

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITUALCIÓN ESPECIAL

TEMA:

“INTERCONEXIÓN DE DOS REGIONES DE UNA RED MOVIL Y EL CORE IP DE UNA OPERADORA DE SERVICIOS MOVILES EN EL ECUADOR”

PAUL ANDRES GUERRA MONTERO

Quito – 2017

AUTORÍA

Yo, Paúl Andrés Guerra Montero, portador de la cédula de ciudadanía No. 1715595235, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

PAUL ANDRES GUERRA MONTERO

INDICE DE CONTENIDO

AUTORÍA	II
1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Antecedentes.....	4
4. Objetivos	7
Objetivo General:.....	7
Objetivos Específicos:	7
5. Desarrollo Caso de Estudio	9
5.1. Modelos de Interconexión para AS	9
5.1.1. Modelo de Interconexión A: VRF-TO-VRF	9
5.1.2. Modelo de Interconexión B: MP-eBGP para intercambio de VPN-IPv4	11
5.1.3. Modelo de Interconexión C: Multihop MP-eBGP entre RRs	12
5.2. Interconexión de dos Regiones de Acceso de una Red Móvil y el Core IP de una operadora de servicios móviles en el Ecuador	14
5.2.1. Analizar los modelos que permitan establecer conexiones o servicios extremo a extremo entre las distintas regiones de una red móvil.	17
5.2.2. Determinar el mejor modelo de interconexión que permita tener una red con gran nivel de confiabilidad y escalabilidad.	21
5.7.3. Definir un diseño que permita la convergencia de distintos protocolos y tipos de tráfico en una misma infraestructura.	25
5.7.3.1. Diseño IGP	26
5.7.3.2. Diseño BGP	27
5.7.3.2.1. BGP en el Core	28
5.7.3.2.2. BGP en el dominio de cada región	29
5.7.3.2.3. Parámetros BGP	29
5.7.3.3. Diseño de Servicios Inter-AS	32
5.7.3.3.1. Servicios de Capa 2 (L2)	33
5.7.3.3.2. Servicios de Capa 3 (L3)	35

5.7.4. Determinar la topología física y lógica que permitan realizar la migración hacia una red multiservicios.....	37
5.7.4.1. Configuraciones de Equipos	45
6. Conclusiones	46
7. Recomendaciones.....	48
8. Bibliografía	49
9. ANEXOS	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Topología de una red de servicios móviles	6
Figura 5.1. Esquema de conexión con el modelo A	10
Figura 5.2. Esquema de conexión con el modelo B	11
Figura 5.3. Esquema de conexión con el modelo C	13
Figura 5.4. Arquitectura de Red	17
Figura 5.5. Señalización servicio L2 Inter-AS	34
Figura 5.6. Señalización servicio L3 Inter-AS	36
Figura 5.7. Diagrama de conexión Central 1 R1	38
Figura 5.8. Diagrama de conexión Central 2 R1	39
Figura 5.9. Diagrama de conexión Central 1 R2	40
Figura 5.10. Diagrama de conexión Central 2 R2	41
Figura 5.11. Esquema Lógico Inter-AS Modelo C	42
Figura 5.12. Direccionamiento Inter-AS Modelo C	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 5.1. Resumen de equipos del HIGH RAN por cada central.....	15
Tabla 5.2. Pros y Contras del Modelo de Interconexión A	18
Tabla 5.3. Pros y Contras del Modelo de Interconexión B	19
Tabla 5.4. Pros y Contras del Modelo de Interconexión C	20
Tabla 5.5. Comparativa entre modelos de Interconexión	22
Tabla 5.6. Comparativa Inter-AS Modelo C vs Seamless MPLS.....	25
Tabla 5.7. Resumen de conexiones en equipos High RAN y Core IP	37
Tabla 5.8. Direcciones IP de sistema de los equipos que intervienen en la conexión	43
Tabla 5.9. Direccionamiento Network de la Interconexión	43

1. Introducción

El presente trabajo muestra el proceso a seguir para realizar la interconexión de dos regiones de una red multiservicios y el Core IP de una operadora móvil. El fin principal para realizar esta interconexión es permitirle al operador migrar de una red exclusiva para servicios móviles a una red multiservicios la cual le permitirá ofrecer servicios de extremo a extremo (end to end – E2E) entre distintas regiones.

Para este caso de estudio, se ha tomado como referencia el modelo de red que utilizan los proveedores de servicios móviles en el Ecuador, el cual generalmente está formado por dos regiones de acceso, una red de backhaul y un Core IP. Bajo esta arquitectura de red cada región opera de manera independiente por lo que no están conectadas entre sí, esto les ha permitido a los operadores entre otras cosas configurar el mismo sistema autónomo, área y Protocolo de Pasarela Interno (IGP) en las dos regiones por lo que la interconexión entre estas se realiza obligatoriamente a través del Core IP. De igual manera, el Core IP es una red independiente la cual también cuenta con su propio sistema autónomo, área e IGP.

El modelo de red de backhaul de un operador de servicios móviles consta de tres niveles: HIGH RAN, MID RAN y LOW RAN, los cuales son los encargados de agregar, distribuir y concentrar el tráfico, siendo esta una red de transporte exclusiva para servicios móviles (2G, 3G y 4G o LTE). Todo el tráfico proveniente del LOW RAN y MID RAN es transportado hacia el HIGH RAN a través de servicios de capa 2

y/o capa 3 para conexión con los controladores de red móvil (BSC, RNC, EPC). Es importante tomar en cuenta que con el modelo de interconexión actual, el transporte de cualquier tipo de tráfico y/o servicio únicamente se lo puede hacer dentro de una misma región, por lo que de requerirse que el servicio tenga como destino una región diferente o el Core IP se deberán habilitar varias conexiones intermedias y servicios dentro de las dos regiones y el Core IP. Todo esto conlleva a que el análisis para la solución de posibles fallas y problemas sea más complejo.

De igual forma, con una migración integral hacia una red 4G o LTE cada vez más cercana, se requiere que los elementos de la red móvil estén interconectados a los elementos del Core IP para reducir la latencia y jitter de la red, y que los usuarios de distintas ciudades del país estén conectados entre sí permitiendo de esta manera establecer una red LTE E2E.

El estudio se iniciará con un análisis del modelo actual utilizado por los operadores en el Ecuador, lo cual permitirá en una segunda etapa establecer los pasos a seguir para la ejecución del proceso de interconexión y los cambios requeridos tanto a nivel de protocolos como de estructura y topología. Finalmente en la tercera etapa se establecerán las conclusiones y recomendaciones obtenidas con este estudio y que permitirán implementar el modelo de interconexión propuesto.

2. Justificación

La migración hacia un nuevo modelo de interconexión entre las redes de acceso y el Core IP les permitirá a los proveedores de servicios móviles aprovechar la capacidad de su red de backhaul y adaptarla a los requerimientos actuales de servicios como: voz, internet móvil, acceso a redes sociales, geo-posicionamiento, video bajo demanda, etc.

Gracias a los beneficios de este nuevo modelo de interconexión los proveedores de servicios móviles podrán integrar las distintas tecnologías presentes en el medio e implementar políticas de calidad de servicio (QoS) con lo cual podrán garantizar y cumplir con los estándares de calidad impuestos por la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL).

Adicionalmente, la red estará preparada para soportar la convivencia de diferentes tecnologías de acceso móvil como 2G, 3G y una evolución a 4G, transportar servicios de capa 2 y capa 3, permitir el transporte de datos de clientes de última milla (servicios portadores de datos) y establecer servicios E2E entre regiones. Además, se conseguirá migrar desde una plataforma exclusiva para servicios móviles hacia una red multiservicios.

Las redes Multiservicios incluyen un modelo jerárquico de red, desde el nivel de acceso, pasando por transporte, control y terminando en el nivel de servicio.

Esto permite entre otras ventajas optimizar los recursos de la red para diferentes servicios (móviles y portadores de datos) y adicionalmente reducir los gastos de infraestructura.

De igual manera se busca contar con una red con mayor escalabilidad y confiabilidad por lo cual se debe realizar un análisis detallado para determinar cuál de los modelos es el más apropiado para la interconexión y los cambios que esta conlleva.

3. Antecedentes

El desarrollo de tecnologías de radio espectralmente más eficientes y robustas les ha permitido a las operadoras móviles desplazar la demanda de los usuarios del servicio tradicional de voz hacia servicios más atractivos como: internet móvil, acceso a redes sociales, geo-posicionamiento, video bajo demanda, etc. La oferta de estos nuevos servicios ha generado un constante aumento en la cantidad de tráfico que debe cursar por la red de backhaul, esto ha obligado a las operadoras a destinar una importante cantidad de recursos tanto técnicos como económicos para realizar una adecuada actualización y mejora en la capacidad de transporte de la red.

De manera general, la red de un proveedor de servicios móviles está compuesta por varias regiones o redes de acceso, una red de backhaul y un Core o núcleo de red. La red de acceso controla la conexión vía radio con el equipo terminal

de usuario, mientras que la red de backhaul agrega el tráfico proveniente de las redes de acceso y lo transporta hacia el punto de interconexión con el Core, el cual a su vez se encarga de trasladar el tráfico proveniente de la red de acceso hacia la red de destino, incorporando funciones de señalización, conmutación e inteligencia (incluye encaminamiento, lógica y control de ciertos servicios y la gestión de la movilidad).

Inicialmente la red backhaul utilizaba conexiones de conmutación de circuitos TDM para el transporte de servicios 2G, mientras que para el transporte de servicios 3G se utilizaba la conmutación de paquetes. No obstante, este escenario ha ido cambiando y en la actualidad los operadores cuentan con una red híbrida entre las tecnologías detalladas anteriormente y la tecnología de transmisión Ethernet/IP/MPLS, la cual brinda mejores prestaciones para la transmisión de datos, permite la interoperabilidad de las tecnologías presentes en el medio y la implementación de QoS. Sin embargo, todos estos beneficios no son aprovechados de una manera eficiente, esto debido a que la red de backhaul es utilizada principalmente para transportar el tráfico de servicios móviles y no como una red multiservicios.

La convergencia de protocolos, tecnologías e interfaces sobre la misma infraestructura ha puesto en evidencia la necesidad de un cambio en la estructura de la red de backhaul, la cual debe ser capaz de soportar la convivencia de diferentes tecnologías de acceso móvil como 2G y 3G, estar preparada para una evolución

integral a 4G, transportar servicios de capa 2 y capa 3, permitir el transporte de datos de clientes de última milla (servicios portadores de datos) y adicionalmente establecer servicios E2E. La figura 3.1 muestra la arquitectura general de la red de un operador de servicios móviles, en la cual se puede observar claramente las regiones o redes de acceso, la red de backhaul y el núcleo o Core.

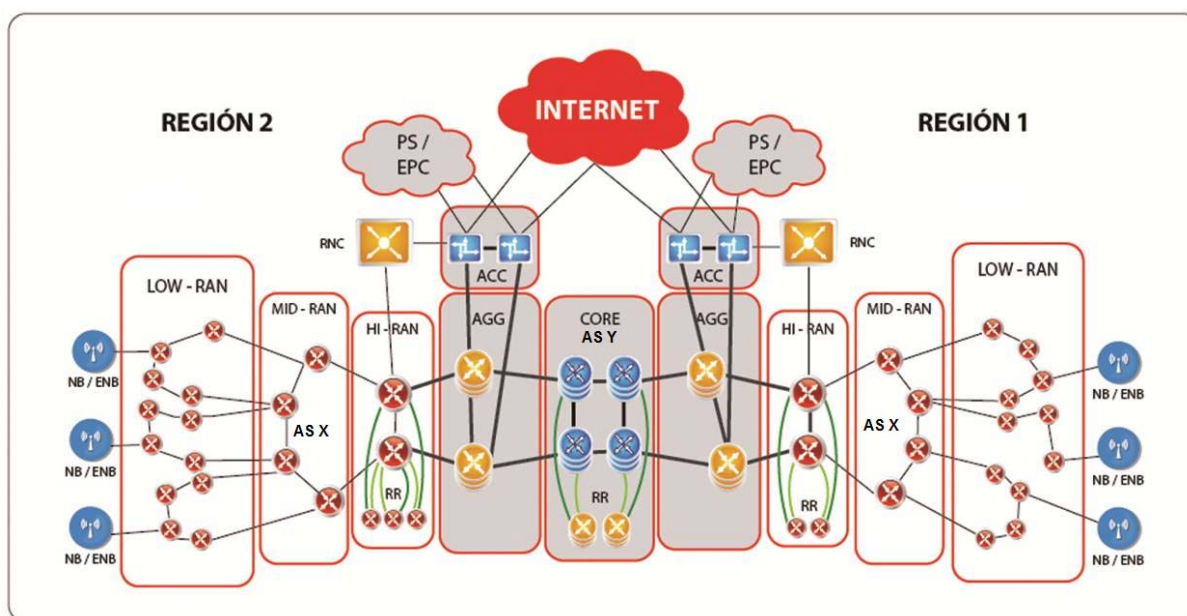


Figura 3.1. Topología de una red de servicios móviles¹

Con el modelo de interconexión, normalmente utilizado por los proveedores, cada una de las regiones de acceso al igual que el Core IP son considerados Sistemas Autónomos (AS), es decir redes independientes. Esto les permite a los operadores de servicios móviles manejar equipamiento de distintos fabricantes, utilizar protocolos y políticas de red diferentes en cada AS, reutilizar el número de sistema autónomo (ASN) para una o más regiones, etc.

¹ Tomado de: HUAWEI IPCORE-IPRAN INTEGRATION

Como se puede observar en la figura 3.1, la región 1 y la región 2 (regiones de acceso) tienen un mismo ASN, debido a esto las regiones de acceso no se pueden conectar entre sí y solo se encuentran interconectadas al Core IP, el cual tiene un ASN diferente.

La carencia de una interconexión entre las regiones de acceso obliga al proveedor a utilizar la red de backhaul únicamente para el transporte de servicios móviles (2G, 3G y 4G) y adicionalmente no permite establecer servicios E2E entre distintas regiones.

4. Objetivos

Objetivo General:

Establecer el modelo de interconexión de dos regiones de una red móvil y el Core IP de una operadora de servicios móviles para convertirla en una red multiservicios.

Objetivos Específicos:

1. Analizar los modelos que permitan establecer conexiones o servicios extremo a extremo entre las distintas regiones de una red móvil.
2. Determinar el mejor modelo de interconexión que permita tener una red con gran nivel de confiabilidad y escalabilidad.

3. Definir un diseño que permita la convergencia de distintos protocolos y tipos de tráfico en una misma infraestructura.
4. Determinar la topología física y lógica que permitan realizar la migración hacia una red multiservicios.

5. Desarrollo Caso de Estudio

5.1. Modelos de Interconexión para AS

Los modelos de interconexión permiten conectar múltiples ASs, que pueden pertenecer a distintos proveedores, con el fin de extender servicios MPLS a través de backbones para convertirlos en servicios e2e. Este esquema de conexión les permite a los proveedores pasar de una red exclusiva para servicios móviles hacia una red multiservicios.

5.1.1. Modelo de Interconexión A: VRF-TO-VRF

El modelo de interconexión A, conocido como VRF-TO-VRF, se realiza mediante una conexión de manera directa entre los ASBRs de cada AS a través de múltiples interfaces. Mediante estas conexiones se pueden establecer sesiones eBGP entre los ASBRs para la distribución de direcciones IPv4 sin etiquetas, para ello se necesita de una interfaz por cada Red de Enrutamiento Privada Virtual (VPRN) que requiere que sus rutas sean trasladadas entre distintos ASs, y además con ello se evita la necesidad de habilitar MPLS en el límite entre los ASs.

Con el modelo de interconexión A, cada ASBR debe procesar información de rutas VPRN y por ende se requiere la configuración de instancias VPRN en los

nodos. De igual forma este modelo permite que cualquier nodo PE pueda funcionar como ASBR y pueda ser conectado directamente a cualquier PE de otro AS.

Este modelo de conexión permite que un ASBR trate a su similar de otro AS como si fuera un router CE y que cada VRF perteneciente a un AS diferente sea tratada como un CE diferente, sin embargo, debido a esta consideración es necesario contar con una sesión eBGP por cada servicio o VPN habilitada. La figura 5.1 muestra el esquema de conexión del modelo interconexión A.

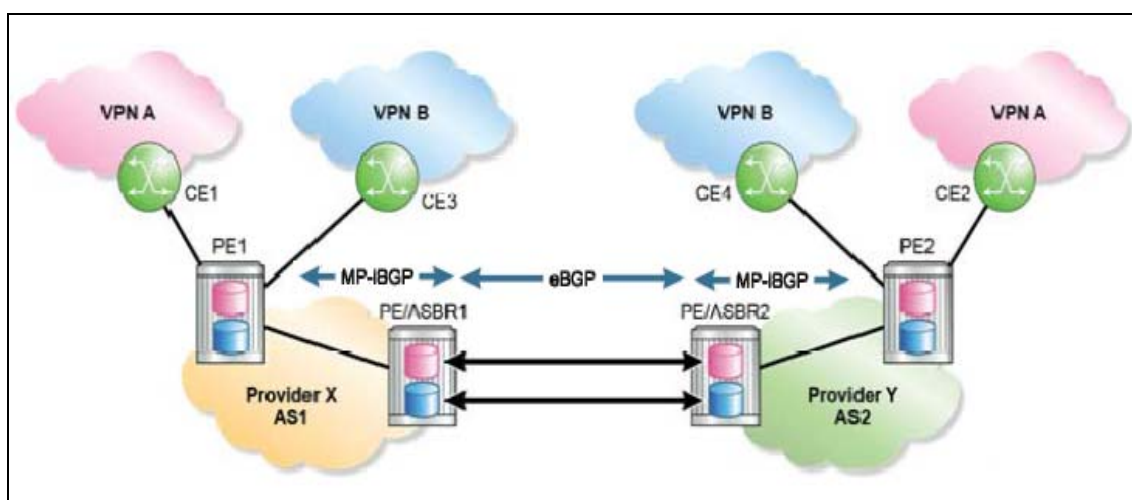


Figura 5.1. Esquema de conexión con el modelo A²

En el modelo de interconexión A, BGP se utiliza para el enrutamiento CE-PE. MP-iBGP es el protocolo de enrutamiento PE-ASBR y eBGP es el protocolo de enrutamiento entre los enrutadores ASBR. Mientras que las interfaces de sistema simulan redes conectadas localmente.

² Tomada de: VPRN Inter AS Models - From VPRN SRC

5.1.2. Modelo de Interconexión B: MP-eBGP para intercambio de VPN-IPv4

En el modelo de interconexión B, los PEs de un AS utilizan MP-iBGP o un Route Reflector (RR) para realizar la distribución de prefijos VPN-IPv4 etiquetados hacia los ASBRs. A su vez, los ASBRs utilizan MP-eBGP para establecer sesiones con sus pares de otros ASs y transportar prefijos VPN-IPv4 entre estos. Con este modelo de interconexión se reduce la necesidad de habilitar configuraciones por cada VPN en los ASBRs ya que se requiere de una única sesión e-BGP entre estos para todas las VPNs existentes y de esta manera permitir el transporte de prefijos VPN-IPv4 a través de múltiples proveedores mejorando la escalabilidad del sistema. La figura 5.2 muestra el esquema de conexión del modelo de interconexión B.

