CePETel SECRETARÍA TÉCNICA

Sindicato de los Profesionales de las Telecomunicaciones

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Desarrollo de las tecnologías L2VPN definidas por IETF-UIT-T: EoMPLS

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Porque pasar a Packet Switching Networks (PSN)

- Vimos la evolución de las **tecnologías de Transporte tradicionales (caso SDH/ ATM), que pueden preservar la información estricta de temporización, pero a un alto costo** de **CAPEX y OPEX**, evolucionaron a redes con **Carrier Ethernet.**

- Dentro del **Carrier Ethernet,** ya hemos visto una de las **dos tecnologías ampliamente usadas**, el **EoSDH,** que aclaramos que era **muy buena** pero **costosa,** y ahora nos remitiremos a la **EoMPLS** del **IETF/UIT-T** en **L2VPN.**

- Inicialmente los métodos de **Conmutación de Circuitos** eran adecuados para **flujos** en **tiempo real, sensibles al retardo, de bajo ancho de banda, flujos de tramas continuos (sin ráfagas) y tráfico de ciclo de trabajo del 100%.**
- **Era el caso:**

1. **Servicios de Voz (64 Kb/s)**
2. **Servicios de línea privada (El, E3, STM-1).**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Porque pasar a Redes PSN

- Con el **tiempo** estos **mercados fueron cambiando.**
- Las **tendencias de mercado** muestra la demanda en: **Aumento de tráfico en tiempo no real, alto pico de AB, Bursty y tráfico de bajo ciclo de servicio.**

1. **Audio IP**
2. **Video IP**
3. **Transferencia de archivos).**
4. **Servicios IT.**

- Con esto, hay **cada vez más proveedores** de **Redes Carrier Ethernet** basadas en **Paquetes Conmutados (PSN**).
- Las **Public Switching Networks (PSN)** ofrecen **las ventajas de:**

1. **Escalabilidad**
2. **Efectividad de costos.**
3. **Gestionabilidad.**
4. **Etc.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Porque pasar a Redes PSN: Desafios

- Con la **evolución de las PSN, los Proveedores de Servicio** enfrentan dos nuevos desafios:

1. **Tecnologías de transporte Carrier Ethernet, sensibles al tiempo, (solución Sincronizar PSN al PRC).**
2. **Provision de QoS (mecanismo de Priorización de paquetes).**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

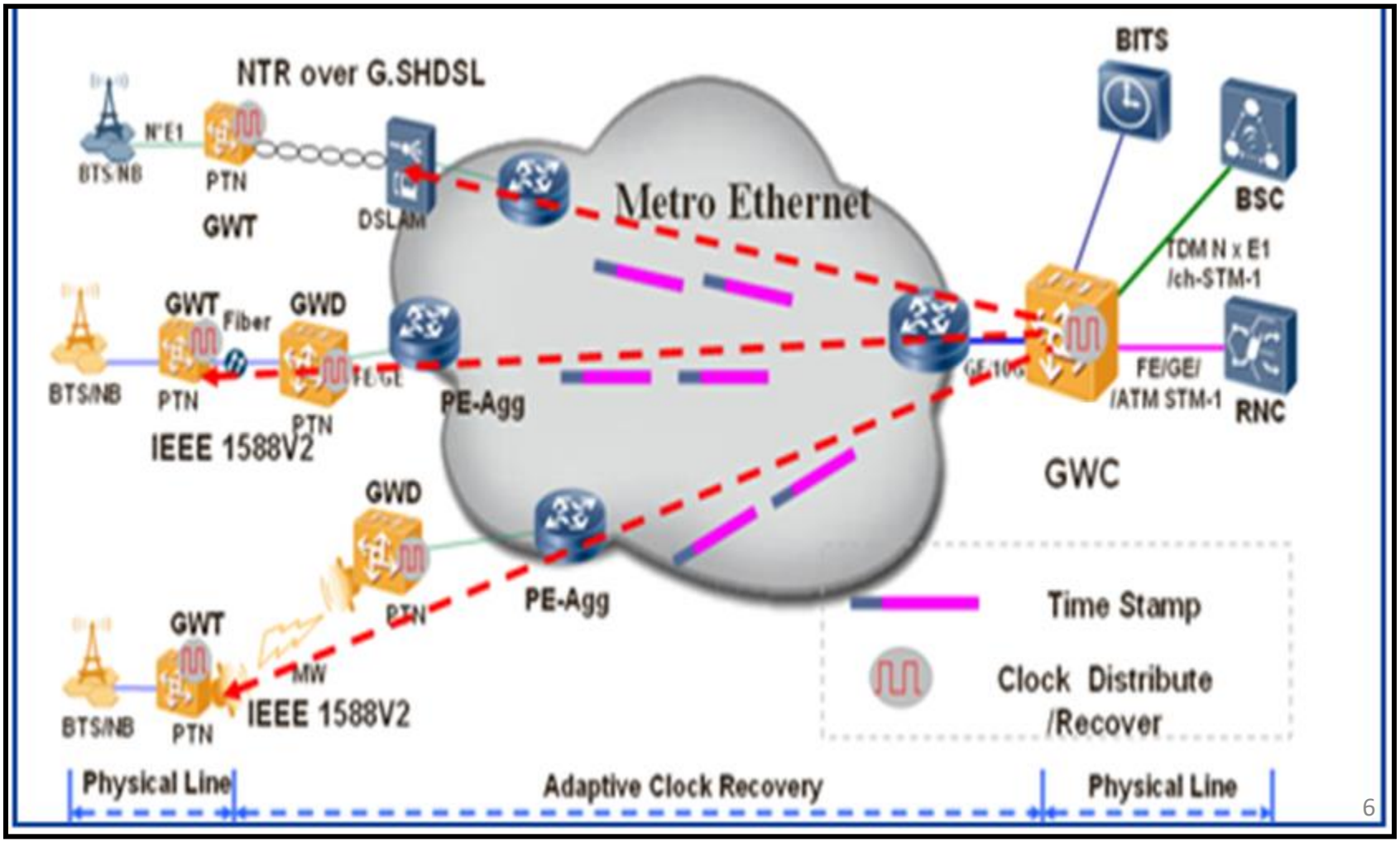
Protocolos PSN asociados al IETF+UIT-T

- Hablaremos de las **Tecnologías IETF/ITU-T** basadas en **L2VPN** con **EoMPLS**, en la cual la **Label MPLS** es un elemento fundamental para el manejo de los protocolos asociados (**Ethernet, ATM, IP, PPP, HDLC**).
- En nuestro caso haremos anexión (shim) de la **Label a traves de Ethernet para transporte L2VPN** con **EoMPLS.**.
- Esta tecnología es la adoptada por los equipos para **PSN Optix PTN 910 y Optix 950, ATN 910i y ATN 950B/ NE 40E-X3, empleadas en Redes de Backhaul como Acceso a Pymes y Grandes Clientes**
- La tecnología de **Carrier Ethernet** recurren al empleo de las etiquetas **(Labels)** del **Multiprotocol Label Swiching Service (MPLS),** que las aplicamos en nuestro caso a nivel de tramas 1 **GBETH, 10 GBE, 40 GBE y Puertos PDH/SDH**.
- Esta tecnología responde a normas del **IETF,** separando **con túneles MPLS con PWs** de **Martini/Kompella,** por ejemplo para **servicios Virtual Private Wire Service (VPWS)**, en **la Metro** y **Virtual Private LAN Service (VPLS),** a nivel **de Backbone**.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Solución para el Backhaul Movil con PSN



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Análisis del MPLS de capa 2 y PWE3

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Repaso de Multiprotocol Label Switching (MPLS)

❑ Definición

- El protocolo de **conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS)** se utiliza en las **Redes de Backhaul, de Acceso Fijo y Metro.**
- **A nivel de Core** por lo general usamos un protocolo propietario de **Cisco** llamado **AToM,** todo viajando sobre **DWDM**
- **MPLS** utiliza **Label Switching Orientada a la Conexión (Connection Oriented)** en **Redes IP es no Orientadas a la Conexión (Conectionless).**
- Al combinar las **tecnologías de enrutamiento de capa 3** y las **tecnologías de conmutación de capa 2**, **MPLS** aprovecha la **flexibilidad del enrutamiento IP** y la **simplicidad de la Switching de capa 2.**
- **MPLS** se basa en el **Protocolo de Internet IP versión IPv4 e IPV6.**
- "**Multiprotocolo**" en **MPLS** significa que se **admiten múltiples protocolos de red** (**IP, ETHERNET, PPP, FR HDLC, ATM, etc.**)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Repaso de Multiprotocol Label Switching (MPLS)

- ✓ En nuestro caso nos interesará el desarrollo de **túneles MPLS transportando paquetes sobre Pseudowires,** a **nivel de capa 2 (L2VPN)**.
- ❑ **MPLS se utiliza para hacer túneles**, pero **no es un servicio o una aplicación**.
- ➢ Además, garantiza la **seguridad de la transmisión de datos.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Background de MPLS:

- **Tecnología IP**
  - **Plano de Control: Connectionless**
  - **Plano de Forwarding: Connectionless**

- **Tecnología ATM**
  - **Plano de control: Connection-Oriented**
  - **Plano de Forwarding: Connection-Oriented**

Tecnología MPLS
Plano de Control: Connectionless
Plano de Forwarding: Connection Oriented

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

MPLS: Conceptos básicos: Estructura de Label

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Conceptos básicos de MPLS

- **Label Switching**

✓ Cada **paquete** se **marca** con una **etiqueta corta** y de **longitud fija.**

✓ Los **paquetes son enviados** en **base a la lectura de esta etiqueta (Label ID)**, en lugar de **encaminar ruteando** con **Direcciones IP.**

✓ **Reservas de recursos** se asocian a **esta etiqueta.**

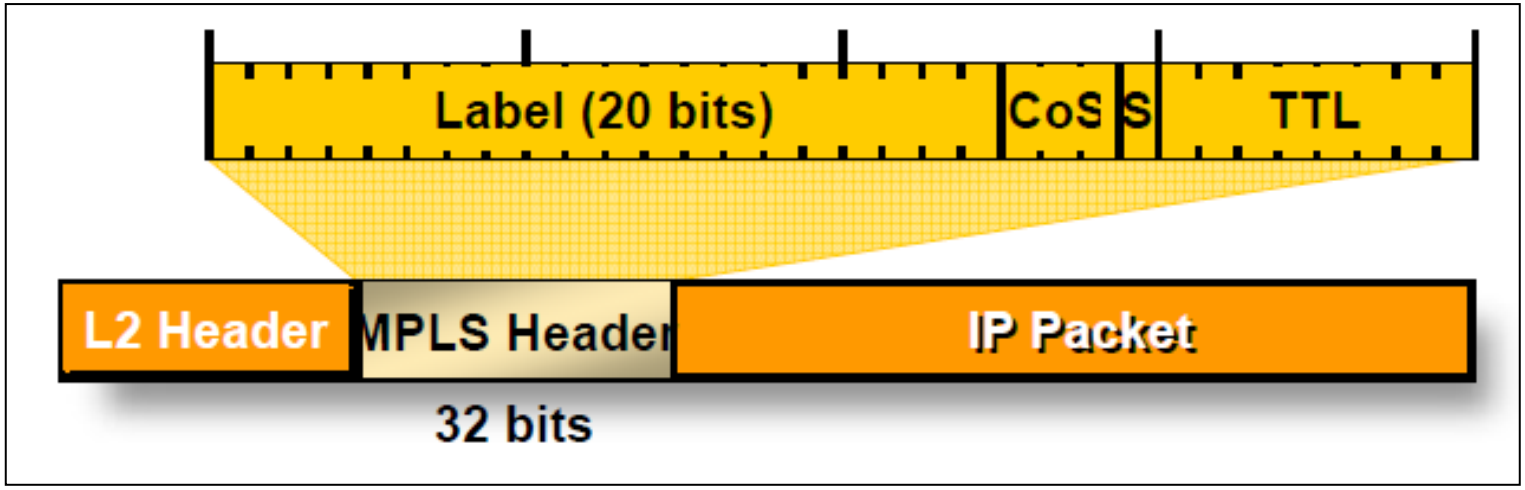
- Los **conceptos básicos** que detallaremos tratan sobre:

1. **Label de MPLS.**
2. **Forwarding Equivalence Class (FEC).**
3. **Arquitectura básica del MPLS**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Estructura de la Label de MPLS



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Campos de la Label de MPLS

1. **Label ID: 20 bits:** Da el **valor de la Label** y su número **actúa de puntero de envío de paquetes**.
- **Identifica el flujo de tráfico al que pertenece el paquete**.

2. **Exp: tres bits,** usado como un **valor de extensión, p**ara **CoS.**
- Se **Priorizan** los **tipos de tráfico dentro** de un **LSP.**
- Cuando se **produce congestión**, los **dispositivos priorizan los paquetes** que tienen un **valor mayor** en este **campo.**
- Este campo ha sido renombrado como **Clase de Tráfico (TC) por RFC 5462 (2009).**

3. **S: Un bit** que **indica cuando se llega a la parte inferior de una pila de etiquetas (Bottom of Stack), en normal es 0.**
- **MPLS** admite el **anidamiento de múltiples etiquetas**, **soporta stacking de Labels.**
- Cuando el campo **S** es **1,** la **etiqueta está** en la **parte inferior** de la **pila de etiquetas.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Campos de la Label de MPLS

4. TTL: 8 bitios. Time to live (TTL).

- Este **campo de 8 bit**s es el mismo que el campo **TTL** en los **paquetes IP.**
- Se **utiliza como en IPv4**, **decreciendo su valor en 1** al pasar por **un nodo MPLS** (después de un **hop**).
- Si **TTL** llega a **cero,** el **nodo MPLS** que lo **recibe descarta el paquete.**

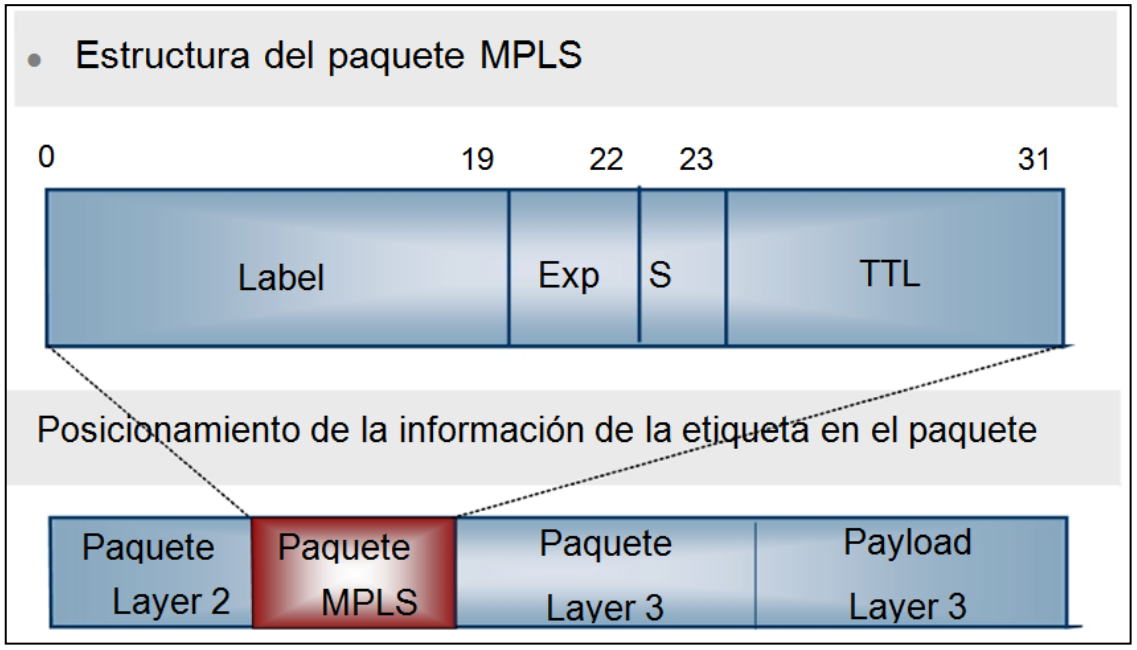
Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Campos en donde se anexa (shim) la Label al paquete

- Si tomamos a la **Label como un indicador de conexión**, es similar a **VPI/VCI** del **ATM.**

  Nota: En el caso de realizar **MPLS over Ethernet,** la **etiqueta se encapsula** entre el **header de la Trama Ethernet de capa 2** y el **Datagrama IP** de la **Capa 3.**



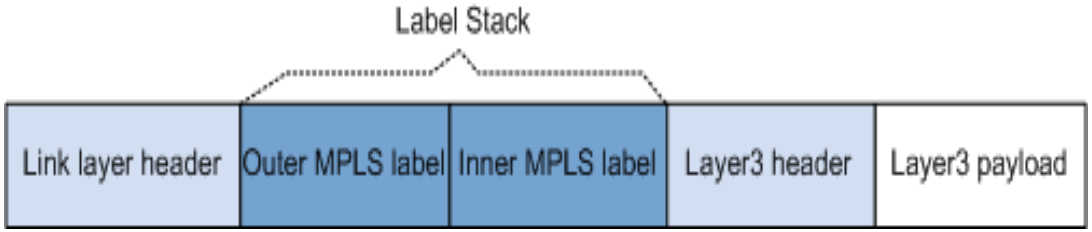
Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

MPLS Label (Stack de Labels)

- Una **pila (stack) de etiquetas** es una **disposición de etiquetas.**
- En la Figura, la **etiqueta** al **lado del encabezado de la Capa 2** es la **parte superior de la pila de etiquetas (etiqueta MPLS externa: Outer Label),** y la **etiqueta al lado del encabezado de la Capa 3** es la **parte inferior de la pila de etiquetas** (**etiqueta MPLS interna: Inner Label**).
- Una **pila** de **etiquetas MPLS** puede contener un **número ilimitado de etiquetas.**

❑ **Figura Label stack**



➢ **La pila (stack) de etiquetas** organiza las **etiquetas de acuerdo** con la **regla de Last In, First Out.**

➢ **Las etiquetas** se **procesan** desde la **parte superior** de la **pila (Outer Label).**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Rango de las etiquetas MPLS

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Conceptos MPLS: Rangos de Label ID

- El **Rango de etiquetas**
- ✓ **0-15:** Etiquetas (labels) especiales.
- ✓ **16-1023:** Para **LSPs estáticos (túneles Estáticos).**
- ✓ De **1024** en **adelante**: **Rango de etiquetas** para **protocolos** de **señalización dinámicos (LDP).**
- ✓ **Armado de Túneles con una LSP, dinámicos.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Etiquetas especiales

Label Value	Label	Description
0	IPv4 Explicit NULL Label	The label must be popped out (removed), and the packets must be forwarded based on IPv4. If the egress node allocates a label with the value of 0 to the penultimate hop LSR, the penultimate hop LSR pushes label 0 to the top of the label stack and forwards the packet to the egress node. When the egress node detects that the label of the packet is 0, the egress node pops the label out.
1	Router Alert Label	A label that is only valid when it is not at the bottom of a label stack. The label is similar to the **Router Alert Option** field in IP packets. After receiving such a label, the node sends it to a local software module for further processing. Packet forwarding is determined by the next-layer label. If the packet needs to be forwarded continuously, the node pushes the Router Alert Label to the top of the label stack again.
2	IPv6 Explicit NULL Label	The label must be popped out, and the packets must be forwarded based on IPv6. If the egress node allocates a label with the value of 2 to the LSR at the penultimate hop, the LSR pushes label 2 to the top of the label stack and forwards the packet to the egress node. When the egress node recognizes that the value of the label carried in the packet is 2, the egress node immediately pops it out.
3	Implicit NULL Label	When the label with the value of 3 is swapped on an LSR at the penultimate hop, the LSR pops the label out and forwards the packet to the egress node. Upon receiving the packet, the egress node forwards the packet in IP forwarding mode or according to the next layer label.
4 to 13	Reserved	None.
14	OAM Router Alert Label	A label for operation, administration and maintenance (OAM) packets over an MPLS network. MPLS OAM sends OAM packets to monitor LSPs and report faults. OAM packets are transparent on transit nodes and the penultimate LSR.
15	Reserved	None.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

MPLS arquitectura básica

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

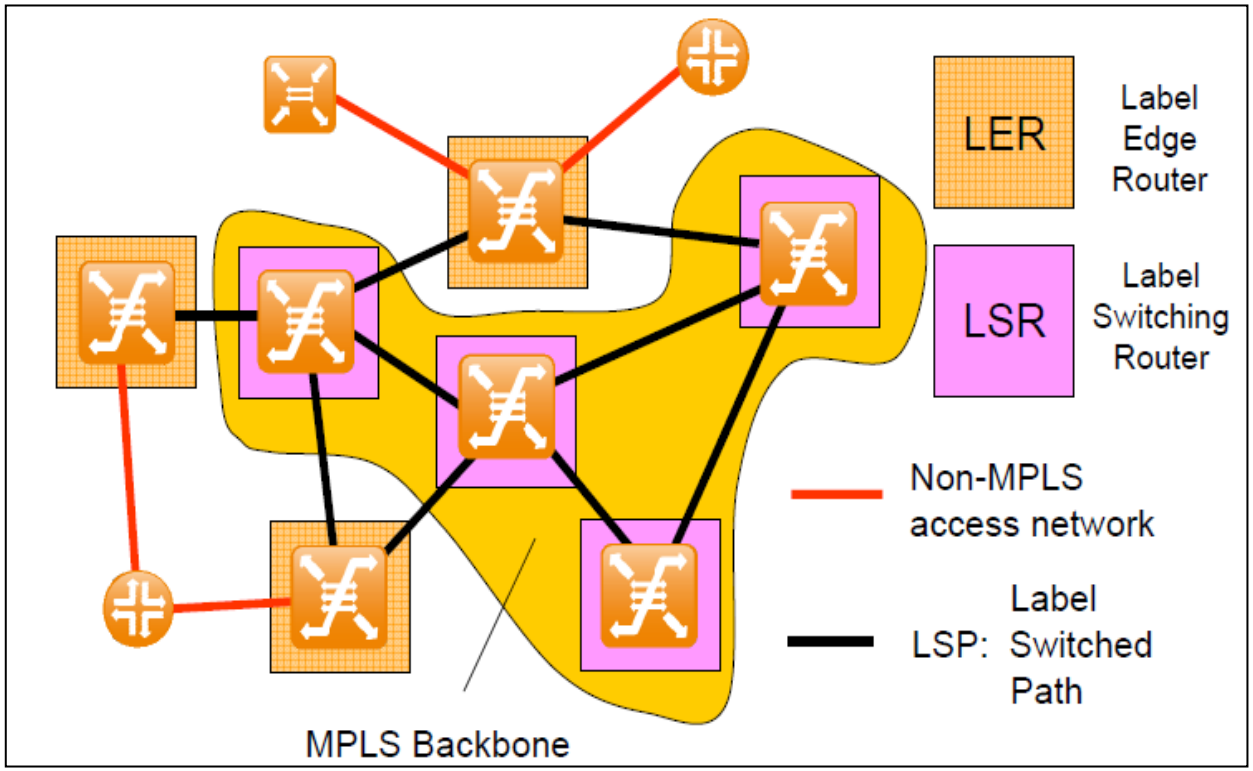
Arquitectura Básica MPLS

- La **Figura** muestra una **estructura de red MPLS típica**.
- Los **paquetes se reenvían en una red MPLS basada # ID de la etiqueta**.
- En la Figura, los **dispositivos de red que intercambian etiquetas MPLS y reenvío de paquetes** son **Label Swirching Router (LSR),** que **forman un dominio MPLS.**
- Los **LSR que residen en el borde del dominio MPLS** y se **conectan a otras redes** se denominan **Label Edge Router (LER),** y **los LSR dentro del dominio MPLS** son **Core LSR.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Acrónimos en MPLS



Arquitectura Básica MPLS

1. Cuando los **paquetes IP llegan** a una **red MPLS,** el **LER de ingreso analiza** los **paquetes** y luego les **agrega** las **Labels ID** apropiadas.
2. **Todos los LSR en la red MPLS reenvían paquetes basados en leer el ID de las etiquetas.**
3. Cuando los **paquetes IP salen de la red MPLS**, el **LER de salida muestra las etiquetas.**
4. Una **ruta a lo largo de la cual se transmiten** los **paquetes IP involucrados** en un **FEC** en **una red MPLS** se **denomina** ruta de **Label Switching Path (LSP).**

- **LSP** es un **trayecto unidireccional** desde el **ingreso** al **egreso,** en la **misma dirección en la que atraviesan los paquetes de datos.**

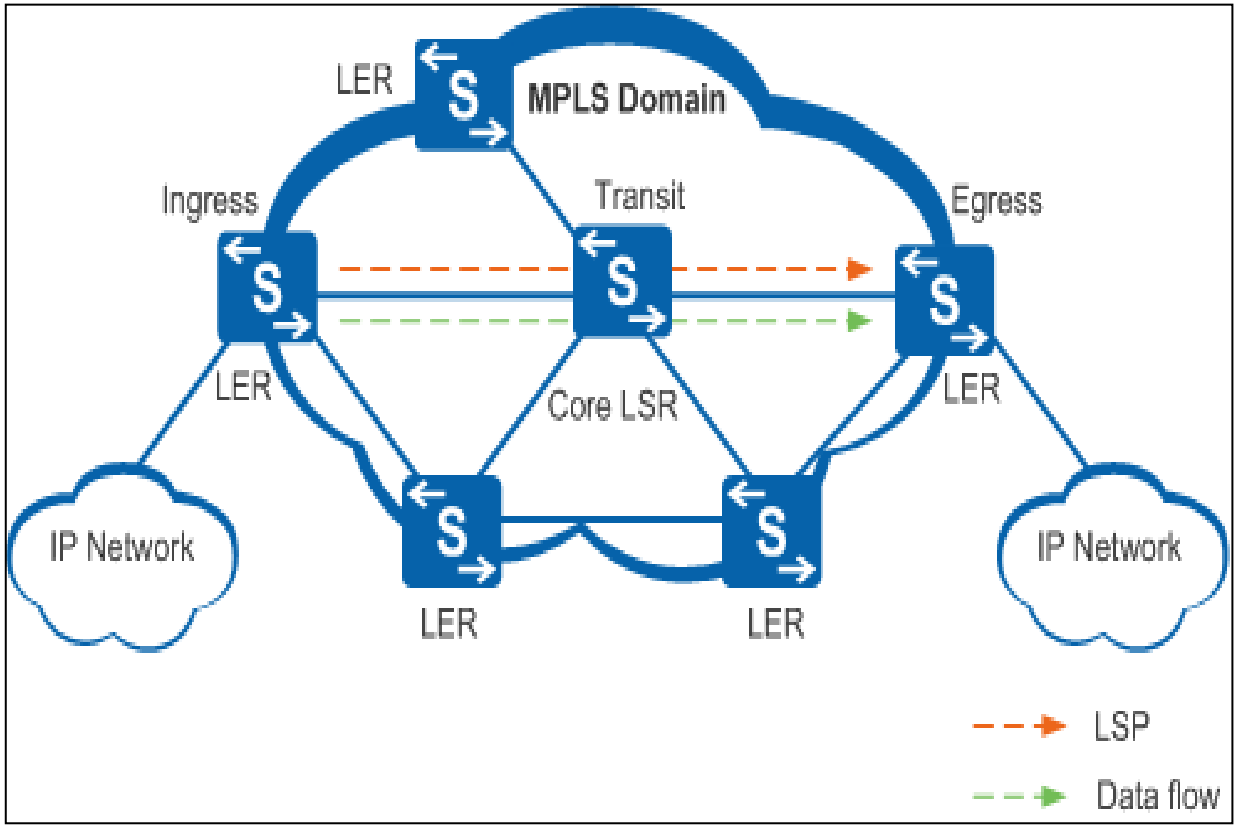
➢ Como se muestra en la Figura , el **LER** en el **punto de partida de un LSP** es el **nodo de entrada**, y el **LER al final del LSP es el nodo de salida.**

