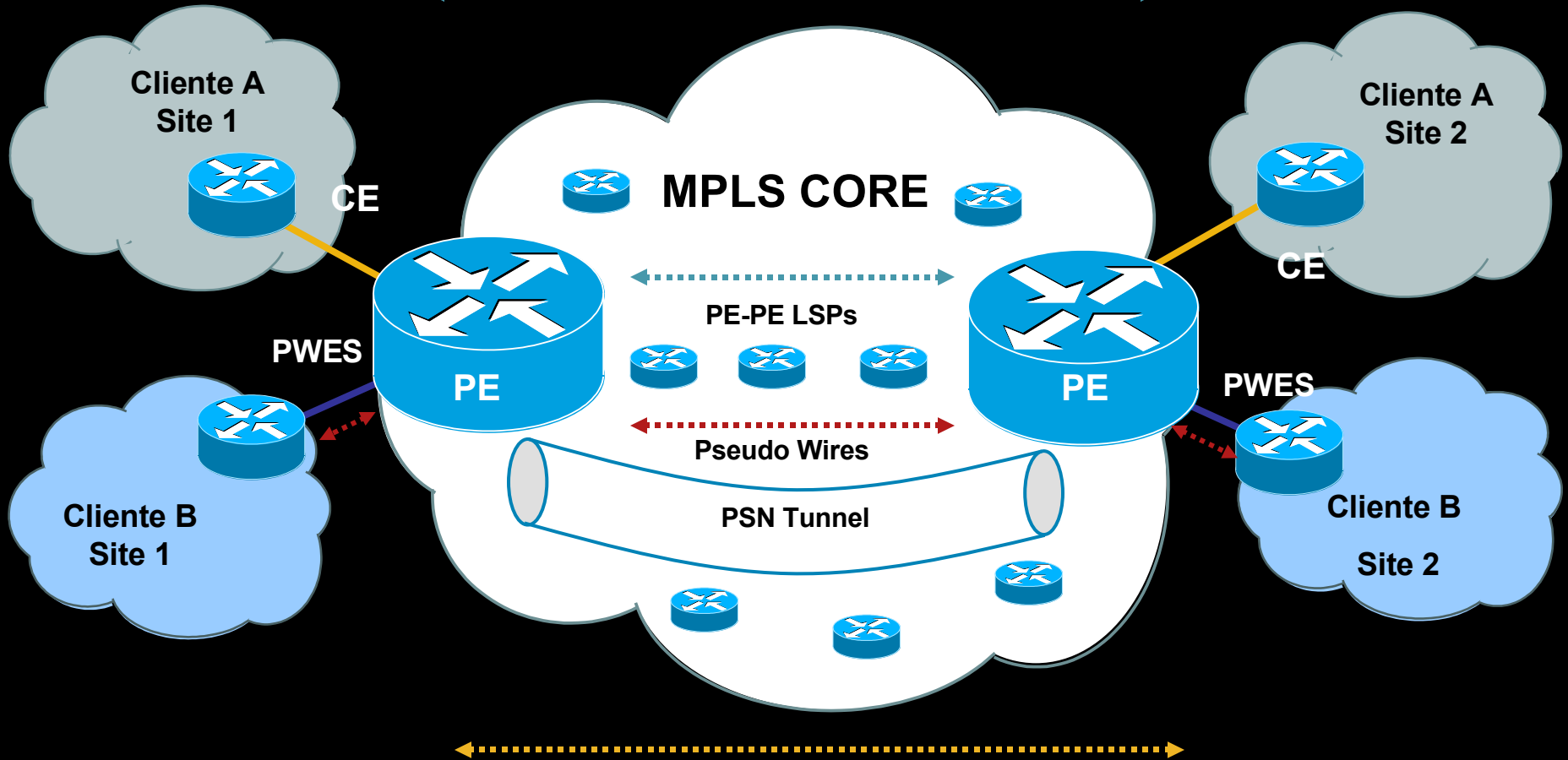
MEF: Modelo de Serviços

Um serviço é o que o CE vê.
A tecnologia usada na rede metro não é visível.



