



Networking  
For everyone

# Multiprotocol Label Switching

---



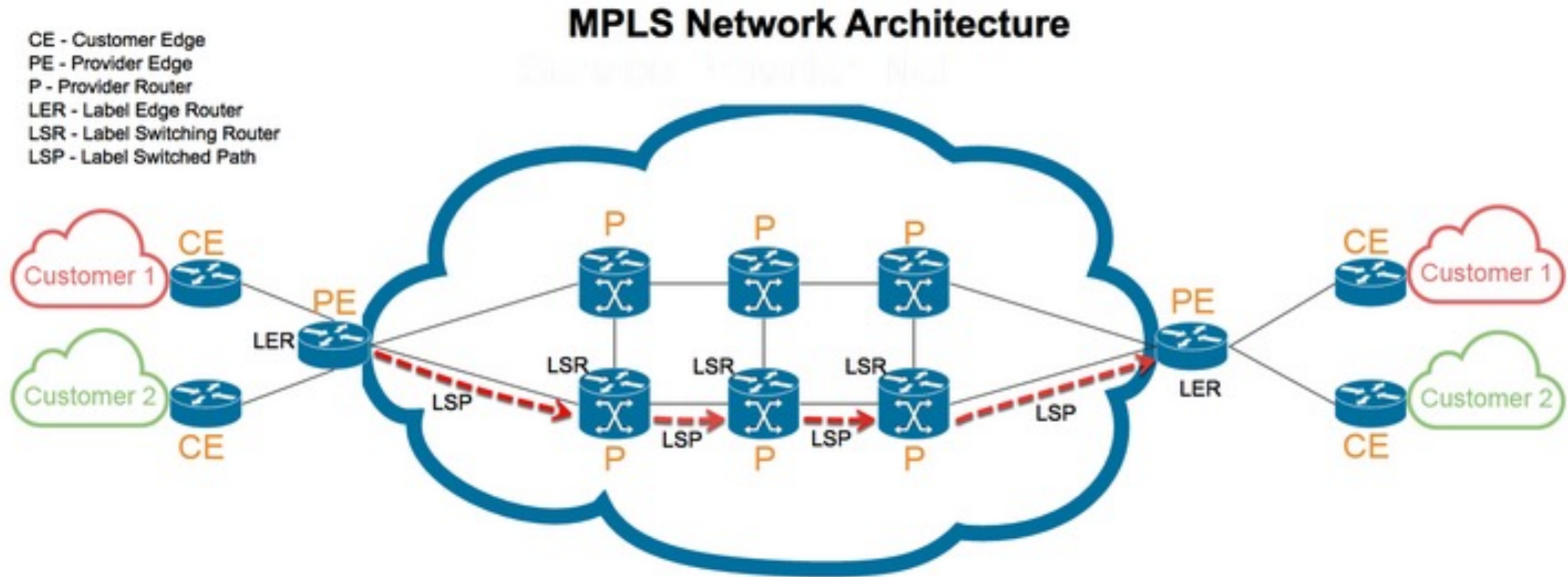
Networking  
For everyone

# Роли маршрутизаторов в сети

# Архитектура любого ISP ☺



Networking  
For everyone





# Роли маршрутизаторов

- CE = Customer Edge
  - Зона ответственности заказчика
- PE = Provider Edge
  - Зона ответственности ISP
- P = Provider
  - Зона ответственности ISP



Networking  
For everyone

# Multiprotocol Label Switching



# Транзит трафика

- Транзитные провайдеры продают передачу трафика, а не приложения
  - ISP != ASP
- Трафик идёт сквозь ISP, а не на маршрутизаторы ISP
- Затрагивает ли этот факт маршрутизацию внутри ISP?
  - По сути, важно знать только Ingress и Egress маршрутизаторы
  - Не так важно какие Source и Destination IP