➢ Los **LSR** entre el **nodo de entrada** y **el nodo de salida** a lo **largo del LSP** son **nodos de tránsito o de Core.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

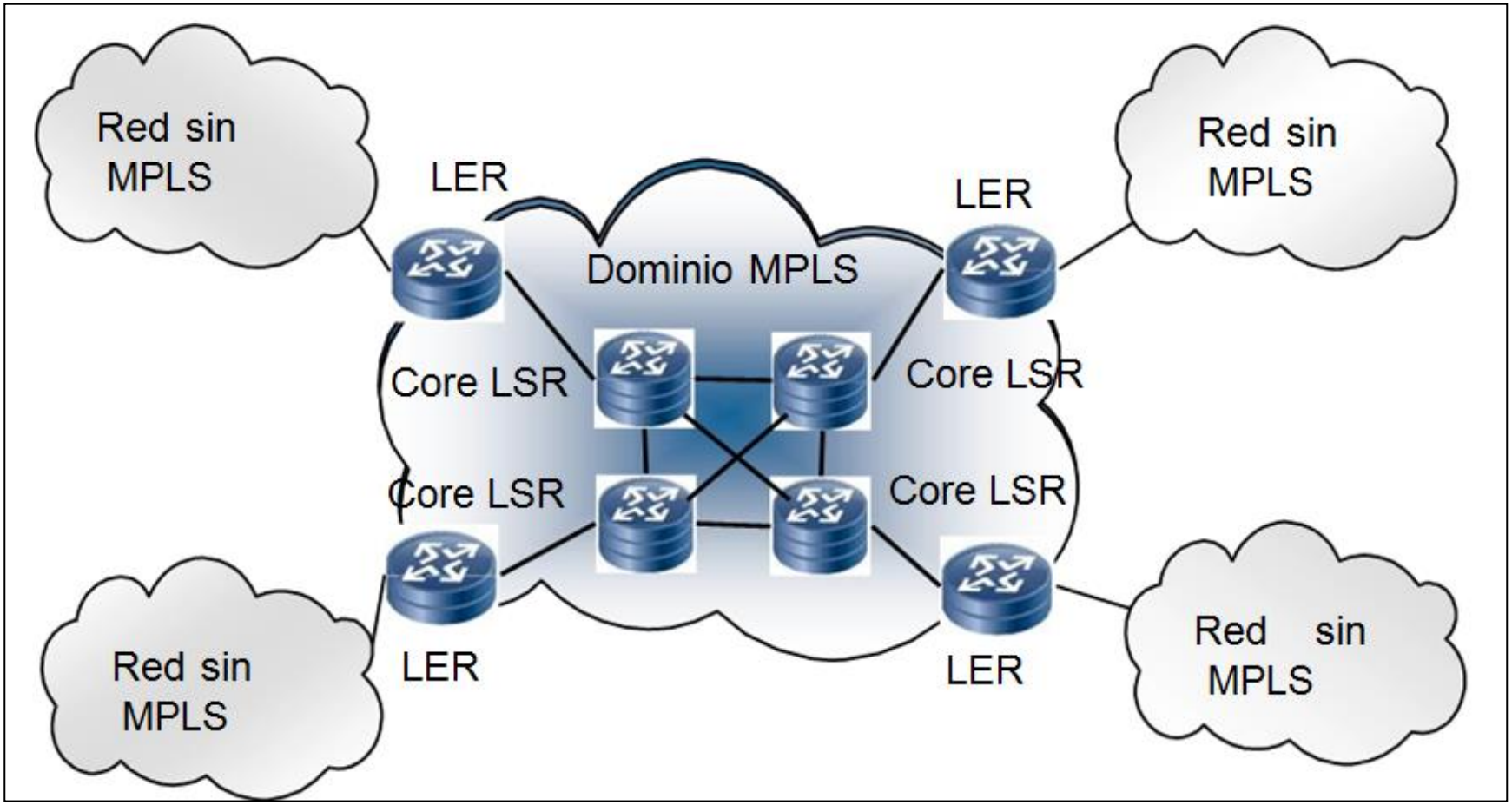
Arquitectura Básica MPLS



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Estructura de la Red MPLS



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Conceptos sobre LSP

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

MPLS: concepto de Label Switching Path (LSP)

- Los **LSP se clasifican en LSP estático** o **LSP dinámico.**
- Los **LSP estáticos** se configuran por el **Administrador (NMS)** en **forma local o remota (entre Nodos)** caso para los **PTN910** y **PTN950.**
- Los **LSP dinámicos** se configuran mediante los **protocolos de ruteo como Label Distribution Protocol (LDP).**
- Caso para el **ATN910i, ATN950 B** y **NE 40E-X3.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

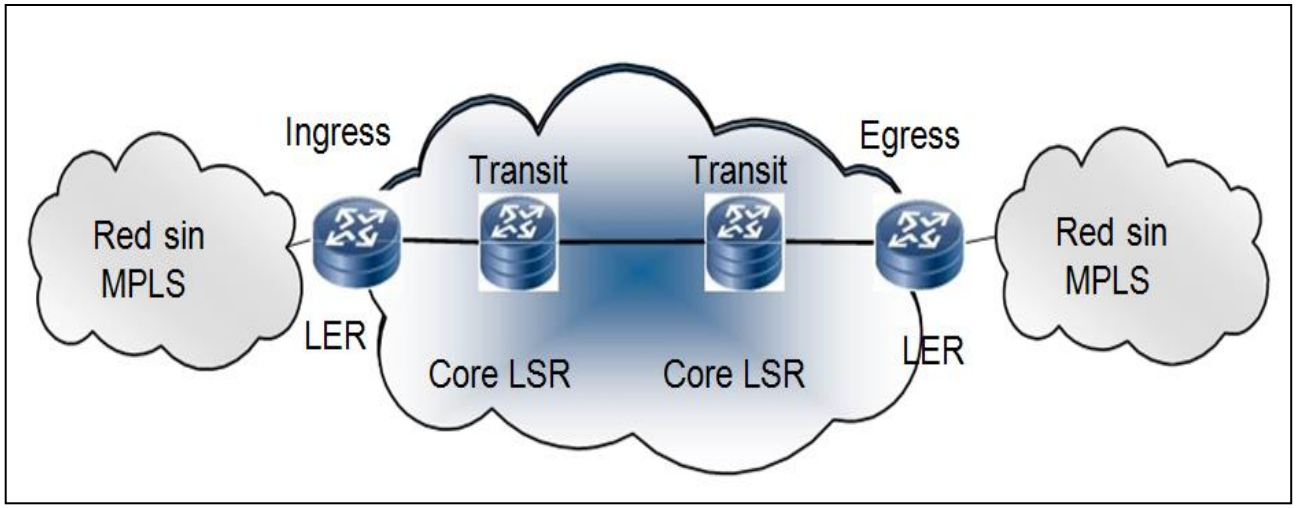
MPLS: concepto de Label Switching Path (LSP)

- Un **LSP** puede tener **cero**, **uno o varios nodos de tránsito** y **solo un nodo de entrada y un nodo de salida.**
- **En un LSP,** los **paquetes MPLS** se **envían** desde la **entrada** a la **salida**.
- En **esta dirección de transmisión,** el **nodo de entrada** es el **Upstream, de los nodos de tránsito**, y los **nodos de tránsito son los nodos Down Stream** del **nodo de entrada**.
- O sea según la **dirección** del **puerto de transporte**, los **LSR** adyacentes pueden ser llamados **Upstream LSRs** y **Downstream LSRs**
- De manera similar, los **Nodos de Tránsito** son los **nodos Upstream** del **Nodo de Salida**, y el **nodo de salida** es el **Downstream** de los **nodos de tránsito.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

MPLS: Label Switching Path (LSP)



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Como funciona MPLS

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

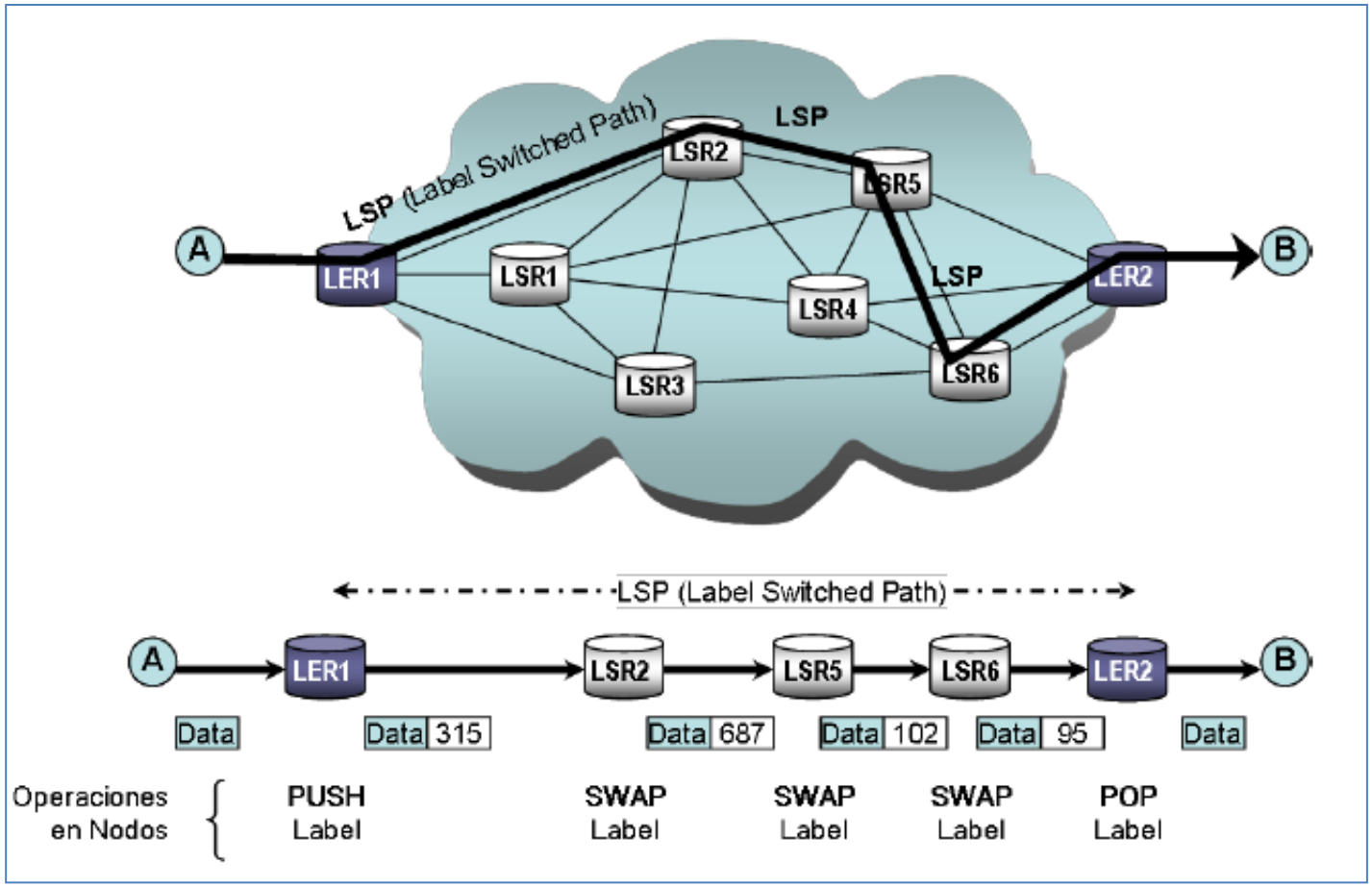
Bases del Funcionamiento de MPLS

- La **Figura r**evela **aspectos básicos de la conmutación MPLS.**
- Una **conexión entre A y B** se crea **estableciendo un LSP (Label Switched Path)** entre los **routers de acceso LER1 y LER2 (Labeling Edge Routers).**
- Un **LSP AB** es un camino u**nidireccional** de un **flujo de tráfico entre A y B.**
- Por esto, se debe **establecer un segundo LSP** en el camino opuesto **(LSP BA),** para sesiones **full duplex**.
- El **LSP BA sigue el mismo trazado.**
- El **router de ingreso LER1 inserta (Push)** una **etiqueta MPLS** en el **paquete de entrada.**
- Los **routers LSR (Label Switching Routers)** forman el **núcleo de la red MPLS**, y **Conmutan mediante operaciones de SWAP leyendo** el **ID** de la **etiqueta.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Operaciones Básicas de un Router MPLS (PUSH-SWAP-POP)



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Bases del Funcionamiento de MPLS

- La acción de **conmutación en cada router LSR** consiste en:

1. **Sacar** un **paquete MPLS** de la **cola de entrada** de una **interfaz de ingreso** y **leer la etiqueta**.
2. **Realizar** un **lookup de etiqueta con 20 bits exactos** en la tabla **FIB del router.**
   - **Leer nueva etiqueta** e **interfaz de salida**.
   - **Cambiar la etiqueta** en el **paquete MPLS (SWAP)** y **descontar el campo TTL.**
3. **Poner** el **paquete en la cola de espera de la interfaz de salida** hacia el siguiente nodo.
   - Si este **nodo es el último** y tiene indicado el **procedimiento PHP,** sacar el **header MPLS previamente (POP).**
   - Cuando el paquete alcanza el **router LER2,** este retira la **etiqueta (POP)** y entrega los **datos del Nivel 3 al sitio B.**
   - La secuencia **PUSH/SWAP/POP** crea un **camino virtual A->B (LSP AB) de baja latencia** pues los **procesos se implementan en hardware.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Como se disminuye el trabajo del último LER (PHP)

- **Nota:** En algunos casos, se aplica el **procedimiento PHP (Penultimate Hop Popping)** con el cual el **último LSR previo** al **LER** es quien **remueve la etiqueta MPLS**, lo que **disminuye la carga de trabajo del LER.**
- La **condición PHP** se **conviene de antemano entre personal técnico,** así el **LER solo realiza la gestión** con el **protocolo L3 de usuario.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Interconexión entre Usuarios IP utilizando Redes MPLS y Routers LER

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

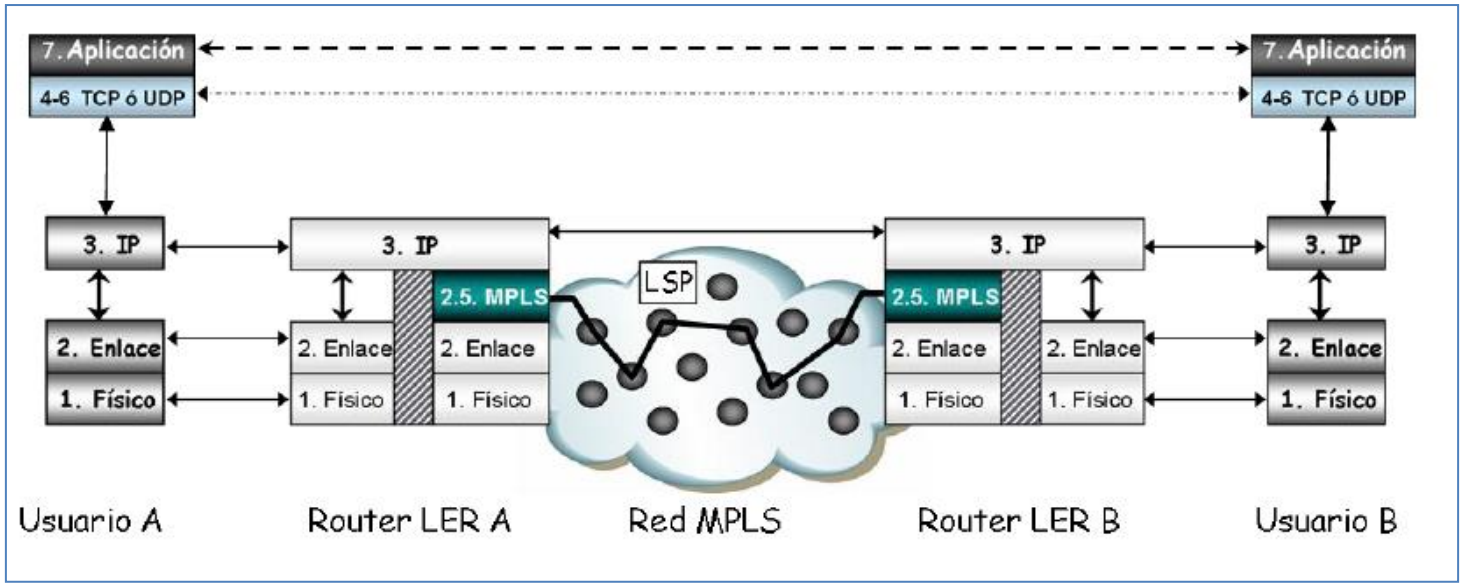
Interconexión entre Usuarios IP utilizando Redes MPLS y Routers LER.

- Los **Routers MPLS** de **Borde (LER) adaptan la red MPLS** con **las redes interconectadas**.
- Por ejemplo, si son **redes IP**, los **LER** de **ingreso** y **egreso operan con paquetes IP** hacia **A y B** y con **paquetes MPLS hacia dentro de la red.**
- Si los **LER están** en el **borde** de **dos redes MPLS**, los **LSR de ingreso y egreso** se limitan a **insertar ó extraer un header de 32 bits** entre **los datos del Nivel 3 y los datos del Nivel 2**, lo que crea un **stack de etiquetas MPLS.**
- La **Figura muestra una red MPLS** que **interconecta dos usuarios IP A y B**, sean **hosts ó subredes IP.**
- Los **routers LER** tienen **dos interfaces, *una* hacia el lado IP** y la otra hacia el **lado MPLS**, donde aparece el **nivel MPLS entre L2 y L3.**
- El camino **LSP** se **establece** entre los **routers LER A y B,** y es **transparente al nivel IP**.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Interconexión entre Usuarios IP utilizando Redes MPLS y Routers LER



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Plano de Control y Plano de Datos (Forwarding)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Resumen de Tablas de Enrutamiento y Etiquetas en IP y MPLS

- Para el **enrutamiento origen-destino en redes MPLS**, se establecen **caminos LSP (Labeled Switched Path).**
- En los procesos de **MPLS** se utilizan **tablas LIB** y **LFIB**, equivalentes funcionales a **las tablas RIB y FIB de IPv4.**

Tabla	Nombre	Contenido	Actualización
RIB	Routing Information Base	Actualización recibidas sobre rutas	Protocolos de Enrutamiento, cada uno con su RIB
FIB	Forwarding Information Base	Rutas activas	Un proceso monitor selecciona las rutas activas de las mejores rutas de cada protocolo empleado
LIB	Label Information Base	Etiquetas MPLS recibidas y generadas localmente	LDP y otros protocolos MPLS
LFIB	Label Forwarding Information Base	Etiquetas utilizadas por el LSR para conmutar	Etiquetas para rutas activas, para cada salto L2 (next hop)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Ejemplo de como se hace el MPLS Forwarding

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

MPLS Forwarding: Conceptos básicos

- Las **operaciones de etiquetado** involucradas en el **Forwardeo** de **paquetes MPLS** incluyen: **Push, Swap** y **Pop**:

1. **Push:** cuando un **paquete IP ingresa a un dominio MPLS,** el **nodo de ingreso (Ingress) LER agrega** una **nueva etiqueta al paquete** entre el **encabezado de Capa 2** y el **encabezado IP de capa 3**.

- Alternativamente, un **LSR agrega una nueva etiqueta** a la **parte superior de la pila de etiquetas**.

2. **Swap:** cuando se **transfiere un paquete** dentro del **dominio MPLS**, un **nodo local (Transit) intercambia** la **etiqueta en la parte superior de la pila de etiquetas** en el **paquete MPLS** por la **etiqueta asignada por el siguiente salto** de acuerdo con la **tabla de reenvío de etiquetas (LFIB)** .

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

MPLS Forwarding: Conceptos básicos

- **POP:** cuando un **paquete sale del dominio MPLS,** la **etiqueta** que sale **(se elimina)** del **paquete MPLS.**
  - Una **etiqueta no es válida en el último salto** de un **dominio MPLS.**
  - Se aplica la **Penultimate Pop Hoping (PHP) Transit.**
  - En el **penúltimo nodo**, la **etiqueta se saca del paquete** para **reducir el tamaño del paquete** que se **reenvía al último salto.**
  - Luego, **el último salto reenvía directamente el paquete IP** o **reenvía el paquete utilizando la segunda etiqueta.**
  - Por deffault, **PHP está configurado en el nodo de salida**.
  - El **nodo de salida que admite PHP** asigna la **Label con el valor de 3** al **penúltimo salto.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Proceso de reenvío básico

- Como se muestra en la Figura, los **LSR** tienen **etiquetas MPLS distribuidas** y **configuran un LSP** con la **dirección de destino 4.4.4.2/32.**
- Los paquetes **MPLS se reenvían (Forwardean)** de la siguiente manera:

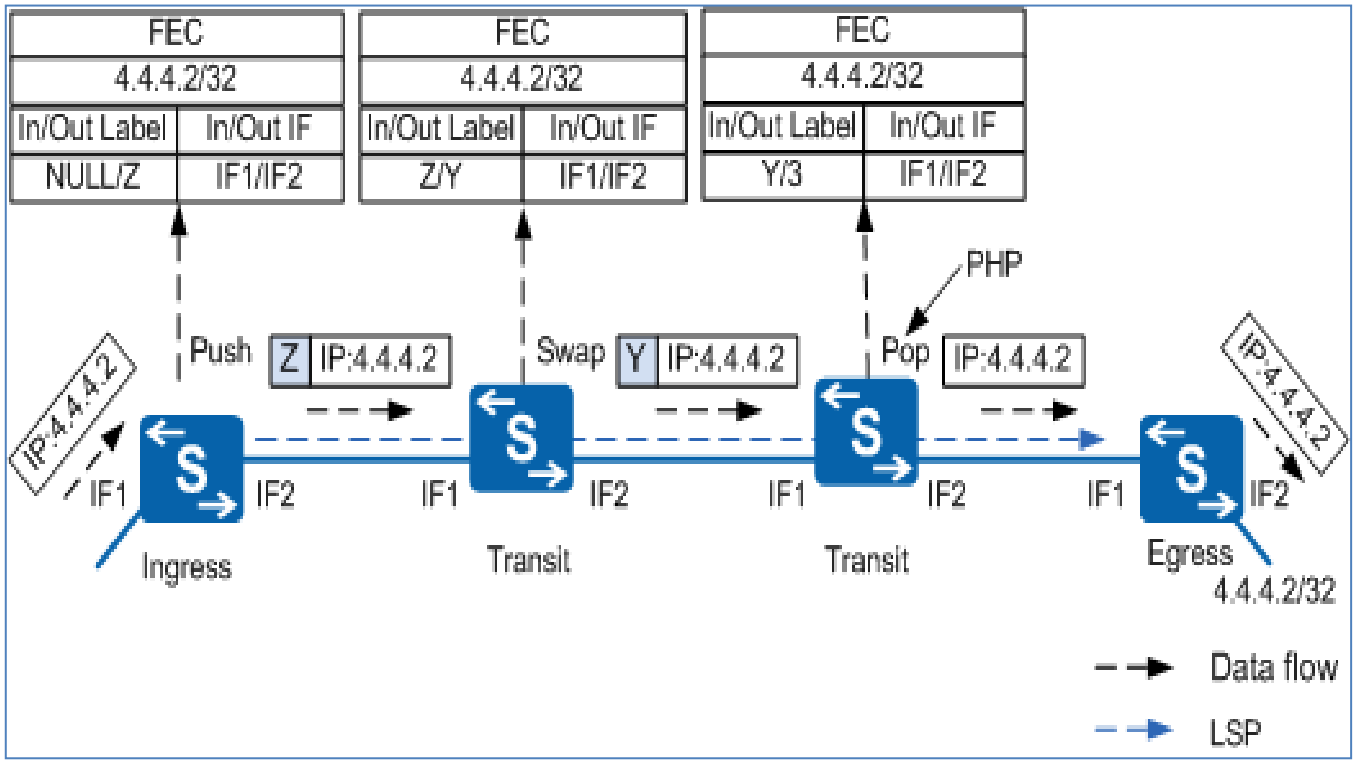
1. El **nodo de ingreso** recibe un **paquete IP destinado a 4.4.4.2.**
2. Luego, el **nodo de ingreso agrega la Etiqueta Z** al **paquete** y **lo reenvía.**
3. Cuando el **nodo de Transit Downstream** recibe el **paquete etiquetado**, el nodo **reemplaza la etiqueta Z por** la **etiqueta Y.**
4. Cuando el **nodo de tránsito en el penúltimo salto (PHP)** recibe el **paquete con la Label Y,** el nodo saca la **Etiqueta Y** porque el valor de la **etiqueta es 3.**
5. El **nodo de tránsito (PHP) reenvía** el **paquete al nodo de salida** como un **paquete IP.**
6. El **nodo de salida** recibe el **paquete IP** y lo **reenvía a 4.4.4.2/32 (Egress)**.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Proceso de reenvío básico

- Los **LSP que admiten Penultimate Hop Poping (PHP)** se utilizan en el **siguiente ejemplo** para describir cómo se **reenvían los paquetes MPLS.**



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Tipos de LSP

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Tipos de Label Switching Path (LSP)

- Para crear un **circuito virtual bidireccional**, se debe establecer el **LSP de retorno en forma separada.**
- Un **LSP tiene un estado activo** ó **inactivo**, y es del tipo **Estático ó Dinámico:**

➢ **LSP estáticos:** son fijados **manualmente por un operador** en cada **elemento de la red MPLS**.