MPLS Transporte e Serviços

MPLS L3 VPN service



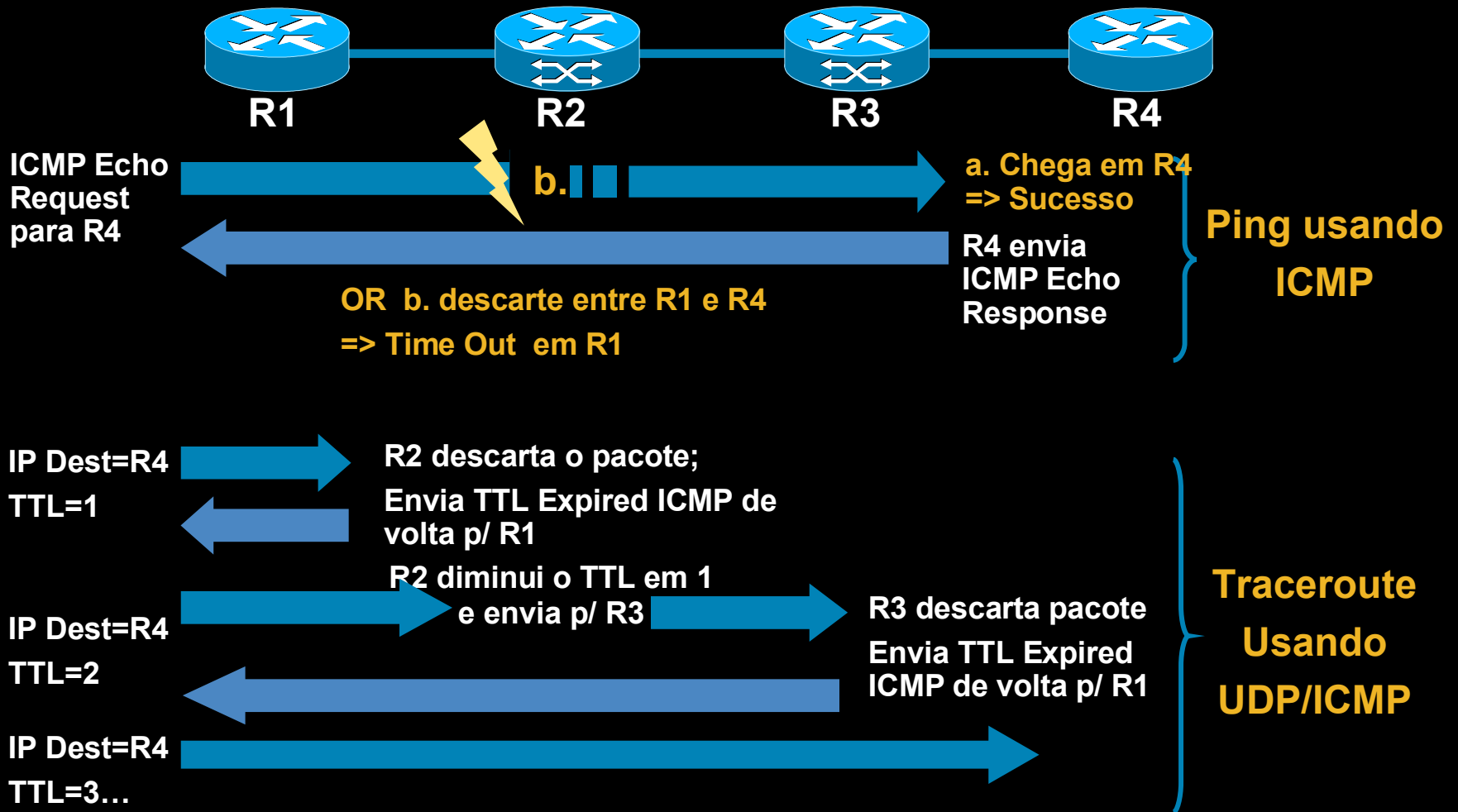
Emulated Service

Rede Metro – MPLS e Ethernet



- **Core MPLS**
 - VPWS / Pseudowires
 - VPLS
- **Acesso MPLS**
 - VPWS / Pseudowires
 - H-VPLS
- **Acesso Ethernet**
 - 802.1Q
 - 802.1Q trunking (QinQ)

Recordando: Ping and Trace



Um ping/trace baseado em ICMP usa o encapsulamento MPLS?

SIM

- Se existir um LSP para o destino
 - Para isso o equipamento tem de rodar MPLS
 - A interface de saída deve ter MPLS ativado
 - O próximo equipamento (next hop) deve distribuir um label para a FEC

ENTRETANTO

- O ping terá sucesso mesmo
 - Se não há caminho MPLS
 - Ou se o caminho estiver quebrado

PORQUE?