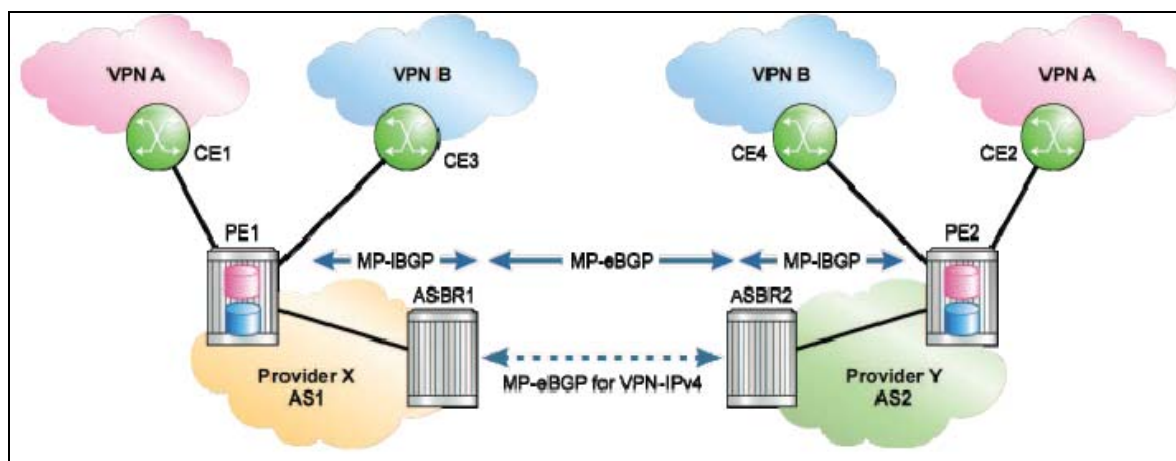


Figura 5.2. Esquema de conexión con el modelo B³

En el modelo de interconexión B, se utiliza BGP para el enrutamiento entre CE-PE. MP-iBGP es el protocolo de enrutamiento PE-ASBR y MP-eBGP es el

³ Tomada de: VPRN Inter AS Models - From VPRN SRC

protocolo de enrutamiento entre los routers ASBR. Mientras que las interfaces de sistema simulan redes conectadas localmente.

5.1.3. Modelo de Interconexión C: Multihop MP-eBGP entre RRs

Este modelo de interconexión elimina la función de los ASBRs de mantener y anunciar las rutas VPRN, sin embargo, les permite mantener rutas IPv4 etiquetadas para los enrutadores PE dentro de su propio AS. Las rutas IPv4 son distribuidas a través de eBGP a ASBRs en otros ASs haciendo posible que los routers PE, de diferentes ASs, puedan establecer sesiones multi-hop⁴ MP-eBGP para el intercambio de prefijos VPRN. Es importante tomar en cuenta que bajo este modelo no se cambia el Next-hop de las rutas IPv4.

Los ASBRs de cada AS distribuyen información de accesibilidad únicamente para las IP de loopback o sistema a los PEs remotos a través del intercambio de rutas etiquetadas mediante MP-eBGP las cuales transportan la información de etiquetas en BGP tal como se detalla en la RFC 3107. La RFC 3107 define la manera en la que la información de una etiqueta es mapeada a una ruta específica y es empaquetada en el mensaje de update de BGP que es utilizado para distribuir la misma ruta. La información del mapeo de etiquetas se transporta como parte de los atributos del NLRI de MP-eBGP.

⁴ Multihop: Sesiones eBGP entre equipos que no están directamente conectados.

La distribución de la información de enrutamiento VPRN puede ser manejada entre PEs de diferentes ASs mediante MP-BGP o, de manera más común, por los RRs de cada AS. Los RRs de diferentes ASs establecen una sesión eBGP para el intercambio de prefijos VPRN, de esta manera se consigue tener una gran escalabilidad de VPRNs a través de los límites de los ASs. De igual manera, dentro de cada AS se establece una sesión iBGP entre los PEs y el o los RRs. La figura 5.3 muestra el esquema de conexión del modelo de interconexión C.

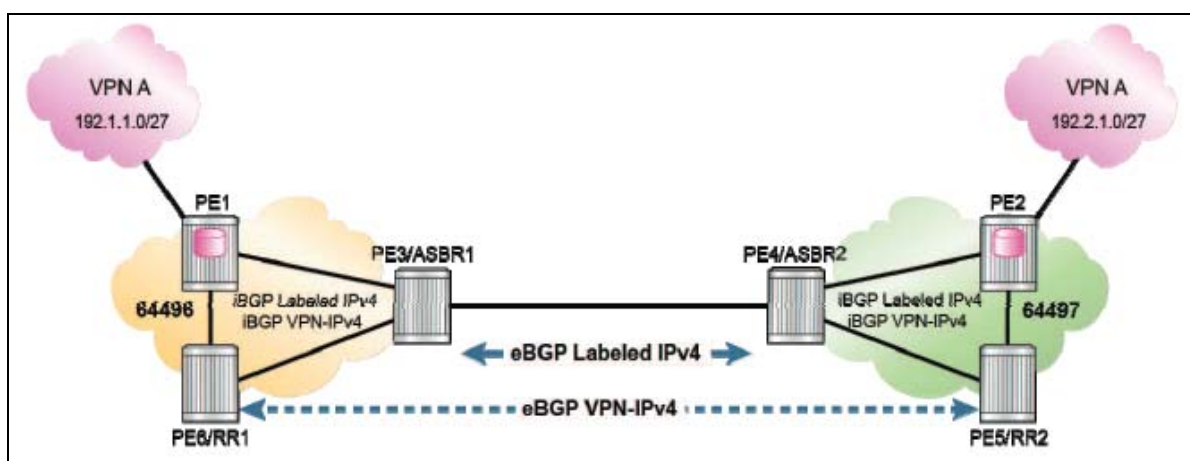


Figura 5.3. Esquema de conexión con el modelo C⁵

Las rutas IPv4 para los enrutadores PE en otros ASs deben ser distribuidas mediante el protocolo IGP del AS local. En este punto, con el fin de separar el direccionamiento de los diferentes ASs se utiliza un apilamiento de etiquetas de tres niveles en el PE de ingreso.

El apilamiento de etiquetas se forma de la siguiente manera: la etiqueta de nivel inferior será asignada por el PE de salida y corresponde a la etiqueta VPN, la

⁵ Tomada de: VPRN Inter AS Models - From VPRN SRC

etiqueta de nivel medio será asignada por el ASBR local y corresponde a la ruta hacia el PE de egreso, mientras que la etiqueta de nivel superior corresponde a la etiqueta asignada por IGP para el Next-hop del PE de ingreso.

5.2. Interconexión de dos Regiones de Acceso de una Red Móvil y el Core IP de una operadora de servicios móviles en el Ecuador

La red para este caso de estudio utiliza los routers multiservicios de la marca Alcatel – Lucent (ALU) los cuales presentan características de confiabilidad, escalabilidad, apropiado performance de enrutamiento en redes con gran número de equipos, conmutación de etiquetas (MPLS) y son lo suficientemente robustos para operar en redes multiservicios. La red está compuesta de dos regiones (R1 y R2) totalmente separadas e independientes una de la otra, cada región consta de un LOW RAN o capa de acceso compuesta por los Routers de Sitio de Celda o CSRs (7705), el MID RAN o capa de distribución compuesta por Distribuidores (SR-7) y el HIGH RAN o capa de concentración compuesto por Concentradores (SR-12). En el LOW RAN los CSRs están instalados directamente en cada celda y usan enlaces de Fibra Óptica (FO) oscura para formar anillos de 1G entre sí, o en casos puntuales formar ramales. El LOW RAN se conecta al MID RAN a través de enlaces de 1G. El MID RAN, implementado por equipos SR-7, se forma de anillos de 10G y de igual manera se conectan hacia los SR-12 del HIGH RAN mediante enlaces de 10G.

Cada región se encarga de cubrir un área geográfica del Ecuador, de esta manera las provincias de la sierra y oriente forman la denominada R1, mientras que las provincias de la Costa forman la denominada R2. La red cuenta con cuatro nodos concentradores o centrales, también conocidas como Oficina de Conmutación de Telefonía Móvil (MTSO), dos en R1 ubicados en la ciudad Quito y dos en R2 ubicados en la ciudad de Guayaquil. Cada central está equipada con dos equipos SR-12 en configuración redundante multichassis para atender el tráfico generado en la red móvil según corresponda la región. Además, existe un equipo SR-7 por central que desempeña la función de RR requerida por BGP para tener una topología full-mesh. La tabla 5.1 muestra un resumen de los equipos del HIGH RAN de cada región, la central a la que pertenecen, identificador del equipo y nombre del equipo, el cual se forma a partir de la combinación del nombre de la central a la que pertenece y el identificador del equipo.

CIUDAD	REGION	CENTRAL	IDENTIFICADOR EQ. IP-RAN	NOMBRE EQUIPO
QUITO	1	CNUIO1	HR1	CNUIO1HR1
		CNUIO1	HR2	CNUIO1HR2
		CNUIO2	HR1	CNUIO2HR1
		CNUIO2	HR2	CNUIO2HR2
GUAYAQUIL	2	CNGYE1	HR1	CNGYE1HR1
		CNGYE1	HR2	CNGYE1HR2
		CNGYE2	HR1	CNGYE2HR1
		CNGYE2	HR2	CNGYE2HR2

Tabla 5.1. Resumen de equipos del HIGH RAN por cada central⁶

El Core IP está formado por routers de altas prestaciones y capacidades que se conectan entre sí a través de enlaces de 10G o 100G, y permite la conexión hacia

⁶ Realizada por: Guerra, P. 2017

las diversas plataformas de las diferentes regiones. Una de las plataformas que están conectadas dentro del Core IP, debido a la gran capacidad de este, es el EPC por lo que cada región requiere de una conexión hacia el Core IP para permitir el paso del tráfico de la red LTE. Los puntos de conexión del Core IP hacia las de las regiones de acceso móvil R1 y R2 son routers ALU SR-12 y de igual manera el Core cuenta con equipos ALU SR-7 que cumplen la función de RRs.

Las dos regiones se conectan al Core IP usando el modelo de interconexión A, es decir, se levanta una sesión BGP dentro de cada VPRN que se desee interconectar. Las regiones están configuradas con el AS 65000 y se conectan con el AS 65001 perteneciente al Core. Los puntos de conexión hacia el Core son los routers SR-12 del High RAN de cada región.

En cuanto al IGP, cada Región constituye un área ISIS. RSVP es utilizado como protocolo de distribución de etiquetas para MPLS, permitiendo el uso de herramientas de TE como FRR, paths estrictos, etc., lo cual permite crear servicios que tienen un alto nivel de protección en caso de fallas.

La figura 5.4 muestra el esquema de la arquitectura de red tomada como referencia para el presenta caso de estudio.

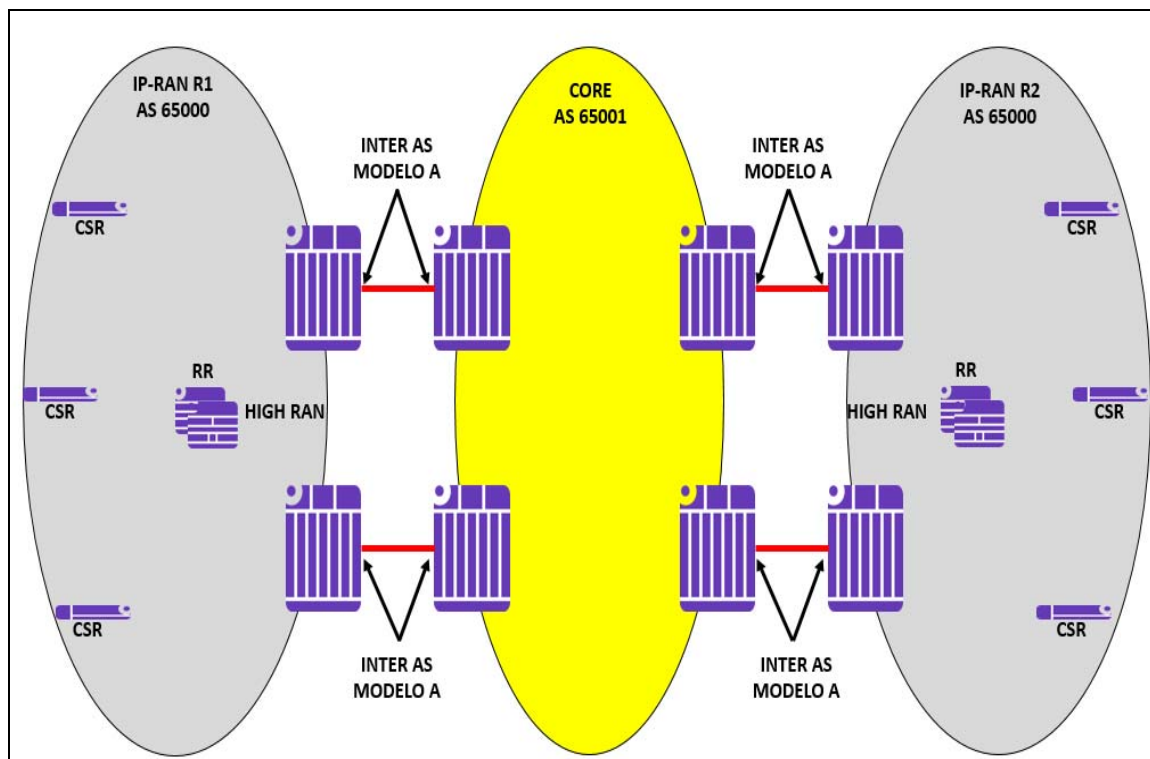


Figura 5.4. Arquitectura de Red⁷

5.2.1. Analizar los modelos que permitan establecer conexiones o servicios extremo a extremo entre las distintas regiones de una red móvil.

Con base en las definiciones realizadas en el punto 5.1, se realizó un análisis de los principales pros y contras de cada uno de los modelos de interconexión, lo cual sirvió como punto de partida para enfocar la mejor opción para la solución del presente caso de estudio.

Para el modelo de Interconexión A la tabla 5.2 muestra un resumen de los pros y contras.

⁷ Realizada por: Guerra, P. 2017

PROS	CONTRAS
Simple: Esquema back-to-back entre ASBRs que intercambian rutas usando eBGP (el plano de datos es IP puro).	No hay MPLS de extremo a extremo
No requiere la complejidad de ejecutar MPLS en el límite entre sistemas autónomos.	Escalabilidad limitada, requiere una configuración por VPN en los routers PE (ASBR). Cada VPN requiere una interfaz y una sesión eBGP.
Los sistemas de aprovisionamiento existentes no requieren muchos cambios para soportar este modelo. El ASBR es visto como un PE normal con su ASBR vecino como CE.	Adecuado para un bajo número de VPNs.
Seguro: Separación estricta entre VRFs.	

Tabla 5.2. Pros y Contras del Modelo de Interconexión A⁸

Las características detalladas en la tabla 5.2 permiten concluir que este modelo de interconexión posee una escalabilidad limitada ya que requiere una configuración e interfaz por cada servicio en los ASBRs, sin embargo, es una solución de fácil aprovisionamiento y adecuada especialmente para una fase inicial en la implementación del servicio VPRN. Adicionalmente, con este modelo de interconexión, los diferentes servicios que se pueden crear en la red Backhaul no pueden ir de una región a otra, sino únicamente hacia el Core y solo pueden ser intercambiadas rutas dentro de VPRNs configuradas expresamente, esto porque no se cuenta con un mecanismo adecuado de interconexión entre las regiones y el Core IP, por lo que cada servicio solo puede ser creado en el ámbito de su región.

Para el modelo de Interconexión B la tabla 5.3 muestra un resumen de pros y contras.

⁸ Realizada por: Guerra, P. 2017

PROS	CONTRAS
No se requiere de una configuración por cada VPN en los ASBRs.	Mayor complejidad que el modelo de interconexión A.
ASBRs intercambian rutas IPv4 y VPN-IPv4.	Debe existir una conexión confiable entre el conjunto de ASs a lo largo del camino desde el router PE de ingreso al router PE de salida.
Mayor escalabilidad, una única sesión MP-BGP maneja todo el tráfico entre Ass. El plano de datos está marcado con MPLS para distinguir la VPN a la que pertenece.	Deben existir entendimientos entre los ASs respecto a cuales ASBRs reciben rutas con marcadas con atributos específicos RT.
No hay intervención para mantener la arquitectura.	Seguridad: Se pueden aplicar políticas de filtro / exportación en ASBR para permitir sólo información específica de VPN. Aplicar autenticación en ASBR.
No está limitado por el número de enlaces entre ASBRs.	

Tabla 5.3. Pros y Contras del Modelo de Interconexión B⁹

El modelo de interconexión B requiere únicamente de una sesión MP-BGP y por ende una única interfaz para manejar todo el tráfico entre ASs con lo que reduce el número de conexiones físicas a implementarse. Los ASBRs cambian la etiqueta de la ruta aprendida, por lo que deben mantener un mapeo de etiquetas recibidas y emitidas para todas las rutas y deberán informar a mediante MP-iBGP a todos los PEs locales de estas actualizaciones lo cual ocasiona que la escalabilidad de este modelo sea media. Las rutas anunciadas entre los ASBRs son controladas mediante políticas de enrutamiento, por lo que en caso de existir más de un ASBR que conecte a un AS con otro, cada cual contendrá únicamente las rutas para un subconjunto particular de VPRNs.

⁹ Realizada por: Guerra, P. 2017

Para el modelo de Interconexión C la tabla 5.4 muestra un resumen de pros y contras.

PROS	CONTRAS
Alta escalabilidad de VPRN a través de los límites de ASs.	Mayor complejidad. Debe existir un modelo de fiabilidad entre los ASs, o a su vez un único operador debe utilizar múltiples ASs en el backbone.
Retira información específica de las VPNs en los ASBRs.	Debe existir una conexión confiable entre los proveedores de servicios.
Control a través de políticas BGP.	Vista parcial del AS remoto.
No existen filtración de rutas IGP entre ASs.	Convergencia más lenta
No se requieren LDPs entre ASs.	Todos los routers deben soportar el modelo de interconexión C. No únicamente los ASBRs como en el caso del modelo de interconexión B.
No se requiere de intervención para mantener la arquitectura de la red.	

Tabla 5.4. Pros y Contras del Modelo de Interconexión C¹⁰

La principal mejora en el modelo de interconexión C es que todos los equipos de la red soportan la distribución de etiquetas asociadas a una ruta mediante el mensaje de update de BGP. Adicionalmente, reparte la información conocida del AS remoto entre los ASBRs y los RRs del AS local.

El modelo de interconexión C mantiene requiere de una única interfaz para conexión entre los ASs y se introduce el concepto de multi-hop con lo cual se pueden establecer sesiones eBGP entre equipos que no están directamente conectados brindando flexibilidad a la arquitectura de la red.

¹⁰ Realizada por: Guerra, P. 2017

5.2.2. Determinar el mejor modelo de interconexión que permita tener una red con gran nivel de confiabilidad y escalabilidad.

Para el presente caso de estudio se tomó como modelo de referencia la arquitectura de red de un proveedor de servicios móviles conformada por dos regiones de acceso y un Core IP. Bajo este esquema cada una de estas redes opera como un AS diferente por lo que se requiere de un modelo de Inter-AS que permita migrar hacia una conexión tanto entre las regiones de acceso como hacia el Core IP y a la vez permita una gran escalabilidad de servicios. Es importante mencionar que dentro de esta comparativa no se tomó en cuenta a Seamless MPLS, esto debido a que este método es utilizado cuando las diferentes redes o ASs tienen configurado el mismo ASN BGP.

Adicionalmente, el modelo Inter-AS a seleccionar para la interconexión debe cumplir con los siguientes requisitos: permitir la conexión entre múltiples ASs de un mismo proveedor, redistribuir la información del AS remoto entre los equipos del AS local (ASBRs y RRs), brindar escalabilidad elevada para los distintos servicios entre ASs, fiabilidad elevada, debe contar con políticas de control BGP, soporte diferentes tipos de servicios (capa 2 y capa 3) y que no requiera intervención para mantener la arquitectura al agregarse nuevos servicios. Para seleccionar el modelo Inter-AS que mejor se adapte a los requerimientos de diseño de redes listados anteriormente se elaboró un resumen de los principales parámetros utilizados por cada uno de los tres modelos, los cuales se muestran en la tabla 5.5.