➢ **LSP dinámicos**: son creados con **señalización mediante protocolos** como **LDP, RSVP-TE** u otros desde el **LSR de egreso** hacia **el LSR de ingreso, según el FEC.**

➢ **Ideal** para **redes Mesh.**

- Se basan en **comandos REQUEST** y **respuestas MAPPING**, para obtener **etiquetas asociadas a FEC** y otras **condiciones de tráfico en cada LSR del camino LSP.**
- Cada **router asigna recursos de tráfico y atributos,** para **proveer al LSP** con las **prestaciones planificadas de antemano para cada FEC.**
- **Los LSP dinámicos** dependen de **protocolos IGP (Interior Gateway Protocol)** y **tablas locales FIB (Forwarding Information Base)**.
- Pueden utilizar **diferentes técnicas de protección** y **reenrutamiento rápido**, con **restauraciones menores a 50 mseg, como en redes SDH.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Estableciendo LSP Estáticos

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

LSP Setup (establecer un LSP): LSP Estáticos

- **Antes de reenviar paquetes**, **MPLS debe asignar etiquetas a los paquetes** y **establecer un LSP.**
- **Los LSP pueden ser Estáticos o Dinámicos.**

- **Establecimiento de LSP estáticos**
- Puede **asignar etiquetas manualmente** para configurar **LSP estáticos.**
- Un **LSP estático** es válido solo para el **nodo local**, y los **nodos** dentro del **LSP desconocen todo el LSP**.
- Se configura un **LSP estático** sin **ningún protocolo de distribución de etiquetas (LDP)** o **intercambio de paquetes de control.**
- Los **LSP estáticos** tienen **bajos costos** y se recomiendan para **redes de pequeña escala** con **topologías simples y estables.**
- **Los LSP estáticos no pueden** adaptarse a los **cambios de topología de red** y deben ser **configurados por un administrador (NMS).**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

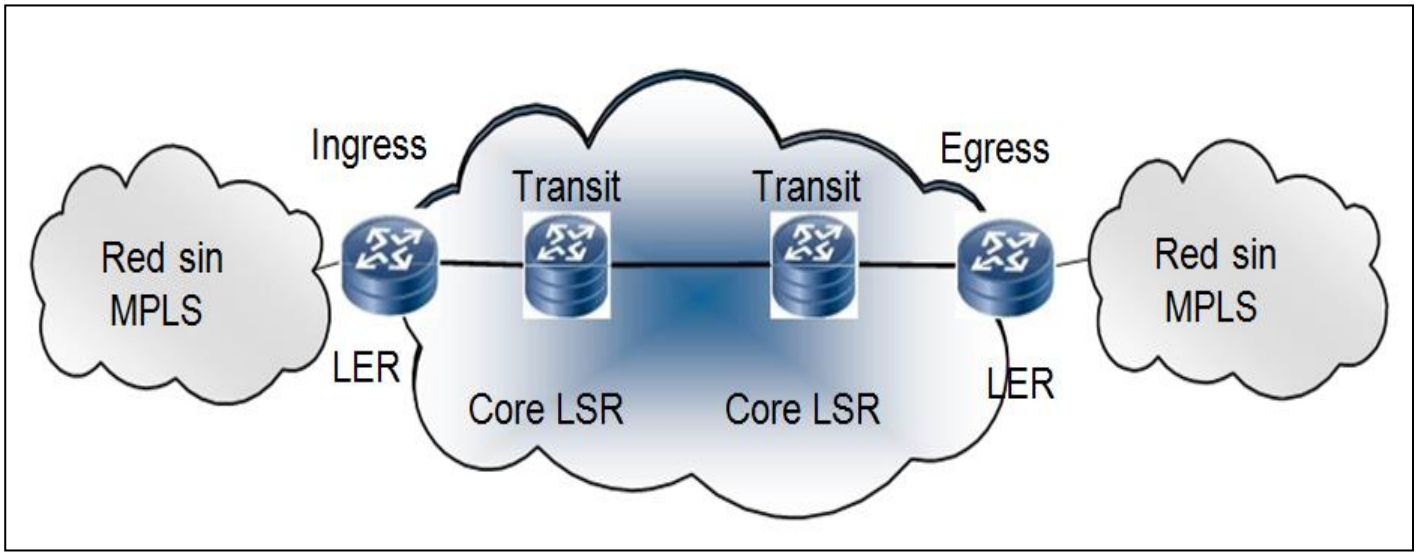
Estableciendo LSPs estáticas

- **Principio**
- ✓ La **Outgoing Label** del nodo **Upstream** es la misma con la del **nodo Downstream**.
- **Ingreso (Ingress)**
- ✓ El **FEC** correspondiente es alcanzado.
- ✓ La interface de salida está **Up** y el **tunel MPLS queda establecido.**
- **Transito (Transit)**
- ✓ Ambas interfaces de **Ingreso y de Egreso** están en **Up** y el **tunel MPLS** está habilitado.
- **Egreso (Egress)**
- ✓ Interface de **entrada** es **Up** y tunel **MPLS** queda habilitada.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

MPLS: Label Switching Path (LSP) estático



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Estableciendo LSP Dinámicos

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Mecanismos de Distribución de Etiquetas y Señalización en MPLS. Label Distribution Protocol (LDP)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

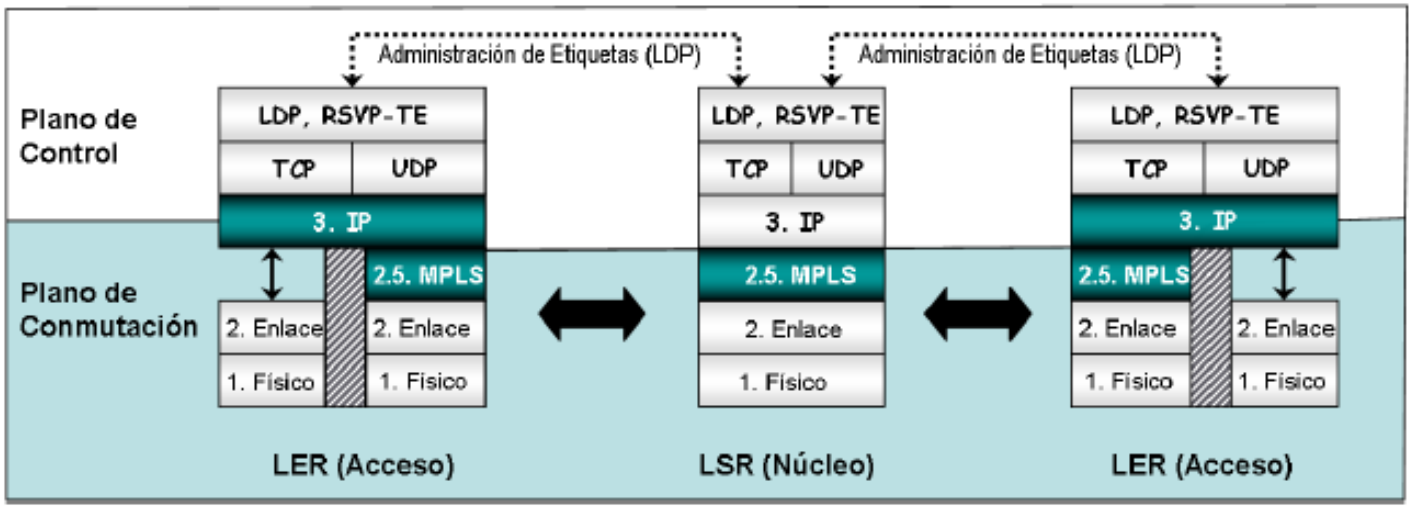
Mecanismos de Distribución de Etiquetas y Señalización en MPLS.

- **LDP** se utiliza para **establecer LSP básicos** entre nodos directamente en el **Nivel 2** ó **túneles LSP** para **servicios** del tipo **PseudoWire,.**
- La Figura representa los **protocolos de señalización en el Plano de Control** de una **red MPLS**, ajenos a los procesos de **conmutación de tráfico**.
- **LDP (Label Distribution Protocol)** es un **mecanismo** por cual un **LSR distribuye etiquetas** y **establece caminos LSP** entre sus **pares LDP.**
- Se **utiliza** para **asociar FEC** y **etiquetas** en **toda la red MPLS (mapeo ó binding).**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Sesiones LDP en el Plano de Control para Administración de Etiquetas MPLS.



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Mecanismos de Distribución de Etiquetas y Señalización en MPLS.

Protocolo de Señalización	Tipo de LSP Dinámico	Creación LSP	Tipos de LSP
LDP	Básico	Salto a Salto	Sin QoS (Best Effort)
CR-LDP	Enrutamiento Condicionado	Camino Estricto	Con QoS; En desuso
RSVP-TE	Enrutamiento Explícito	Camino Estricto	Con QoS y Rutas Rígidas
		Camino Relajado	Con QoS y Rutas Flexibles
E-BGP	Enrutamiento Explícito	Camino Relajado	Parámetros Flexibles. Opera en Plano Conmutación IP. Apto para VPN L3

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Protocolos de distribución de etiquetas para LSP dinámicos

- Los **LSP dinámicos** se establecen **mediante Protocolos de Distribución de Etiquetas (se podrían usar LDP, RSVP-TE y BGP).**
- Como **Protocolo de Control** o **Protocolo de Señalización** para **MPLS tradicionales**, un **Protocolo de distribución de etiquetas (LDP):**

1. **Define FEC.**
2. **Distribuye etiquetas. (LIB) del Plano de Control.**
3. **Establece y mantiene LSP.(LFIB)**

- El **MPLS** por lo general **emplea el LDP**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Protocolos de distribución de etiquetas para LSP dinámicos

- **Label Distribution Protocol (LDP):**
- **El Protocolo de Distribución de Etiquetas (LDP)** está diseñado para **distribuir etiquetas.**
- **Configura salto a salto LSP** de acuerdo con la **información de enrutamiento** del **Protocolo Interior Gateway Protocol (IGP)** y el **Protocolo Border Gateway Protocol (BGP).**
- Similar a los protocolos de **Señalización** de redes tradicionales, la **LDP**, contribuye a:

1. La **creación y mantenimiento** de los **LSPs y PWs**
2. **Clasificación de FEC**
3. **Dstribución de etiquetas.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Procedimientos para establecer LSP Dinámicos

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Procedimiento para establecer LSP dinámicos

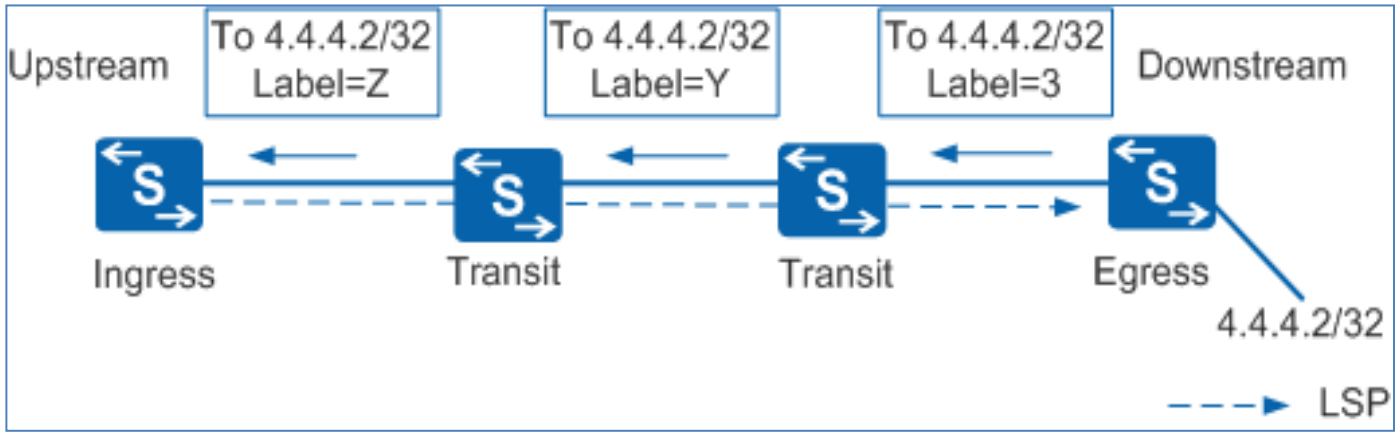
- Las **Labels MPLS** se **distribuyen** desde los **LSR descendentes** hasta los **LSR ascendentes**.
- Como se muestra en la figura, un **LSR Downstream identifica FEC** en función de la **tabla de enrutamiento IP, asigna** una **etiqueta a cada FEC** y **registra la asignación entre etiquetas** y **FEC.**
- **El LSR en sentido Downstream encapsula** la **asignación** en un **mensaje** y **envía el mensaje al LSR** en sentido **Upstream.**
- A medida que este **proceso continúa en todos los LSR**, los **LSR crean una tabla de reenvío de etiquetas y establecen un LSP.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Procedimiento para establecer LSP Dinámicos

- **Figura <u>Estableciendo un LSP Dinámico</u>**



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Pseudo-Wire Emulation Edge to Edge (PWE3)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Pseudowire Edge to Edge Emulation (PWE3)

- La tecnología de **Pseudo Wire Edge to Edge Emulation (PWE3**), pronunciada **Pee Wee Three**, es un protocolo de **Layer 2 VPN** usado para proveer **Tuneles Virtuales de capa 2,** sobre **redes de Conmutación de Paquetes PSN (IP/MPLS)** para emular algunos servicios como **TDM (E1, cSTM-1), ATM IMA y servicios Ethernet.**

➢ Se basa en el protocolo desarrollado por **Luca Martini** de **Cisco.**

➢ En esta forma la **red es extendida** y los **recursos de red** pueden ser **compartidos.**

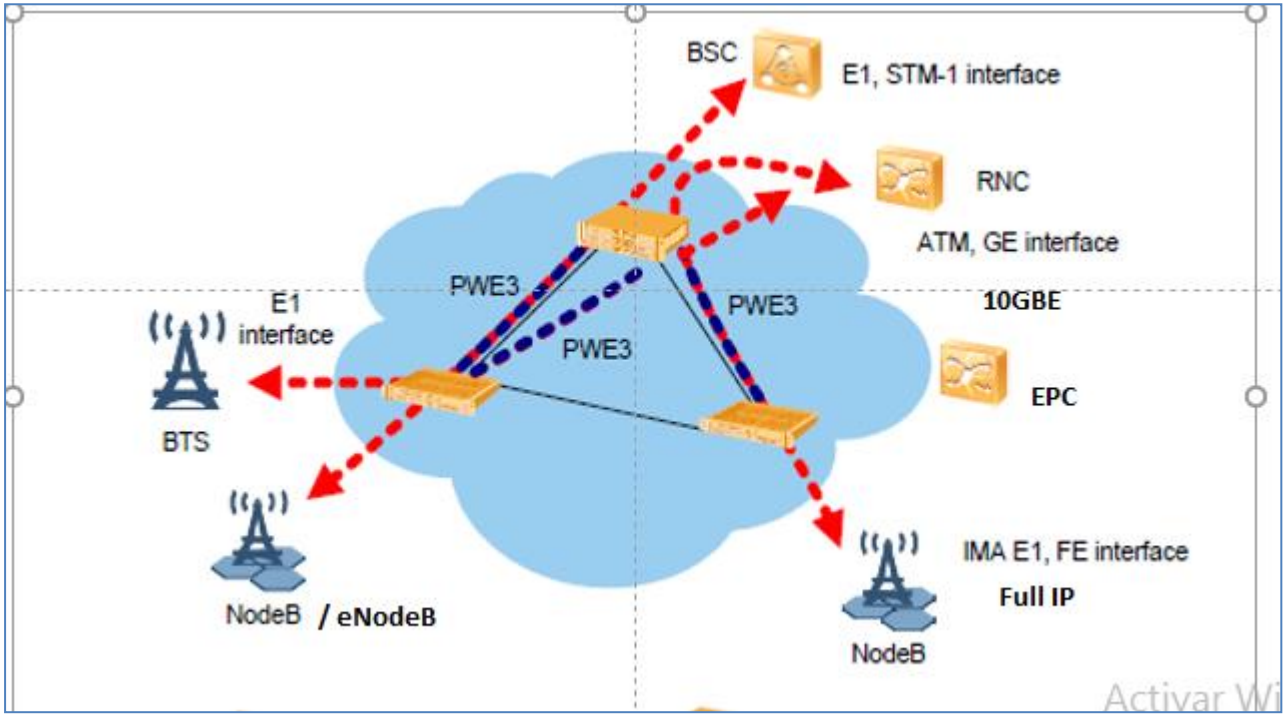
➢ La función de los **OptiX PTN/ATN 910/950** es soportar el transporte de servicios sobre **PWE3,** para **transporte de la información** que se genera en las **RAN** o **PYMES** tales como **ATM, E1, E3, STM-1 y servicios Ethernet VLAN** sobre **PWE3** dentro de **túneles MPLS.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

PWE3 (Pseudo-Wire Emulation Edge to Edge)

- La tecnologia **PWE3** permite interconectar a la **Red Tradicional** y la **PSN** para **compartir recursos y expandir la red.**

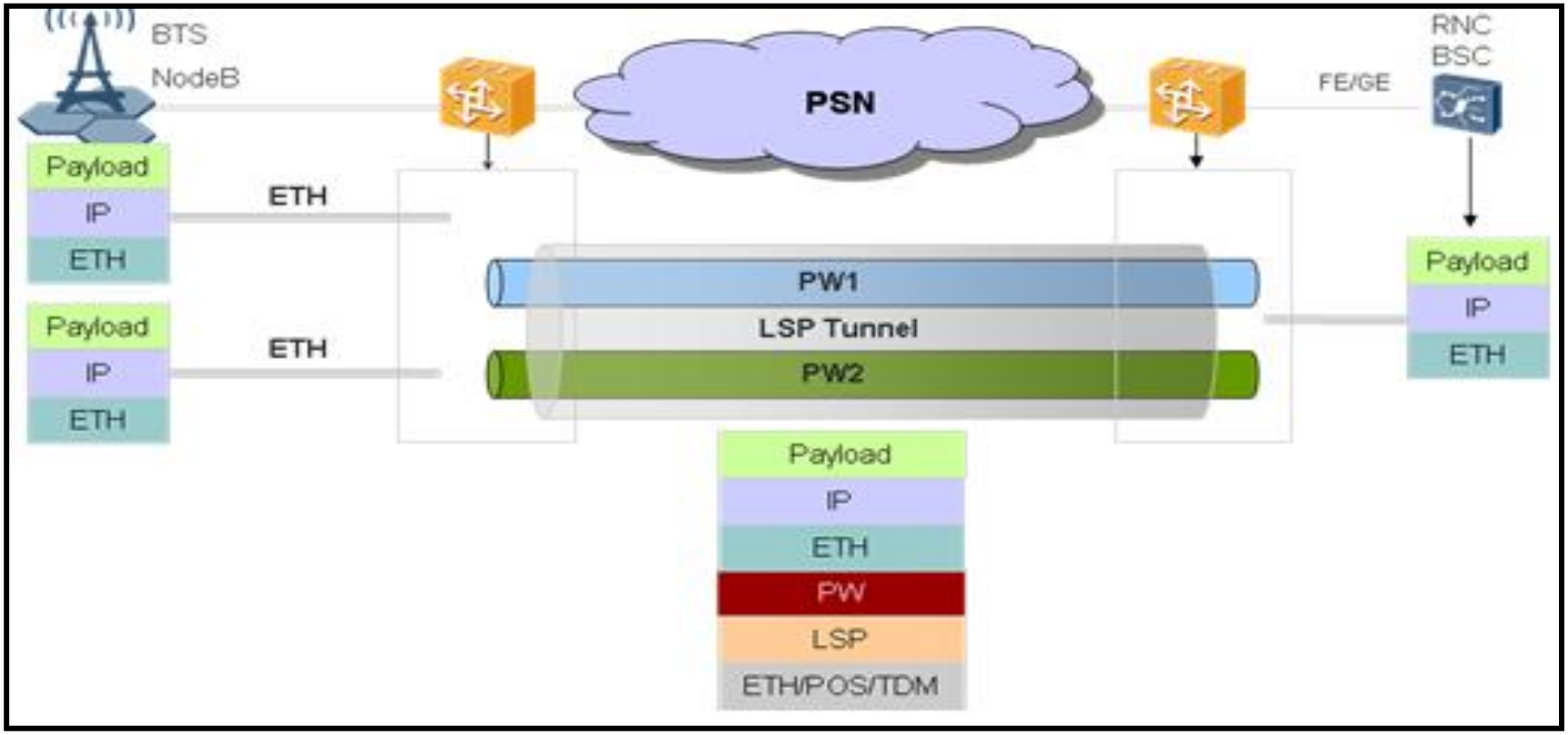


Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Solución para tráfico IP/Ethernet

- La **interfaz Ethernet (FE/GE**) se puede aplicar al **PTN** cuando un **NodeB/RNC** soporta interfaces **Ethernet,** la función de **Switch ATM** será sustituida por el **switch MPLS/PW.**



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Porque usar PWE3

1. Usa una **etiqueta genérica** que **provee plataforma** para **transporte de datos sobre Red Multiservicio** y **reduce los costos del CAPEX y operativos (OPEX)**.
2. **Inversión en Protección**, que provee **compatibilidad con los servicios de red**.
3. **Private Line Emulation:** provee a los **Carriers** con **Servicios de Red** de **gran retorno.**
4. Respecto de la **eficiencia en el transporte de PDH,** en el **módulo de CES de E1,** que para el caso de Transporte con **EoMPLS**, es casi igual **eficiente que con EoSDH**, pero **mas económico respecto del equipamiento,** el **Delay** al **usar Buffers en Switches** de **capa 2** es **mayor,** por lo que conviene usar **CES en los casos de redes con transporte** de una **gran cantidad de ports con Tramas Ethernet** vs. un **bajo número de Ports con E1.**

- La **conclusión de la empresa Orckit** muestra una **eficiencia de Ancho de Banda de CES** sobre el uso de **TDM SDH** puro es que **CES es casi igual eficiente para el transporte de E1.**
- Concluye que puedo transportar **4006 VC-12** sobre **10GE** versus **4032** en **STM-64**.
- Esto de una **eficiencia** del **99 .4%** similar al **TDM.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Funciones del Pseudowire (PW)

1. **Encapsular** el **servicio emulado** desde los **Customer Edges (CEs).**
2. **Transportar** los **servicios encapsulados** en el **túnel de transmisión.**
3. **Configurar (set up)** del **PW** en el **extremo del túnel (MPLS/PW).**
4. **Ejecutar PW-relativo** al **QoS** definido.
5. **Gestionar** el estado especificado para los **servicios y alarmas.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Términos y conceptos relacionados con los PWE3

- **Attachment Circuit (AC):** es la **conexión lógica o física** entre los **CE** y los **PE de la red. VPN capa 3 usa PE y P.**
- **Tunel:** Es el que transporta **uno o varios PWs**.

✓ Los **PWs** son **transportados transparentemente** en la **PSN.**

✓ **PWs** son creados a través de la **señalización LDP o estaticamente..**

- **PSN: Packet Switched Network**, con **IP y MPLS**.
- **CE:** Customer Edge
  PE: Provider Edge
- **VCCV:** Virtual Circuit Connectivity Verification (para mejorar la confiabilidad).

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Clasificación de los Pseudowires (PWE3)

- **PWs estáticos (caso PTN 910 y 950)**

✓ Las especificaciones de los **PWs** se hace en forma **manual**, mas que **dinamicamente negociando durante la señalización.**

- **PWs Dinámicos (caso ATN 910i y ATN 950B, NE40E-X3 (CR600)**

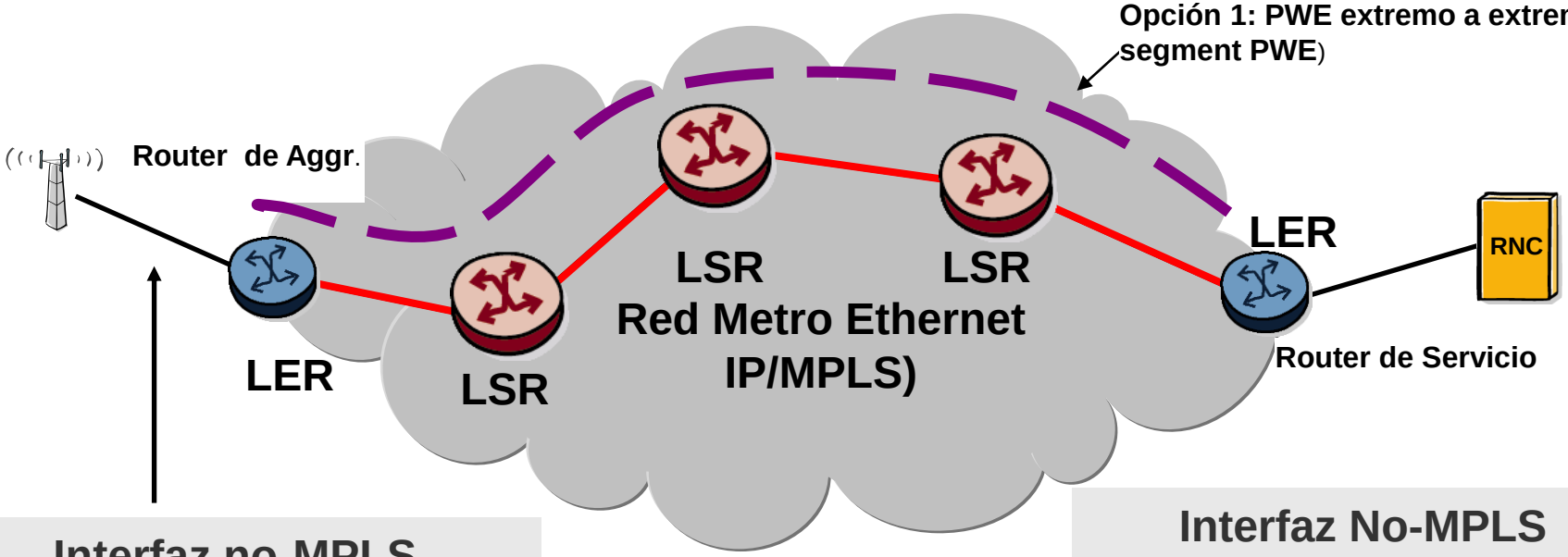
✓ Los **PWs dinámicos** son **PWs** que se **establecen a través de la señalización**.