- Porque conectividade IP é suficiente para ping/trace
- Mas isto não é suficiente para verificar um LSP

Alguns possíveis problemas / desafios

- Plano de dados falha, mas o IGP não (“buracos negros”)
- Diagnóstico de problemas de conectividade PE-PE...
- O LDP/RSVP-TE falha, mas não o IGP
- Descobrir a causa de degradação de performance em um caminho
- Visualizar o caminho percorrido por um fluxo em uma rede complexa
- Pacotes sem label
- ...

MPLS LSP Ping/Traceroute

Requisitos	<ul style="list-style-type: none">▪ Detectar buracos negros ou erros de roteamento para o tráfego MPLS▪ Isolar as falhas MPLS▪ Verificar o plano de dados em relação ao plano de controle▪ Detectar a MTU nos caminhos dos LSP MPLS
Solução	<ul style="list-style-type: none">▪ MPLS LSP ping (ICMP) para verificação de conectividade▪ MPLS LSP traceroute para localização de falhas▪ MPLS LSP traceroute para identificação do caminho
Aplicações	<ul style="list-style-type: none">▪ Prefixos IPv4 LDP e VPNv4▪ Tunel de engenharia de tráfego▪ Conectividade entre PE e P para aplicações de transporte MPLS, MPLS VPN e Engenharia de Tráfego
Padrões IETF	<ul style="list-style-type: none">▪ RFC 4377, 4378, 4379

O que um Ping LSP detecta?

- Conectividade entre a origem e um possível LSR para o destino (FEC – Forward Equivalence Class)
 - Um caminho com label existe e faz sentido
- O teste requer um caminho de volta funcionando
- Pode verificar as permutações de ECMP, ou usando um endereço aleatório ou previamente executando uma série de traceroutes para determinar o conjunto ótimo de permutações de endereços para a verificação do caminho.
- Pode verificar problemas de MTU fim-a-fim
- Pode traçar o caminho que um fluxo tomará
- Verificação da configuração na ativação de um serviço

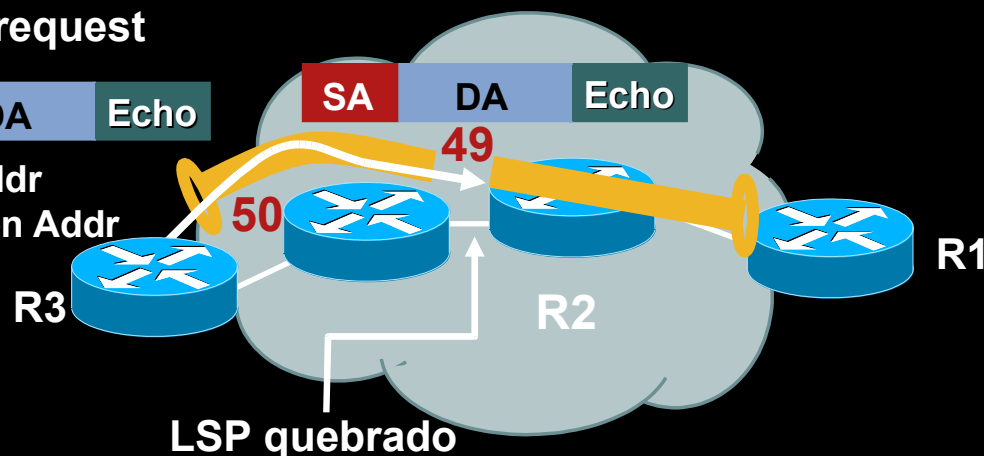
MPLS OAM : LSP Ping & Trace

O pacote de teste segue o **mesmo caminho que o caminho de dados MPLS...** até o ponto de falha
O diagnóstico é dado pelo **LSR onde a falha acontece**