PARAMETRO	MODELO A	MODELO B	MODELO C
Intercambio de rutas entre	Subinterfaces ASBRs	ASBRs	RRs, ASBRs
Rutas Intercambiadas	Prefijos IPv4 del Cliente	Prefijos VPN-IPv4	Direcciones IPv4/32 de Sistema (Entre ASBRs). Prefijos VPN-IPv4 (Entre RRs).
Intercambio de Etiquetas	No	Etiquetas VPN	Etiquetas IGP
Ejecución LDP Inter-AS	No	No	Si
Ejecución eBGP Inter-AS	Si	No	No
Ejecución MP-eBGP Inter-AS	No	Si	Si (Multi-Hop)
Cambio del Next-Hop BGP	1	2	No
Prefijos VPN-IPv4 mantenidos por	ASBRs	ASBRs	RRs
Escalabilidad	Limitada, se requiere una configuración, sesión eBGP e interfaz por cada VPRN	Media, una única sesión MP-BGP maneja todo el tráfico entre Ass.	Alta capacidad de escalabilidad
Soporte RFC 3107	No	Solo los ASBRs	Si
Control	Ninguno	Mediante políticas de enrutamiento	Mediante políticas BGP
Ventajas	Seguro Simple	Fácil de configurar en caso de que se requieran varias VPNs.	Gran Escalabilidad Flexibilidad
Desventajas	No es escalable ASBRs ralentizados	No muy escalable ASBRs ralentizados	Mayor complejidad en sus inicios

Tabla 5.5. Comparativa entre modelos de Interconexión¹¹

Con base en la información de la tabla 5.5 se realizó una comparación del modo de operación de los principales parámetros y protocolos utilizados por cada uno de los modelos de interconexión y se seleccionó el que mejores beneficios ofrece para la red de un proveedor de servicios móviles. Es así que en base al análisis realizado se determinó que la mejor opción es el modelo de interconexión C.

¹¹ Realizada por: Guerra, P. 2017

La principal ventaja del Modelo C sobre los demás modelos es que este modelo brinda una gran escalabilidad, lo cual permitirá incrementar el número de nodos y por ende el número y tipo de servicios a clientes finales. Mientras que en el caso de los modelos A y B la escalabilidad es limitada y únicamente son adecuados cuando el número de servicios es bajo o medio respectivamente. Teniendo en cuenta que la red de un proveedor de servicios móviles está expandiéndose constantemente se requiere de un modelo que permita un crecimiento constante de la red, soporte la inclusión de nuevos modelos de servicios y facilite las tareas de OAM.

De igual manera, el modelo de interconexión C permite que los equipos de mayor capacidad en la red, ASBRs y RRs, sean los encargados de realizar la interconexión y el intercambio de información con sus similares de otros ASs. En el caso de los ASBRs se encargan de realizar el intercambio de direcciones IPv4/32 para el intercambio de IPs de sistema, mientras que los RRs realizan el intercambio de prefijos VPN-IPv4 de las diferentes VPRNs. Además, el modelo de interconexión C permite introducir el concepto eBGP-Multihop para las conexiones entre los RRs, brindando flexibilidad a la arquitectura de red cuando no existen conexiones físicas directas entre los equipos mencionados. Mientras que en el caso del modelo de interconexión A se requiere de una configuración por cada servicio en los ASBRs en los límites de cada AS, es decir, de una interfaz y una sesión eBGP por cada servicio. Para el caso del modelo de interconexión B una única sesión MP-BGP entre los ASBRs se encarga del manejo de todo el tráfico entre ASs, sin embargo las rutas anunciadas entre estos son controladas mediante políticas de enrutamiento, por lo

que en caso de existir más de un ASBR que conecte a un AS con otro, cada cual contendrá únicamente las rutas para un subconjunto particular de VPRNs y además deben mantener un mapeo de etiquetas recibidas y emitidas para todas las rutas debido a que los ASBRs cambian la etiqueta de la ruta aprendida lo cual limita su escalabilidad.

Otro punto de vital importancia a tener en cuenta para la selección del modelo de interconexión C es que permite la creación de servicios de capa 2 y capa 3 desde y hacia cualquier equipo del Core o desde y hacia cualquier equipo de las regiones de acceso. Esto se consigue gracias a que cada equipo de una región tendrá todas las direcciones de sistema de cada router en su región en su tabla de enrutamiento mediante IGP, y cada ASBR a través de los RRs tendrá las IP sistema de la otra región y las del Core.

Todas estas ventajas que presenta el modelo de interconexión C en comparación a los otros dos modelos hacen de este la mejor opción para realizar la migración de la interconexión de las regiones de acceso de una red móvil y el Core IP de una operadora de servicios móviles. Por lo tanto, el diseño del presente caso de estudio se lo realizó con base en las características y prestaciones del modelo de Interconexión C.

Adicionalmente, y a manera de referencia, se realizó una revisión de las similitudes entre las soluciones Seamless MPLS y el Inter-AS modelo C las cuales

presentan gran escalabilidad y flexibilidad, sin embargo, manejan de diferente manera la división de red. La tabla 5.6 muestra esta comparativa.

PARAMETRO	MODELO C	SEAMLESS MPLS
División de Red	Cada región tiene un AS diferente.	Único AS. Cada región tiene diferente IGP/AREA
Transporte Intra Región	RSVP/LDP	RSVP/LDP
Transporte Inter Región	BGP 3107	BGP 3107
Etiqueta de servicio L2	TLDP	TLDP
Etiqueta de servicio L3	MP-BGP	MH MP-eBGP
Jerarquía RR	Si	Si
Provisionamiento de servicios	Simple, únicamente en los puntos extremos del servicio.	Simple, únicamente en los puntos extremos del servicio.
Escalabilidad	Alta	Alta
Necesidad de habilitar un HRAN como RR	No, se puede mantener el modelo de RR actual.	Sí, un HRAN debe configurarse como RR para la región RAN.
Soporte RFC 3107	Si	Si
Servicios Inter-Regiones (incluye el core)	Si	Si
Flexibilidad	RSVP en las regiones RAN LDP en el Core BGP en ASBRs	RSVP en las regiones RAN LDP en el Core BGP en ASBRs

Tabla 5.6. Comparativa Inter-AS Modelo C vs Seamless MPLS¹²

5.7.3. Definir un diseño que permita la convergencia de distintos protocolos y tipos de tráfico en una misma infraestructura.

En este punto describen los parámetros de diseño que se deben seguir para conseguir la interconexión de las dos regiones de una red móvil y el Core IP de una operadora de servicios móviles mediante el inter-AS modelo C. Se debe tomar en

¹² Realizada por: Guerra, P. 2017

cuenta que los cambios implementados tanto a nivel físico como a nivel lógico no afectan a los servicios previamente creados, por el contrario permiten la creación de nuevos servicios o la migración de los actuales hacia el nuevo modelo.

5.7.3.1. Diseño IGP

No se realizaron cambios a nivel de IGP ya que la interconexión se realiza únicamente a nivel de BGP por lo que las áreas IS-IS de cada AS se mantienen independientes. Sin embargo, con el objetivo de tener una referencia completa de los parámetros de la red se detalla el diseño de IS-IS, el cual es el protocolo IGP activo dentro de la red y es utilizado por los routers de servicio para el intercambio de la información de enrutamiento con el fin de tener conectividad IP y a la vez ser capaces de establecer la señalización para los servicios MPLS.

Entre las principales razones para mantener IS-IS como protocolo IGP son su escalabilidad y confiabilidad, además de su soporte nativo de IPv6, lo que a futuro podría permitir que la IPv6 pueda correr en el plano de control de la red. Además, según lo explicado en el punto 5.2, la red se divide en dos regiones y debido a que no existe tráfico directo entre estas sino únicamente a través del Core, cada región puede ser considerada una red independiente y por lo tanto el protocolo IGP sólo toma en consideración los routers de una región. En cada región, todos los nodos de la red de backhaul son parte del mismo ID de área asignado a la región, el cual para este caso es: área-id 49.0001. De igual forma, todos los routers de una misma región

están en la misma área de nivel 2 (L2), con lo que se podría llegar a tener hasta 1000 routers en una sola área, sin embargo, luego de alcanzar esta cifra nuevas áreas L2/L1 se deberán incorporar permitiendo que la red Backhaul pueda manejar una gran cantidad de equipos dentro de una misma región.

5.7.3.2. Diseño BGP

La interconexión de dos AS utilizando el Inter-AS Modelo C, se da gracias a las características de BGP, es por esto que en esta sección se analiza el papel que cumple el protocolo BGP en los diferentes dominios de la red y los parámetros que se deben activar para que la interconexión trabaje adecuadamente.

BGP es el protocolo de enrutamiento fundamental en la red de backhaul IPRAN de los proveedores móviles para compartir la información de los segmentos de red IP sobre los esquemas de direccionamiento IPv4 e IP-VPNv4. Consecuentemente, es un componente vital en la oferta de cualquier servicio L3 incluyendo MPLS/BGP-VPN, por lo que es esencial que tanto la jerarquización como la estrategia de interconexión y las configuraciones de los parámetros generales sea estandarizado con el fin de proporcionar el más alto nivel de estabilidad, escalabilidad y capacidad de recuperación.

5.7.3.2.1. BGP en el Core

En los RRs del Core se debe habilitar BGP RFC 3107 para la familia de direcciones VPNv4. Estos equipos deben levantar sesiones eBGP contra los RRs de cada región del backhaul IPRAN utilizando el parámetro eBGP-Multihop ya que no existe conexión directa entre los RRs del Core y de las regiones del Backhaul. Los PEs de las plataformas móviles deben publicar hacia los RRs designados sus IPs de sistema donde terminarán los servicios en el Core mientras que los RRs deben enseñar a los PEs del Core estas IPs de sistema. Esto se realiza dentro de las sesiones IPv4+label que permiten a los PEs conectados a los ASBRs del IPRAN publicar las IPs de sistema del Core y de la otra región con su respectivo label.

La sesión eBGP entre un ASBR del backhaul y un PE del Core se da únicamente usando IPv4+Label ya que estos equipos no intercambian rutas VPNv4 de las diferentes VPRNs esto debido a que este intercambio se da exclusivamente entre los RRs. Por consiguiente también existen sesiones eBGP VPNv4 entre los RRs de las diferentes regiones de tal manera que los servicios que no deben terminar en el Core se establezcan directamente entre regiones.

Al tener asignado el ASN 65000 en las dos regiones, se debe usar un AS diferente para cada región únicamente en la interconexión hacia los ASBRs del Core y en las sesiones entre RRs de las dos regiones y el Core. Los ASs asignados para esta función son el 65011 para R1 y 65012 para R2.

5.7.3.2.2. BGP en el dominio de cada región

Se utiliza Labeled BGP RFC 3107 para publicar etiquetas MPLS de todas las direcciones IP de Sistema de todos los CSR de la red IPRAN de cada región hacia los PEs del Core y entre regiones. Los CSR utilizarán esas etiquetas para crear servicios capa 2 (VLLs y VPLS) hacia equipos fuera de su región. Para las rutas Labeled IPv4, los RRs envían estas rutas con la dirección de sistema del ASBR como Next-Hop, esto debido a que los ASBRs aprenden estas rutas a través de los PEs del Core. Al tratarse está última de una sesión eBGP el ASBR automáticamente se coloca como próximo salto al propagar las rutas aprendidas hacia el RR.

Para las rutas VPN IPv4, los RRs enseñan las rutas de cada VPRN con la IP del CSR o PE respectivo perteneciente a la otra región o al Core. Así se podrán implementar servicios capa 3 (VPRN) desde cualquier CSR hacia otro PE en el core, o inter-regiones hacia otro CSR.

5.7.3.2.3. Parámetros BGP

A continuación se listan los parámetros y protocolos más importantes en la configuración del Inter-AS modelo C.

- **Sistema Autónomo:** Parámetro básico para identificar el origen de las rutas intercambiadas entre diferentes ASs especialmente útil a la hora

de evitar loops de enrutamiento. En esta red el ASN del Core es el 65001, y el ASN de las dos regiones de backhaul es el 65000. Dado que ambas regiones del backhaul tienen el mismo ASN, se utiliza el parámetro *local-as* en ambas regiones con la variante *no-prepend-global-as* para identificar la región y evitar lazos de enrutamiento.

- **Peering:** Existen sesiones iBGP entre los CSRs y los RRs por lo que únicamente se debe añadir en cada sesión el envío de etiquetas. La familia de direcciones debe ser IPv4 y VPN-IPv4 para permitir que los CSR conozcan tanto las loopbacks como las rutas de cada VPRN. Las sesiones eBGP entre RRs utilizan la familia de direcciones VPNv4 pues el objetivo de las mismas es intercambiar los prefijos de las diferentes VPRNs. Finalmente, las sesiones eBGP entre los ASBRs y los PEs se da únicamente usando la familia de direcciones IPv4+label para intercambiar las IPs de sistema del AS remoto.
- **Políticas BGP:** Se debe crear una política en todos los CSR para publicar su IP de sistema en labeled BGP hacia los RRs. También se debe crear una política en los PEs del Core de plataformas móviles para que publiquen su IP de sistema en labeled BGP hacia los RRs del Core. Al publicarse las IPs de sistema desde los ASBRs hacia los PEs del Core se crea una política que etiqueta estas rutas como aprendidas por IGP.
- **Advertise-Inactive:** Se habilitó el parámetro “*advertise-inactive*” de manera global en el BGP. Esto debido a que las IPs de sistema /32

aprendidas por labeled BGP también son aprendidas por ISIS y debido a que este último tiene una preferencia más baja que iBGP, las rutas ISIS se instalan en la tabla de enrutamiento. Por ello la necesidad de habilitar este parámetro que permite a BGP exportar los prefijos que no fueron instalados como “*activos/used*” en la tabla de enrutamiento.

A continuación un resumen de los puntos más importantes, a nivel de BGP, para realizar la interconexión de las dos regiones de acceso con el Core IP.

- Se deben levantar sesiones eBGP (BGP+Label) entre todos los routers del High-RAN y sus contrapartes en el Core, esto por cada región. El propósito de estas sesiones es intercambiar las direcciones IP de sistema de cada dominio con etiquetas.
- Se deben levantar sesiones eBGP (BGP+Label) entre los RRs de la red IP-RAN y sus contrapartes en el Core, esto por cada región. El propósito de estas sesiones es intercambiar los prefijos VPNv4 de las VPRN configuradas para usar el Inter-AS.
- Para evitar posibles loops de enrutamiento en las sesiones BGP desde los ASBRs (SR-12) hacia el Core se debe configurar un nuevo AS para cada región, el cual solo está presente en la interconexión y sustituye el AS 65000 de ambas regiones, para ello se utiliza la característica de *local-AS*.

- Se utiliza BGP+Label como mecanismo de interconexión entre las regiones 1 y 2 del Backhaul. Únicamente los servicios que se creen entre regiones harán uso de los túneles BGP. Los servicios creados previamente o que sean intra-región se seguirán configurando de manera normal.
- Se deben levantar sesiones iBGP IPv4+Label entre todos los equipos de acceso y los RRs, los cuales a su vez aprenden las direcciones de sistema del Core y de la otra región del Backhaul de los PEs clientes de los RRs del Core. Las sesiones iBGP entre los CSRs y los RRs de cada región ya existían a nivel de VPNv4, por lo cual únicamente se requería activar el envío de etiquetas en los prefijos IPv4 y la creación de sesiones en IPv4.
- Se deben levantar sesiones iBGP VPNv4+Label entre todos los CSRs y los RRs de cada región, los cuales a su vez aprenden las rutas de las diferentes VPRNs Inter-As existentes en la red de los RRs del Core.
- Los servicios de capa 2 inter-regiones o hacia el Core utilizan los túneles BGP creados al realizar la interconexión entre los ASBRs de cada región y los PEs del Core.

5.7.3.3. Diseño de Servicios Inter-AS

Los servicios que comiencen y terminen dentro de la misma región (Intra-AS) no varían en la forma de ser configurados, sin embargo, los nuevos servicios Inter-

AS poseen una señalización y aprovisionamiento diferente al de los primeros, la cual se explica en esta sección.

5.7.3.3.1. Servicios de Capa 2 (L2)

La interconexión mediante el Inter-AS Modelo C permite crear servicios L2 desde y hacia cualquier equipo del Core o de la otra región del Backhaul. Para ello cada CSR de una región tendrá todas las direcciones de sistema de cada router en su región en su tabla de enrutamiento mediante IGP, mientras que cada ASBR a través de los RRs tendrá las IP sistema de la otra región y las del Core.

Se habilitó Labeled BGP en todos los AS de cada región, de esta manera todos los CSR publican su IP de sistema con Labeled BGP hacia los ASBRs a través de los RRs. Los ASBRs publican dichas rutas hacia los PEs del Core, los cuales las publican a los RRs del Core y estos a su vez a los PEs de las plataformas móviles. Al tratarse de una conexión eBGP el ASBR publica las rutas aprendidas hacia su propio AS colocándose como Next-hop-self, por lo tanto cada CSR tiene una ruta etiquetada para cada IP de sistema de los PEs del Core y los CSR de la otra región en su RIB BGP.

Además, es indispensable configurar una sesión T-LDP desde el CSR local hacia el CSR remoto. La dirección IP del nodo remoto se resuelve con una ruta Labeled BGP, la cual será resuelta dentro del mismo AS por un LSP hacia uno de los

ASBRs. En cuanto al dominio de etiquetas, se mantiene la misma etiqueta de servicio e2e, mientras que la etiqueta BGP se cambia en el ASBR y la etiqueta RSVP se cambia en cada salto. La figura 5.5 muestra la señalización de un servicio L2 creado entre dos equipos CSR de diferentes regiones.

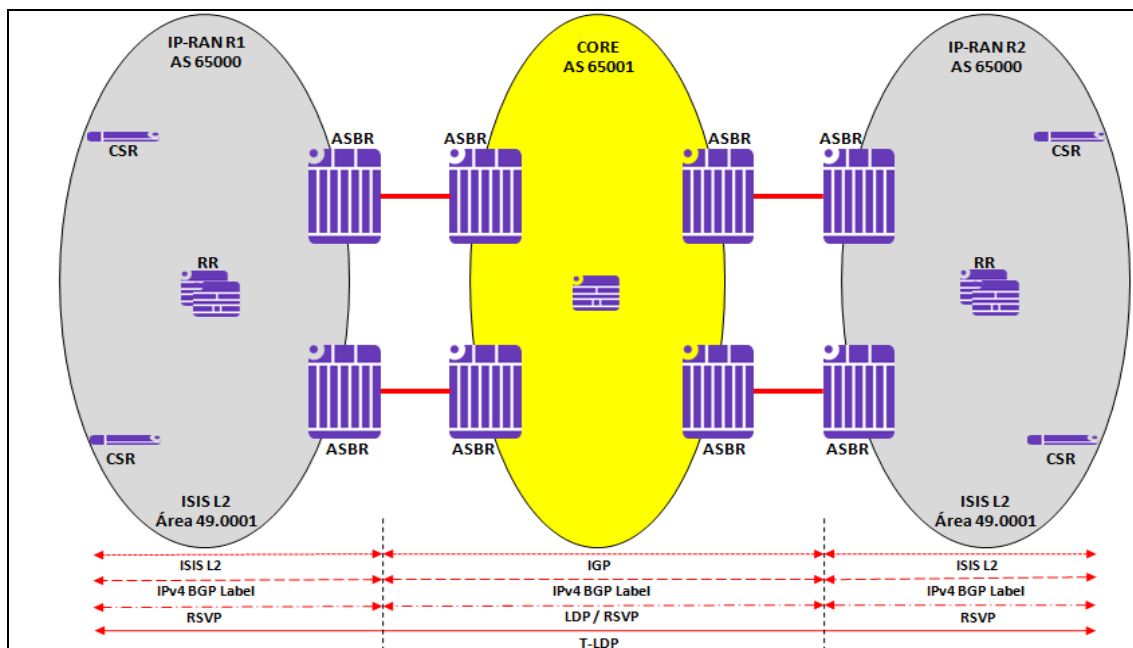


Figura 5.5. Señalización servicio L2 Inter-AS¹³

Con el nuevo modelo de interconexión se pueden establecer diferentes tipos de servicios de L2 como pipes (E-Pipe o C-Pipe) o VPLS desde cualquier equipo PE o CSR de una región hacia cualquier PE del Core o de la otra región de la cual se disponga de la etiqueta MPLS en la tabla BGP. Dichos túneles se podrán establecer en ambos sentidos entre las regiones o el Core. Tanto para los Pipes como para la VPLS, el SDP a configurar depende de la ubicación del nodo local y el nodo destino, a continuación las directrices para estas configuraciones:

¹³ Realizada por: Guerra, P. 2017

- Si el nodo local y remoto están dentro de la misma región, se utiliza RSVP como protocolo de transporte.
- Si el nodo local está en una región y el remoto en el Core o en otra región, se utiliza BGP-tunnel como protocolo de transporte.
- Al configurar el SDP, se establece una sesión T-LDP con el PE destino para el intercambio de las etiquetas de servicio.
- En el caso de las VPLS, en el puerto de acceso se puede utilizar un SAP con encapsulación dot1q o null.