✓ **Generalmente,** **se usa LDP** como **protocolo de señalización** en **equipos PTN.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Arquitectura basada en PWS



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Circuit Emulation Service over PSN

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Modelo de aplicación del servicio CES

- El **servicio CES** se aplica principalmente para **transporte de E1- STM-1 procedentes de las BTS y Node B,** que funciona como Dual Stack (no es el caso para Full IP) y **Servicios de Línea Privada** para **Empresas .**
- Emplean accesos con **OptiX PTN/ATN- 910/ 950** usando lineas **TDM**.
- El equipo **PTN divide** y **encapsula** las **señales TDM** dentro de **Paquetes de Datos**, que luego son transportados al extremo opuesto por medio del **PW** en la red **Metroethernet.**

- La tecnología **Circuit Emulation Service over PSN** transporta los **datos tradicionales TDM** sobre una **Packet Switched Network (PSN**).
- Bajo **PWE3,** esta tecnología transmite flujos de datos **de PDH ySDH desde un extremo al otro extremo** sobre la **PSN** sobre la **Emulación de Circuitos.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Bases de TDM Circuit Emulation resumir

- La solución de **Emulación de Circuitos TDM** fué originalmente desarrollada para proveer soluciones de **voz sobre PSNs**.
- Competitiendo con **tecnología VoIP**, provee un **facil manejo del proceso** respecto del **protocolo de VoIP** y **transmite servicios de voz sobre red IP.**
- **PSN** pasa a ser una solución dominante de la **NGN**.
- Como resultado, **Emulación de circuitos TDM desarrolla la principal tecnología en las soluciones de transmisión de servicios TDM sobre PSN.**
- Ahora, los **estandares** han formulado una **estructura de aware (o estructurado**) y **estrucutura-agnóstica (o no estructurada)** para transmisión trasparente de **E1 TDM, E3**, **transmisión trasparente a la estructura-aware de los servicios SDH** y la **transmisión de señalización PDH y SDH.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Principios de PW para CES

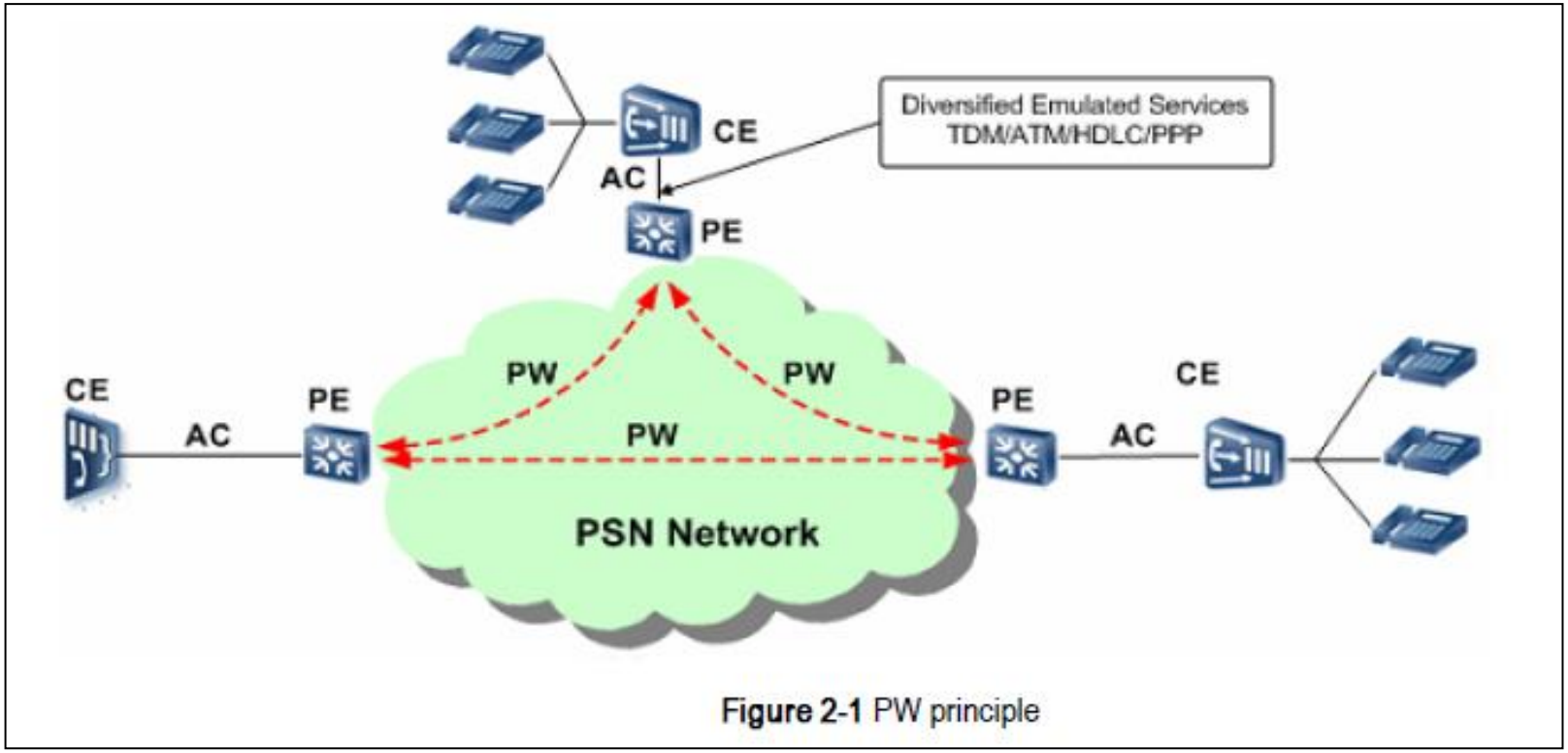


Figure 2-1 PW principle

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Emulación de Circuitos E1 y CSTM-1

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Modelo de aplicación del servicio CES

- **IETF** sacó dos propuestas para **TDMoIP**:

1. **SAToP**
2. **CESoPSN.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Emulación de PDH de E1 (CESoPSN y SAToPSN), para transmisión por paquetes por túneles PWE3.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

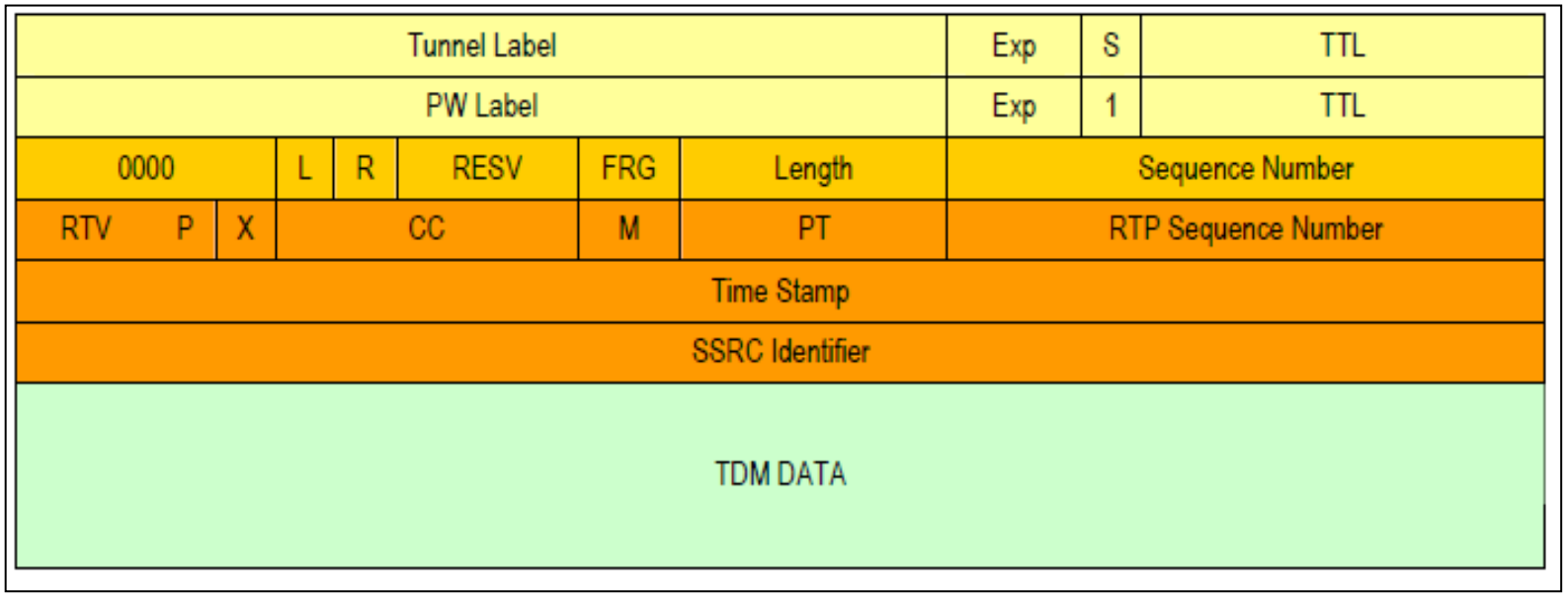
Junio 2020

SAToP (RFC 4553)
Structure-Agnostic Time Division Multiplexing (TDM) over Packet

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Formato de Encapsulado de la Label MPLS SAToP



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

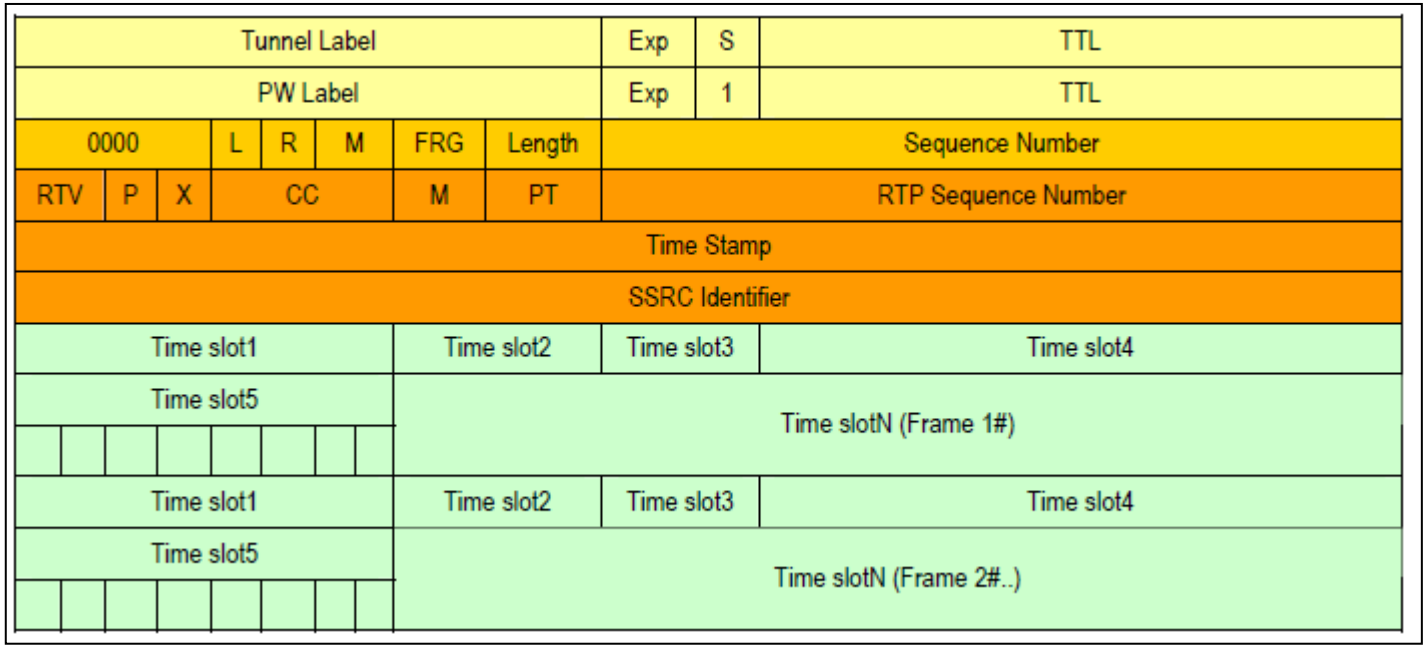
Junio 2020

Protocolo CESoPSN
Circuit Emulation Service over PSN

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Formato de la Label de encapsulado del MPLS CESoPSN



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Soluciones VPWS y VPLS

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Solución para la Transmisión de Servicios PaP y MPaMP

- **VPWS:** es una tecnología de **L2 VPN** que soporta **servicios de Línea Privada Virtual PaP.**
  - **VPWS e**mula servicios de **Ethernet** y **TDM de baja velocidad** en una **Red PSN**.

- **VPLS:** es una tecnología que soporta servicios de **Red Privada L2VPN** basados en **tecnologías MPLS y Ethernet.**
  - **VPLS** se suele llamar **Transparent LANs Service (TLS)** o **Virtual Private Switched Network Services (VPSNs)**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Desarrollo de los servicios E-Line, E-LAN y E-Tree

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Tipos de Servicios Ethernet

- **Servicio E-Line**
  - ✓ Servicio Punto-a-Punto

- **Servicio E-LAN**
  - ✓ Servicio Multipunto-a-Multipunto

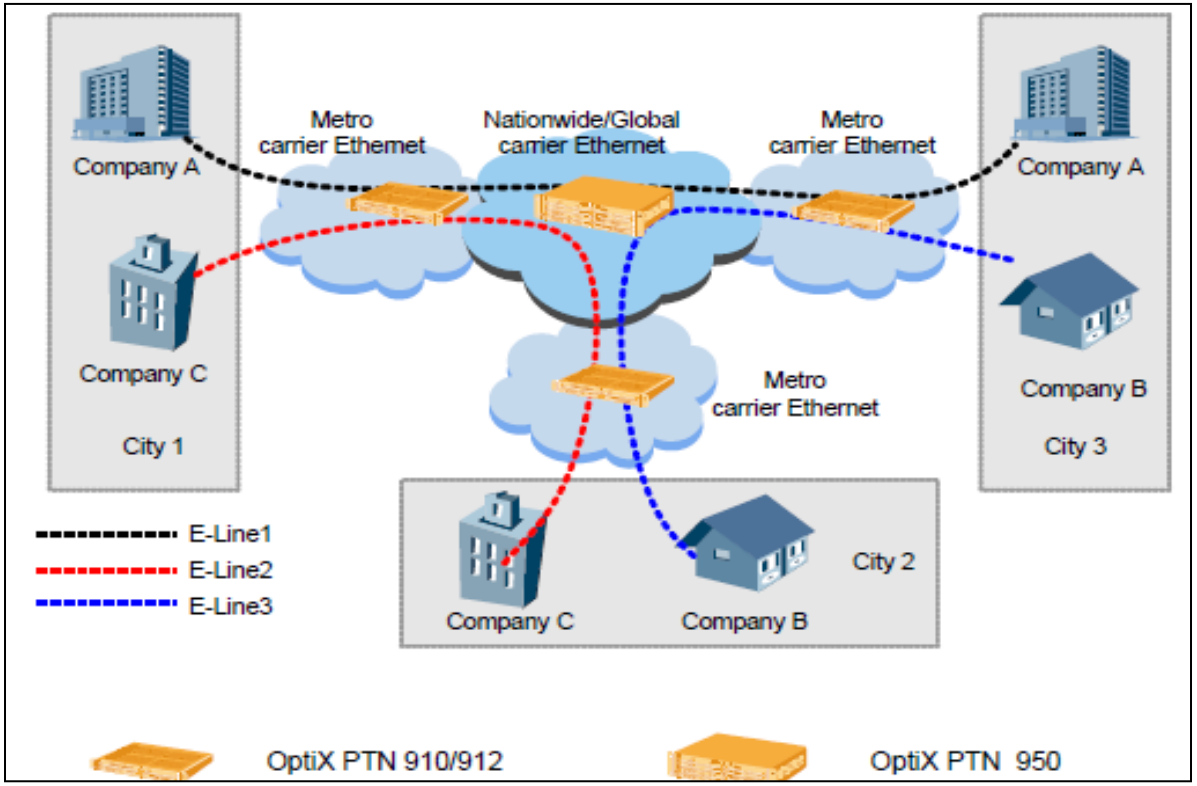
- **Servicio E-AGGR**
  - ✓ Servicio de convergencia o agregación **Multipunto-a-Punto**

- Los **PTN OptiX PTN-ATN 910/950** proveen servicios de **E-line y E-Aggr** sobre **PSN Públicas** para clientes que usan la tecnología **L2VPN.**
- **La tabla** da una **lista** del **modelo de Servicios.**
- **Ejemplos, los Optix 910/950** adoptan lo fijado por el **MEF 2.0.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

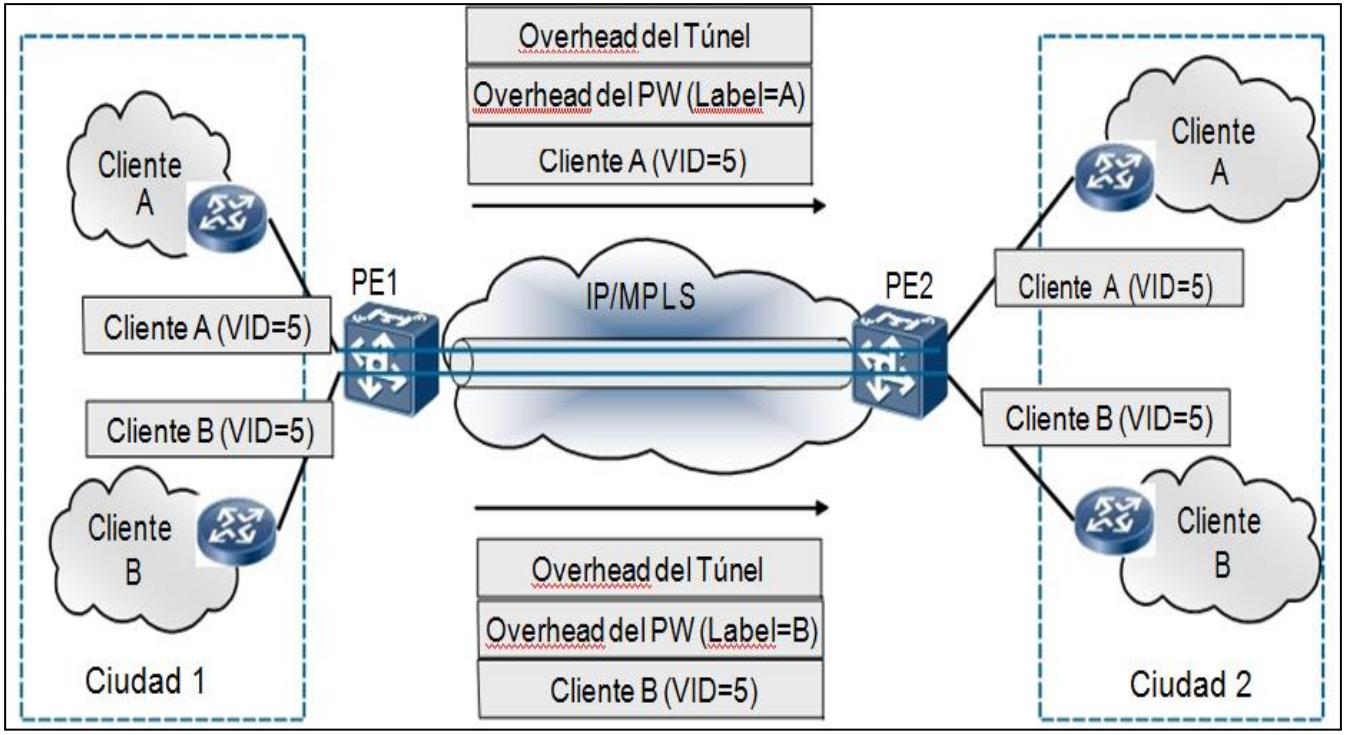
Ejemplo del Servicio E-Line



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

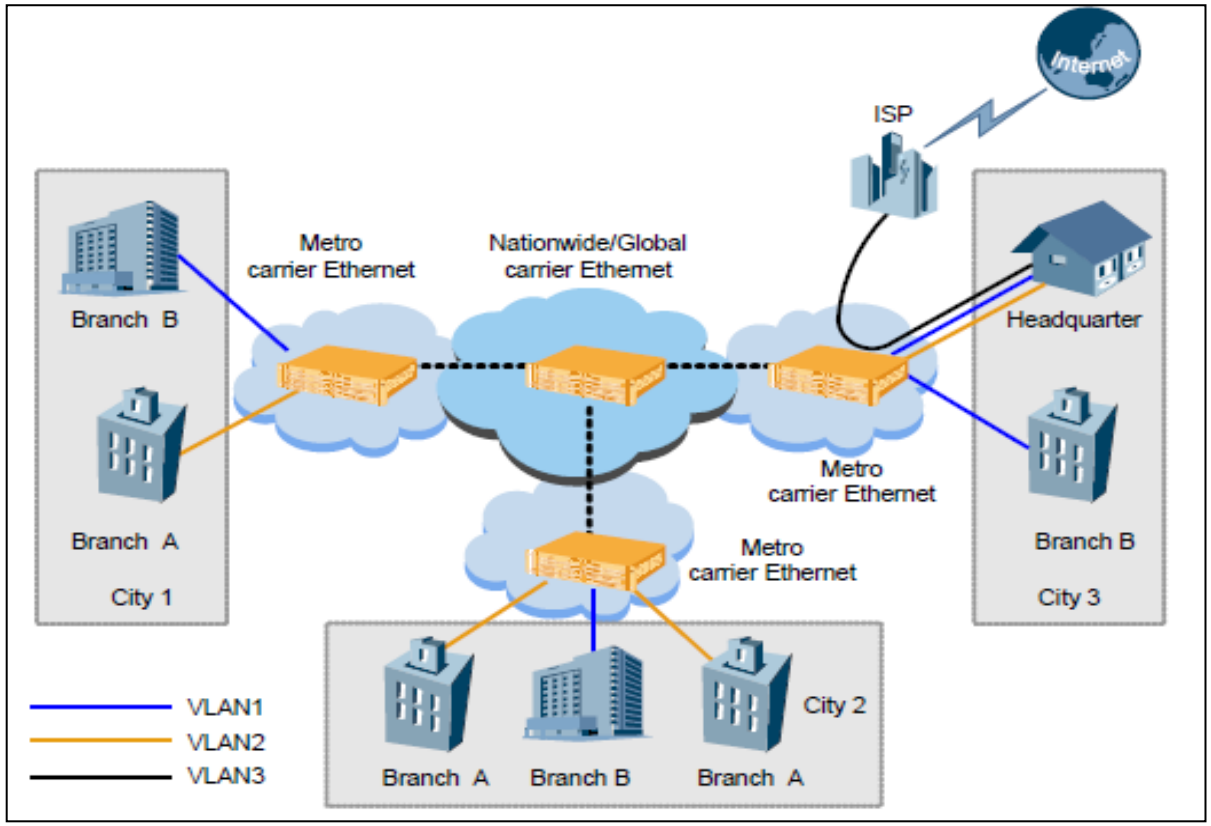
Servicio E- Line



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

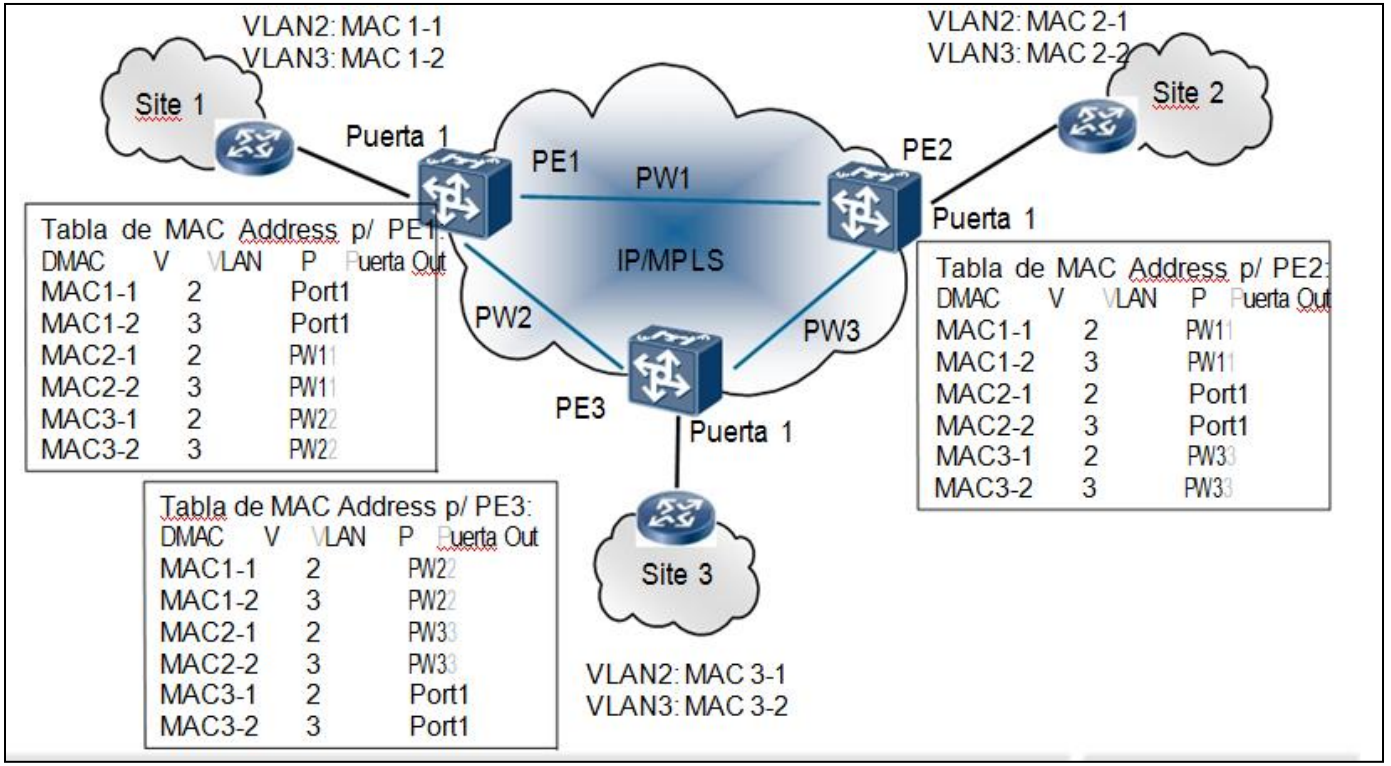
Ejemplo del Servicio E-LAN



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

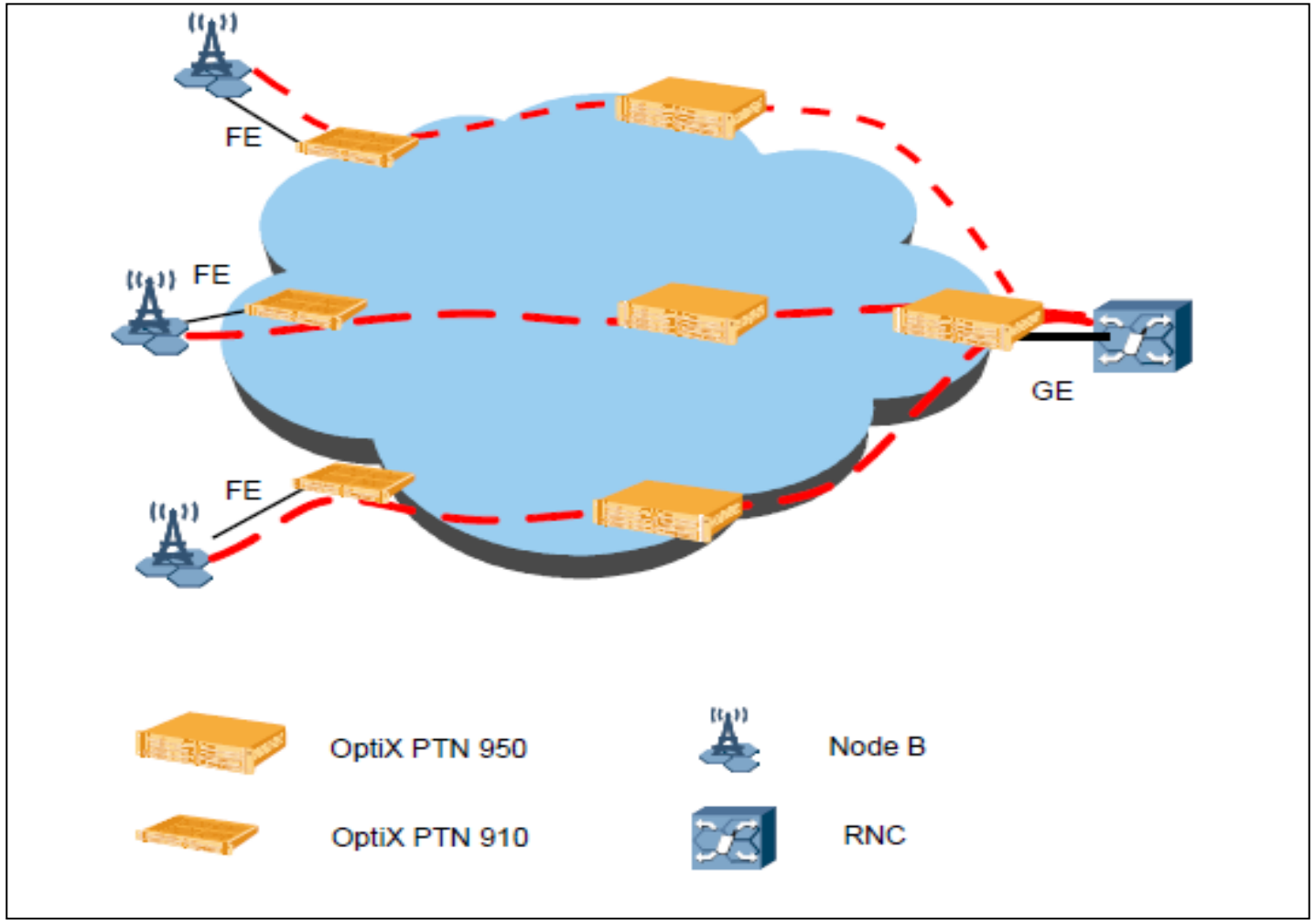
Servicio E- LAN



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Ejemplo del servicio E-Aggr



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Servicio E-AGGR

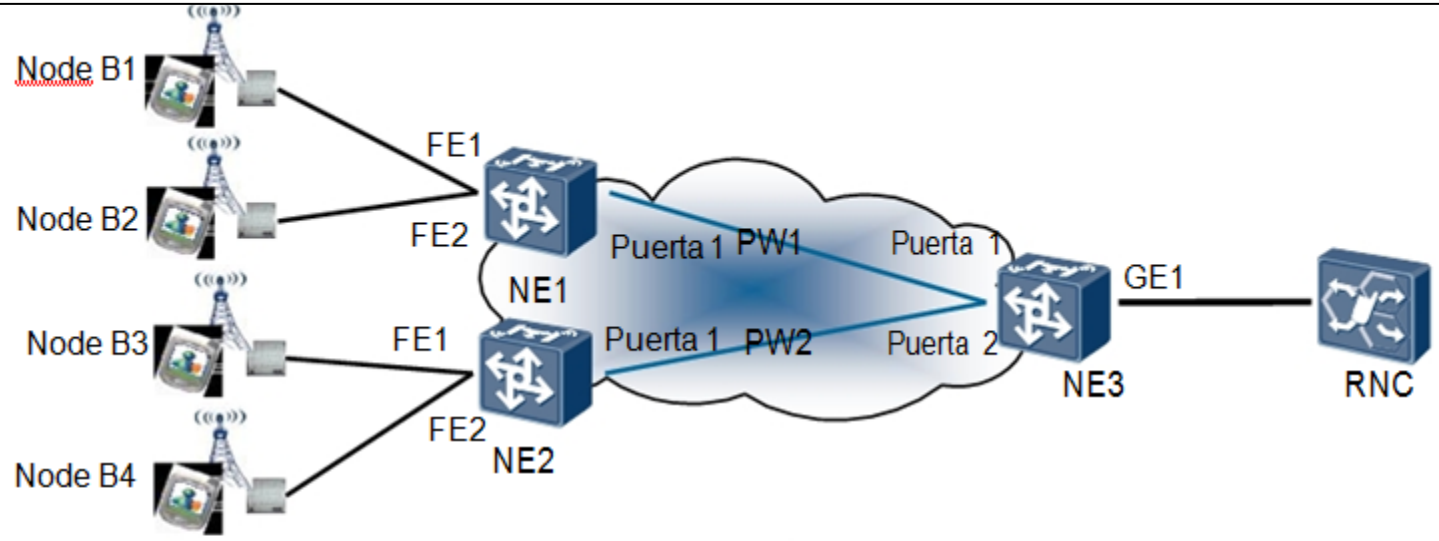


Tabla VLAN forwarding p/ NE1 y NE2:

Parámetros	NE1		NE2	
Tipo de Puerta Source	V-UNI	V-UNI	V-UNI	V-UNI
Puerta Source	FE1	FE2	FE1	FE2
Source VLAN	100	100	100	100
Tipo de Puerta Sink	V-NNI	V-NNI	V-NNI	V-NNI
Puerta Sink	Port1	Port1	Port1	Port1
Sink VLAN	1	2	3	4

Tabla VLAN forwarding p/ NE3:

Parámetros	NNI p/ NE1		NNI p/ NE2	
Tipo de Puerta Source	V-NNI	V-NNI	V-NNI	V-NNI
Puerta Source	Port1	Port1	Port2	Port2
Source VLAN	1	2	3	4
Tipo de Puerta Sink	V-UNI	V-UNI	V-UNI	V-UNI
Puerta Sink	GE1	GE1	GE1	GE1
Sink VLAN	100	200	300	400

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Definiciones de Calidad de Servicio QoS para Carrier Ethernet

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Porque definir Clases de Servicio (COS) para flujos Multimediales

- En la **transmisión Multimedial**, cada **media (Voz, Datos y Video),** presentan sus propias características, por ej.:

1. El **Delay** afecta menos a los **paquetes de Datos y Video** que a los **paquetes de VoIP.**
2. Los **paquetes de Voz** y de **Video** se transmiten sobre **RTP/UDP**, porque se transmiten en **tiempo real** y no se pueden **retransmitir entre los Host.**
3. Los **paquetes de VoIP** en los buffers se **priorizan** con **5** y se lo hace pasar por la **entrada de bajo Delay del Buffer**, para que nunca **quede un paquete de VoIP** en la cola de espera.

- En la tecnología **EoSDH**, las prioridades de los servicios transportados, para definir la **COS**, se fijan en función de los bitios definidos por la norma **IEEE 802.1P (VLAN Priority) del TAG en capa 2**, o a **nivel de capa 3 con DiffServ**, empleando **6 bitios de TOS,** dentro del datagrama IP, o con o con tres bitios del **TOS (PHB).**
- **Ejemplo:** para **Q -VLAN**: **prioridad 7** para **paquetes de Sincronismo**, **6** para **Management (control) y Señalización**, etc., **5** para **VoIP con delay menor a 100 ms.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Campos para definir prioridades en capa 2 y 3

"Layer 2" Identifiers

Preamble and SOFD (Start of Frame Delimiter) not shown →

Destination MAC Address	Source MAC Address	TPI	Priority	CFI	VLAN ID	Frame Type/ Length	Data	FCS
6 Bytes	6 Bytes	2 Bytes	3 bits	1 bit	12 bits	2 Bytes	46 to 1500 Bytes	4 Bytes

802.3 Frame with 1Q extension

"Layer 3" Identifiers

	Bits 0-3	4-7	8-15	16-18	19-31
0	Version	Header Length	ToS (now DiffServ and ECN)	Total Length	
32	Identification			Flags	Fragment Offset
64	Time to Live		Protocol	Header Checksum	
96	Source IP Address				
128	Destination IP Address				
160	Options				
192	Data				

IPv4 Packet

"Layer 4" Identifiers: Destination and Source port number

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

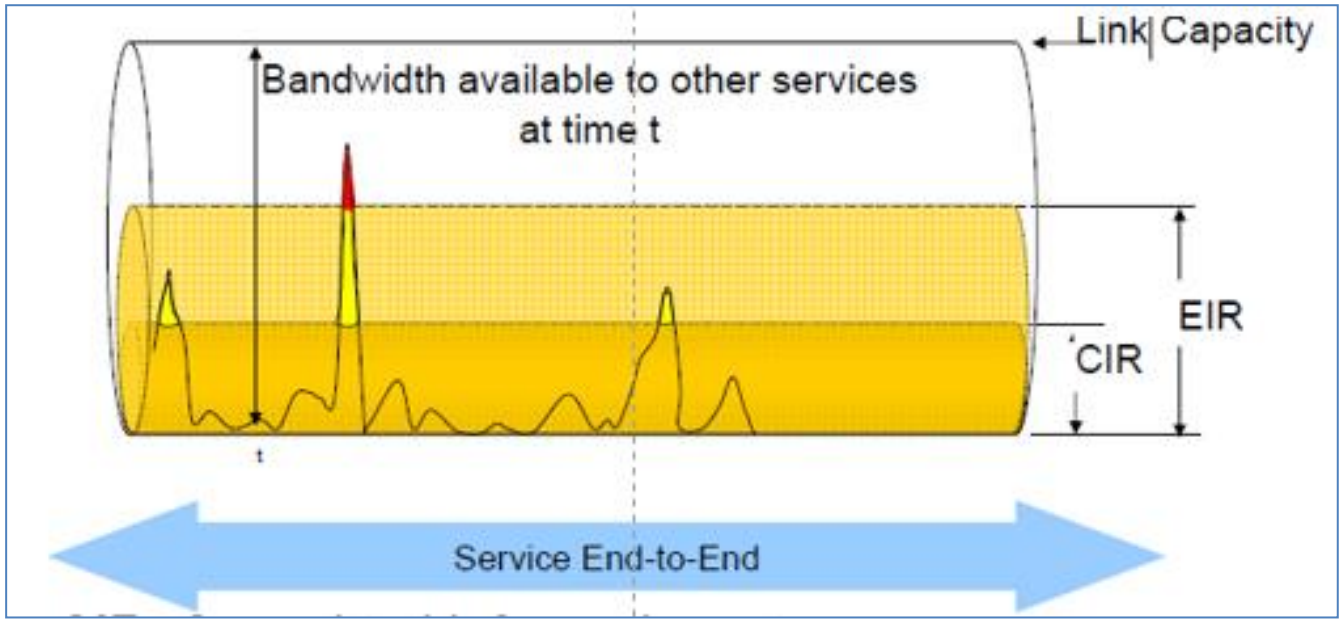
Parámetros relacionados para el establecimiento de la Clase de Servicio (COS)

- Los **parámetros** asociados son:
  - **CIR: Committed Information Rate (Mbps):** Mínima velocidad garantizada.
  - **PIR: Peak Information Rate (Mbps):** Velocidad Pico de Información (se puede tolerar según el PBS).
  - **CBS**: **Committed Burst Size (Bytes):** Ancho de Ráfaga de Datos Comprometida.
  - **PBS: Peak Burst Size (Bytes):** Ancho de Ráfaga de Datos Pico.
- La **Calidad de los Servicios** brindados a los usuarios, desde el punto de vista del uso del Ancho de Banda contratado, pueden clasificarse en:
  - **Best Effort:** en este caso el usuario no hace reserva de Ancho de Banda, son los de menor prioridad. Aquí el **CIR=PIR=0.**
  - **Regulado:** en este caso se ofrece este servicio a usuarios que pueden transmitir **entre CIR y PIR**.
  - **Garantizado:** se le garantiza un **CIR mínimo**, permitiéndose enviar **ráfagas de datos que no superen el PIR.**
- Es importante tener presente, que exista **relación directa entre la Velocidad de los Datos** y los **anchos de las Ráfagas asociados.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Calidad de servicio QoS para servicios de Carrier en Ethernet



- **CIR: Committed Information Rate**
- **PIR: Peak Information Rate.**
- **CBS: Committed Burst Size**
- **PBS: Peak Burst Size.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Caracteristicas de Ethernet avanzadas: QoS

- **QoS** permite garantizar los siguientes parámetros:

1. **Bandwidth**
2. **Packet loss rate**
3. **Maximum delay**
4. **Maximum jitter**
5. **Throughput.**

- **Ejemplo de clasificación típica de los servicios**:

1. **Gold: Guaranteed Bandwidth**, **muy baja pérdida de paquetes**, **mínimo jitter (ideal VoIP y Video Broadcast)**
2. **Bronze: Sin garantía:** adecuada para **transmisión de datos no críticos** (los paquetes pueden ser reenviados si se pierde alguno).
3. **Network Control (Management)**:**Tráfico mas importante**, se le da la **mayor prioridad**.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Transformación del Backhaul: mayores exigencias para el SLA

		GSM Voice Only Services	WCDMA Voice + BE Mobile Broadband Services	LTE Video, VoIP, Mobile Broadband Services
Bandwidth	low:med:high	2:4:8 T1	6:20:50 Mbit/s	90:180:400+ Mbit/s
One-Way Delay	Max	**40 ms**	30 ms	**20 ms**
	Target	10 ms	10 ms	10 ms
Delay-Variation	Max	**10 ms**	10 ms	**2 ms**
	Target	**5 ms**	2 ms	**1 ms**
Packet Loss Rate	Max	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}
	Target	10^{-4}	10^{-6}	10^{-6}
Synchronization		Frequency 50ppb	Frequency 16ppb	Frequency 16ppb - Phase 1.5us

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Ejemplo de definición de Clase de Servicio para Metroethernet

CLASE	TIPO DE TRÁFICO	EJEMPLO DE APLICACIÓN	IP Precedence	DSCP	EXP
Real Time	Tráfico de aplicaciones de Tiempo Real (VoIP, otras)	Voz, VideoConferencia	5	EF	5
Video	Tráfico TV Broadcast y Video Streaming	VideoConferencia, Video Broadcasting, Video Streaming, VoD	4	CS4,AF4x	4
Datos Críticos	Tráfico de Gestión	Gestión de elementos de Red, Radius, SNMP	3	CS3	3
	Tráfico Datos PLATINO	SAP, ERP	3	AF3x	3
	Tráfico de Routing y Gestión de VPN	BGP interno del cliente Routing CE-PE	6,7	CS6,CS7	3
	Tráfico de control de VoD	RTSP	2	CS2	2
	Tráfico de Datos ORO	SNA	2	AF2x	2
Datos No Críticos	Tráfico de Datos PLATA	FTP, HTTP, SMTP, POP3	1	AF1x	1
	Tráfico de Datos BRONCE	Best Effort de VPN	0	0	1
Best Effort	Tráfico Best Effort	Tráfico de Internet	0	0	0

Tabla 5 – Mapeo sugerido para el acceso

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

QoS en redes LTE

QCI	Resource Type	Priority	Packet Delay Budget	Packet Error Loss Rate	Example Services
1	GBR	2	100 ms	10-2	Conversational Voice
2		4	150 ms	10-3	Conversational Video (Live Streaming)
3		5	300 ms	10-6	Non-Conversational Video (Buffered Streaming)
4		3	50 ms	10-3	Real Time Gaming
5	Non GBR	1	100 ms	10-6	IMS Signalling
6		7	100 ms	10-3	Voice,
					Video (Live streaming)
					Interactive Gaming
7		6	300 ms	10-6	Video (Buffered Streaming)
8		8			TCP-based (e.g., www, e-mail, chat, ftp,
9		9			p2p file sharing, progressive video, etc.

GBR: Guaranteed Bit Rate: mínimo bit rate disponible en la bearer cuando es requerida.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Características de Qos: Proceso de asignación de QoS a los flujos de Paquetes

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Proceso de asignación de QoS a los flujos de Paquetes

1. **Classification**: Es un proceso automático que le dice al Switch/Router, que **tipo de tráfico de usuario se transporta en los paquetes** (puede **elegirse según Port**, **Protocolo,** etc.) y se lo ubica en una **determinada Clase**: **Tiempo real, VoIP, IpTV, Control, Sincronismo, Datos VLAN (Premium, Gold, Silver, Bronze)**

- Por lo general los operadores los separan en **cuatro tipos de tráfico de red**: **Baja Latencia, Alta Prioridad, Media Prioridad y Baja Prioridad.**

2. **Marking:** se le **asigna a cada flujo** de datos una **Prioridad**, según un determinado **protocolo de capa 3 o capa 2 (Diffserv, IEEE 802.1P, exp.bit, etc.),** esto los relaciono con el **CoS al tipo de tráfico (Regulado, Garantizado, Best Effort**) definiendo en base a la **prioridad el Color, o el PIR, CIR, CBS y EBS**.

   Esto está incluido en el **Traffic Descriptor.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Proceso de asignación de QoS a los flujos de Paquetes

3. Policing: Se necesita esta **función de vigilancia a los paquetes de Ingreso**, para asegurarse que siempre se **garantize una porción mínima del ancho de banda** para ser **ocupado por flujos de otros servicios**, definidos en función de los **throughput máximo, medio, mínimo, etc.**

- El **policer como el shaping usan Token Bucket**, el **Policer no usa buffer**, **limita velocidad usado un algoritmo de CAR** para controlar el **Token Bucket**.
- El **tráfico de salida tiene forma de serrucho.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Proceso de asignación de QoS a los flujos de Paquetes

4. **Shapping:** Se usa para **evitar situaciones de desborde del buffer.**

- Usa el mecanismo del **Token Bucket Single Rate** o **Double Rate** con **algoritmo Generic Traffic Shaping (GPS).**
- El **traffic shaping** o **catalogación de tráfico** (también conocido como **catalogación de paquetes**, por su nombre en inglés **"packet shaping")** intenta **controlar el tráfico en redes de ordenadores** para así lograr **optimizar** o **garantizar el rendimiento, baja latencia,** y/o un **ancho de banda determinado retrasando paquetes.**
- Emplea **Buffers** con **posiblidad** de **Dropear paquetes** o **aplicar un Delay a los paquetes para enviarlos a posteriori.**
- El **tráfico de salida es suave**, **crece hacia un valor y se mantiene.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Proceso de asignación de QoS a los flujos de Paquetes

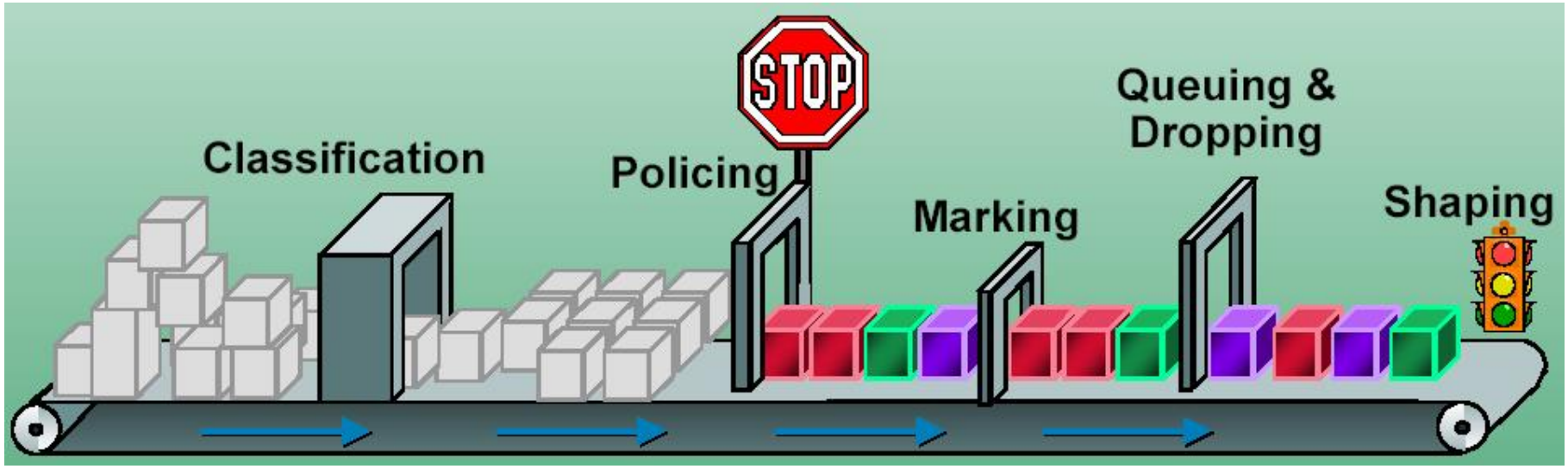
5. **Queuing** : Aquí se **arman las colas sobre los ports de salida**, hay que aplicar **Control de Flujo** sobre los **buffers de salida (RED, WRED, WFQ, HOL, WRR, SP).**

6. **Scheduling:** Este **clasificador** permite mediante un **algoritmo de Scheduling (clasificador)**, para **extraer del buffer de salida los paquetes de las distintas colas y determinar el orden** en que los **paquetes se han de transmitir por los puertos**.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Implementación de DiffServ en los routers de entrada



Identificar y separar tráfico en las diferentes clases

Descartar tráfico que se comporta mal para garantizar la integridad de la red

Marcar tráfico, si es necesario. Asigna al DSCP el valor que corresponde

Priorizar, proteger y aislar tráfico

Controlar ráfagas y conformar tráfico

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Hierarquical QoS (HQoS)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Hierarquical QoS (HQoS)

- Cuando se trabaja como un **nodo de borde (Edge)**, el equipo **PTN/ATN admite** el **control HQoS.**
- Para **aumentar** la **eficiencia d**el **control de QoS en toda la red**, los **nodos de borde** realizan el **control de HQoS** y los **nodos interiores realizan solo un procesamiento de QoS simple.**
- En comparación con la **QoS tradicional**, la **HQoS proporcionada por el equipo PTN/ATN** tiene las siguientes ventajas:

1. **Mecanismo de programación jerárquica**, que realiza la **programación en función del puerto, el túnel y el enlace QinQ.**

- Por lo tanto, las **granularidades de control de QoS se dividen aún más.**

2. **Mecanismo de control de flujo jerárquico**, que realiza el control de flujo basado en el puerto, el túnel y el enlace QinQ.

- Por lo tanto, el servicio QoS se puede controlar completamente.

3. **Políticas configurables de WFQ y WRED**, que aumentan **la flexibilidad en el control de QoS.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Sincronismo en Redes Ethernet

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Solución de Sincronismo para las PSN

- El **tipo de sincronismo será**, dependiendo del tipo de red a sincronizar por:

1. **Frecuencia**
2. **Fase**
3. **Time of Day (ToD)**

- **La cantidad de saltos** para **no aumentar el ruido de fase dependerá** del **tipo** de **sincronismo** a **emplear.**

➢ Si **LTE** necesita **sincronismo de frecuencia**, se permite como **máximo** que pueda pasar sobre **10 saltos** antes de **regenerarlo**.

➢ Si se necesita **Sincronismo de Fase**, se emplea un **máximo de 5 saltos.**

- **Nota:**

➢ **LTE- FDD** usa **sincronismo de Frecuencia**.

➢ **LTE-Advance usa sincronismo de frecuencia** y **de fase.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Tipos de Sincronismo

- Por lo tanto, las **redes de telecomunicaciones requieren otros dos tipos de sincronización** además de la **sincronización de tiempo (ToD)** es decir:

1. **Sincronización de frecuencia**
2. **Sincronización de fase.**

1. La **sincronización de frecuencia** es típicamente una **sincronización física** donde se **sincronizan los relojes de salida entre dispositivos.**

➢ Cuando **dos dispositivos están sincronizados en frecuencia**, básicamente **generan el mismo número de bits durante un período de integración (generalmente 1 segundo).**

➢ **Problema:** Cuando **no están sincronizados en frecuencia**, un **dispositivo generará más bits por segundo que el otro**, lo que puede causar **desbordamiento** y **eventualmente errores de bits** o **pérdida de tráfico.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Sincronismo de fase

2. **La sincronización de fase** se refiere a la **variación simultánea de relojes entre dispositivos**.

- Cuando **están sincronizados en fase**, los dos **dispositivos cambiarán exactamente al mismo tiempo de un pulso de reloj al otro.**
- Un ejemplo del mundo real sería **comparar dos relojes uno al lado del otro.**
- Cuando se sincronizan, estos **dos relojes se incrementarán exactamente al mismo tiempo.**
- **Problema:** Cuando **no está sincronizado en fase**, un **dispositivo contará más rápido que el otro,** y en el mundo de la red, estas **variaciones son equivalentes al desplazamiento de fase.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Tecnologias de sincronización en la red

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Tipos de tecnologías de Sincronización

Technology	Frequency Synchronization	Phase Synchronization	Time of Day
Legacy frequency (TDM)	Yes	Yes	No
Synchronous Ethernet	Yes	Yes	No
IEEE 1588v2 Precise Time Protocol	Yes	Yes	Yes
Network Time Protocol	No	No	Yes

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Sincronización de Paquetes: PTP vs. SyncE

- Esta **flexibilidad reduce el costo del Propietario** ya que la **actualización principal de las redes se limita al equipo de sincronización** en **contraposición al enfoque SyncE** que requiere tanto el **equipo de sincronización como la actualización** de todos los **puertos Ethernet** en el **enlace a las especificaciones SyncE.**

➢ La **mayor debilidad de PTP** también se debe a su **naturaleza de paquete.**

- Como los **paquetes de sincronización utilizados por PTP** se **reenvían** en la red entre el **Grand Master y los hosts**, están sujetos a todos los **eventos de la red,** como:

1. El **Delay de trama (latencia)**
2. **La variación de retraso de trama (fluctuación de paquete)**
3. **La pérdida de trama.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Sincronización de Paquetes: IEEE 1588V2 o PTP

- La **próxima tecnología** de sincronización de paquetes, el **Precise Time Protocol (PTP)** está específicamente diseñada para **proporcionar una alta precisión de reloj a través de una red de paquetes** a través de un **intercambio continuo de paquetes con las marcas de tiempo apropiadas.**
- En este protocolo, una **fuente de reloj de alta precisión**, conocida como el **"Grand Master",** genera anuncios de **Time Stamp** y responde a las solicitudes de **Time Stamp** de **los relojes límite (Boundary Clocks),** lo que garantiza que los **Boundary Clocks y los Slaves Clocks** estén **alineados con precisión relojes maestros**
- Al confiar en la **holdover capability and the precision** de los **relojes integrados** en combinación con el intercambio continuo de **Time Stamps** entre **dispositivos habilitados para PTP**, la **precisión de frecuencia y fase** se puede mantener en un **rango de sub-microsegundos**, **asegurando así la sincronización dentro de la red.**
- Además de la **sincronización de frecuencia y fase,** la **sincronización de ToD** también puede garantizar que todos los **dispositivos habilitados para PTP estén sincronizados con la hora adecuada**, de acuerdo con el reloj **universal coordinado (UTC).**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

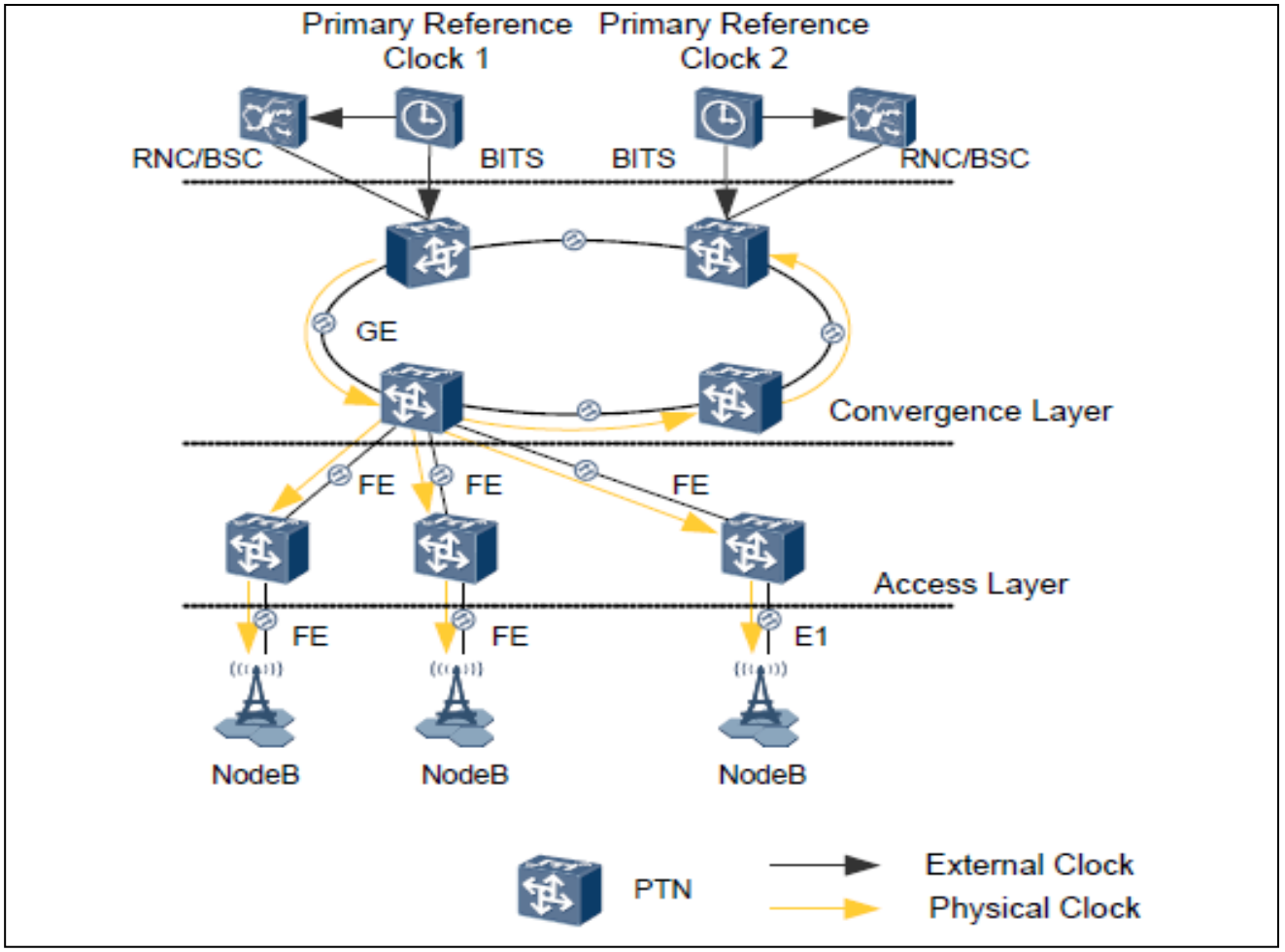
Sincronización de Paquetes: IEEE 1588V2 o PTP