MPLS Echo-request



SA=Source Addr
DA=Destination Addr

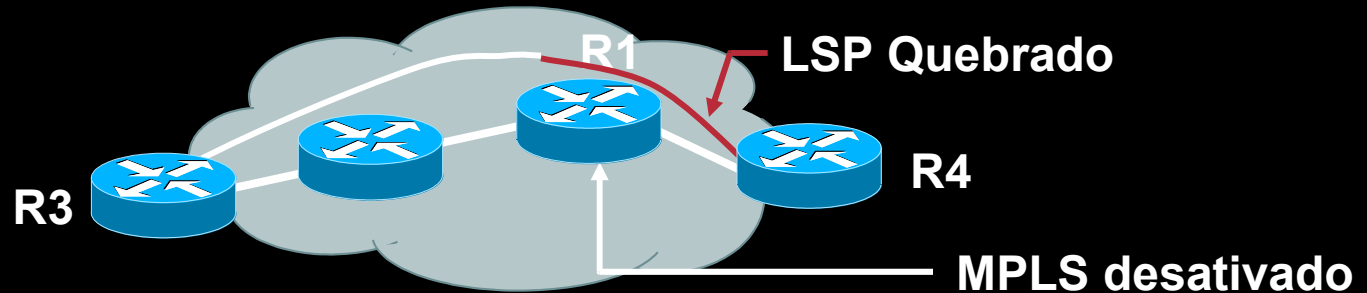


LSP Ping: IPv4 FEC

R3#ping mpls ipv4 10.200.0.1/32 ?

destination	Destination address or address range
exp	EXP bits in mpls header
interval	Send interval between requests in msec
pad	Pad TLV pattern
repeat	Repeat count
reply	Reply mode
size	Packet size
source	Source specified as an IP address
sweep	Sweep range of sizes
timeout	Timeout in seconds
ttl	Time to live
verbose	Verbose mode for ping output

Depuração usando MPLS Ping (IPv4)



Se um ping tradicional for feito entre R3 e R4, funcionará.
Um ping mpls falhará; A resposta virá de R1

Falha

```
R3#ping mpls ipv4 10.200.0.4/32 verbose
```

```
Sending 5, 100-byte MPLS Echos to 10.200.0.4/32, timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
```

```
Codes: '!' - success, 'Q' - request not transmitted, '.' - timeout, 'U' - unreachable, 'R' - downstream router but not target
```

```
Type escape sequence to abort
```

```
U 10.200.0.1, return code 4
```

```
U 10.200.0.1, return code 4
```

```
U 10.200.0.1, return code 4
```

```
U 10.200.0.1, return code 4
```

```
U 10.200.0.1, return code 4
```

```
Success rate is 0 percent (0/5)
```

Código de Diagnóstico

RFC 4379 – Códigos de Resposta

RETURN CODES

Value	Meaning
-------	---------

-----	-----
-------	-------

- | | |
|----|--|
| 0 | No return code |
| 1 | Malformed echo request received |
| 2 | One or more of the TLVs was not understood |
| 3 | Replying router is an egress for the FEC at stack depth <RSC> |
| 4 | Replying router has no mapping for the FEC at stack depth <RSC> |
| 5 | Downstream Mapping Mismatch |
| 6 | Upstream Interface Index Unknown |
| 7 | Reserved |
| 8 | Label switched at stack-depth <RSC> |
| 9 | Label switched but no MPLS forwarding at stack-depth <RSC> |
| 10 | Mapping for this FEC is not the given label at stack depth <RSC> |
| 11 | No label entry at stack-depth <RSC> |
| 12 | Protocol not associated with interface at FEC stack depth <RSC> |
| 13 | Premature termination of ping due to label stack shrinking to a single label |

Notation <RSC> refers to the Return Subcode.

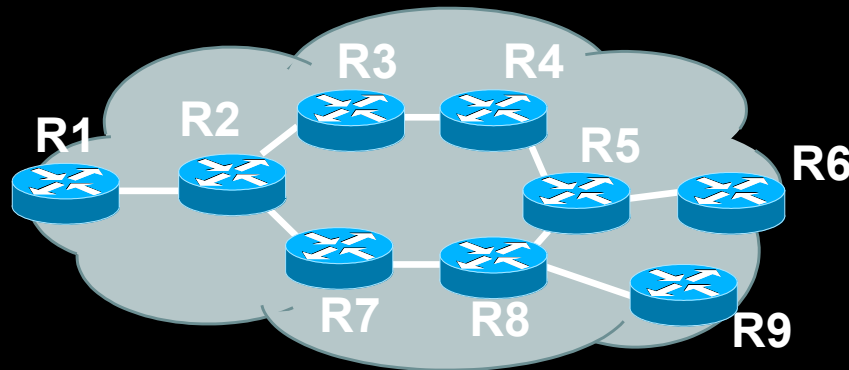
LSP Ping para um túnel TE

Para um ping LSP em um túnel TE use a opção **traffic-eng**

R3# ping mpls traffic-eng tun <Tun int number>?