5.7.3.3.2. Servicios de Capa 3 (L3)

La interconexión mediante el Inter-AS Modelo C permite crear servicios L3 desde y hacia cualquier equipo del Core o de la otra región del Backhaul. Para ello cada CSR de una región tendrá todas las direcciones de sistema de cada router en su región en su tabla de enrutamiento mediante IGP, mientras que cada ASBR a través de los RRs tendrá las IP sistema de la otra región y las del Core.

Con la arquitectura de red actual ya se cuenta con túneles RSVP desde cada CSR hacia los ASBRs y se debe establecer un peering iBGP entre los CSRs, ASBRs y RRs. Los RRs de cada región deben establecer conexiones eBGP hacia los RRs del Core. Los RRs de cada región se encargan de pasar los prefijos VPN-IPv4 sin cambiar el Next-hop de su dirección IP de sistema original. La etiqueta de servicio es cambiada en cada ASBR mientras que la etiqueta de transporte RSVP se cambia en

cada salto. La figura 5.6 muestra la señalización de un servicio L3 creado entre dos equipos CSRs de diferentes regiones.

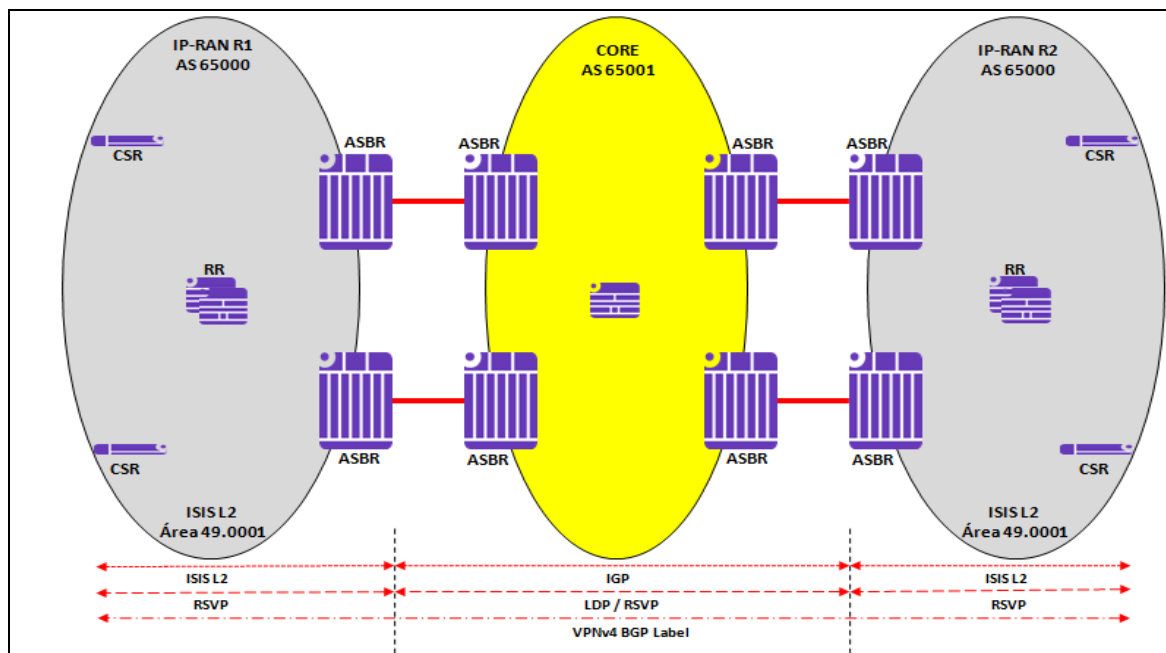


Figura 5.6. Señalización servicio L3 Inter-AS¹⁴

El nuevo modelo de interconexión permite establecer servicios de tipo IP-VPN basado en la arquitectura BGP/MPLS VPN definida en la RFC 4364, la cual es conocida como VPRN en la terminología de los equipos ALU. Todos los servicios VPRN brindan una conectividad full-mesh any-to-any. Las VPRNs de los clientes pueden residir en los PEs de la región donde ingrese o egrese el servicio, y se puede utilizar un RT por cliente VPRN para las políticas de import y export. Además, se deben establecer políticas en las sesiones eBGP entre RRs para evitar que cualquier prefijo que no pertenezca a las VPRN Inter-AS sea exportado o importado.

¹⁴ Realizada por: Guerra, P. 2017

Para configurar una VPRN que tenga presencia en las dos regiones y en el Core se debe habilitar el parámetro *auto-bind mpls*, el cual permite que sin importar el protocolo de transporte (LDP, RSVP, BGP-tunnel) se construyan automáticamente los túneles de transporte sin necesidad de configurar manualmente ningún SDP.

5.7.4. Determinar la topología física y lógica que permitan realizar la migración hacia una red multiservicios.

Las conexiones necesarias para obtener el Inter-AS modelo C se limitan al High RAN del Backhaul móvil y a los ASBRs del Core IP tanto de R1 como de R2, y tal como se explicó anteriormente únicamente se requiere una interfaz. Para ello han sido seleccionados puertos de 10GE en los ASBRs de cada AS. La tabla 5.7 resume los equipos y puertos para la interconexión física y la región a la que pertenecen.

REGION	CENTRAL	EQUIPO IP-RAN	NOMBRE EQUIPO	PUERTO	EQUIPO CORE	NOMBRE EQUIPO	PUERTO
1	CNUIO1	HR1	CNUIO1HR1	4/1/1	COIP1	CNUIO1COIP1	4/1/1
	CNUIO1	HR2	CNUIO1HR2	4/1/1	COIP2	CNUIO1COIP2	4/1/1
	CNUIO2	HR1	CNUIO2HR1	4/1/1	COIP1	CNUIO2COIP1	4/1/1
	CNUIO2	HR2	CNUIO2HR2	4/1/1	COIP2	CNUIO2COIP2	4/1/1
2	CNGYE1	HR1	CNGYE1HR1	5/1/1	COIP1	CNGYE1COIP1	8/1/1
	CNGYE1	HR2	CNGYE1HR2	5/1/1	COIP2	CNGYE1COIP2	8/1/1
	CNGYE2	HR1	CNGYE2HR1	5/1/1	COIP1	CNGYE2COIP1	8/1/1
	CNGYE2	HR2	CNGYE2HR2	5/1/1	COIP2	CNGYE2COIP2	8/1/1

Tabla 5.7. Resumen de conexiones en equipos High RAN y Core IP¹⁵

¹⁵ Realizada por: Guerra, P. 2017

La figura 5.7 muestra el esquema de las conexiones realizadas en la central 1 de R1.

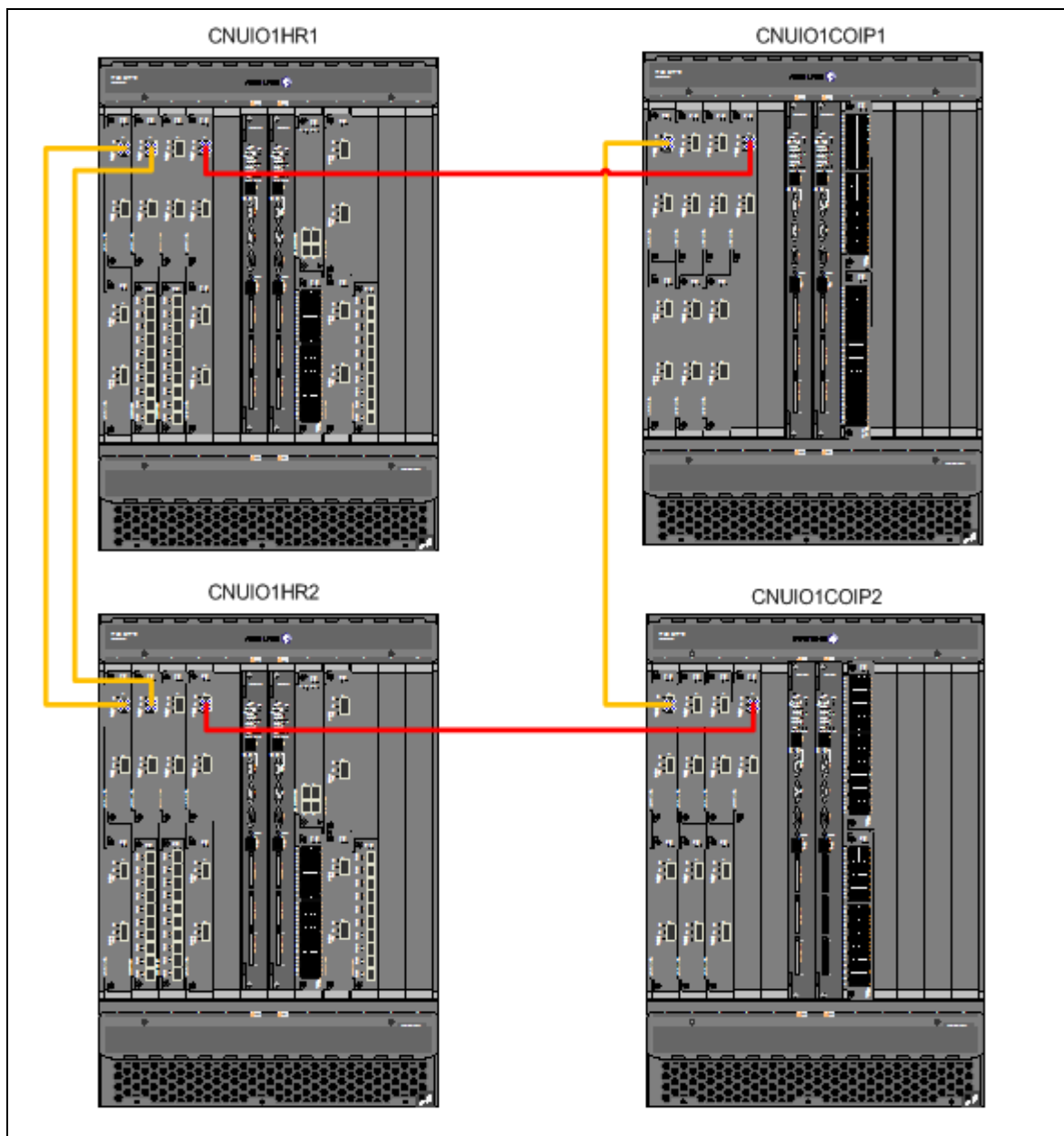


Figura 5.7. Diagrama de conexión Central 1 R1¹⁶

¹⁶ Realizada por: Guerra, P. 2017

La figura 5.8 muestra el esquema de las conexiones realizadas en la central 2 de R1.

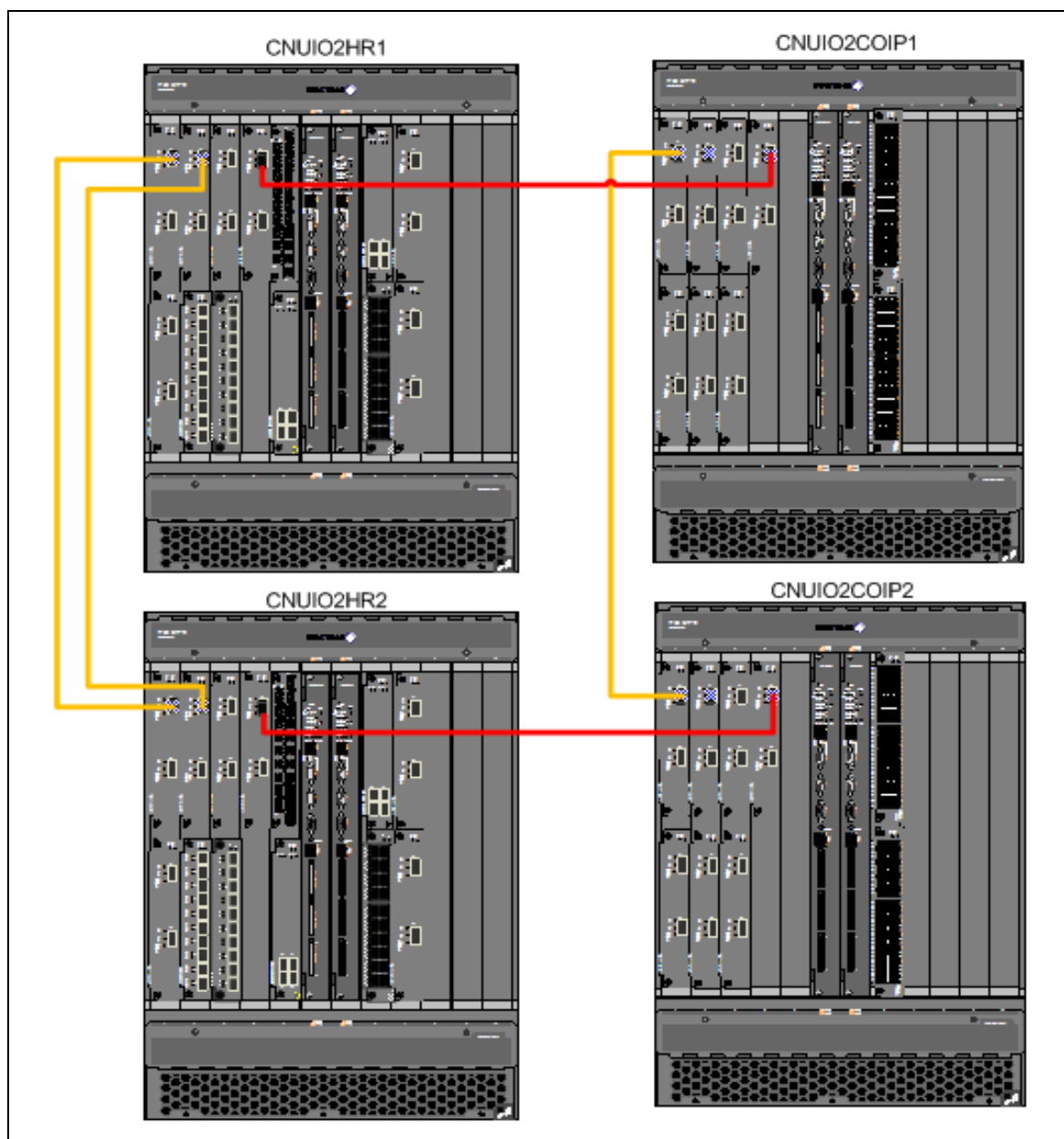


Figura 5.8. Diagrama de conexión Central 2 R1¹⁷

¹⁷ Realizada por: Guerra, P. 2017

La figura 5.9 muestra el esquema de las conexiones realizadas en la central 1 de R2.

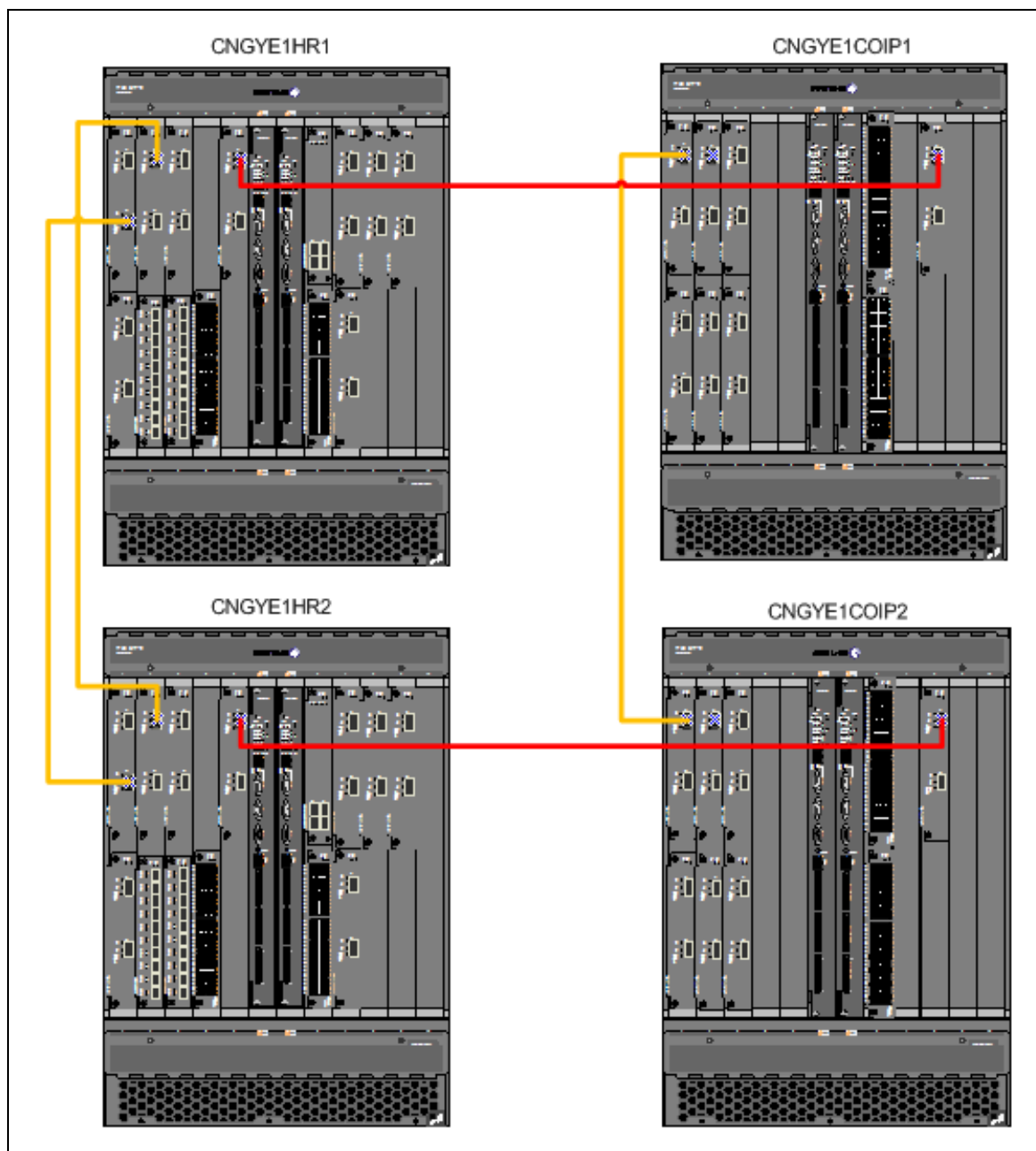


Figura 5.9. Diagrama de conexión Central 1 R2¹⁸

¹⁸ Realizada por: Guerra, P. 2017

La figura 5.10 muestra el esquema de las conexiones realizadas en la central 2 de R2.