- La **ventaja de PTP** es que, dado que **PTP es una tecnología basada en paquetes**, solo los **Boundary Clocks** y **el reloj esclavo** deben conocer la **naturaleza de los paquetes** y, por lo tanto, los **paquetes de sincronización se reenvían como cualquier otro paquete de datos dentro de la red.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

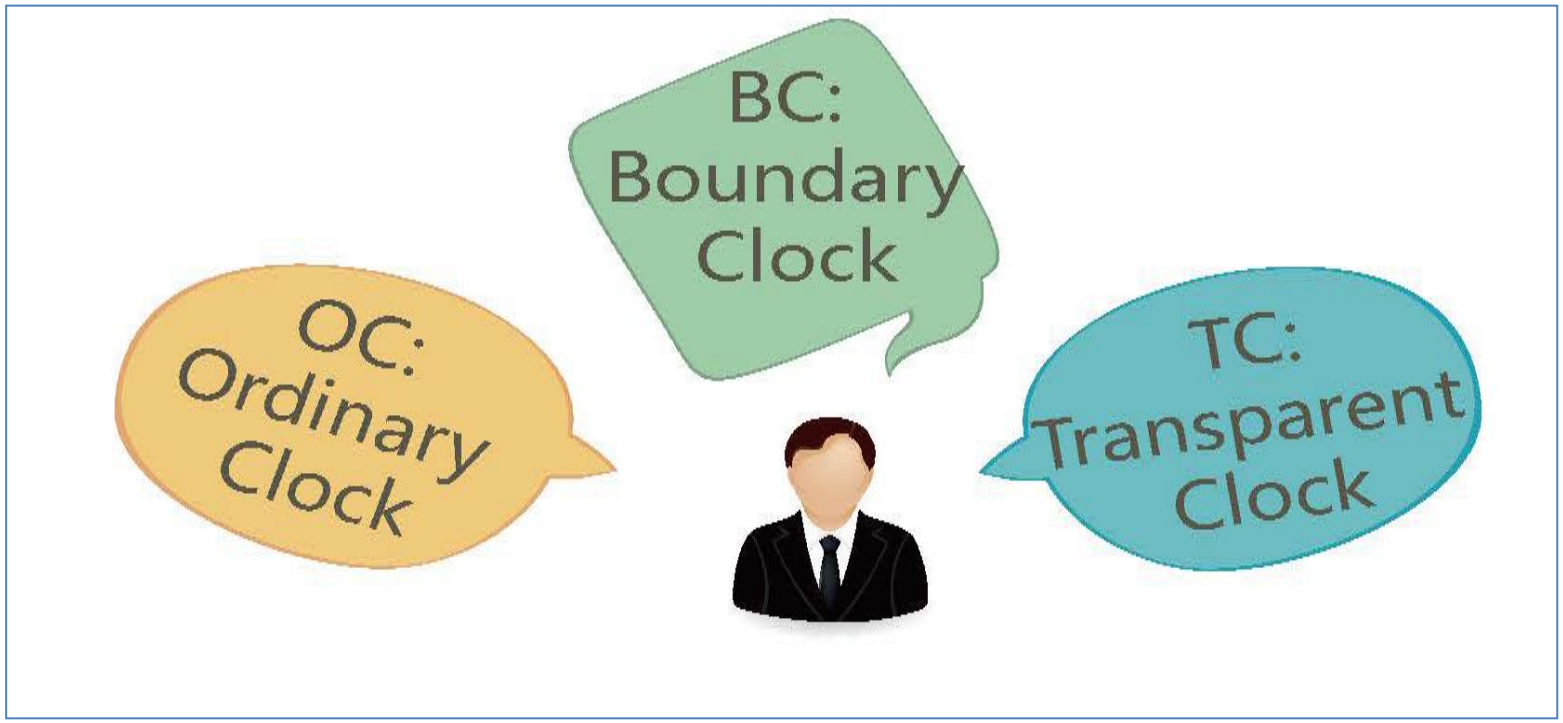
Sincronización de Red en capa física



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

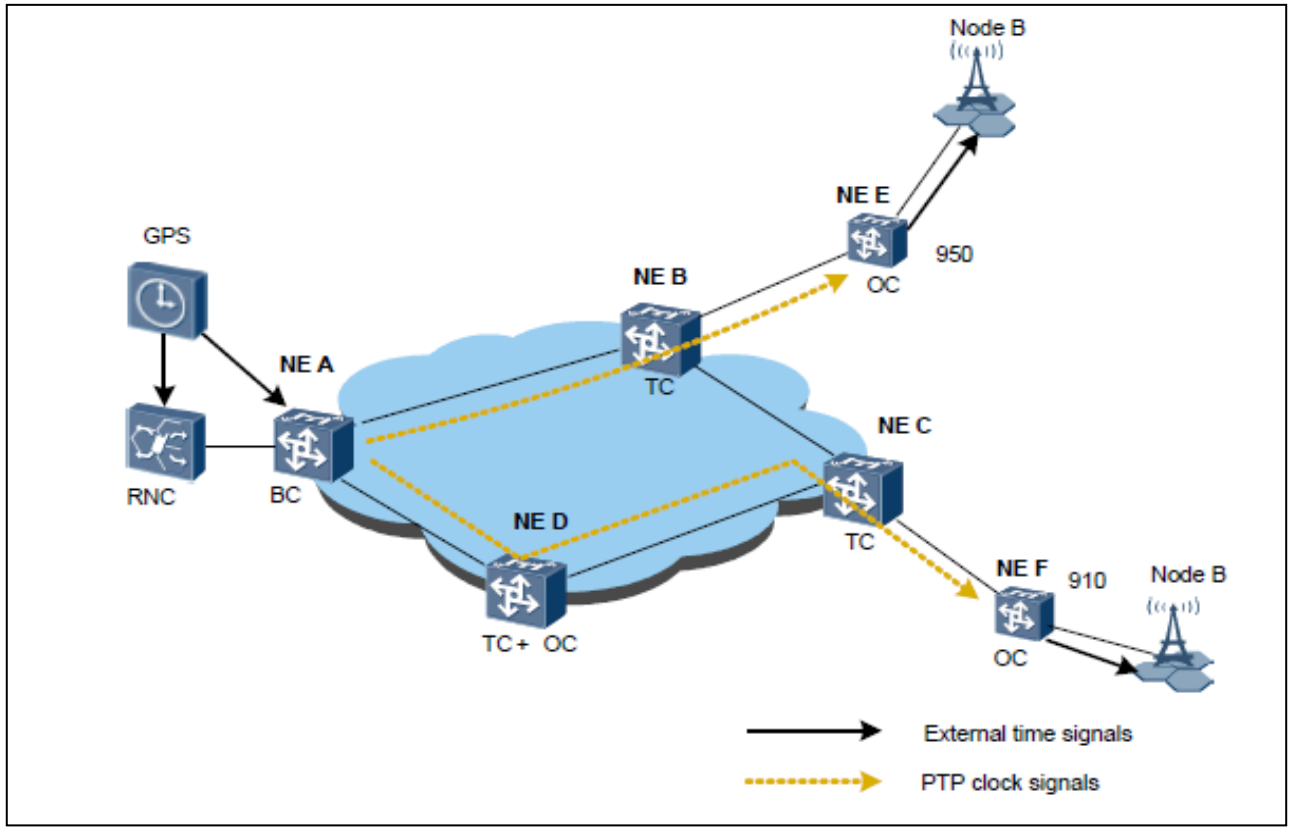
Sincronismo con IEEE 1588V2: módulos de Clock



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Protocolo IEEE 1588 V2 (típica aplicación del reloj PTP)

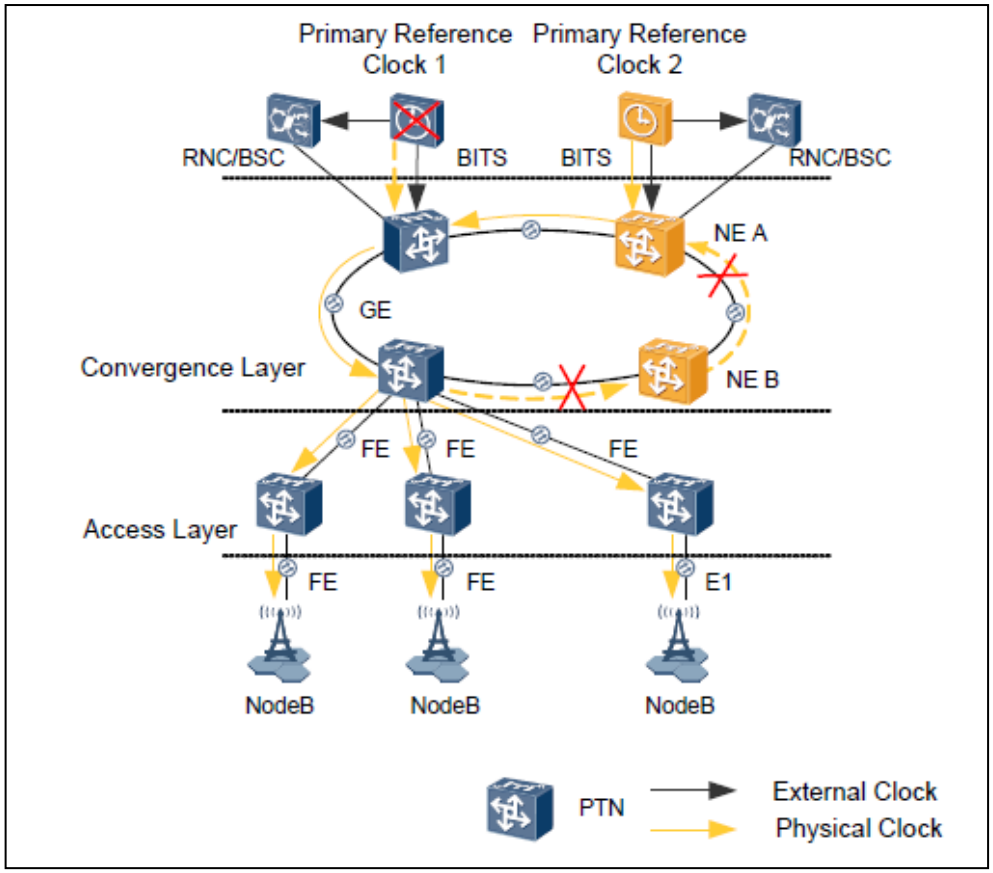


Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Sincronización Master - Slave

- **Clock working mode**



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

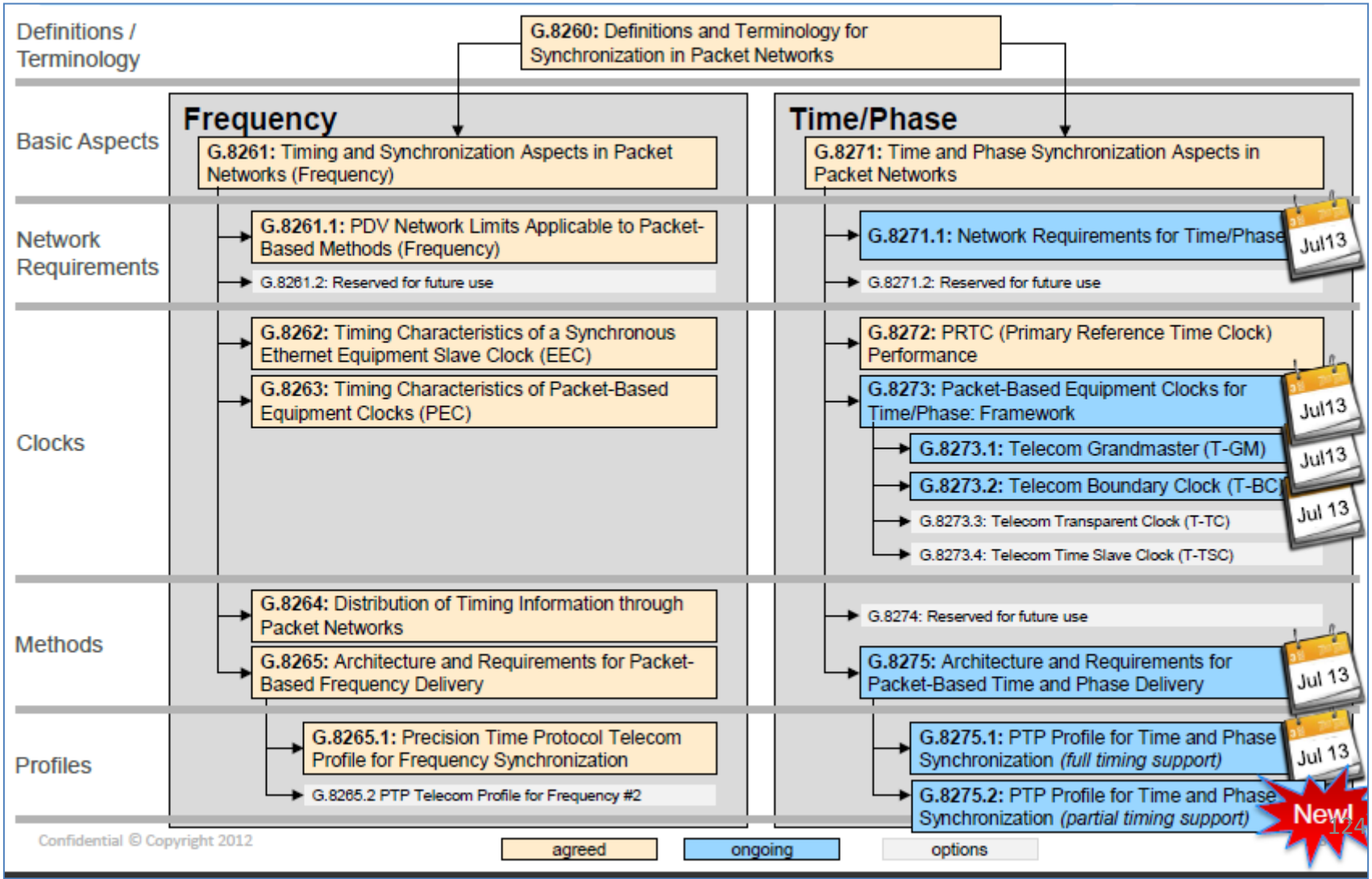
Tolerancias de los Sincronismo de Frecuencia y Fase

Aplicación	Sincronismo en Frecuencia Red/Aire	Sincronismo de Fase	Nota
GSM	16 ppb/50 ppb	NA	
WCDMA	16 ppb/50 ppb	NA	
LTE-FDD	16 ppb/50 ppb	NA	
LTE-TDD	16 ppb/50 ppb	1,5 us a +/- 5 us	Radio celda menor o mayor a 3 Km
LTE-MBMS	16 ppb/50 ppb	10 us	Diferencia de tiempo entre celdas
LTE-Advanced	16 ppb/50 ppb	1,5 a 5 us	Según tecnología

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Estructura de las Recomendaciones ITU-T para los relojes



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Protecciones en redes EoMPLS (L2 VPN)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Protección a nivel de Red

El nivel de **protección de red** incluye:

1. **Protección de Automatic Protection Switching de tunel MPLS (APS de MPLS Tunnel).**
2. **Protección de Automatic Protection Switching de Pseudowires (APS de PW).**
3. Protección Offload.
4. Protección Dual-homing.
5. Protección Label switching Path Fast reroute (LSP FRR).
6. Protección Linear Multiplex Section Protection (LMSP).
7. Protección Ethernet Link Aggregation Group (Ethernet LAG).
8. Protección Multilink-Point to Point Protocol (ML-PPP).
9. Protección Inverse Multiplexing ATM (IMA).
10. Protección Multispaning Tree Protocol (MSTP).

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Capacidades de protección

- **Network level protection**

Network Level	Protection Scheme
MPLS Tunnel	MPLS Tunnel 1+1 protection
	MPLS Tunnel 1:1 protection
	LSP RR protection
	LSP FRR protection
PW	1+1 protection
	1:1 protection
	PW redundancy protection
Ethernet link	Intra-board link aggregation group (LAG) protection and inter-board LAG protection
	Multiple spanning tree protocol (MSTP) protection
Channelized STM-1	1+1 LMSP
	1:1 LMSP
IMA group	IMA member protection
ML-PPP group	ML-PPP member protection

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Desarrollo de la OAM en redes con EoMPLS (PWE3)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Características generales: OAM igual que SDH

- La **solución PTN/ATN** ofrece **OAM & PS**, como si fuera **SDH,** para mejorar la capacidad de **alto mantenimiento** y reducir el **OPEX.**
- ➢ Debe ser un **extremo a otro** como en el **comportamiento SDH**.
- **Debe ser multi-capa,** como **SDH: RSOH, MSOH**, el comportamiento POH.
- Debe tener mecanismo de **indicación de defecto a distancia,** como **SDH RDI.**
- ➢ Los aspectos más destacados de la **OAM** con **PTN/ATN** de **extremo a extremo** se describen de la siguiente manera:
- **Hardware basado en función OAM**, todos la **Ingeniería OAM** se basan en **hardware**, la máquina de estados del protocolo y **trama de OAM** son procesados por el hardware.
- Cada **3.3ms** se inserta una trama **OAM por hardware**, el **Continuos Check** finaliza **en 10 ms,** esto asegura que el **Switch de Protección** que no **supere 50 ms**.
- **Multi-capa OAM**: **IEEE802.1ag CFM OAM Ethernet, IEEE802.3ah Ethernet OAM EFM, MPLS OAM conformes a la Recomendación UIT-T Y.1730/Y.1731 etc.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Funciones de OAM

Type	Function	Remark
MPLS Tunnel OAM	CV/FFD	See **5.1 MPLS Tunnel OAM**.
	Ping	
	Traceroute	
	Performance monitoring	
PW OAM	CV/FFD	See **5.2 PW OAM**.
	VCCV	
	Traceroute	
	Performance monitoring	
Ethernet service OAM	CC	See **5.3 Ethernet Service OAM**.
	LB	
	LT	
Ethernet port OAM	Connectivity and performance monitoring for physical Ethernet link	See **5.4 Ethernet Port OAM**.
ATM OAM	Fault management	See **5.5 ATM OAM**.
	ATM alarm transmitting	
BFD	Fault detecting	See **5.6 BFD**.
LPT	Fault detecting	See **5.7 LPT**.

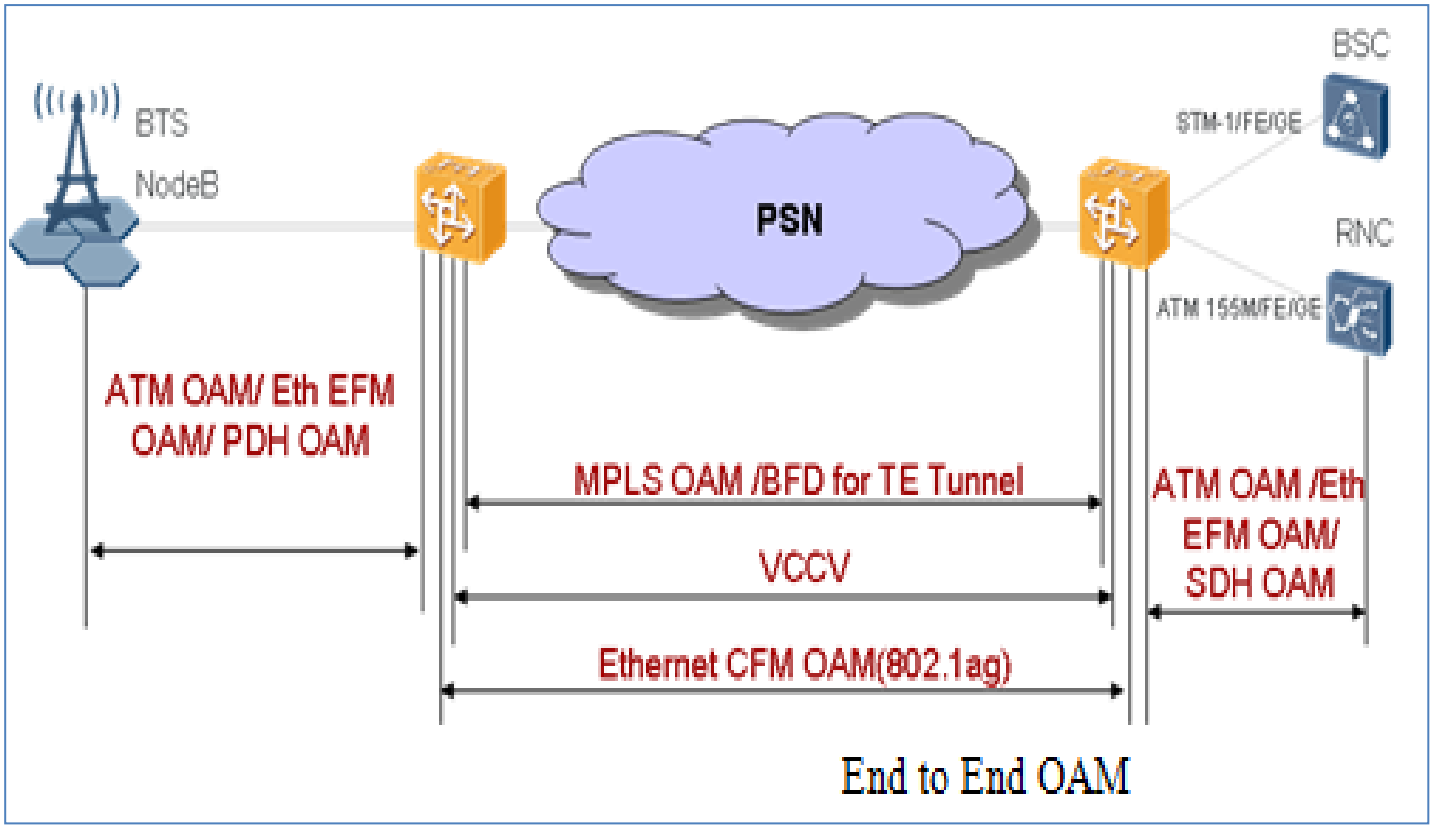
BFD: Bidirectional forwarding detection (BFD): Detecta fallas con baja carga de tráfico.