destination	Destination address or address range
exp	EXP bits in mpls header
interval	Send interval between requests in msec
pad	Pad TLV pattern
repeat	Repeat count
reply	Reply mode
size	Packet size
source	Source specified as an IP address
sweep	Sweep range of sizes
timeout	Timeout in seconds
tll	Time to live
verbose	Verbose mode for ping output

LSP Trace: Path e Tree

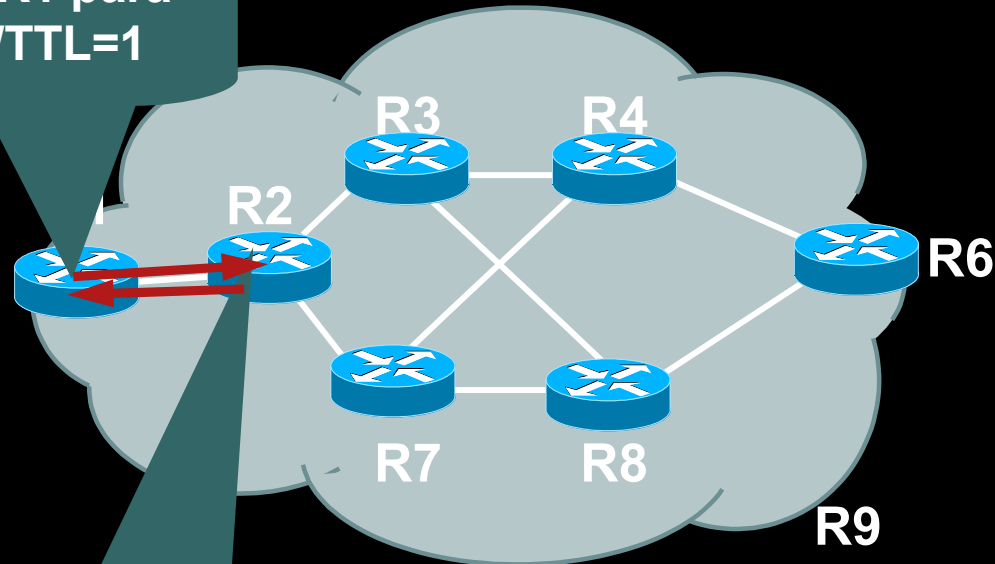


O trace pode ser dividido em duas opções

- **Path trace** informações sobre um dos caminhos dentre todos os possíveis caminhos ECMP
- No exemplo acima, um path trace de R1 para R6 retornará somente um caminho, por exemplo R1-R2-R3-R4-R5-R6
- **Tree trace** retorna informações sobre todos os caminhos entre uma origem e um destino and destination
- No exemplo acima, um LSP (tree) trace dará informações sobre os caminhos R1-R2-R3-R4-R5-R6 e R1-R2-R7-R8-R5-R6