# Как достичь транзита Ingress – Egress?

- Можно маршрутизировать пакеты внутри Core
  - Надо иметь BGP Full View на всех P - маршрутизаторах
- А что если построить туннель?
  - Нужен ли тогда BGP Full View?
  - Если нужен, то везде ли?
- Какие методы туннелирования у нас есть?
  - GRE, L2TPv3, QinQ и пр.
  - MPLS – на текущий день стандарт для провайдеров
    - Про VxLAN разговор пойдёт дальше



# Простейшая реализация - GRE

- GRE = p2p туннель
  - есть реализации mGRE, но о них умолчим
- BGP сессия между Ingress и Egress поверх GRE
- Что на data-plane в Core?
  - Р – маршрутизаторы «не видят» внутренние IP адреса
  - Маршрутизация только Ingress-to-Egress
- Реализована концепция BGP Free Core





# Встречайте - MPLS

- Multiprotocol Label Switching
- Описан в RFC 3031
  - Изначально Cisco Proprietary “Tag Switching”
- Финальный результат – такой же, как при использовании GRE: туннель между Ingress и Egress
  - По сравнению с GRE, MPLS гораздо более масштабируемый и удобный в управлении



# Что такое MPLS?

- Label Switching
  - Коммутация трафика между интерфейсами, основываясь на значениях локально-значимых меток
  - Очень похоже на работу Frame Relay или ATM 😊
- Multiprotocol
  - L2
    - Ethernet, Frame Relay, PPP и т.д.
  - L3
    - IPv4, IPv6



# Зачем MPLS?

- Позволяет прозрачно туннелировать трафик внутри Core
- Мягкая утилизация ресурсов благодаря BGP Free Core
- Хорошие возможности по предоставлению сервисов:
  - L2 VPN
  - L3 VPN
  - Traffic Engineering

- MPLS метка = дополнительное поле длиной 4 байта
- Формат описан в RFC 3032 “MPLS Label Stack Encoding”
  - 20 бит – локально значимая метка
  - 3 бита – EXP (де факто Class of Service)
  - S бит – окончание стэка
  - 8 бит - TTL





# Логика работы

- Вместо IP FIB используется MPLS LFIB
- Замена маршрутизации на коммутацию
  - Если пакет с меткой “А” пришёл на интерфейс IF1, то скоммутировать его на интерфейса IF2 с меткой “Б”



# Методы распространения меток

- Label Distribution Protocol, LDP
  - Распространяет метки для IGP префиксов
  - Описан в RFC 5036 “LDP Specification”
- Multiprotocol BGP, MP-BGP
  - Распространяет метки для BGP префиксов
- Resource Reservation Protocol, RSVP
  - Используется для MPLS TE
- Segment Routing, SR
  - Современная замена LDP



Networking  
For everyone

Label Distribution Protocol



# В этом разделе

- Как работает LDP
  - Поиск соседей
  - Формирование соседства (Adjacencies)
  - Распространение меток
- Как настроить LDP
- Как верифицировать LDP





# Поиск LDP соседей

- Подобно любому IGP, LDP использует механизм динамического поиска соседей посредством рассылки Hello сообщений
- Hello используют многоадресную UDP рассылку
  - Destination IP = 224.0.0.2
    - Все маршрутизаторы в сети
  - Source & Destination Port = 646
- Внутри Hello передаётся Transport Address
  - С него будет строиться последующая TCP сессия
    - Чаще всего TA = LDP Router-ID



# Формирование соседства (Adjacencies)

- Строится TCP сессия между двумя TA
  - TCP port 646
- Поскольку чаще всего TA = Router ID = Loopback, то необходима IP связность между устройствами
- При желании, TA можно поменять



# Распространение меток

- Каждый маршрутизатор создаёт локальную метку для каждого FEC (считай IP префикс) и передаёт её своим LDP соседям
- Метки можно передавать для всех префиксов или нет
  - Напр. передавать только для /32 Loopback
  - В IOS, по умолчанию, метки передаются для всех префиксов

# Конфигурация и верификация

- Смотрим в консоль ...