LTP: El Link State Pass Through (LPT): reporta falla extremo remote para conmutación.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Características generales: OAM igual que SDH



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

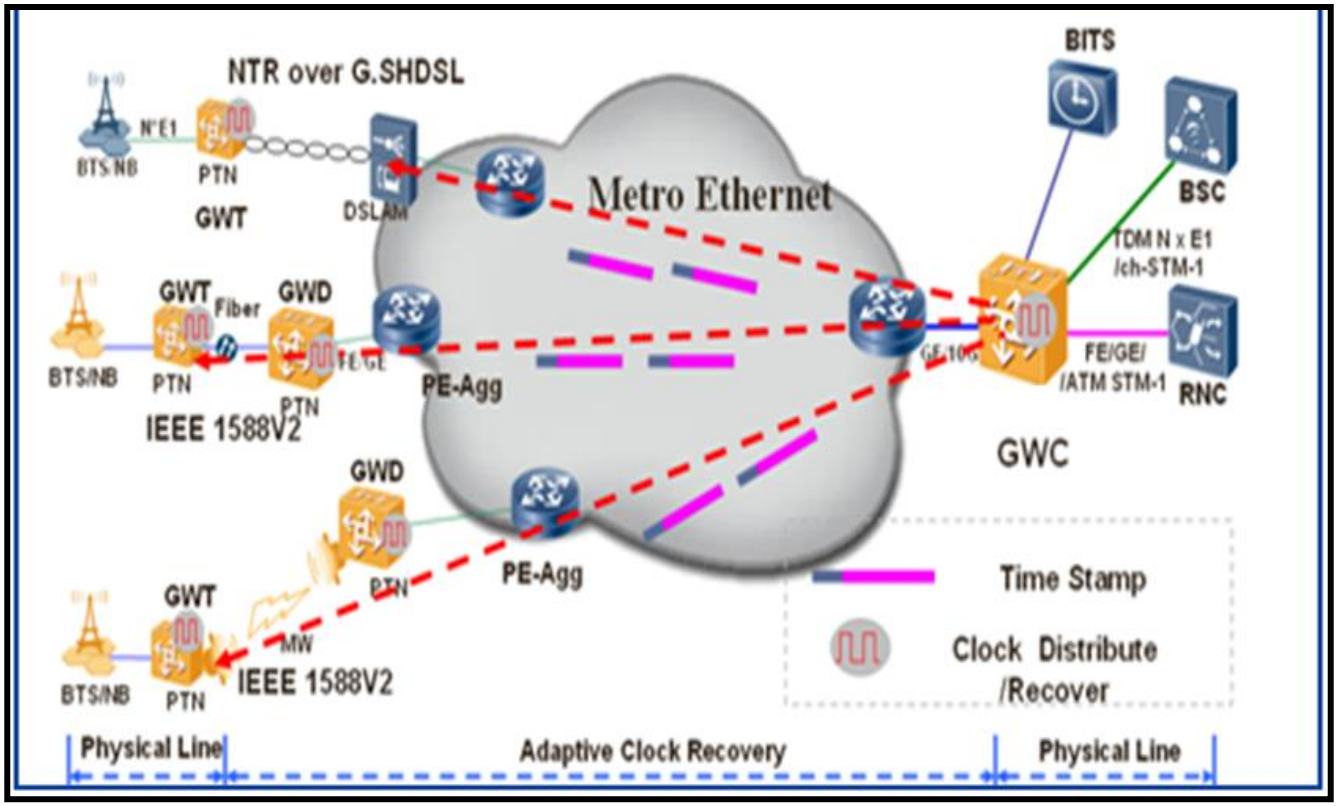
Junio 2020

Ejemplo de equipamientos empleados en las Telefónicas con la tecnología del IETF L2 VPN con PWE3s

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Solución para el Backhaul Movil



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

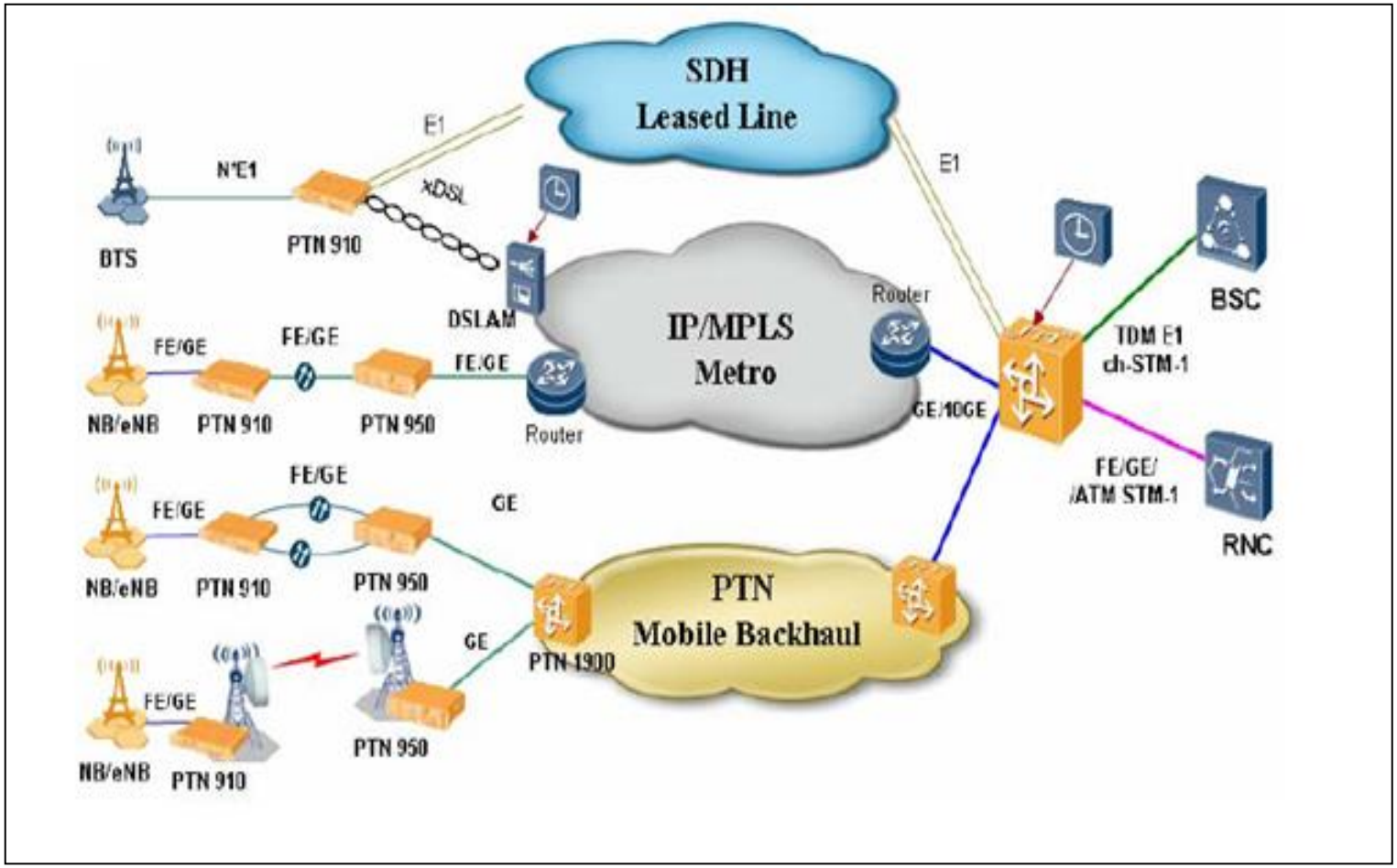
Junio 2020

Ejemplo de solución con Huawei PTN-910 y PTN 950

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Plataforma de transporte de paquetes OptiX PTN 910/950



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Caracteristicas de los PTN

- **<u>Multiplexación estadística basadas en Paquetes</u>:**

✓ La **multiplexación estadística** de las señales de clientes a nivel de **capa MAC,** puede **lograr iguales beneficios pero a menor costo** que la **capa IP.**

✓ De esta forma, la tecnología **PTN puede ahorrar gastos**, mientras que aseguran **características multiservicio** y posible expansión de red.

✓ El **sincronismo de los relojes** en el **PTN 910/950** se puede proveer de varias formas:

1. Empleo de reloj según **IEEE 1588v2**
2. Reloj de **Ethernet sincrónico**
3. Reloj de **Adaptive Clock Recovery (1588 ACR)**
4. Reloj de **Network Time Reference (NTR)**.

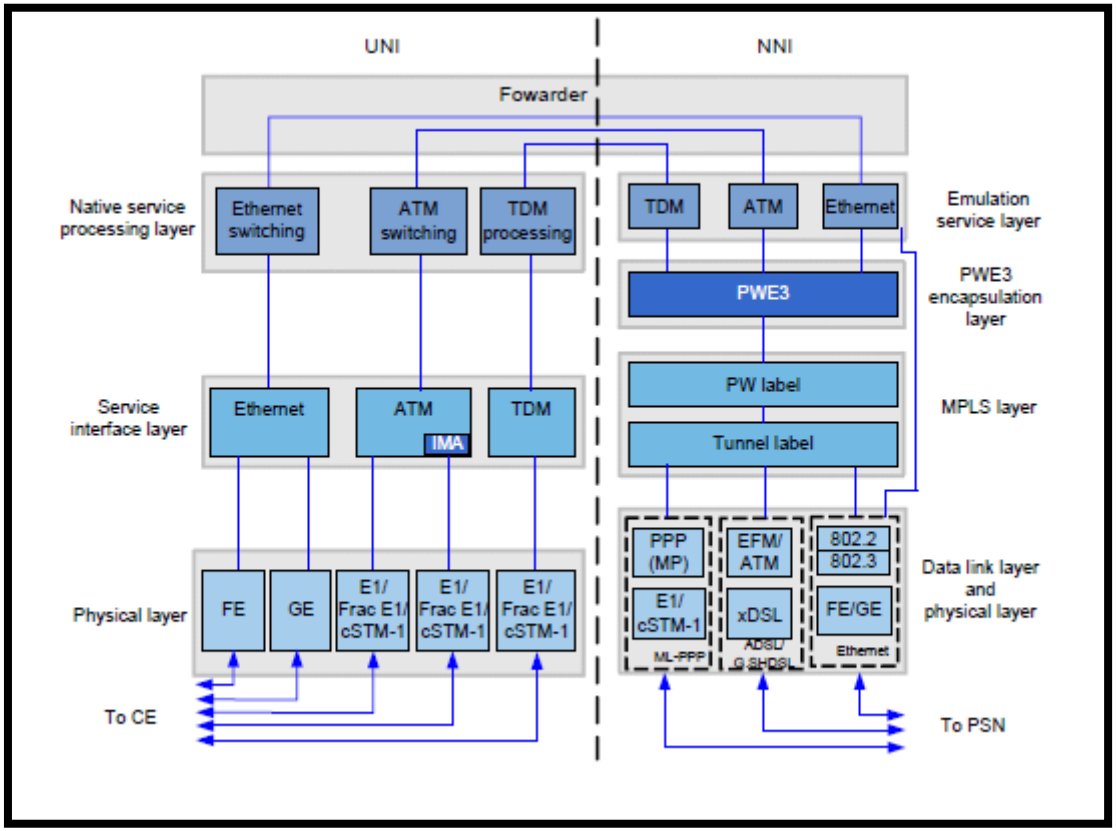
- Soporta también **conexión por microondas** para trasmitir el **reloj.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Modelo de servicios para los PTN 910/950

- Para procesar **servicios Ethernet , ATM** y de **Emulación CES para E1 y STM-1,** se adopta el **Modelo de Servicios de MPLS-basados en PWE3 para OptiX PTN 910/ 950**
- .



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Slots del OptiX PTN 910

- Las dimensiones de OptiX PTN 910 son 442 mm (ancho) x 220 mm (profundidad x 1 U (altura), 1U = 44.45 mm.
- The OptiX PTN 910 se puede instalar en:

✓ Gabinete ETSI (300 mm profundidad)
✓ Gabinete ETSI (600 mm profundidad)
✓ Gabinete de 19 inch (450 mm de profundidad)
✓ Gabinete de 19 inch (600 mm de profundidad)
✓ Rack abierto.
✓ Pared.
✓ Desktop

- **Vista de la ubicación de los slots del OptiX PTN 910.**

<table>
<tr><td rowspan="2">SLOT 5</td><td rowspan="2">SLOT 6</td><td>SLOT 3</td><td>SLOT 4</td></tr>
<tr><td colspan="2">SLOT 1 and SLOT 2</td></tr>
</table>

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

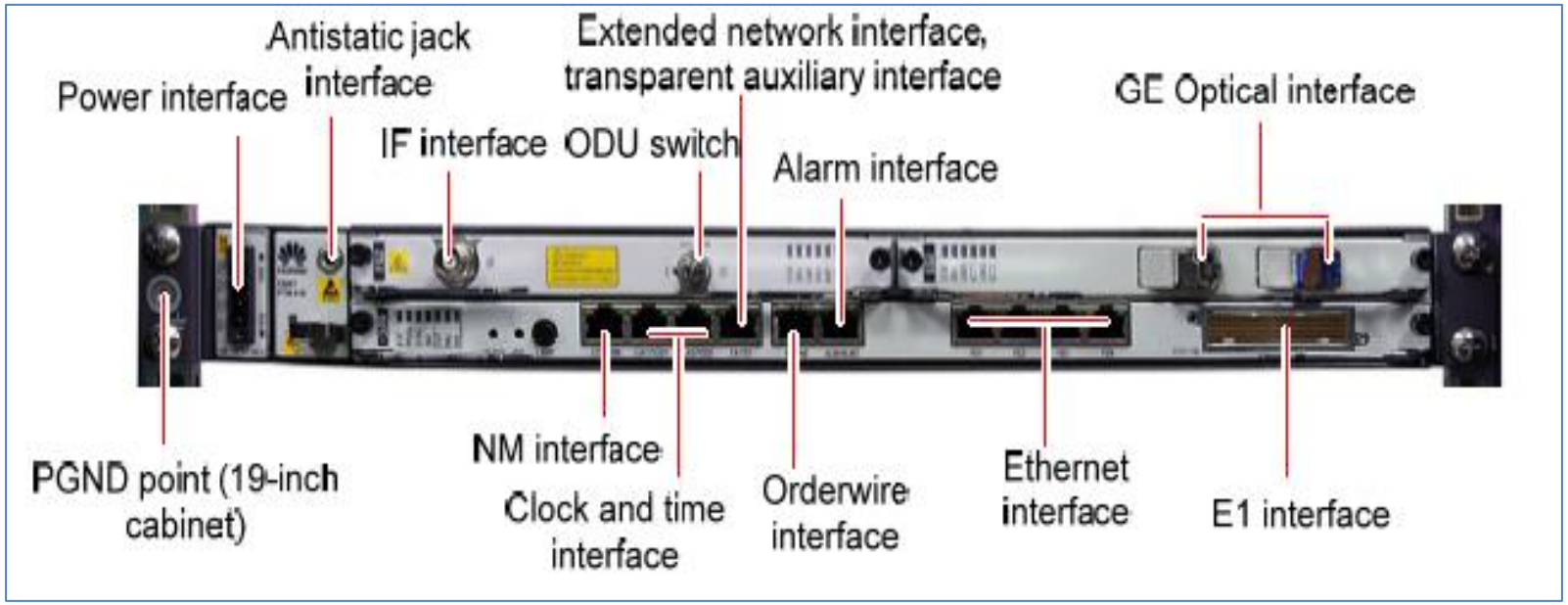
Descripción del OptiX PTN 910

Dimensiones (mm)	442 (Ancho) × 220 (Profundidad) × 1U (Altura)
Peso (kg)	Vacio: 1.97 Completo: 4.8

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Descripción del OptiX PTN 910



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Detalle de las placas del Optix PTN 910

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

PTN 910 - Relación de tarjetas

tarjetas	Descrición	Slots
CXPA/B	Controladora; Matriz de Cross-Conexión (6,5Gbit/s); Proc. Sincronismo; Interfaces Auxiliares; 4 x FE + 16 x E1.	slot1、slot2
CXPG/H	Controladora; Matriz de Cross-Conexión (6,5Gbit/s); Proc. Sincronismo; Interfaces Auxiliares; 4 x FE + 16 x E1 + 2 x GE.	slot1、slot2
EF8T	Tarjeta de servicio 8 x FE eléctrico	slot3、slot4
EF8F	Tarjeta de servicio 8 x FE óptico	slot3、slot4
EG2	Tarjeta de servicio 2 x GE	slot3、slot4
ML1	Tarjeta de servicio 16 x E1 (75 ohms)	slot3、slot4
ML1A	Tarjeta de servicio 16 x E1 (120 ohms)	slot3、slot4
ADS2A/ADS2B	Tarjeta de servicio 2 x ADSL	slot3、slot4
PIU	Tarjeta de entrada de la alimentación (-48VDC ó -60VDC)	slot5
FAN	Tarjeta Fan	slot6
CD1	Tarjeta de servicio 1 x canalizado STM-1 óptico	slot3、slot4

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Descripción de placas y slots válidos

Board Name	Board Description	Valid Slot
CXPA	System control, switching and timing board, with 4 x FE service interfaces and 16 x E1 interfaces (matching 75-ohm E1)	Slot 1 and slot 2
CXPB	System control, switching and timing board, with 4 x FE service interfaces and 16 x E1 interfaces (matching 120-ohm E1)	Slot 1 and slot 2
CXPG	System control, switching and timing board, with 4 x FE service interfaces, 2 x GE service interfaces, and 16 x E1 interfaces (matching 75-ohm E1)	Slot 1 and slot 2
CXPH	System control, switching and timing board, with 4 x FE service interfaces, 2 x GE service interfaces, and 16 x E1 interfaces (matching 120-ohm E1)	Slot 1 and slot 2
EF8T	8 x FE service interface board (electric interface)	Slot 3, slot 4
EF8F	8 x FE service interface board (optical interface)	Slot 3, slot 4
EG2	2 x GE service interface board	Slot 3, slot 4
ML1	16 x E1 service interface board (75 ohms)	Slot 3, slot 4
ML1A	16 x E1 service interface board (120 ohms)	Slot 3, slot 4

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Descripción de placas y slots válidos

Board Name	Board Description	Valid Slot
CD1	1 x channelized STM-1 service interface board	Slot 3, slot 4
ADS2A/ADS2B	2 x ADSL2+ interface board	Slot 3, slot 4
SHD4	4 x G.SHDSL interface board (supporting the ATM mode and EFM mode)	Slot 3, slot 4
SHD4I	4 x G.SHDSL interface board (supporting the IMA mode)	Slot 3, slot 4
PIU	Power board	Slot 5
FAN	Fan board	Slot 6

NOTE

- The CXPA and CXPB each house two slots. Slot 1 and slot 2 house one CXPA or CXPB.
- The CXPG and CXPH each house two slots. Slot 1 and slot 2 house one CXPG or CXPH.
- The second port of the CD1 can be used for only the LMSP protection.
- The ADS2A supports the Annex A mode. The ADS2B supports the Annex B mode.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Solución para el tráfico TDM/ATM

- Para el tráfico **TDM/ATM, PTN/ATN,** puede proveer una solución **Smart E1** en los sitios de **celdas**, también pueden proveer solución **Smart ch-STM-1/ATM, STM-1** en los **Hubs** sitios de **Agregación al Core.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

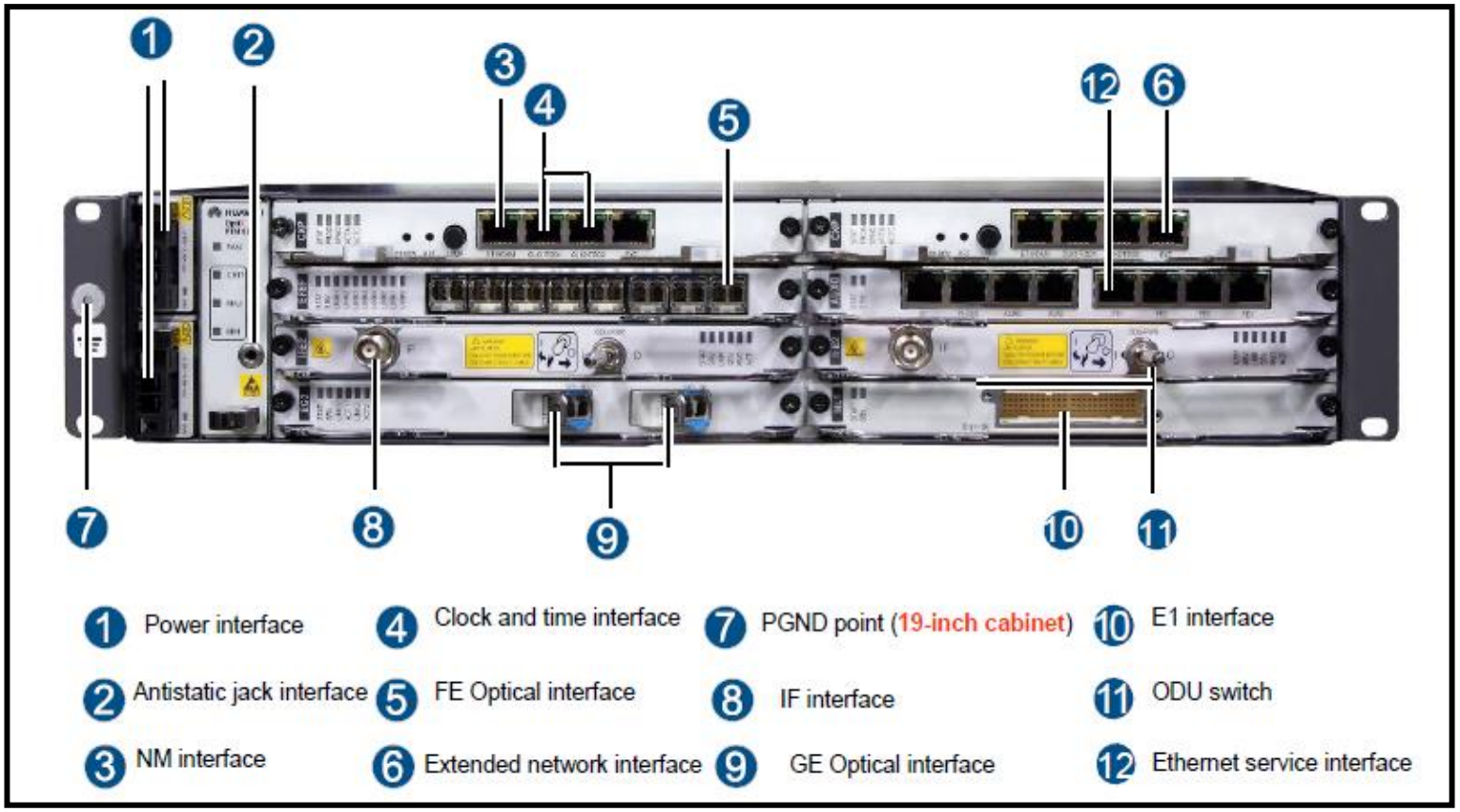
Junio 2020

PTN 950

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

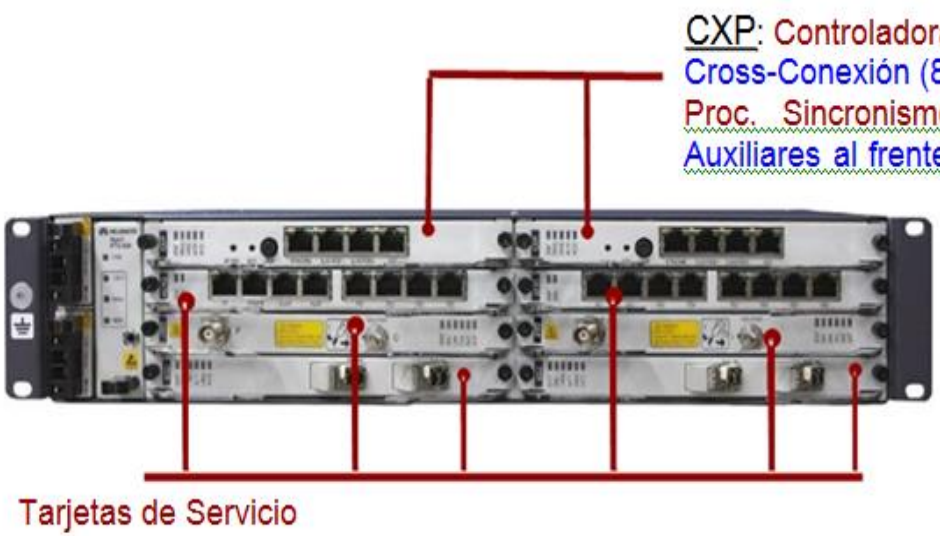
Esquema del frente del OptiX PTN 950



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Hardware del PTN 950



Dimensiones (mm)	442 (Ancho) × 220 (Profundidad) × 2U (Altura)
Peso (kg)	Vacio: 2.8 Completo: 8.42

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

PTN 950 - Ubicación de Slots

Slot 9	Slot 11	Slot 7	Slot 8
		Slot 5 (1Gbit/s)	Slot 6 (1Gbit/s)
Slot 10		Slot 3 (1Gbit/s)	Slot 4 (1Gbit/s)
		Slot 1 (2Gbit/s)	Slot 2 (2Gbit/s)

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

PTN 950 - Relación de tarjetas

Tarjetas	Descripción	Slots
CXP	Controladora, Matriz de Cross-Conexión (8Gbit/s), Proc. Sincronismo e Interfaces Auxiliares al frente.	slot7、slot8
AUXQ	Tarjeta de servicio 4 x FE eléctrico + Interfaces auxiliares al frente	slot1～slot6
EF8T	Tarjeta de servicio 8 x FE eléctrico	slot1～slot6
EF8F	Tarjeta de servicio 8 x FE óptico	slot1～slot6
EG2	Tarjeta de servicio 2 x GE	slot1～slot6
ML1	Tarjeta de servicio 16 x E1 (75 ohms)	slot1～slot6
ML1A	Tarjeta de servicio 16 x E1 (120 ohms)	slot1～slot6
ADS2A/ADS2B	Tarjeta de servicio 2 x ADSL	slot1～slot6
PIU	Tarjeta de entrada de la alimentación (-48VDC ó -60VDC)	slot9、slot10
FAN	Tarjeta Fan	slot11
CD1	Tarjeta de servicio 1 x canalizado STM-1 óptico	slot1～slot6

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Placas que componen al PTN 950

Board Name	Board Description	Valid Slot
CXP	System control, switching and timing board	Slot 7, slot 8
AUXQ	Auxiliary board, with 4 x FE service interfaces	Slots 1-6
EF8T	8 x FE service interface board (electric interface)	Slots 1-6
EF8F	8 x FE service interface board (optical interface)	Slots 1-6
EG2	2 x GE service interface board	Slots 1-6
ML1	16 x E1 service interface board (75 ohms)	Slots 1-6
ML1A	16 x E1 service interface board (120 ohms)	Slots 1-6
CD1	1 x channelized STM-1 service processing board	Slots 1-6
ADS2A/ADS2B	2 x ADSL2+ interface board	Slots 1-6
SHD4	4 x G.SHDSL interface board (supporting the ATM mode and EFM mode)	Slots 1-6
SHD4I	4 x G.SHDSL interface board (supporting the IMA mode)	Slots 1-6
PIU	Power board	Slot 9, slot 10
FAN	Fan board	Slot 11

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Características de la Serie ATN

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Caracteristicas de la serie ATN

- La **serie ATN** posee **equipos de Acceso Multiservicios** ubicado en el **borde de las Redes Metropolitanas.**
- La **serie ATN** y la serie de productos **CX600/NE,** se pueden utilizar, en conjunto, para construir **Redes Metropolitanas, de enrutamiento de extremo a extremo** para **servicios de convergencia fijo-móvil (FMC).**

- **Características**

  La serie ATN ofrece **acceso a Servicios Múltiples** a través transmisión **de Multimedia, Transporte de Reloj por cualquier medio y frecuencia de alta precisión y sincronización de hora (ToD).**

- Al cooperar con el **U2000**, la **serie ATN permite disminuir el Total Cost Owner (TCO**) para la **red de manera integrada** y aumenta la **eficiencia de implementación** así como el **servicio de operación y mantenimiento (O&M).**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

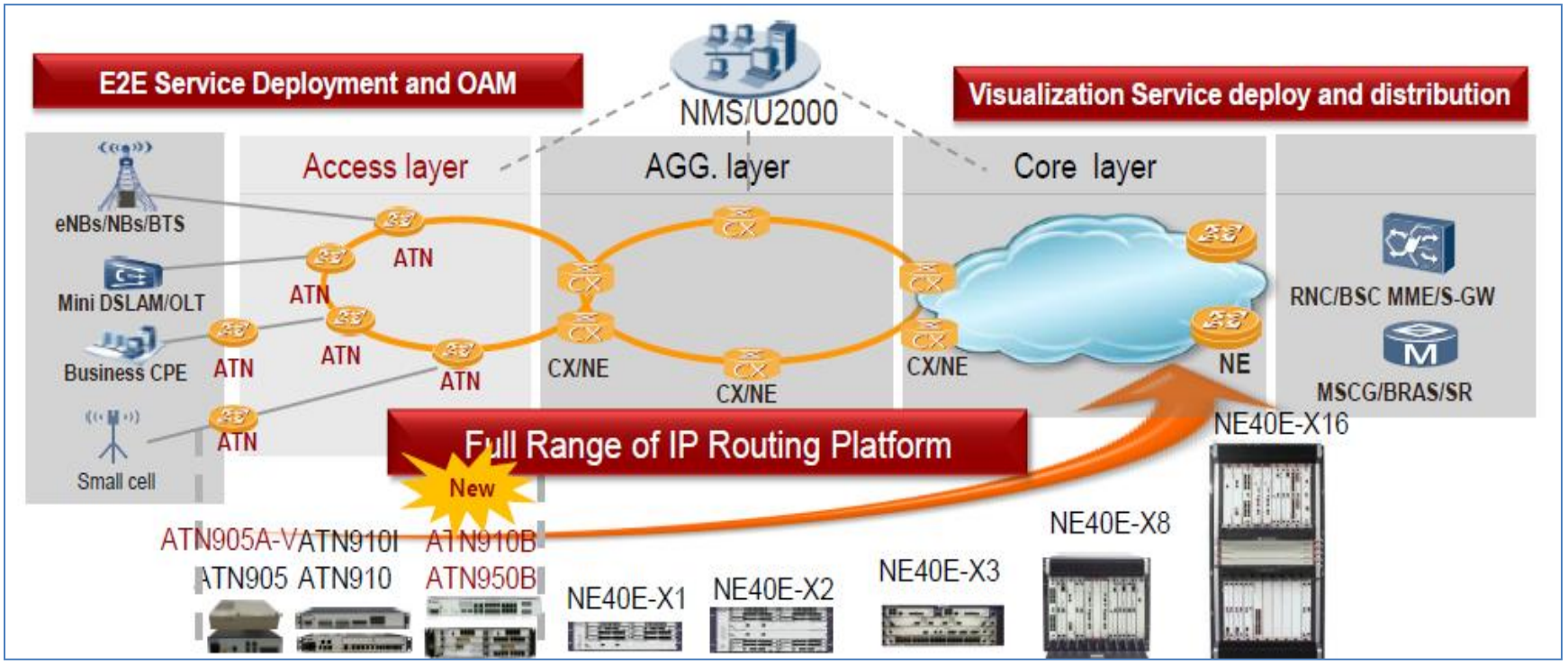
Junio 2020

Equipos ATN 910i y ATN 950B

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Solución IP RAN, Single Backhaul E2E 2G/3G/LTE/FMC



- Huawei ofrece **E2E** solución única para backhaul **2G/3G/LTE y FMC**.