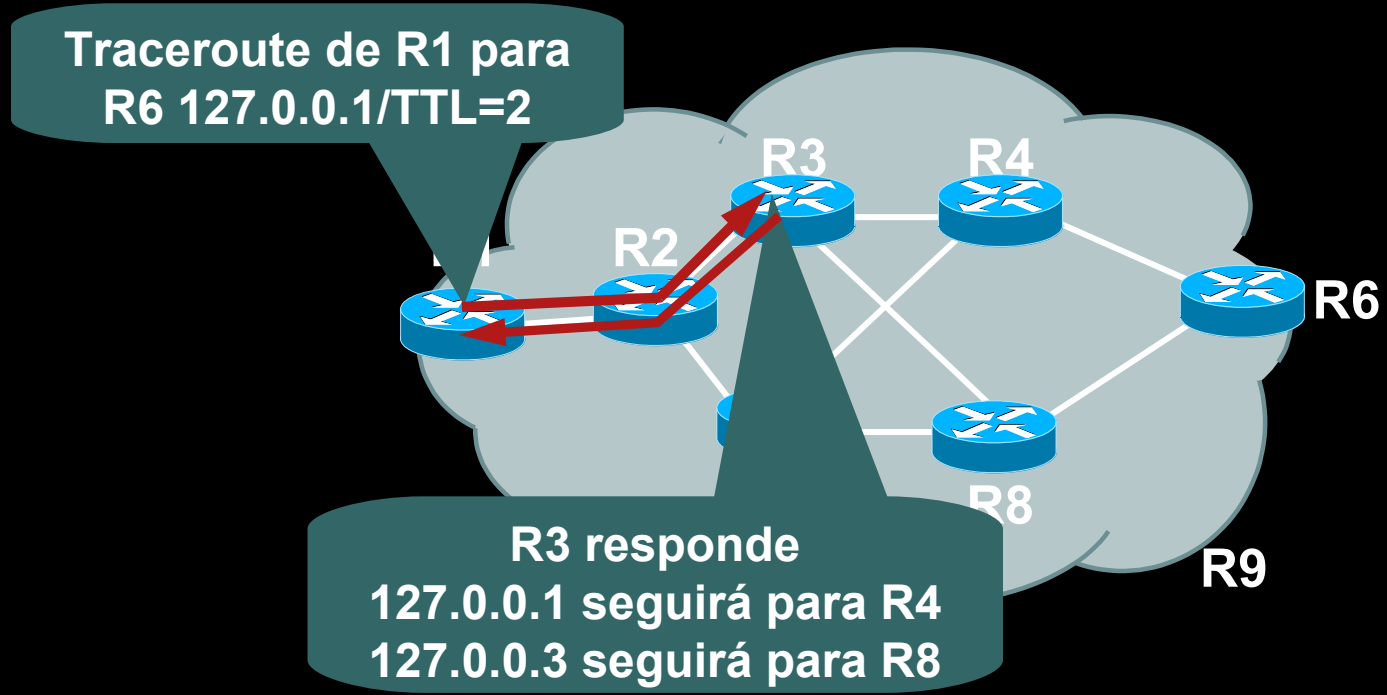
Exemplo: LSP Tree Trace

traceroute de R1 para
R6 127.0.0.1/TTL=1

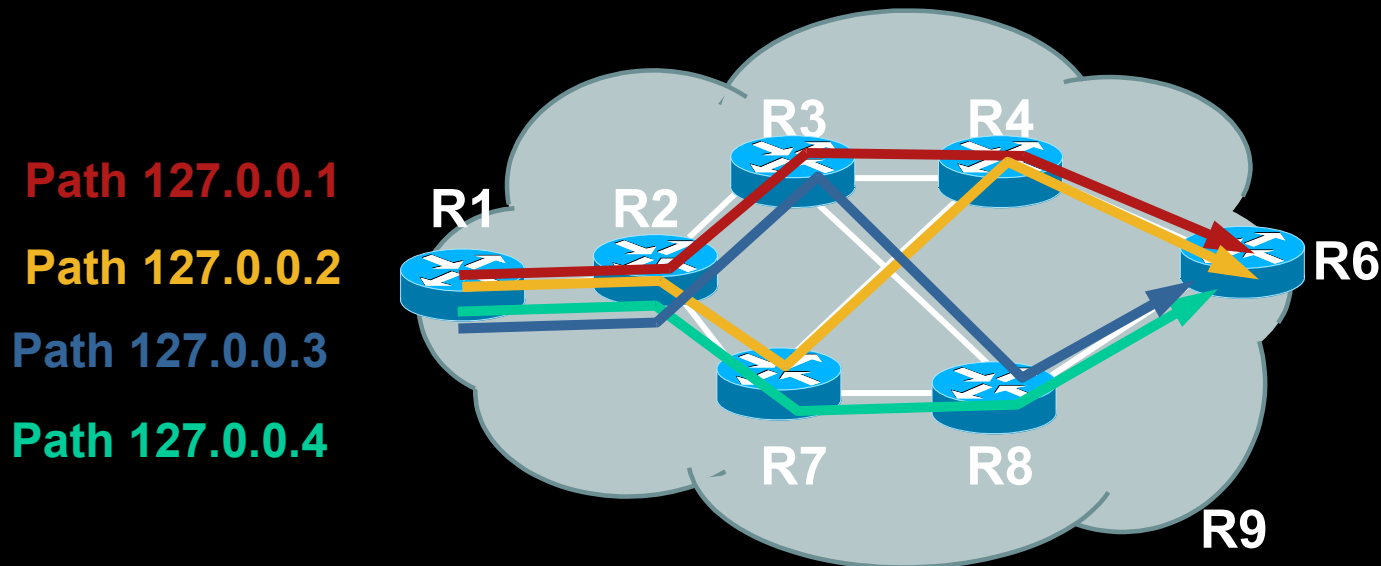


R2 responde que
127.0.0.1 e 127.0.0.4
seguirão para R3
127.0.0.2 e 127.0.0.3
seguirão para R7