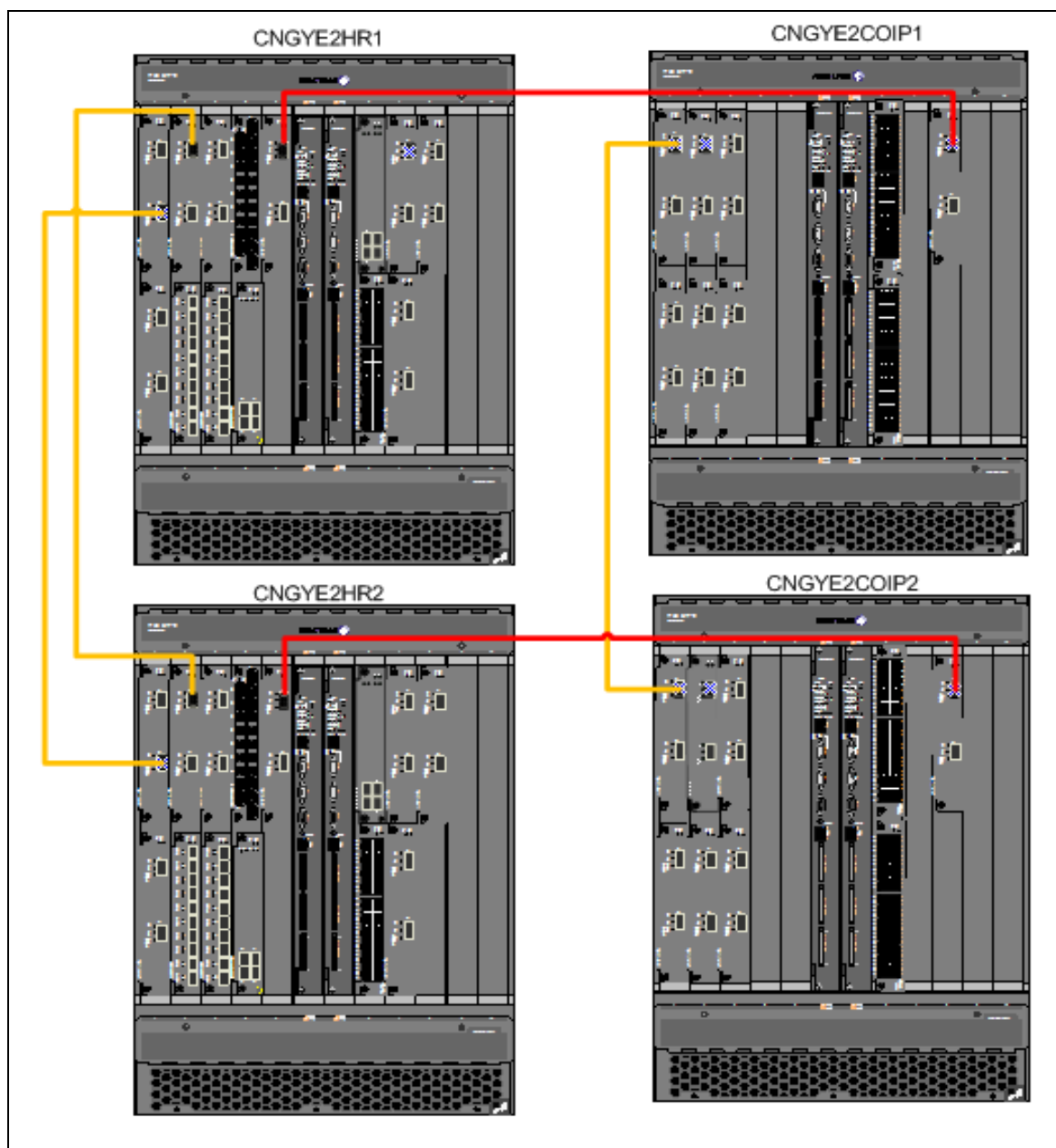


Figura 5.10. Diagrama de conexión Central 2 R2¹⁹

¹⁹ Realizada por: Guerra, P. 2017

La figura 5.11 muestra el esquema de conexión de la red en base a las conexiones mostradas y a las directrices indicadas en el punto 5.7.3.

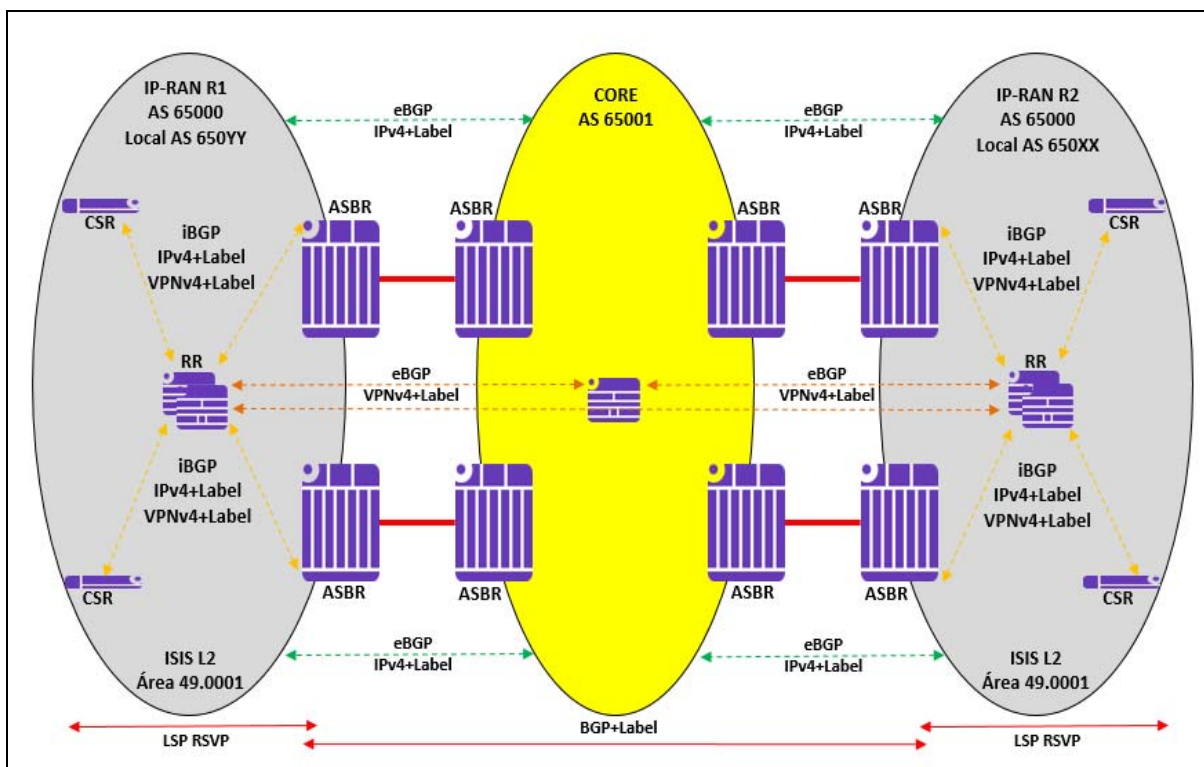


Figura 5.11. Esquema Lógico Inter-AS Modelo C²⁰

A continuación se detalla la información del direccionamiento IP utilizado para las interfaces de sistema y las de enlaces punto a punto o network para realizar la interconexión de las dos regiones hacia el Core. De igual manera se detalla el direccionamiento IP de los RRs debido a su importancia en el Inter-AS modelo C. La tabla 5.8 muestra el direccionamiento IP de la red.

²⁰ Realizada por: Guerra, P. 2017

REGION	EQUIPO IP-RAN	IP DE SISTEMA /32	EQUIPO CORE	IP DE SISTEMA /32
1	CNUIO1HR1	173.22.217.1	CNUIO1COIP1	12.57.0.16
	CNUIO1HR2	173.22.217.2	CNUIO1COIP2	12.57.0.17
	CNUIO1RR1	173.22.217.4	CNUIO1RRCOIP1	192.168.244.124
	CNUIO2HR1	173.22.217.5	CNUIO2COIP1	12.57.0.22
	CNUIO2HR2	173.22.217.6	CNUIO2COIP2	12.57.0.23
	CNUIO2RR2	173.22.217.8	-	-
2	CNGYE1HR1	173.22.221.1	CNGYE1COIP1	12.57.0.27
	CNGYE1HR2	173.22.221.2	CNGYE1COIP2	12.57.0.28
	CNGYE1RR1	173.22.162.72	-	-
	CNGYE2HR1	173.22.221.5	CNGYE2COIP1	12.57.0.3
	CNGYE2HR2	173.22.221.6	CNGYE2COIP2	12.57.0.4
	CNGYE2RR2	173.22.162.75	CNGYE2RRCOIP1	192.168.244.125

Tabla 5.8. Direcciones IP de sistema de los equipos que intervienen en la conexión²¹

En la tabla 5.9 se detalla el direccionamiento de los enlaces punto a punto que permiten el intercambio del tráfico Inter-AS.

REGION	ENLACE	RED / 30	IP EQUIPO IP-RAN	IP EQUIPO CORE
1	CNUIO1HR1 - CNUIO1COIP1	12.56.44.0	12.56.44.2	12.56.44.1
	CNUIO1HR2 - CNUIO1COIP2	12.56.44.4	12.56.44.6	12.56.44.5
	CNUIO2HR1 - CNUIO2COIP1	12.56.44.8	12.56.44.10	12.56.44.9
	CNUIO2HR2 - CNUIO2COIP2	12.56.44.12	12.56.44.14	12.56.44.13
2	CNGYE1HR1 - CNGYE1COIP1	12.56.44.48	12.56.44.50	12.56.44.49
	CNGYE1HR2 - CNGYE1COIP2	12.56.44.52	12.56.44.54	12.56.44.53
	CNGYE2HR1 - CNGYE2COIP1	12.56.44.40	12.56.44.42	12.56.44.41
	CNGYE2HR2 - CNGYE2COIP2	12.56.44.44	12.56.44.46	12.56.44.45

Tabla 5.9. Direccionamiento Network de la Interconexión²²

²¹ Realizada por: Guerra, P. 2017

²² Realizada por: Guerra, P. 2017

Como se puede observar se realizan varias conexiones tanto por región como por central, la finalidad de estos enlaces es brindar redundancia y balanceo de carga entre los diferentes 7750 SR-12 del IPRAN y el Core IP. Tal como se puede observar en la tabla 5.7, se utiliza el primer puerto de 10 Gbps de cada tarjeta seleccionada en los equipos SR-12 para habilitar los enlaces para la interconexión. Es importante tomar en cuenta que se creó un Grupo de Agregación de Enlaces (LAG) con este único puerto, esto con el objetivo de en un futuro permitir la adición de nuevos puertos que permitan aumentar fácilmente el ancho de banda en cada punto de interconexión. La figura 5.12 muestra el direccionamiento para el Inter-AS modelo C.

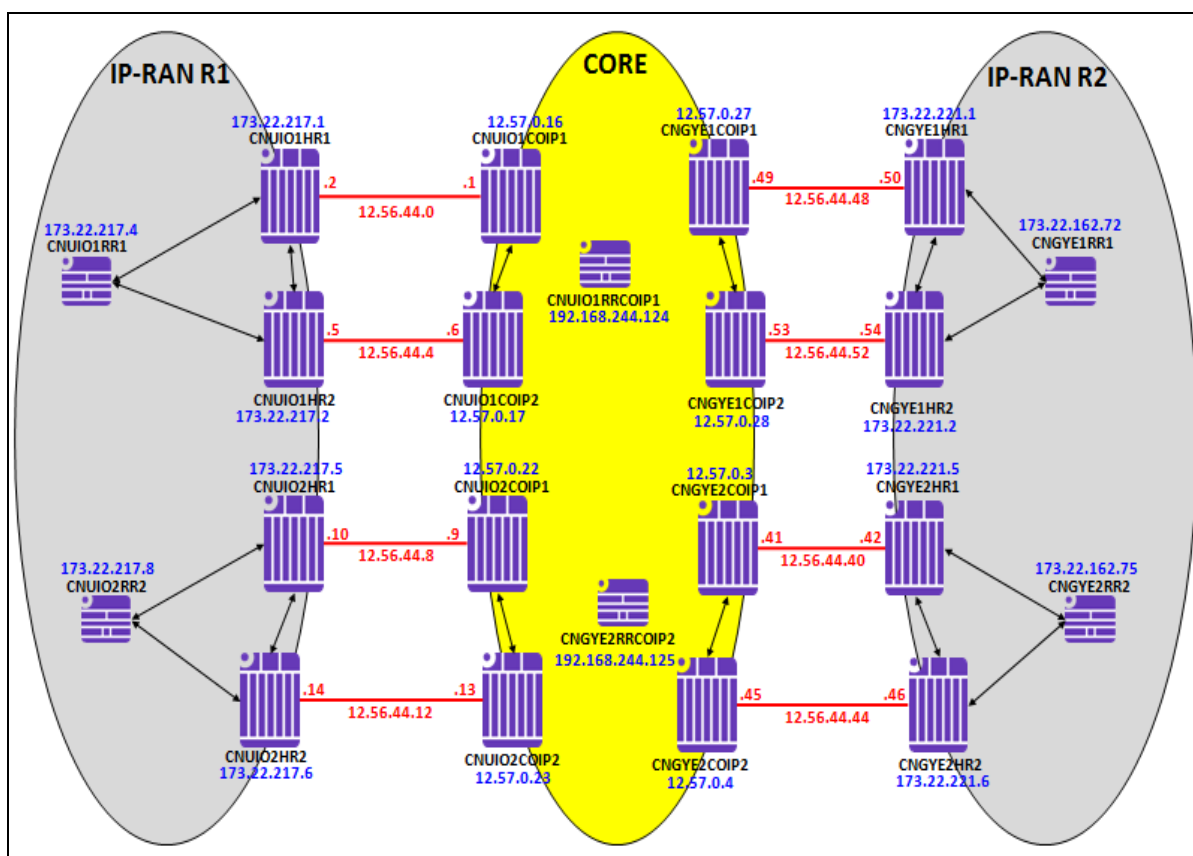


Figura 5.12. Direccionamiento Inter-AS Modelo C²³

²³ Realizada por: Guerra, P. 2017

5.7.4.1. Configuraciones de Equipos

Las configuraciones de los equipos para el Inter-AS modelo C se las puede encontrar en el Anexo 1.

6. Conclusiones

- El Inter-AS modelo C permitirá crear servicios e2e entre las diferentes regiones de acceso y el Core IP realizando configuraciones únicamente en los equipos extremos sin la necesidad de realizar cambios en los equipos intermedios mediante túneles BGP.
- El Inter-AS modelo C les permitirá a los proveedores convertirse en portadores de datos para clientes finales gracias a que contarán con una red de amplia cobertura y que brinda una conectividad segura gracias al uso de VPNs de capa 2 y 3.
- Seleccionar una tecnología que permita aprovechar la infraestructura de red existente es imprescindible para minimizar gastos y poder potenciar los servicios que ofrecen los proveedores. De esta manera contar con una red IP/MPLS es la solución que mejor se adapta para poder realizar este tipo de cambios.
- La migración del Inter-AS Modelo A hacia el Inter-AS Modelo C permite que la red cuente con una gran escalabilidad y flexibilidad al momento de añadir nuevos nodos, servicios de nueva generación y servicios corporativos.
- En el caso de que se desee utilizar la solución Seamless MPLS para la interconexión de las regiones de acceso y el Core IP se debe cambiar AS del core IP o de las dos regiones de acceso, sin embargo, el cambio de AS en una red genera grandes interrupciones en los servicios debido a que se reinicia el BGP de la red.

- Los modelos de interconexión son adecuados para conectar ASs de diferentes empresas o diferentes ASs de una misma empresa, mientras que la solución Seamless MPLS es adecuado para realizar la interconexión de diferentes redes con un mismo AS.
- La interconexión de las regiones de acceso y el core IP permite la migración de una red exclusivamente para servicios móviles hacia una red multiservicios de nueva generación permitiéndoles a los proveedores ofrecer nuevos y mejores servicios a sus clientes finales.
- Los proveedores de servicios móviles deben contar con una red de backhaul capaz de adaptarse al vertiginoso cambio de los requerimientos de capacidad y ancho de banda que los servicios de nueva generación y servicios corporativos requieren. Es por ello que la red de backhaul debe evolucionar a la par de las redes de acceso móvil y el core, ofreciendo la velocidad y capacidad necesaria, mayor escalabilidad, eficiencia y versatilidad para de esta manera poder cumplir con las exigencias que una red multiservicios de nueva generación demanda.
- La versatilidad de los equipos ALU les permite a los proveedores de servicios móviles administrar y gestionar diferentes tipos de tráfico en sus redes de backhaul.

7. Recomendaciones

- Una vez implementado el Inter AS modelo C, las conexiones al Core que utilizan el Inter-AS modelo A pueden ser migradas. Sin embargo, para esta migración se recomienda realizar un estudio de caso para minimizar cualquier posible impacto sobre la red.
- Previo a iniciar las configuraciones para habilitar el Inter-AS Modelo C, y teniendo en cuenta que los equipos están en un red activa, se recomienda obtener el estatus actual de los equipos para en caso de ser necesario realizar un rollback y poder comparar las configuraciones. Para obtener el estatus actual de los equipos se deben ejecutar mediante CLI los comandos de monitoreo de los equipos ALU.
- Algunas de las configuraciones mostradas para realizar el Inter-AS modelo C generan intermitencias por lo que estas deben ser realizadas en una ventana de mantenimiento para minimizar el impacto sobre la red.
- Se recomienda dividir el procedimiento a realizar para la migración hacia el Inter-AS modelo C en varias ventanas de mantenimiento para mitigar posibles afectaciones de servicio en la red. De igual manera en caso de que se presente una falla en el paso N, el paso N+1 no será ejecutado; y se procederá con la investigación en busca del origen del problema.