✓ **Small cell backhaul** para la **cobertura LTE**; soluciones **Ethernet Demarcations Devices (EDD)** para **Leased Lines**.

✓ Todas la **tecnologías de interconexión están disponibles** incluyendo **IP/Ethernet nativo y VPN L2/L3.**

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Overview del host ATN910i AC/DC

GE1-GE4	GE/FE(O)1—4	GE/FE(E)1-4	E1,1-16	ETH OAM	CLK &TOD	Alarm I/O
SFP GE service interface	SFP GE/FE Service interface	GE/FE Electric Service interface	Anea 96， E1 interface,75Ω / 120Ω	FE, NM port or NM serial port	External time/clock I/O interface	Alarm I/O interface

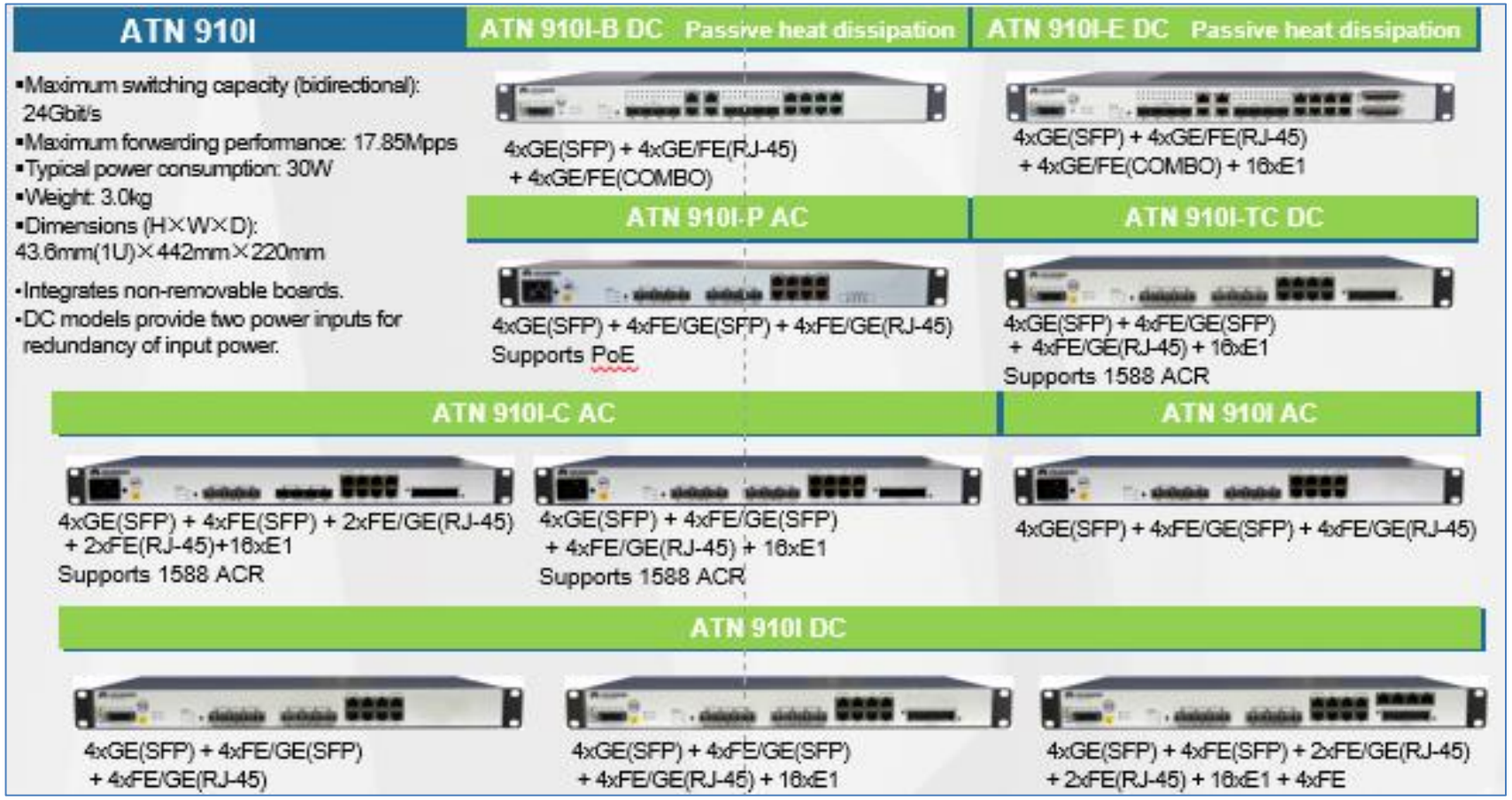
Name	Power type	Service interface description	T:-20-60° C	T:-40-65° C	1588 ACR	1588v2
ATN 910I AC	AC	4GE(O)+4GE/FE(O)+4GE/FE(E)	√			√
ATN 910I DC	DC	4GE(O)+4GE/FE(O)+4GE/FE(E)	√			√
	DC	4GE(O)+4GE/FE(O)+4GE/FE(E)+16E1	√			√
	DC	4GE(O)+4GE/FE(O)+4GE/FE(E)+16E1+4FE(E, Built-in)	√			√
ATN 910I-C AC	AC	4GE(O)+4GE/FE(O)+4GE/FE(E)+16E1	√		√	√
ATN 910I-TC DC	DC	4GE(O)+4GE/FE(O)+4GE/FE(E)+16E1		√	√	√

- **High Agility:** Multi-type interface, Temperature Harden, Support AC or DC;
- **Energy-Saving:** Typical power consumption is only 40W;
- Switch capacity:12G, Hardware NQA, Support Dying Gasp.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

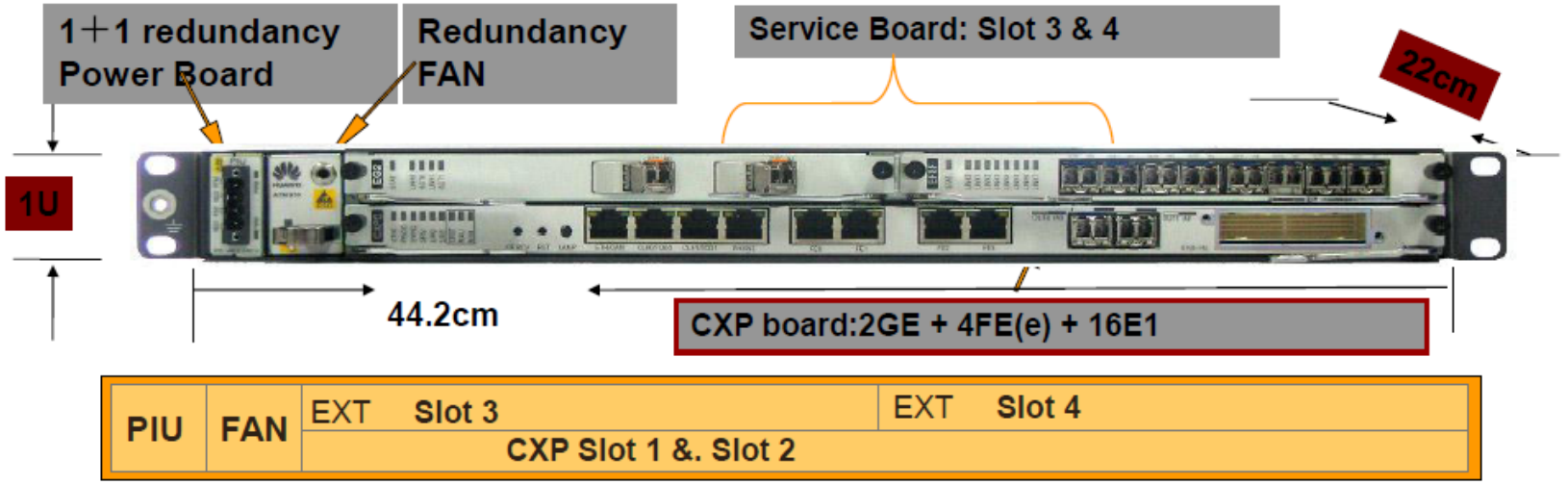
ATN 910i: placas



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Router ATN910 con bajo consumo para Acceso Multiservicio



- **Main control borad:**
  - ✓ CXPG/H:2GE+4FE(e)+16E1
- **2 Service slots:**
  - ✓ 16/32* E1(IMA/TDM/MLPPP)
  - ✓ 8* FE (O&E), 2/4 * GE
- **Low Power:**
  - ✓<50W: 2GE(O)+4FE(E)+16E1
  - ✓<60W: 2GE(O)+4FE(E)+4FE(O)+16E1
- **Max interface capability:**
  - ✓ 10*GE/ 20*FE / 80*E1

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Características Técnicas de ATN 910i y ATN 950B

Properties	ATN 910	ATN 950
Capacity	Switch capacity:13Gbps Forwarding capacity:9.75Mpps	Switch capacity:16Gbps Forwarding capacity:12Mpps
Slots	1 for CXP and 2 for interface boards	2 for CXP and 6 for interface boards
Dimension (W×D×H)	442mm×220mm×44.45mm	442mm×220mm×88.9mm
Height (U)	1U	2U
Typical Power consumption	50W	95W
Weight	4.8kg	8.42kg
Interface type	GE/FE,Smart E1,T1 ,xDSL	
L2 feature	• Support IEEE802.1q, IEEE802.1p, IEEE 802.3ad IEEE 802.1ab; • Support STP/RSTP/MSTP,RRPP,and VLAN Switch	
L3 feature	• Support OSPFv2,RIPv2,and IS-IS,BGPv4,static routing protocols • Support dynamic ARP and static ARP table entries • Support VLAN IF interface	
MPLS feature	• Support LDP,RSVP-TE • Support L2VPN(VPLS/H-VPLS/VLL) • Support MPLS/BGP L3VPN • Support MPLS-TP OAM	
QoS	• Support HQoS	
Network Reliability	• Support GR • Support LSP1:1,PW Redundancy,IP/LDP FRR,TE FRR,VPN FRR	
Clock	Support 1588v2,1588 ACR,E1/T1 Line Clock,synchronous Ethernet clock	
Temperature	-20° C to +60° C	
Humidity	Long term: 5% RH to 85% RH, non-condensing Short term: 0% RH to 95% RH, non-condensing	

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

ATN 950B

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Router ATN 950B con bajo consumo para Acceso Multiservicio

VRP inside Power Model

10	Slot 11	CXP	Slot 7	CXP	Slot 8
		EXT	Slot 5	EXT	Slot 6
9	FAN	EXT	Slot 3	EXT	Slot 4
		EXT	Slot 1	EXT	Slot 2

- **Fully the front panel outlet design: Easy to install & maintain**
- **Meet 300 deep standard Cabinets:**

442mm(W)×220mm(D)×2U(H,1U=44.45mm)

- **Main control borad:**
  - ✓CXP: 1+1 redundancy, Power 1+1 Redundancy, Muti-FAN Redundancy
- **6 Service slots:**
  - ✓ 16/32* E1(IMA/TDM/MLPPP) Per card
  - ✓ 8* FE (O&E), 2/4 * GE per card
- **Low Power Router:**
  - ✓<105W: 4GE(O)+8FE+16E1
  - ✓<90W: 4GE(O)+8FE
- **Max interface capability:**
  - ✓ 24*GE, 48*FE, 192*E1

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

ATN950B: Placas

ATN 950B

- Maximum switching capacity (bidirectional): 112Gbit/s
- Maximum forwarding performance: 83.33Mpps
- Typical power consumption: 130W
- Empty chassis weight: 2.8kg
- Dimensions (H×W×D): 87.2mm(2U)×442mm×220mm

- Supports two power boards for redundancy.
- Supports two control boards for redundancy.
- The fan board provides six fans to ensure proper heat dissipation even if one fan fails.
- Six slots can be flexibly configured with service boards.

Control board

FE/GE Ethernet interface board

10GE Ethernet interface board

E1 interface board

STM-1 interface board

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Descripción del NE 40-X3

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

NetEngine 40E-X3: caracteristicas

- El **NetEngine 40E-X3** un **router de Core en extremo usado en Backbone IP, redes Metroethernet y** otras redes **WAN IP.**

✓ **Switching Capacity**: 1.08Tbps

✓ **Forwarding Throughput**: 300Mpps

✓ **Slots**: **5 slots** de los cuales 2 son para MPU y 3 son para **LPUs**

✓ **Interfaces Soportadas:** E1/T1, E3/T3, FE/GE, 10GE, 100GBE, STM- 1/4/16/64, ATM , etc.

✓ **Reliability:** VPN/VLL FRR, Ethernet OAM, **PW redundancy**, E-APS**, BFD, NSR, GR/NSF, ISSU. Value-added Services:** NAT, GRE, IPSec, BRAS , etc.

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

NetEngine 40E-X3: caracteristicas

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

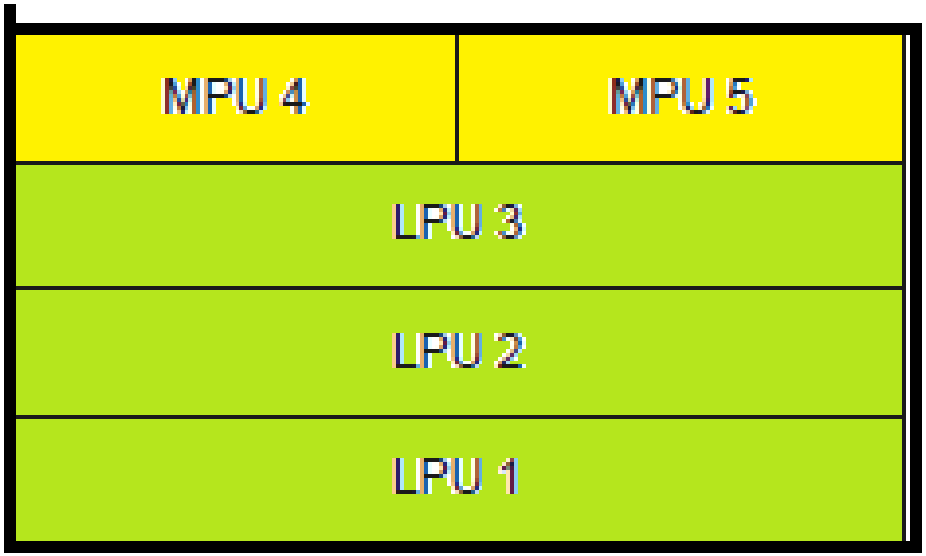
Quidway® NE40E-X3: certificado por el MEF

- Height: 4U
- Backplane capacity: 1.35 Tbps, 80G/Slot
- Switching capacity: 1.08 Tbps
- 1:1 redundancy of the MPU/SRU
- Redundant Power Supply

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Slot Layout on the NE40E-X3



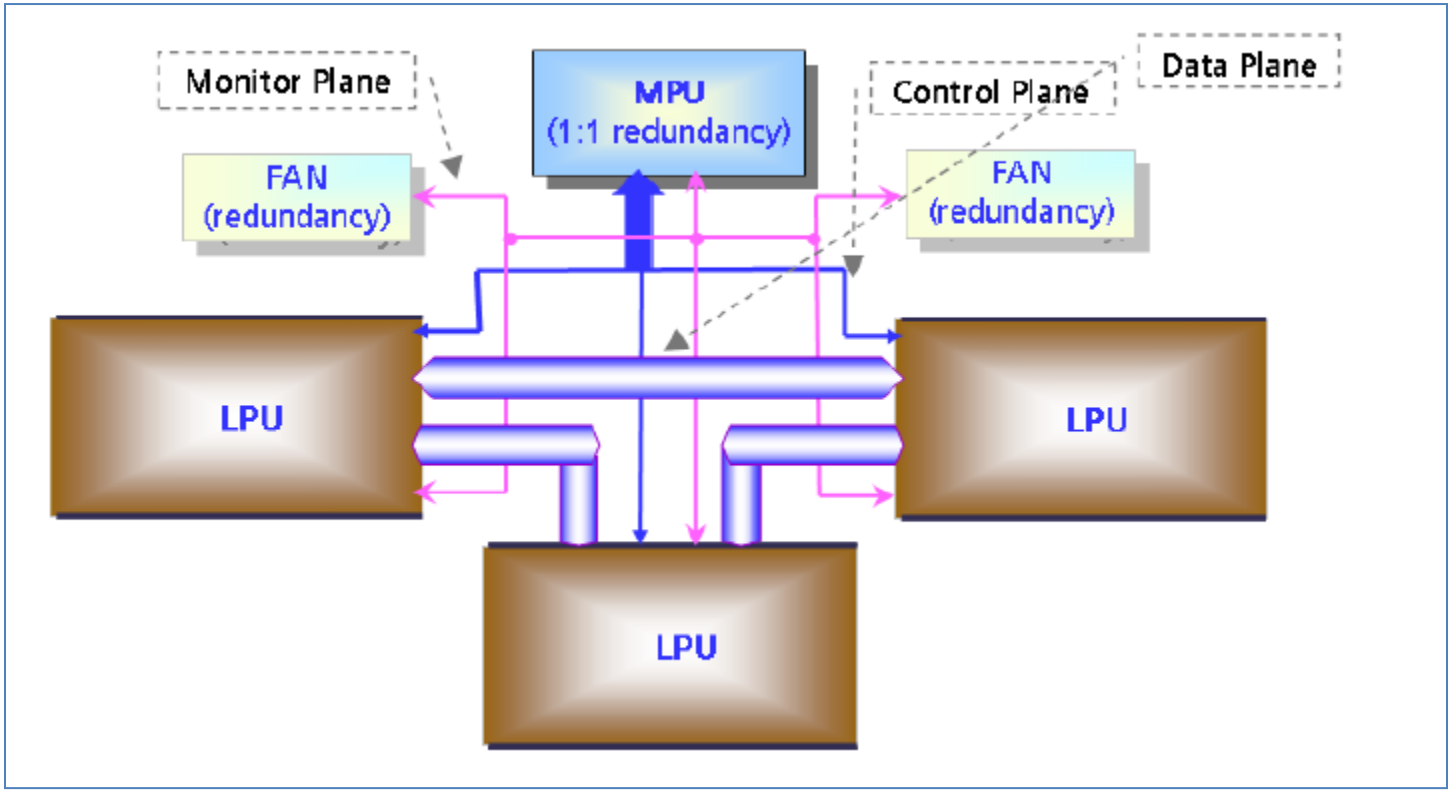
Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Estructura del NE40E-X3

Full mesh entre los **tres LPUs** a través de un **backplane pasivo de alta velocidad**.

1. **Hasta 200 G/slot, 100G interface line-speed forwarding;**
2. **Buses de datos separados, bus de control y bus de monitoreo.**
3. **Diseño redundante** para todos los **componentes, ningún punto único de fallas.**



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Especificaciones técnicas

Switching Capacity	1.08 Tbit/s
Forwarding Performance	360 Mpps
Number of Slots	5 slots (for 3 LPUs and 2 MPUs)
Dimensions (W x D x H)	442 mm x 650 mm x 175 mm (DC, 4U);
Power Consumption (in full configuration)	920W (DC)
Weight (in full configuration)	42 kg (DC)
Interface Types	100 GE/40 GE 10 GE- LAN/WAN GE/FE OC-192c/STM-64c POS OC-48c/STM-16c POS OC-12c/STM-4c POS OC-3c/STM-1cPOS Channelized OC-3/STM-1 Channelized STM-4 OC-3c/STM-1c ATM OC-12c/STM-4c ATM E3/T3 CE1/CT1
IPv4	Support for static routing as well as dynamic routing protocols, such as RIP, OSPF, IS-IS, and BGP-4 Line rate forwarding on all interfaces in complex routing environments, for example, when route flapping occurs
IPv6	Various IPv4-to-IPv6 transition technologies: manual tunnel, automatic tunnel, 6to4 tunnel, GRE tunnel, and ISATAP tunnel IPv4 over IPv6 tunnel and IPv6 Provider Edge (6PE) IPv6 static routes and dynamic routing protocols, such as BGP4+, RIPng, OSPFv3, and IS-ISv6 IPv6 neighbor discovery, PMTU discovery, TCP6, ping IPv6, tracert IPv6, socket IPv6, static IPv6 DNS, IPv6 DNS server, TFTP IPv6 client, and IPv6 policy-based routing Internet Control Message Protocol Version 6 (ICMPv6), Management Information Base (MIB), User Datagram Protocol Version 6 (UDP6) MIB, TCP6 MIB, and IPv6 MIB L2NAT, NAT444, DS-Lite, and NAT64
MPLS	MPLS TE and MPLS/BGP VPN, in compliance with RFC 2547 Inter-AS VPN Option A/B/C Integration with Internet services Martini and Kompella MPLS L2VPN L2VPN techniques, such as VPLS and VLL IP interworking over heterogeneous media Multicast VPN MPLS-TP, EVPN, Remote LFA

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Especificaciones técnicas

Layer 2 Features	IEEE 802.1Q, IEEE802.1ad, IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, and IEEE 802.1s VLAN aggregation (super VLAN) Filtering list based on MAC addresses and ports 1483B
Reliability	IP/LDP/VPN/TE/VLL FRR Protection mechanisms such as IP/TE auto rerouting, IGP/BGP/multicast route convergence, VRRP, RRPP, IP-Trunk load balancing and backup, BFD, MPLS/Ethernet OAM, Y.1731, and routing protocol/port/VLAN damping PW redundancy, E-Trunk, E-APS, and E-STP In-service patching for smooth software upgrade Passive backplane design Redundancy backup for key components, such as route processing modules, SFUs, and power modules to guard against single points of failure Switching between components that hot-back up each other GR, NSF, NSR, and ISSU Hot swap of all components

QoS	Well-designed HQoS and advanced scheduling and congestion avoidance technologies on each LPU Accurate traffic policing and traffic shaping Complex rule definition and fine-grained flow identification MPLS H-QoS, ensuring QoS for MPLS VPN, VLL, and PWE3 services BCT that combines MPLS TE and the DiffServ model TE-tunnel-oriented QoS
OAM	Y.1731, IP FPM, RFC 2544, MPLS OAM, 802.1ag, and 802.3ah, OPS
Multicast	IGMPv1, IGMPv2, and IGMPv3 Multicast routing protocols, including PIM-DM, PIM-SM, PIM-SSM, Multicast Source Discovery Protocol (MSDP), and Multiprotocol BGP (MBGP) Static multicast Multicast CAC Interoperability between multicast protocols Processing of multicast policies based on multicast routing protocols and multicast forwarding Multicast QoS and multicast replication for IPoE access users Two-level multicast replication on the SFUs and LPUs to optimize the multicast effect
Security	ACL-based packet filtering URPF GTSM DHCP snooping ARP attack defense and DoS attack defense MAC address limit and MAC-IP binding Secure Shell (SSH) and SSH version 2 (SSH v2) BGP-Flowspec

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

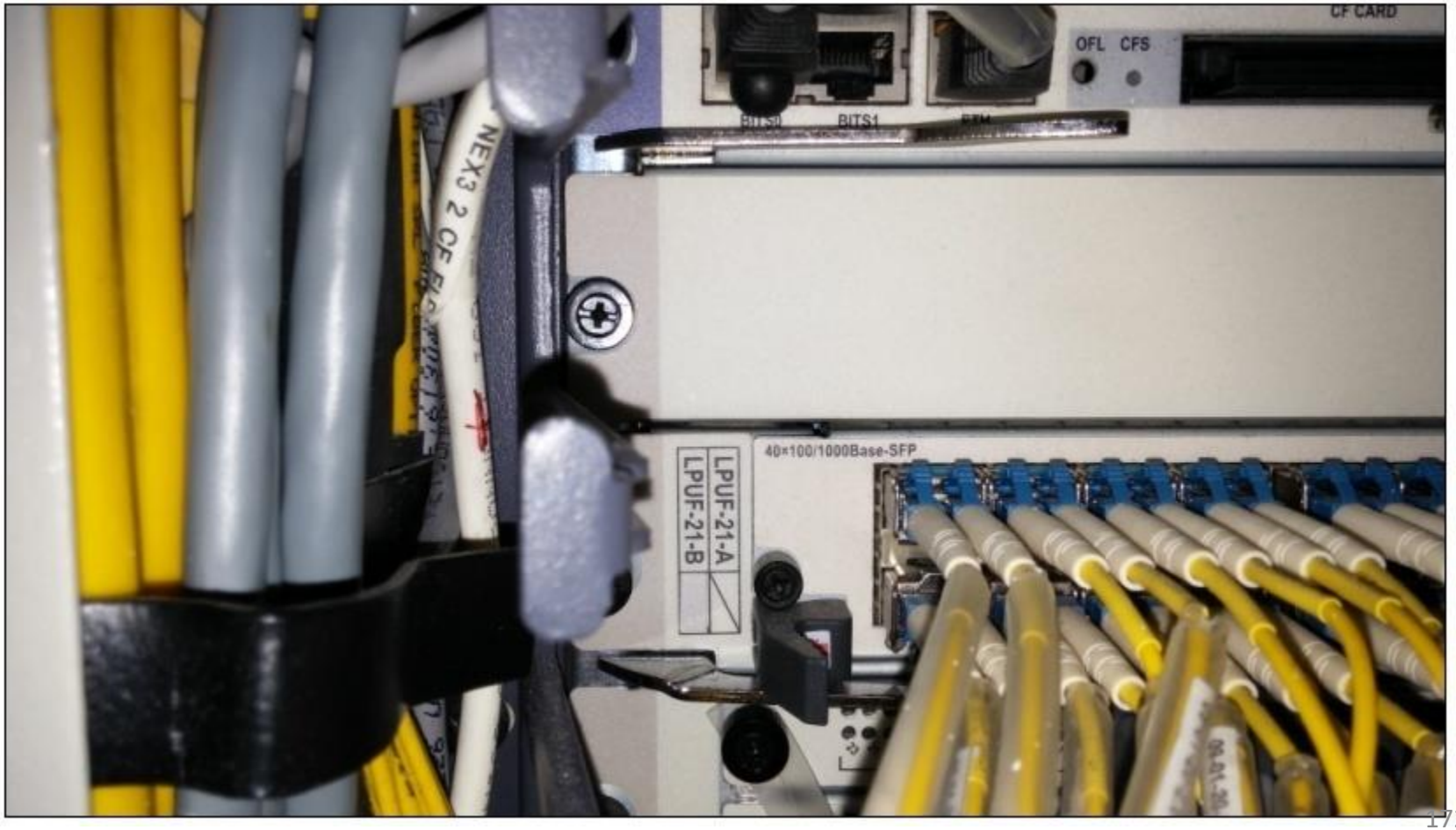
Junio 2020

Foto del frente del NE40E-X3

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Foto del frente del NE40E-X3



Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Foto del frente del NE40E-X3

Ing. Eduardo Sposato
Ing. Claudio Saez

Junio 2020

Foto del frente del NE40E-X3