Networking  
For everyone

---



Networking  
For everyone

Передача пакетов в MPLS



# Основные операции

- PE и P маршрутизаторы производят три основных MPLS операции

- Push

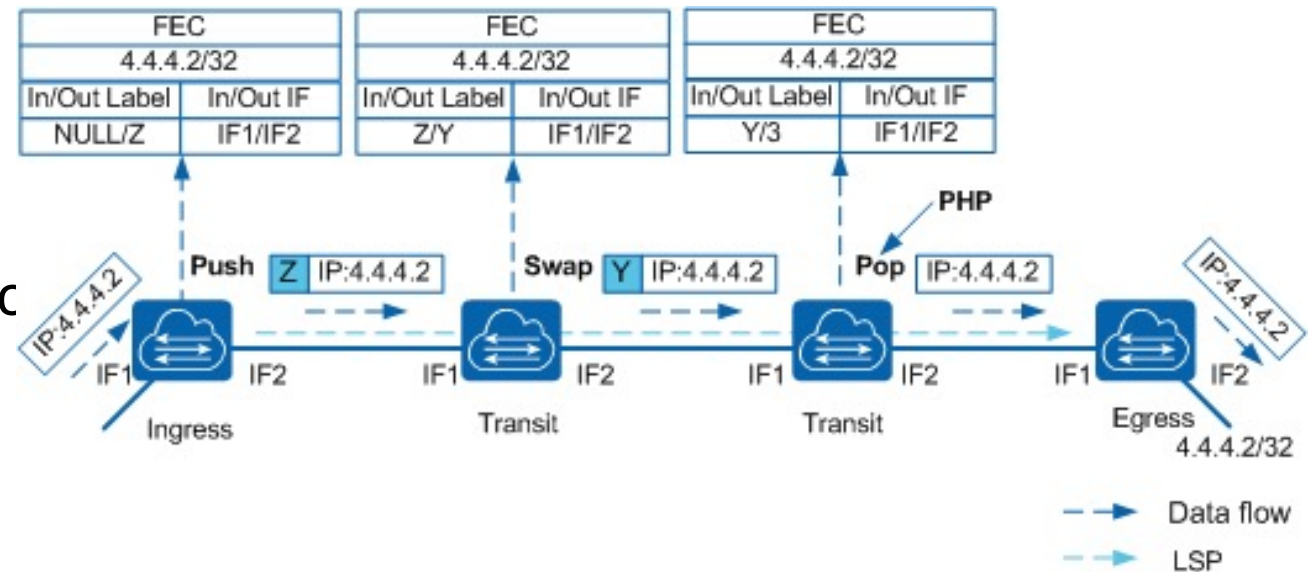
- Добавить метку к пакету
  - = Label Imposition

- Swap

- Заменить одну метку на другую

- Pop

- Убрать метку из пакета
  - = Label Disposition



# Передача пакетов в MPLS

- Смотрим в консоль ...



Networking  
For everyone

---



Networking  
For everyone

Дополнительные возможности LDP





# В этом разделе

- Аутентификация
- IGP синхронизация
- Защита сессии
- Фильтрация меток



# LDP аутентификация

- Поскольку LDP использует для транспорта TCP, то
  - Используется опция TCP 19 (md5)
  - Такой же подход, как и в BGP



# Синхронизация между IGP и LDP

- IGP и LDP должны быть настроены 1-к-1
- Если нет, возможен blackhole MPLS трафика
- IGP синхронизация *пытается* решить эту проблему
  - Если на IGP интерфейсе нет LDP сессии, максимально увеличить IGP метрику
  - Поможет только в случае наличия альтернативного пути



# Защита сессии

- При падении LDP соседа, очищаются полученные от него метки
- Когда сосед появляется, метки переизучаются
- Флапы интерфейса могут приводить к постоянной передаче меток между устройствами
- Защита сессии подразумевает:
  - Закешировать информацию LFIB в случае падения соседа
  - Очистить кэш по истечению таймера



Networking  
For everyone

- Смотрим в консоль ...



Networking  
For everyone