8. Bibliografía

- [1] Kaaranen, H., Ahtiainen, A., Laitinen, L., Naghian, S., Niemi, V. (2005) . UMTS NETWORKS Architecture, Mobility and services. Editorial Wiley.
- [2] Molish, A. (2005). Wireless Communications. Editorial Wiley.
- [3] Kreher, R., Rüdibusch, T. (2007). UMTS Signaling. Editorial Wiley.
- [4] Menéndez Avila, R. (Agosto de 2012). Estudio del desempeño e implementación de una solución MPLS-VPN sobre múltiples sistemas autónomos. Lima, Perú. Obtenido de: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1500/MENENDEZ_AVILA_RICARDO_SOLUCION_MPLS_VPN.pdf?sequence=1
- [5] Nokia_Seamless_MPLS_White_Paper_EN Evolving to “end-to-end MPLS”
- [6] Orozco Lara, F. R. (3 de Septiembre de 2014). Diseño de una Red Privada con tecnología MPLS para la carrera de Ingeniería de Networking de la Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/2198/1/T-UCSG-POS-MTEL-23.pdf>
- [7] Muñoz Jiménez, L. (Mayo de 2013). Evolución de la red de transmisión de acceso móvil desde TDM a all-IP. Valencia, España. Obtenido de: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29405/Mu%C3%B1oz_Jim%C3%A9nez_Laura.pdf?sequence=1
- [8] Montilla Bravo, A. (Julio de 2009). Arquitectura de red de acceso móvil de cuarta generación: Mobile-IP RAN. Leganés, España. Obtenido de: <http://e->

archivo.uc3m.es/bitstream/10016/6739/1/TESIS_Alberto_Montilla_CD_250609.pdf

- [9] Ayala Abarca, A. (Julio de 2011). Estudio y diseño de una red de transporte IP RAN para voz y datos para redes de telefonía celular de cuarta generación en el Ecuador. Sangolquí, Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4660/2/T-ESPE-032723-A.pdf>
- [10] Mobile broadband backhaul: Addressing the challenge. Ericsson. Obtenido de: http://www.ericsson.com/res/thecompany/docs/publications/ericsson_review/2008/Backhaul.pdf
- [11] Servicios de una red IP/MPLS. Alcatel – Lucent “Services Architecture” Student Guide v2-0.
- [12] VPRN Alcatel – Lucent “VPRN” Student Guide v1-2
- [13] VPLS Alcatel – Lucent “VPLS” Student Guide v1-0.
- [14] VPRN Inter AS Models - From VPRN SRC
- [15] <https://resources.ext.nokia.com/asset/162833>

9. ANEXOS

ANEXO 1

CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS ALCATEL – LUCENT PARTICIPANTES EN EL DISEÑO DE LA RED

Configuración de los equipos ALU R1 para el Inter-AS Modelo C

- **Configuración equipo CNUIO1HR1**

Configuración puerto hacia ASBR del Core IP

Estos puertos se configuran con auto negociación habilitada, políticas de QoS para Network aplicadas, el valor de MTU debe ser configurado en 4512 bytes (4470 bytes de MTU L3 + 42 bytes cabeceras L2 y MPLS). Se habilita el parámetro hold-time up para obligar al puerto a esperar un tiempo determinado antes de levantarse y con esto evitar el flapeo de puertos.

```
configure port 4/1/1
  description "to_CNUIO1COIP1_PTO_4/1/1"
  network
    egress
      pool
        slope-policy "WRED Slope Policy"
      exit
    exit
  exit
  ethernet
    network
      queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit
    mtu 4512
    hold-time up 5
  exit
  no shutdown
exit
```

Configuración LAG hacia ASBR Core IP

La finalidad de este LAG es permitir la fácil adición de nuevos puertos y por ende el aumento de ancho de banda de un enlace. Inicialmente el LAG estará conformado únicamente por el puerto configurado en el paso anterior.

```
configure lag 10
  description "LAG-10 to CNUIO1COIP1"
  port 4/1/1
  no shutdown
exit
```

Configuración Interfaces

La interfaz está asociada al LAG anteriormente configurado, se le aplica la política de QoS de network y se configuraran los valores de BFD que será posteriormente activado dentro de BGP.

Interfaz de Sistema

```
configure interface "system" #IP de Sistema. Configuración
                             demostrativa, al ser una red en
                             producción ya está configurada.
  address 173.22.217.1/32
  no shutdown
exit
```

Interfaz hacia ASBR Core IP

```
configure interface "to_ CNUIO1COIP1"
  address 12.56.44.2/30
  port lag-10
  qos 200
  bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit
```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia el Core

Se crea una política de enrutamiento que permita exportar la IP de sistema del equipo y las demás IP de sistema de los routers de la región. Luego esta política es agregada dentro de un nuevo grupo denominado "Core", donde se crea la sesión eBGP hacia el ASBR del Core la cual es IPv4 con el envío de etiquetas habilitado y el parámetro MED copiando el costo del IGP. También se configuran parámetros de optimización de BGP. El next-hop de las rutas aprendidas del Core será reemplazado por la IP de sistema del ASBR.

```
configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys" #IP de Sistema
            prefix 173.22.217.1/32 exact
        exit
        prefix-list "Reg1" #Rango de IPs de Sistema de la región
            prefix 173.22.217.0/24 longer
            prefix 173.22.197.0/24 longer
        exit
        policy-statement "to_Core"
            entry 10
                from
                    protocol bgp
                    prefix-list "Reg1"
                exit
                action accept
            exit
        exit
            entry 20
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
            exit
```

```

        exit
        default-action reject
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1 #Optimización de BGP
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost #Valor MED asociado al costo IGP
            type external
            export "to_Core" #Exporta IPs de Sistema de toda la
                            región al Core
            local-as 65011 no-prepend-global-as #AS visible en el
                                                Core

            peer-as 65001
            neighbor 12.56.44.1
            authentication-key "portamp1s" hash2
                advertise-label ipv4 #Habilita envío etiquetas
                                    IPv4

                bfd-enable
            exit
        exit
    no shutdown
exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los RRs

Se debe habilitar la familia IPv4 y el envío de etiquetas hacia todos los RRs de la región. Otra política de enrutamiento permite exportar la IP de sistema del equipo asociada a una etiqueta hacia BGP.

```
configure router
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        path "p_igp"
            no shutdown
        exit
        lsp "to_CNUIO1RR1" # LSP a RR Central UIO 1
            to 173.22.217.4
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
            exit
        lsp "to_CNUIO2RR2" # LSP a RR Central UIO 2
            to 173.22.217.8
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
        exit
    exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys" # IP de Sistema ASBR
            prefix 173.22.217.1/32 exact
        exit
        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
                exit
            exit
        exit
    commit
    exit
```

```

#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            export "export_sys" #Exporta IP sistema equipo local
            neighbor 173.22.217.4
            advertise-label ipv4 #Habilita envío etiquetas IPv4
            family ipv4 vpn-ipv4 #Agrega family IPv4
            exit
            neighbor 173.22.217.8
            advertise-label ipv4 #Habilita envío etiquetas IPv4
            family ipv4 vpn-ipv4 #Agrega family IPv4
            exit
        exit
    exit
exit

```

• CONFIGURACIÓN EQUIPO CNUIO1HR2

Configuración puerto hacia ASBR del Core IP

```

configure port 4/1/1
    description "to_CNUIO1COIP2_PTO_4/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit
    ethernet
        network
            queue-policy "7750 Network_Queue"
        exit
        mtu 4512
        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR Core IP

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNUIO1COIP2"

```

```

port 4/1/1
no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 173.22.217.2/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR Core IP

```

configure interface "to_ CNUIO1COIP2"
    address 12.56.44.5/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia el Core

```

configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.217.2/32 exact
        exit
        prefix-list "Reg1"
            prefix 173.22.217.0/24 longer
            prefix 173.22.197.0/24 longer
        exit
        policy-statement "to_Core"
            entry 10
                from
                    protocol bgp
                    prefix-list "Reg1"
                exit
                action accept
            exit
        exit
        entry 20
            from

```

```

                prefix-list "sys"
                exit
                action accept
                exit
            exit
            default-action reject
            exit
        commit
        exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_Core"
            local-as 65011 no-prepend-global-as
            peer-as 65001
            neighbor 12.56.44.6
            authentication-key "portampls" hash2
                advertise-label ipv4
                bfd-enable
            exit
        exit
        no shutdown
    exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los RRs

```

configure router
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        path "p_igp"
            no shutdown
        exit
        lsp "to_CNUIO1RR1"
            to 173.22.217.4
            cspf

```

```

        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
        exit
    lsp "to_CNUIO2RR2" #
        to 173.22.217.8
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
    begin
    prefix-list "sys"
        prefix 173.22.217.2/32 exact
    exit
    policy-statement "export_sys"
        entry 10
            from
                prefix-list "sys"
            exit
            action accept
            exit
        exit
    exit
commit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
    group "RRs"
        export "export_sys"
        neighbor 173.22.217.4
        advertise-label ipv4
        family ipv4 vpn-ipv4
        exit
        neighbor 173.22.217.8
        advertise-label ipv4
        family ipv4 vpn-ipv4
        exit

```

```

        exit
    exit
exit

```

• CONFIGURACIÓN EQUIPO CNUIO2HR1

Configuración puerto hacia ASBR del Core IP

```

configure port 4/1/1
    description "to_CNUIO2COIP1_PTO_4/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit
    ethernet
        network
            queue-policy "7750 Network_Queue"
        exit
        mtu 4512
        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR Core IP

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNUIO2COIP1"
    port 4/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 173.22.217.5/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR Core IP

```
configure interface "to_ CNUIO2COIP1"
    address 12.56.44.10/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit
```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia el Core

```
configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.217.5/32 exact
        exit
        prefix-list "Reg1"
            prefix 173.22.217.0/24 longer
            prefix 173.22.197.0/24 longer
        exit
        policy-statement "to_Core"
            entry 10
                from
                    protocol bgp
                    prefix-list "Reg1"
                exit
                action accept
                exit
            exit
            entry 20
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
                exit
            exit
            default-action reject
            exit
        commit
        exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
```

```

bgp
  min-route-advertisement 1
  advertise-inactive
  enable-peer-tracking
  rapid-withdrawal
  transport-tunnel mpls
  group "Core"
    family ipv4
    med-out igp-cost
    type external
    export "to_Core"
    local-as 65011 no-prepend-global-as
    peer-as 65001
    neighbor 12.56.44.9
    authentication-key "portampls" hash2
      advertise-label ipv4
      bfd-enable
    exit
  exit
  no shutdown
exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los RRs

```

configure router
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
  mpls
    path "p_igp"
      no shutdown
    exit
    lsp "to_CNUIO1RR1"
      to 173.22.217.4
      cspf
      fast-reroute facility
      exit
      primary "p_igp"
      exit
      no shutdown
      exit
    lsp "to_CNUIO2RR2" #
      to 173.22.217.8
      cspf
      fast-reroute facility
      exit
      primary "p_igp"

```

```

        exit
        no shutdown
    exit
exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
    begin
    prefix-list "sys"
        prefix 173.22.217.5/32 exact
    exit
    policy-statement "export_sys"
        entry 10
            from
                prefix-list "sys"
            exit
            action accept
            exit
        exit
    exit
commit
exit

#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            export "export_sys"
            neighbor 173.22.217.4
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
        exit
        neighbor 173.22.217.8
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
        exit
    exit
exit
exit

```

- **CONFIGURACIÓN EQUIPO CNUIO2HR2**

Configuración puerto hacia ASBR del Core IP

```
configure port 4/1/1
```

```

description "to_CNUIO2COIP2_PTO_4/1/1"
network
    egress
        pool
            slope-policy "WRED Slope Policy"
        exit
    exit
exit
ethernet
    network
        queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit
    mtu 4512
    hold-time up 5
exit
no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR Core IP

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNUIO2COIP2"
    port 4/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 173.22.217.6/32
    no shutdown
exit

```

Configuración interfaz hacia ASBR Core IP

```

configure interface "to_ CNUIO2COIP2"
    address 12.56.44.14/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia el Core

```
configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.217.6/32 exact
        exit
        prefix-list "Reg1"
            prefix 173.22.217.0/24 longer
            prefix 173.22.197.0/24 longer
        exit
        policy-statement "to_Core"
            entry 10
                from
                    protocol bgp
                    prefix-list "Reg1"
                exit
                action accept
            exit
        exit
        entry 20
            from
                prefix-list "sys"
            exit
            action accept
        exit
        default-action reject
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_Core"
```

```

        local-as 65011 no-prepend-global-as
        peer-as 65001
        neighbor 12.56.44.13
        authentication-key "portampls" hash2
            advertise-label ipv4
            bfd-enable
        exit
    exit
no shutdown
exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los RRs

```

configure router
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        path "p_igp"
            no shutdown
        exit
        lsp "to_CNUIO1RR1"
            to 173.22.217.4
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
            exit
        lsp "to_CNUIO2RR2" #
            to 173.22.217.8
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
        exit
    exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.217.6/32 exact

```

```

        exit
        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
                exit
            exit
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            export "export_sys"
            neighbor 173.22.217.4
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
            exit
            neighbor 173.22.217.8
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
            exit
        exit
    exit
exit

```

- **Configuración equipo CNUIO1RR1**

Sesión Label iBGP IPv4 a los ASBRs

Para resolver los *next-hop* de los prefijos aprendidos por Label iBGP los ASBRs necesitan un túnel MPLS hacia el equipo que aparece como origen, en este caso las IPs de sistema de los RRs no son propagadas hacia el Core si no existe un LSP desde el ASBR al RR. Este LSP no levanta sino se configura primeramente MPLS y RSVP dentro del RR. No es necesario configurar LSPs

hacia los ASBRs pues el único fin de configurar MPLS dentro de los RRs es permitir que este participe en la señalización RSVP y el LSP desde el ASBR al RR pueda levantar.

Se debe habilitar la familia IPv4 y el envío de etiquetas dentro de las sesiones hacia los ASBRs de su región. Una política de enrutamiento permite exportar la IP de sistema del RR asociada a una etiqueta hacia los ASBRs. Igualmente se debe aplicar los parámetros de optimización de BGP. El RR no reflejara las rutas aprendidas por Label iBGP, a menos que resuelva los *next-hop* de cada ruta aprendida, para esto por defecto usa la tabla de túneles. Obligando a que el RR tenga LSPs a todos los equipos de su región, esto no es deseable, ya que el tener LSPs activos en los RRs podría provocar que estos equipos sean usados como transporte de servicios. Para evitar esto se debe habilitar que la resolución del próximo salto de las rutas con Label se haga usando la GRT, para esto se debe deshabilitar el aprendizaje de rutas en el RR, y luego activar la función de usar la tabla de enrutamiento global para resolver solo las rutas con Label.

```
configure router
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls #Habilita MPLS
        interface "system"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNUIO1HR1"
            no shutdown
        exit
```

```

        interface "to_CNUIO1HR2"
            no shutdown
        exit
    exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp #Habilita RSVP
        interface "system"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNUIO1HR1"
            bfd-enable
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNUIO1HR2"
            bfd-enable
            no shutdown
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls #Levanta MPLS y no se configura ningún LSP
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.217.4/32 exact #IP de Sistema RR
        exit
        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
            exit
        exit
    exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----

```

```
bgp
  min-route-advertisement 1 #Optimización de BGP
  disable-route-table-install #Permite utilizar route-table-
                              for-label-routes

  advertise-inactive
  enable-peer-tracking
  rapid-withdrawal
  next-hop-resolution
    route-table-for-label-routes #Next-hop resuelto por
                                  GRT

  exit
  group "RR-Clients"
    family vpn-ipv4
    type internal
    cluster 173.0.0.0
    local-as 65000
    neighbor 173.22.217.1 #Family IPv4 y Label. Exporta
                          IP sistema dentro de sesión
                          ASBR
      family ipv4 vpn-ipv4
      export "export_sys"
      advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 173.22.217.2
      family ipv4 vpn-ipv4
      export "export_sys"
      advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 173.22.217.5
      family ipv4 vpn-ipv4
      export "export_sys"
      advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 173.22.217.6
      family ipv4 vpn-ipv4
      export "export_sys"
      advertise-label ipv4
    exit
  exit
  no shutdown
exit
exit
```

Sesión eBGP VPNv4 a los RRs del Core y de la otra Región

Dado que los RRs tienen deshabilitado el aprendizaje de rutas con etiquetas, se debe configurar rutas estáticas hacia los RRs del Core y de la otra región. Se crean dos nuevos grupos, uno hacia los RRs del Core y otro hacia los RRs de la otra región. En ambos grupos se habilita ORF para enviar un listado de los RT que se quiere aprender.

```
configure router
#-----
echo "Static Route Configuration"
#-----
    static-route 192.168.244.124/32 next-hop 173.22.216.145
preference 200 metric 100
    static-route 192.168.244.124/32 next-hop 173.22.216.149
preference 200 metric 200
    static-route 192.168.244.125/32 next-hop 173.22.216.145
preference 200 metric 100
    static-route 192.168.244.125/32 next-hop 173.22.216.149
preference 200 metric 200
    static-route 173.22.162.72/32 next-hop 173.22.216.145 preference
200 metric 100
    static-route 173.22.162.72/32 next-hop 173.22.216.149 preference
200 metric 200
    static-route 173.22.162.75/32 next-hop 173.22.216.145 preference
200 metric 100
    static-route 173.22.162.75/32 next-hop 173.22.216.149 preference
200 metric 200
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs-Core"
            family vpn-ipv4
            type external
            multihop 20 #Permitiría llegar a un RR a 20 saltos
                        máximo
            outbound-route-filtering #Filtro de rutas VPNv4
                                    usando RT
            extended-community
```

```

                send-orf "target:65001:26700"
                accept-orf
            exit
        exit
        local-as 65011 private no-prepend-global-as
        peer-as 65001
        neighbor 192.168.244.124
        exit
        neighbor 192.168.244.125
        exit
    exit
    group "RRs-Reg2"
        family vpn-ipv4
        type external
        multihop 20
        outbound-route-filtering # Filtro de rutas VPNv4
                                usando RT
            extended-community
                send-orf "target:65001:26700"
                accept-orf
            exit
        exit
        local-as 65011 private no-prepend-global-as
        peer-as 65012
        neighbor 173.22.162.72
        exit
        neighbor 173.22.162.75
        exit
    exit
exit

```

Sesión iBGP a los RRs de la misma Región

Para tener redundancia a nivel de RRs se debe activar la familia IPv4 y el envío de etiquetas dentro del grupo de RRs de la misma región.

```

configure router
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            neighbor 173.22.217.8

```

```

        advertise-label ipv4
        family ipv4 vpn-ipv4
    exit
exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los CSRs

Se debe habilitar la familia IPv4 y el envío de etiquetas dentro de las sesiones hacia los CSRs de su región. Esta configuración se repite por cada CSR de la región.