Exemplo: LSP Tree Trace



Exemplo: LSP Tree Trace



- R1 tem um mapa dos caminhos de mesmo custo e pode testar todas as combinações com um número mínimo de pings
- Alternativa é incrementar monótonamente o endereço 127/8

Virtual Circuit Connection Verification (VCCV)

Requisitos

- Capacidade de prover detecção de falhas e diagnósticos fim-a-fim para um serviço de pseudowire
 - Um túnel pode servir vários pseudowires
 - O Ping LSP pode monitorar o túnel na rede (conectividade PE-PE), mas não o VC dentro do túnel

Solução

- VCCV permite o envio de pacotes de controle in-band nos pseudowires (PW)
- Dois componentes:
 - Sinalização para comunicar as funcionalidades VCCV como parte do label do VC
 - Switching para que o payload do PW seja tratado como um pacote de controle

Aplicações

- L2VPNs sobre MPLS
 - FRoMPLS, ATMoMPLS, EoMPLS

Padrão IETF

- Draft-ietf-pwe3-vccv-xx.txt

VCCV Ping

R3#ping mpls pseudowire <IPv4 peer IP addr > <VC ID>?

destination	Destination address or address range
exp	EXP bits in mpls header
interval	Send interval between requests in msec
pad	Pad TLV pattern
repeat	Repeat count
reply	Reply mode
size	Packet size
source	Source specified as an IP address
sweep	Sweep range of sizes
timeout	Timeout in seconds
ttl	Time to live
verbose	Verbose mode for ping output

Bidirectional Forwarding Detection (BFD)

HALLO

Bonjour

Merhaba

Zivijo

Hello

Ciao!

Γεια σου

שלום

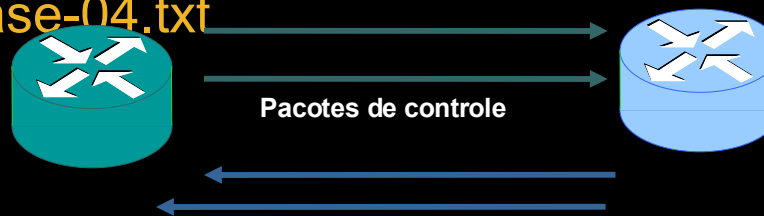
สวัสดี

BFD: Background

- Uma funcionalidade cada vez mais importante nos elementos de rede é a **detecção rápida** de falhas de comunicação entre sistemas adjacentes, para **estabelecer caminhos alternativos mais rapidamente**
- A detecção pode acontecer rapidamente em certas circunstâncias, quando o hardware do enlace utilizado participa (como os alarmes do SDH). Entretanto existem mídias que não possuem esse recurso de sinalização (como Ethernet) e que podem não detectar certas falhas no caminho
- Redes usam mecanismos de Hello relativamente lentos, geralmente nos protocolos de roteamento
- Os mecanismos de Hello dos protocolos de roteamento não ajudam quando esses protocolos não estão em uso

Bidirectional Forwarding Detection (BFD)

- **Simple, independente**, campos fixos, **hello protocol**
- Os equipamentos transmitem pacotes BFD periodicamente nas direções respectivas de um caminho
- Se um nó para de receber pacotes BFD, assume-se que algum componente do caminho falhou
- Um caminho só é considerado operacional quando uma comunicação nos dois sentidos é estabelecida entre os sistemas
- Sessões BFD distintas são criadas para cada caminho de comunicação e cada protocolo de dados em uso entre os sistemas
- **draft-ietf-bfd-base-04.txt**



Juntando tudo..

Media type	CC CP	CC DP	Loopback	Performance	Traceroute
ATM VP	ILMI	F4 (VC-3)	F4 (VC-4)		-
ATM VC		F5 (PT 100)	F5 (PT 101)		-
FR	LMI	Keepalive	-	-	-
Ethernet Last Mile	IEEE 802.3ah		-	-	-
Ethernet Provider Bridge	IEEE 802.1ag				
MPLS LDP	LDP Hello	BFD, Y.1713, Y.1711	LSP Ping	-	LSP TR
MPLS TE	RSVP Hello			-	
MPLS PW	LDP Hello	BFD, Y.1711	VCCV Ping	-	-
IPv4	IGP/BGP Hello	BFD	IP Ping	IP SLA	IP TR

Q and A