```

configure router
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RR-Clients"
            family vpn-ipv4
            neighbor 173.22.217.XX # IP de sistema del CSR
                family ipv4 vpn-ipv4 # Family IPv4 y Label
                dentro de sesión al CSR
                advertise-label ipv4
            exit
        exit
    exit
exit

```

Configuración de los equipos ALU R2 para el Inter-AS Modelo C

- Configuración equipo CNGYE1HR1

Configuración puerto hacia ASBR del Core IP

```

configure port 5/1/1
    description "to_CNGYE1COIP1_PTO_8/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit

```

```

        exit
    exit
    ethernet
        network
            queue-policy "7750 Network_Queue"
        exit
        mtu 4512
        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR Core IP

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNGYE1COIP1"
    port 5/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 173.22.221.1/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR Core IP

```

configure interface "to_CNGYE1COIP1"
    address 12.56.44.50/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia el Core

```

configure router

```

```
#-----  
echo "Policy Configuration"  
#-----  
    policy-options  
        begin  
        prefix-list "sys"  
            prefix 173.22.221.1/32 exact  
        exit  
        prefix-list "Reg2"  
            prefix 173.22.221.0/24 longer  
            prefix 173.22.162.0/24 longer  
        exit  
        policy-statement "to_Core"  
            entry 10  
                from  
                    protocol bgp  
                    prefix-list "Reg2"  
                exit  
                action accept  
            exit  
            entry 20  
                from  
                    prefix-list "sys"  
                exit  
                action accept  
            exit  
            default-action reject  
        exit  
    commit  
exit  
  
#-----  
echo "BGP Configuration"  
#-----  
    bgp  
        min-route-advertisement 1  
        advertise-inactive  
        enable-peer-tracking  
        rapid-withdrawal  
        transport-tunnel mpls  
        group "Core"  
            family ipv4  
            med-out igp-cost  
            type external  
            export "to_Core"  
            local-as 65012 no-prepend-global-as  
            peer-as 65001
```

```

        neighbor 12.56.44.49
        authentication-key "portampls" hash2
        advertise-label ipv4
        bfd-enable
        exit
    exit
    no shutdown
exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los RRs

```

configure router
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        path "p_igp"
            no shutdown
        exit
        lsp "to_CNGYE1RR1"
            to 173.22.162.72
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
            exit
        lsp "to_CNGYE2RR2"
            to 172.22.162.75
            cspf

            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
        exit
    exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.221.1/32 exact
        exit

```

```

        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
                exit
            exit
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            export "export_sys"
            neighbor 173.22.162.72
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
            exit
            neighbor 173.22.162.75
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
            exit
        exit
    exit
exit

```

- **Configuración equipo CNGYE1HR2**

Configuración puerto hacia ASBR del Core IP

```

configure port 5/1/1
    description "to_CNGYE1COIP2_PTO_8/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit
ethernet
    network
        queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit
    mtu 4512

```

```

        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR Core IP

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNGYE1COIP2"
    port 5/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 173.22.221.2/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR Core IP

```

configure interface "to_CNGYE1COIP2"
    address 12.56.44.54/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia el Core

```

configure router
    #-----
    echo "Policy Configuration"
    #-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.221.2/32 exact
        exit
        prefix-list "Reg2"

```

```

        prefix 173.22.221.0/24 longer
        prefix 173.22.162.0/24 longer
    exit
    policy-statement "to_Core"
        entry 10
            from
                protocol bgp
                prefix-list "Reg2"
            exit
            action accept
            exit
        exit
        entry 20
            from
                prefix-list "sys"
            exit
            action accept
            exit
        exit
        default-action reject
    exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_Core"
            local-as 65012 no-prepend-global-as
            peer-as 65001
            neighbor 12.56.44.53
            authentication-key "portampls" hash2
            advertise-label ipv4
            bfd-enable
            exit
        exit
    no shutdown
exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los RRs

```

configure router
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        path "p_igp"
            no shutdown
        exit
        lsp "to_CNGYE1RR1"
            to 173.22.162.72
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
            exit
        lsp "to_CNGYE2RR2"
            to 173.22.162.75
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
        exit
    exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.221.2/32 exact
        exit
        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
                exit
            exit
        exit
    commit
    exit

```

```

#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            export "export_sys"
            neighbor 173.22.162.72
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
            exit
            neighbor 173.22.162.75
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
            exit
        exit
    exit
exit

```

- **Configuración equipo CNGYE2HR1**

Configuración puerto hacia ASBR del Core IP

```

configure port 5/1/1
    description "to_CNGYE2COIP1_PTO_8/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit
    ethernet
        network
            queue-policy "7750 Network_Queue"
        exit
        mtu 4512
        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR Core IP

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNGYE2COIP1"

```

```

    port 5/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 173.22.221.5/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR Core IP

```

configure interface "to_CNGYE2COIP1"
    address 12.56.44.42/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia el Core

```

configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.221.5/32 exact
        exit
        prefix-list "Reg2"
            prefix 173.22.221.0/24 longer
            prefix 173.22.162.0/24 longer
        exit
        policy-statement "to_Core"
            entry 10
                from
                    protocol bgp
                    prefix-list "Reg2"
                exit
            action accept
            exit

```

```

        exit
        entry 20
            from
                prefix-list "sys"
            exit
            action accept
            exit
        exit
        default-action reject
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_Core"
            local-as 65012 no-prepend-global-as
            peer-as 65001
            neighbor 12.56.44.41
            authentication-key "portampls" hash2
                advertise-label ipv4
                bfd-enable
            exit
        exit
        no shutdown
    exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los RRs

```

configure router
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        path "p_igp"
            no shutdown
        exit

```

```
    lsp "to_CNGYE1RR1"
        to 173.22.162.72
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
        exit
    lsp "to_CNGYE2RR2"
        to 173.22.162.75
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.221.5/32 exact
        exit
        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
                exit
            exit
        exit
    commit
    exit

#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            export "export_sys"
            neighbor 173.22.162.72
            advertise-label ipv4
            family ipv4 vpn-ipv4
            exit
```

```

neighbor 173.22.162.75
advertise-label ipv4
family ipv4 vpn-ipv4
exit
exit
exit
exit

```

- **Configuración equipo CNGYE2HR2**

Configuración puerto hacia ASBR del Core IP

```

configure port 5/1/1
description "to_CNGYE2COIP2_PTO_8/1/1"
network
    egress
        pool
            slope-policy "WRED Slope Policy"
        exit
    exit
exit
ethernet
    network
        queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit
    mtu 4512
    hold-time up 5
exit
no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR Core IP

```

configure lag 10
description "LAG-10 to CNGYE2COIP2"
port 5/1/1
no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```
configure interface "system"
  address 173.22.221.6/32
  no shutdown
exit
```

Interfaz hacia ASBR Core IP

```
configure interface "to_CNGYE2COIP2"
  address 12.56.44.46/30
  port lag-10
  qos 200
  bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit
```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia el Core

```
configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
  policy-options
    begin
    prefix-list "sys"
      prefix 173.22.221.6/32 exact
    exit
    prefix-list "Reg2"
      prefix 173.22.221.0/24 longer
      prefix 173.22.162.0/24 longer
    exit
    policy-statement "to_Core"
      entry 10
        from
          protocol bgp
          prefix-list "Reg2"
        exit
        action accept
      exit
    exit
    entry 20
      from
        prefix-list "sys"
      exit
      action accept
    exit
  exit
```

```

        default-action reject
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_Core"
            local-as 65012 no-prepend-global-as
            peer-as 65001
            neighbor 12.56.44.45
            authentication-key "portampls" hash2
                advertise-label ipv4
                bfd-enable
        exit
    exit
    no shutdown
exit

```

- **Configuración equipo CNGYE2RR2**

Sesión Label iBGP IPv4 a los ASBRs

```

configure router
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls
        interface "system"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNGYE2HR1"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNGYE2HR2"
            no shutdown
        exit

```

```
        exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp
        interface "system"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNGYE2HR1"
            bfd-enable
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNGYE2HR2"
            bfd-enable
            no shutdown
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 173.22.162.75/32 exact
        exit
        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
            exit
        exit
    exit
    commit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        disable-route-table-install
```

```

advertise-inactive
enable-peer-tracking
rapid-withdrawal
next-hop-resolution
    route-table-for-label-routes
exit
group "RR-Clients"
    family vpn-ipv4
    type internal
    cluster 173.0.0.0
    local-as 65000
    neighbor 173.22.221.1
        family ipv4 vpn-ipv4
        export "export_sys"
        advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 173.22.221.2
        family ipv4 vpn-ipv4
        export "export_sys"
        advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 173.22.221.5
        family ipv4 vpn-ipv4
        export "export_sys"
        advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 173.22.221.6
        family ipv4 vpn-ipv4
        export "export_sys"
        advertise-label ipv4
    exit
exit
no shutdown
exit
exit

```

Sesión eBGP VPNv4 a los RRs del Core y de la otra Región

```

configure router
#-----
echo "Static Route Configuration"
#-----
    static-route 192.168.244.124/32 next-hop 173.22.220.177
preference 200 metric 100
    static-route 192.168.244.124/32 next-hop 173.22.220.181
preference 200 metric 200

```

```

        static-route 192.168.244.125/32 next-hop 173.22.220.177
preference 200 metric 100
        static-route 192.168.244.125/32 next-hop 173.22.220.181
preference 200 metric 200
        static-route 173.22.217.4/32 next-hop 173.22.220.177 preference
200 metric 100
        static-route 173.22.217.4/32 next-hop 173.22.220.181 preference
200 metric 200
        static-route 173.22.217.8/32 next-hop 173.22.220.177 preference
200 metric 100
        static-route 173.22.217.8/32 next-hop 173.22.220.181 preference
200 metric 200
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs-Core"
            family vpn-ipv4
            type external
            multihop 20
            outbound-route-filtering
                extended-community
                    send-orf "target:65001:26700"
                    accept-orf
            exit
        exit
        local-as 65012 private no-prepend-global-as
        peer-as 65001
        neighbor 192.168.244.124
        exit
        neighbor 192.168.244.125
        exit
    exit
    group "RRs-Reg1"
        family vpn-ipv4
        type external
        multihop 20
        outbound-route-filtering
            extended-community
                send-orf "target:65001:26700"
                accept-orf
        exit
    exit
    local-as 65012 private no-prepend-global-as
    peer-as 65011
    neighbor 173.22.217.4
    exit
    neighbor 173.22.217.8

```

```

        exit
    exit

```

Sesión iBGP a los RRs de la misma Región

```

configure router
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            neighbor 173.22.162.72
                advertise-label ipv4
                family ipv4 vpn-ipv4
            exit
        exit
    exit

```

Sesión Label iBGP IPv4 a los CSRs

```

configure router
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RR-Clients"
            family vpn-ipv4
            neighbor 173.22.221.XX
                family ipv4 vpn-ipv4
                advertise-label ipv4
            exit
        exit
    exit

```

Configuración de los equipos ALU Core IP para el Inter-AS Modelo C

- Configuración equipo CNUIO1COIP1

Configuración puerto hacia ASBR del HIGH RAN

```

configure port 4/1/1
    description "to_CNUIO1HR1_PTO_4/1/1"
    network
        egress

```

```

                pool
                    slope-policy "WRED Slope Policy"
                exit
            exit
        exit
    ethernet
        network
            queue-policy "7750 Network_Queue"
        exit
        mtu 4512
        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR HIGH RAN

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNUIO1HR1"
    port 4/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 12.57.0.16/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR HIGH RAN

```

configure interface "to_CNUIO1HR1"
    address 12.56.44.1/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia HIGH RAN

```

configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 12.57.0.16/32 exact
        exit
        prefix-list "Core"
            prefix 12.57.0.0/24 longer
        exit
        policy-statement "to_HIGHRAN"
            entry 10
                from
                    protocol bgp
                    prefix-list "Core"
                exit
                action accept
            exit
        exit
        entry 20
            from
                prefix-list "sys"
            exit
            action accept
        exit
        default-action reject
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_HIGHRAN"
            local-as 65001 no-prepend-global-as

```

```

        peer-as 65011
        neighbor 173.22.217.1
        authentication-key "portampls" hash2
            advertise-label ipv4
            bfd-enable
        exit
    exit
    no shutdown
exit

```

- **Configuración equipo CNUIO1COIP2**

Configuración puerto hacia ASBR del HIGH RAN

```

configure port 4/1/1
    description "to_CNUIO1HR2_PTO_4/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit
    ethernet
        network
            queue-policy "7750 Network_Queue"
        exit
        mtu 4512
        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR HIGH RAN

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNUIO1HR2"
    port 4/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```
configure interface "system"
  address 12.57.0.17/32
  no shutdown
exit
```

Interfaz hacia ASBR HIGH RAN

```
configure interface "to_CNUIO1HR2"
  address 12.56.44.6/30
  port lag-10
  qos 200
  bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit
```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia HIGH RAN

```
configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
  policy-options
    begin
    prefix-list "sys"
      prefix 12.57.0.17/32 exact
    exit
    prefix-list "Core"
      prefix 12.57.0.0/24 longer
    exit
    policy-statement "to_HIGHRAN"
      entry 10
        from
          protocol bgp
          prefix-list "Core"
        exit
        action accept
        exit
      exit
      entry 20
        from
          prefix-list "sys"
        exit
        action accept
        exit
```

```

        exit
        default-action reject
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_HIGHRAN"
            local-as 65001 no-prepend-global-as
            peer-as 65011
            neighbor 173.22.217.2
            authentication-key "portampls" hash2
                advertise-label ipv4
                bfd-enable
        exit
    exit
    no shutdown
exit

```

- **Configuración equipo CNUIO2COIP1**

Configuración puerto hacia ASBR del HIGH RAN

```

configure port 4/1/1
    description "to_CNUIO2HR1_PTO_4/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit
exit
ethernet
    network
        queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit

```

```

        mtu 4512
        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR HIGH RAN

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNUIO2HR1"
    port 4/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 12.57.0.22/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR HIGH RAN

```

configure interface "to_CNUIO2HR1"
    address 12.56.44.9/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia HIGH RAN

```

configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 12.57.0.22/32 exact
        exit

```

```
prefix-list "Core"
    prefix 12.57.0.0/24 longer
exit
policy-statement "to_HIGHRAN"
    entry 10
        from
            protocol bgp
            prefix-list "Core"
        exit
        action accept
        exit
    exit
    entry 20
        from
            prefix-list "sys"
        exit
        action accept
        exit
    exit
    default-action reject
    exit
commit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_HIGHRAN"
            local-as 65001 no-prepend-global-as
            peer-as 65011
            neighbor 173.22.217.5
            authentication-key "portampls" hash2
                advertise-label ipv4
                bfd-enable
            exit
        exit
    no shutdown
exit
```

- **Configuración equipo CNUIO2COIP2**

Configuración puerto hacia ASBR del HIGH RAN

```

configure port 4/1/1
  description "to_CNUIO2HR2_PTO_4/1/1"
  network
    egress
      pool
        slope-policy "WRED Slope Policy"
      exit
    exit
  exit
  ethernet
    network
      queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit
    mtu 4512
    hold-time up 5
  exit
  no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR HIGH RAN

```

configure lag 10
  description "LAG-10 to CNUIO2HR2"
  port 4/1/1
  no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
  address 12.57.0.23/32
  no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR HIGH RAN

```

configure interface "to_CNUIO2HR2"
  address 12.56.44.13/30
  port lag-10

```

```

    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia HIGH RAN

```

configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 12.57.0.23/32 exact
        exit
        prefix-list "Core"
            prefix 12.57.0.0/24 longer
        exit
        policy-statement "to_HIGHRAN"
            entry 10
                from
                    protocol bgp
                    prefix-list "Core"
                exit
                action accept
            exit
        exit
        entry 20
            from
                prefix-list "sys"
            exit
            action accept
        exit
        default-action reject
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls

```

```

    group "Core"
      family ipv4
      med-out igp-cost
      type external
      export "to_HIGHRAN"
      local-as 65001 no-prepend-global-as
      peer-as 65011
      neighbor 173.22.217.6
      authentication-key "portamp1s" hash2
        advertise-label ipv4
        bfd-enable
      exit
    exit
  no shutdown
exit

```

- **Configuración equipo CNGYE1COIP1**

Configuración puerto hacia ASBR del HIGH RAN

```

configure port 8/1/1
  description "to_CNGYE1HR1_PTO_5/1/1"
  network
    egress
      pool
        slope-policy "WRED Slope Policy"
      exit
    exit
  exit
  ethernet
    network
      queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit
    mtu 4512
    hold-time up 5
  exit
  no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR HIGH RAN

```

configure lag 10
  description "LAG-10 to CNGYE1HR1"
  port 8/1/1
  no shutdown

```

```
exit
```

Configuración interfaces

Interfaz de Sistema

```
configure interface "system"
  address 12.57.0.27/32
  no shutdown
exit
```

Interfaz hacia ASBR HIGH RAN

```
configure interface "to_CNGYE1HR1"
  address 12.56.44.49/30
  port lag-10
  qos 200
  bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit
```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia HIGH RAN

```
configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
  policy-options
    begin
    prefix-list "sys"
      prefix 12.57.0.27/32 exact
    exit
    prefix-list "Core"
      prefix 12.57.0.0/24 longer
    exit
    policy-statement "to_HIGHRAN"
      entry 10
        from
          protocol bgp
          prefix-list "Core"
        exit
        action accept
      exit
    exit
    entry 20
      from
```

```

                prefix-list "sys"
                exit
                action accept
                exit
            exit
            default-action reject
            exit
        commit
        exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        transport-tunnel mpls
        group "Core"
            family ipv4
            med-out igp-cost
            type external
            export "to_HIGHRAN"
            local-as 65001 no-prepend-global-as
            peer-as 65012
            neighbor 173.22.221.1
            authentication-key "portampls" hash2
                advertise-label ipv4
                bfd-enable
            exit
        exit
        no shutdown
    exit

```

- **Configuración equipo CNGYE1COIP2**

Configuración puerto hacia ASBR del HIGH RAN

```

configure port 8/1/1
    description "to_CNGYE1HR2_PTO_5/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit

```

```

ethernet
    network
        queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit
    mtu 4512
    hold-time up 5
exit
no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR HIGH RAN

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNGYE1HR2"
    port 8/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 12.57.0.28/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR HIGH RAN

```

configure interface "to_CNGYE1HR2"
    address 12.56.44.53/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia HIGH RAN

```

configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options

```

```
begin
prefix-list "sys"
    prefix 12.57.0.28/32 exact
exit
prefix-list "Core"
    prefix 12.57.0.0/24 longer
exit
policy-statement "to_HIGHRAN"
    entry 10
        from
            protocol bgp
            prefix-list "Core"
        exit
        action accept
        exit
    exit
    entry 20
        from
            prefix-list "sys"
        exit
        action accept
        exit
    exit
    default-action reject
exit
commit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
bgp
    min-route-advertisement 1
    advertise-inactive
    enable-peer-tracking
    rapid-withdrawal
    transport-tunnel mpls
    group "Core"
        family ipv4
        med-out igp-cost
        type external
        export "to_HIGHRAN"
        local-as 65001 no-prepend-global-as
        peer-as 65012
        neighbor 173.22.221.2
        authentication-key "portampls" hash2
        advertise-label ipv4
        bfd-enable
        exit
    exit
exit
```

```

        no shutdown
    exit

```

- **Configuración equipo CNGYE2COIP1**

Configuración puerto hacia ASBR del HIGH RAN

```

configure port 8/1/1
    description "to_CNGYE2HR1_PTO_5/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit
    ethernet
        network
            queue-policy "7750 Network_Queue"
        exit
        mtu 4512
        hold-time up 5
    exit
    no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR HIGH RAN

```

configure lag 10
    description "LAG-10 to CNGYE2HR1"
    port 8/1/1
    no shutdown
exit

```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```

configure interface "system"
    address 12.57.0.3/32
    no shutdown
exit

```

Interfaz hacia ASBR HIGH RAN

```

configure interface "to_CNGYE2HR1"
    address 12.56.44.41/30
    port lag-10
    qos 200
    bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit

```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia HIGH RAN

```

configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 12.57.0.3/32 exact
        exit
        prefix-list "Core"
            prefix 12.57.0.0/24 longer
        exit
        policy-statement "to_HIGHRAN"
            entry 10
                from
                    protocol bgp
                    prefix-list "Core"
                exit
                action accept
            exit
        exit
            entry 20
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
            exit
        default-action reject
        exit
    commit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp

```

```

min-route-advertisement 1
advertise-inactive
enable-peer-tracking
rapid-withdrawal
transport-tunnel mpls
group "Core"
    family ipv4
    med-out igp-cost
    type external
    export "to_HIGHRAN"
    local-as 65001 no-prepend-global-as
    peer-as 65012
    neighbor 173.22.221.5
    authentication-key "portampls" hash2
        advertise-label ipv4
        bfd-enable
    exit
exit
no shutdown
exit

```

- **Configuración equipo CNGYE2COIP2**

Configuración puerto hacia ASBR del HIGH RAN

```

configure port 8/1/1
    description "to_CNGYE2HR2_PTO_5/1/1"
    network
        egress
            pool
                slope-policy "WRED Slope Policy"
            exit
        exit
    exit
exit
ethernet
    network
        queue-policy "7750 Network_Queue"
    exit
    mtu 4512
    hold-time up 5
exit
no shutdown
exit

```

Configuración LAG hacia ASBR HIGH RAN

```
configure lag 10
  description "LAG-10 to CNGYE2HR2"
  port 8/1/1
  no shutdown
exit
```

Configuración Interfaces

Interfaz de Sistema

```
configure interface "system"
  address 12.57.0.4/32
  no shutdown
exit
```

Interfaz hacia ASBR HIGH RAN

```
configure interface "to_CNGYE2HR2"
  address 12.56.44.45/30
  port lag-10
  qos 200
  bfd 150 receive 150 multiplier 3 no shutdown
exit
```

Configuración sesión Label eBGP IPv4 hacia HIGH RAN

```
configure router
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
  policy-options
    begin
    prefix-list "sys"
      prefix 12.57.0.4/32 exact
    exit
    prefix-list "Core"
      prefix 12.57.0.0/24 longer
    exit
    policy-statement "to_HIGHRAN"
      entry 10
        from
          protocol bgp
          prefix-list "Core"
```

```

        exit
        action accept
        exit
    exit
    entry 20
        from
            prefix-list "sys"
        exit
        action accept
        exit
    exit
    default-action reject
    exit
commit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
bgp
    min-route-advertisement 1
    advertise-inactive
    enable-peer-tracking
    rapid-withdrawal
    transport-tunnel mpls
    group "Core"
        family ipv4
        med-out igp-cost
        type external
        export "to_HIGHRAN"
        local-as 65001 no-prepend-global-as
        peer-as 65012
        neighbor 173.22.221.6
            authentication-key "portampls" hash2
            advertise-label ipv4
            bfd-enable
        exit
    exit
    no shutdown
exit

```

- **Configuración equipo CNUIO1RRCOIP1**

Sesión Label iBGP IPv4 a los ASBRs

```
configure router
```

```

#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls
        interface "system"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNUIO1COIP1"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNUIO1COIP2"
            no shutdown
        exit
    exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp
        interface "system"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNUIO1COIP1"
            bfd-enable
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNUIO1COIP2"
            bfd-enable
            no shutdown
        exit
    no shutdown
    exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 192.168.244.124/32 exact
        exit
        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"

```

```

        exit
        action accept
        exit
    exit
exit
commit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        disable-route-table-install
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        next-hop-resolution
            route-table-for-label-routes
        exit
        group "RR-Clients"
            family vpn-ipv4
            type internal
            cluster 12.0.0.0
            local-as 65001
            neighbor 12.57.0.16
                family ipv4 vpn-ipv4
                export "export_sys"
                advertise-label ipv4
            exit
            neighbor 12.57.0.17
                family ipv4 vpn-ipv4
                export "export_sys"
                advertise-label ipv4
            exit
            neighbor 12.57.0.22
                family ipv4 vpn-ipv4
                export "export_sys"
                advertise-label ipv4
            exit
            neighbor 12.57.0.23
                family ipv4 vpn-ipv4
                export "export_sys"
                advertise-label ipv4
            exit
        exit
    no shutdown
exit
exit
```

Sesión eBGP VPNv4 a los RRs del HIGH RAN

```

configure router
#-----
echo "Static Route Configuration"
#-----
    static-route 173.22.217.4/32 next-hop 12.56.44.57 preference 200
metric 100
    static-route 173.22.217.4/32 next-hop 12.56.44.61 preference 200
metric 200
    static-route 173.22.217.8/32 next-hop 12.56.44.57 preference 200
metric 100
    static-route 173.22.217.8/32 next-hop 12.56.44.61 preference 200
metric 200
    static-route 173.22.162.72/32 next-hop 12.56.44.57 preference
200 metric 100
    static-route 173.22.162.72/32 next-hop 12.56.44.61 preference
200 metric 200
    static-route 173.22.162.75/32 next-hop 12.56.44.57 preference
200 metric 100
    static-route 173.22.162.75/32 next-hop 12.56.44.61 preference
200 metric 200
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs-HIGHRAN"
            family vpn-ipv4
            type external
            multihop 20
            outbound-route-filtering
                extended-community
                    send-orf "target:65011:26700"
                    send-orf "target:65012:26700"
                    accept-orf
            exit
        exit
        local-as 65001 private no-prepend-global-as
        peer-as 65011
        neighbor 173.22.217.4
        exit
        neighbor 173.22.217.8
        local-as 65001 private no-prepend-global-as
        peer-as 65012
        neighbor 173.22.162.72
        exit
        neighbor 173.22.162.75
        exit

```

```
exit
```

Sesión iBGP a los RRs del Core IP

```
configure router
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            neighbor 192.168.244.125
                advertise-label ipv4
                family ipv4 vpn-ipv4
            exit
        exit
```

- **Configuración equipo CNGYE2RRCOIP2**

Sesión Label iBGP IPv4 a los ASBRs

```
configure router
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls
        interface "system"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNGYE2COIP1"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNGYE2COIP2"
            no shutdown
        exit
    exit

#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp
        interface "system"
            no shutdown
        exit
        interface "to_CNGYE2COIP1"
            bfd-enable
            no shutdown
        exit
```

```

        interface "to_CNGYE2COIP2"
            bfd-enable
            no shutdown
        exit
    no shutdown
exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Policy Configuration"
#-----
    policy-options
        begin
        prefix-list "sys"
            prefix 192.168.244.125/32 exact
        exit
        policy-statement "export_sys"
            entry 10
                from
                    prefix-list "sys"
                exit
                action accept
            exit
        exit
    exit
    commit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        min-route-advertisement 1
        disable-route-table-install
        advertise-inactive
        enable-peer-tracking
        rapid-withdrawal
        next-hop-resolution
            route-table-for-label-routes
        exit
        group "RR-Clients"
            family vpn-ipv4
            type internal
            cluster 12.0.0.0
            local-as 65001
            neighbor 12.57.0.27

```

```

        family ipv4 vpn-ipv4
        export "export_sys"
        advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 12.57.0.28
        family ipv4 vpn-ipv4
        export "export_sys"
        advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 12.57.0.3
        family ipv4 vpn-ipv4
        export "export_sys"
        advertise-label ipv4
    exit
    neighbor 12.57.0.4
        family ipv4 vpn-ipv4
        export "export_sys"
        advertise-label ipv4
    exit
    exit
    no shutdown
    exit
exit

```

Sesión eBGP VPNv4 a los RRs del HIGH RAN

```

configure router
#-----
echo "Static Route Configuration"
#-----
    static-route 173.22.217.4/32 next-hop 12.56.44.65 preference 200
metric 100
    static-route 173.22.217.4/32 next-hop 12.56.44.69 preference 200
metric 200
    static-route 173.22.217.8/32 next-hop 12.56.44.65 preference 200
metric 100
    static-route 173.22.217.8/32 next-hop 12.56.44.69 preference 200
metric 200
    static-route 173.22.162.72/32 next-hop 12.56.44.65 preference
200 metric 100
    static-route 173.22.162.72/32 next-hop 12.56.44.69 preference
200 metric 200
    static-route 173.22.162.75/32 next-hop 12.56.44.65 preference
200 metric 100
    static-route 173.22.162.75/32 next-hop 12.56.44.69 preference
200 metric 200
#-----
echo "BGP Configuration"

```

```

#-----
    bgp
      group "RRs-HIGHRAN"
        family vpn-ipv4
        type external
        multihop 20
        outbound-route-filtering
          extended-community
            send-orf "target:65011:26700"
            send-orf "target:65012:26700"
            accept-orf
          exit
        exit
      local-as 65001 private no-prepend-global-as
      peer-as 65011
      neighbor 173.22.217.4
      exit
      neighbor 173.22.217.8
      local-as 65001 private no-prepend-global-as
      peer-as 65012
      neighbor 173.22.162.72
      exit
      neighbor 173.22.162.75
      exit
    exit

```

Sesión iBGP a los RRs del Core IP

```

configure router
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
      group "RRs"
        neighbor 192.168.244.124
          advertise-label ipv4
          family ipv4 vpn-ipv4
        exit
      exit

```

ANEXO 2

HOJA TÉCNICA EQUIPOS ALU 7750 SR

Alcatel-Lucent 7750 SR

SERVICE ROUTER | RELEASE 7.0

The Alcatel-Lucent 7750 SR portfolio of multiservice edge routers has been designed from inception to deliver differentiated, high-performance, high-availability services. With platform capacities ranging from 40 Gb/s to 2 Tb/s, advanced quality of service (QoS) capabilities, and a comprehensive range of Ethernet and multiservice interfaces and protocols, the 7750 SR portfolio offers industry-leading scale and intelligence for enabling sophisticated residential, business, and mobile services.



The Alcatel-Lucent 7750 Service Router (SR) portfolio is a suite of multiservice edge routers designed from inception to deliver high-performance, high-availability routing with service-aware operations, administration, management, and provisioning. With platform capacity ranging from 40 Gb/s to 2 Tb/s, the 7750 SR portfolio can be relied upon in a wide variety of network deployments to scale gracefully as network bandwidth demands increase. With advanced QoS capabilities coupled with subscriber and application-level awareness, services can be customized to fully leverage evolving customer preferences and drive new revenue streams.

Industry-leading FP2 silicon

At the heart of the Alcatel-Lucent 7750 SR is Alcatel-Lucent's award-winning FP2 network processing silicon. Clocking in at 100 Gb/s (full-duplex), the FP2 chipset enables line interfaces to scale up to 100 Gb/s, while concurrently supporting processing-intensive edge routing services without performance impact. The result is no compromise in the quest for high-speed, intelligent services.

Proven end-to-end operating system

Alcatel-Lucent SR-OS is a carrier-grade, highly fault-tolerant, and feature-rich operating system that operates across the full Alcatel-Lucent service router portfolio. With a single operating system across all platforms, operators can be assured of consistent and reliable operations and management when deploying Ethernet (VLL, VPLS), IP/MPLS (IP VPN), and/or legacy (ATM, TDM, POS) services and applications on an Alcatel-Lucent service router network.

Best-in-class high availability

High availability is more than just redundant hardware. In addition to redundant common equipment and line card redundancy, the Alcatel-Lucent 7750 SR supports in-service software upgrades (ISSU), non-stop routing for all major routing protocols, stateful failover capabilities, and innovative multi-chassis features for service resiliency. Further, the 7750 SR supports service assurance and monitoring tools across IP, MPLS and Ethernet domains. In short, with its

comprehensive suite of high-availability features, the 7750 SR is the industry's most reliable platform for offering non-stop applications and services.

Advanced hierarchical-QoS

With today's IP traffic streams including a range of services consisting of video applications, voice, best-effort Internet access, and mission-critical business services, QoS becomes a critical element for delivering both best-effort and SLA-based services on a common platform. The Alcatel-Lucent 7750 SR sets the standard with its advanced and highly flexible hierarchical-QoS implementation. As it is designed as a service delivery platform, the 7750 SR provides the tools to define and deliver the most stringent SLAs for high-value services.

Service routing specialization

Alcatel-Lucent recognizes that service providers need to be nimble and yet cost-sensitive when introducing value-added services into the network. With service routing specialization, operators can add new services with higher-level processing requirements to the network wherever an Alcatel-Lucent 7750 SR is located, by simply adding an Integrated Service Adapter (ISA) to the node.

Service-aware management

The 7750 SR portfolio is managed by the Alcatel-Lucent 5620 Service Aware Manager (SAM) for assured, simplified and integrated operations across both network and service management domains. Additional tools, including the 5650 Control Plane Assurance Manager (CPAM) and 5670 Reporting and

Analysis Manager (RAM), work in conjunction with the 5620 SAM to streamline network operations and aid in the provisioning and management of advanced networking services.

Environmentally friendly

Pioneering advances in power efficiency are incorporated into each member of the Alcatel-Lucent 7750 SR portfolio. Combined with environmentally sensitive manufacturing processes, careful materials selection, and a view to sustainable product life cycle management, the 7750 SR portfolio assists service providers in reducing their environmental impact.

The Alcatel-Lucent 7750 SR is available in four chassis types — the 7750 SR-12, SR-7, SR-c12 and SR-1. Table 1 provides a summary of the technical specifications for each platform within the portfolio.

Table 1. Technical specifications for the 7750 SR portfolio

	7750 SR-1	7750 SR-c12	7750 SR-7	7750 SR-12
System throughput	Switch fabric: Up to 40 Gb/s (half duplex)	Switch fabric: Up to 90 Gb/s (half duplex)	Switch fabric: Up to 1 Tb/s (half duplex) Slot capacity: Up to 100 Gb/s (full duplex)	Switch fabric: Up to 2 Tb/s (half duplex) Slot capacity: Up to 100 Gb/s (full duplex)
IOM support	N/A	N/A	IOM-20G IOM2-20G IOM3-XP	IOM-20G IOM2-20G IOM3-XP
Max. number of MDAs per chassis	2	6	10	20
Number of CMAs per chassis	N/A	8 (plus 2 MDAs)	N/A	N/A
Number of IMMs per chassis	N/A	N/A	5	10
Common equipment redundancy	Power, fans	CFM-XP, power (PEMs), fans	SF/CPM, power (PEMs), fans	SF/CPM, power (PEMs), fans
Hot-swappable modules	Power, MDAs	CFM-XP, PEMs, MDAs, CMAs	SF/CPM, PEMs, fans, IOMs, MDAs, IMMs, ISAs	SF/CPM, PEMs, fans, IOMs, MDAs, IMMs, ISAs
Dimensions	<ul style="list-style-type: none"> Height: 6.6 cm (2.6 in.) Width: 44.4 cm (17.5 in.) Depth: 56.4 cm (22.2 in.) 	<ul style="list-style-type: none"> Height: 22.2 cm (8.7 in.) Width: 44.4 cm (17.5 in.) Depth: with cable mgmt: 60.0 cm (23.6 in.) 	<ul style="list-style-type: none"> Height: 35.5 cm (14.0 in.) Width: 44.4 cm (17.5 in.) Depth: 59.7 cm (23.5 in.) 	<ul style="list-style-type: none"> Height: 62.2 cm (24.5 in.) Width: 44.4 cm (17.5 in.) Depth: without cable: 64.5 cm (25.4 in.); with cable: 76.5 cm (30.1 in.)
Weight	<ul style="list-style-type: none"> Empty: 12.3 kg (27 lb) Loaded: 13.2 kg (29 lb) approx. 	<ul style="list-style-type: none"> Empty: 16.4 kg (36.2 lb) Loaded: 45.4 kg (100 lb) 	<ul style="list-style-type: none"> Empty: 27.2 kg (60 lb) Loaded: 70.3 kg (155 lb) approx. 	<ul style="list-style-type: none"> Empty: 33.1 kg (73 lb) Loaded: 136 kg (300 lb) approx.
Power	<ul style="list-style-type: none"> -40 V DC to -72 V DC (nominal) 110 V AC or 220 V AC 6 A to 10 A AC options available 	<ul style="list-style-type: none"> -40 V DC to -72 V DC (nominal) 220 V AC to 240 V AC 	<ul style="list-style-type: none"> -40 V DC to -72 V DC (nominal) 52 A to 93 A AC options available 	<ul style="list-style-type: none"> -40 V DC to -72 V DC (nominal) 90 A to 162 A AC options available
Cooling	Side-to-side air flow	Horizontal forced air	Side-to-back air flow	Front-to-back air flow

Media and service adapters

The Alcatel-Lucent 7750 SR portfolio supports a wide range of media and service adapters and are optimized to address different network and application requirements:

- **Input Output Modules (IOMs)** – IOMs are supported on the 7750 SR-12 and 7750 SR-7 and are optimized for flexibility in deploying a variety of multiservice and Ethernet-based applications. Each IOM supports up to two Media Dependent Adapters (MDAs) and can also be used to house Integrated Service Adapters (ISAs). IOM3-XP's are the latest generation of IOMs supporting Alcatel-Lucent FP2 network processing silicon.
- **Media Dependent Adapters (MDAs)** – MDAs are supported on all four platforms and provide physical interface connectivity. MDAs are available in a

variety of interface and density configurations. MDA-XP's are the latest generation of Ethernet MDAs and are notable for supporting the Synchronous Ethernet (SyncE) standard for the distribution of timing across Ethernet networks.

- **Compact Media Adapters (CMAs)** – CMAs are quarter-slot interface adapters supporting lower speed services and port densities. CMAs are supported on the 7750 SR-c12 platform.
- **Integrated Media Modules (IMMs)** – IMMs are line cards providing integrated processing and physical interfaces on a single board. IMMs provide high-capacity, high-density Ethernet interfaces and are supported on the 7750 SR-12 and SR-7 platforms.

- **Integrated Service Adapters (ISAs)** – ISAs are resource blades with no physical interfaces that provide specialized processing and buffering for applications. The Multiservice-ISA (MS-ISA) can be configured to support video services (Fast Channel Change/ Retransmission or Ad Insertion), IPsec tunnel termination and services, or Application Assurance features that leverage Deep Packet Inspection (DPI) technology for advanced residential and business services. ISAs are supported on the 7750 SR-12, SR-7 and SR-1 platforms.

Refer to tables 2 to 5 for further information regarding the different types of MDA, CMA, IMM and ISAs available for the 7750 SR portfolio.

Table 2. 7750 SR MDA, MDA-XP support by chassis type

MDA TYPE	PORTS PER MDA	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-c12	SR-7	SR-12
ETHERNET MDA-XP's						
1000Base	10/20	SFP	Y	Y	Y	Y
10/100/1000Base	20	RJ-45	Y	Y	Y	Y
10GBase (LAN/WAN PHY)	1/2/4	XFP	Y	Y/Y/N	Y	Y
ETHERNET MDAs						
10/100/1000Base	20	RJ-45	Y	N	Y	Y
100Base-FX	20	SFP	Y	Y	Y	Y
10/100Base-TX	60	5 x mini RJ-21	Y	Y	Y	Y
1000Base	5/10/20	SFP	Y	N	Y	Y
10GBase/1000Base	1+10	XFP/SFP	Y	N	Y	Y
10GBase (LAN/WAN PHY)	1	Simplex SC	Y	N	Y	Y
10GBase (tunable optics)	1	LC	Y	N	Y	Y
10GBase (LAN PHY)	1/2	XFP	Y	N	Y	Y
HIGH SCALE MDAs						
1000Base	10	SFP	N	N	Y	Y
10GBase	1	XFP	N	N	Y	Y
POS MDAs						
OC-3c/STM-1c	8/16	SFP	Y	Y/N	Y	Y
OC-3c/STM-1c/OC-12c/STM-4c (Multirate)	8/16	SFP	Y	N	Y	Y
OC-48c/STM-16c	2/4	SFP	Y	Y/N	Y	Y
OC-192c/STM-64c	1	Simplex SC	Y	N	Y	Y

Table 2. 7750 SR MDA, MDA-XP support by chassis type (continued)

MDA TYPE	PORTS PER MDA	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-c12	SR-7	SR-12
ANY SERVICE ANY PORT (ASAP) MDAs*						
Chan. DS3/E3 ASAP	4/12	1.0/2.3 Connectors	N	Y	Y	Y
Chan. OC-3/STM-1 ASAP	4	SFP	N	Y	Y	Y
Chan. OC-12/STM-4 ASAP	1	SFP	N	Y	Y	Y
CIRCUIT EMULATION SERVICE (CES) MDAs*						
Chan. OC-3/STM-1 CES	1/4	SFP	N	N/Y	Y	Y
Chan. OC-12/STM-4 CES	1	SFP	N	Y	Y	Y
ATM MDAs*						
ATM OC-3c/STM-1c/ OC-12c/STM-4c (Multirate)	4	SFP	Y	Y	Y	Y
ATM OC-3c/STM-1c	16	SFP	Y	N	Y	Y
OTHER						
Versatile Service Module	N/A	N/A	Y	N	Y	Y

* Max of two cards per 7750 SR-c12

Table 3. 7750 SR CMA support by chassis type

CMA TYPE	PORTS PER CMA	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-c12	SR-7	SR-12
1000Base CMA-XP	1/5	SFP	N	Y	N	N
Chan. DS1/E1	8	RJ-48	N	Y	N	N
DS3/E3	4	1.0/2.3 Connectors	N	Y	N	N
10/100Base-TX	8	RJ-45	N	Y	N	N
1000Base	1	SFP	N	Y	N	N
Chan. OC-3/STM-1 CES	1	SFP	N	Y	N	N
OC-3c/STM-1c/OC-12c/STM-4c (Multirate)	2	SFP	N	Y	N	N
ATM T1/E1 IMA	8	RJ-48C	N	Y	N	N

Table 4. 7750 SR IMM support by chassis type

IMM TYPE	PORTS PER IMM	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-c12	SR-7	SR-12
10GBase	4/5/8	XFP	N	N	Y	Y
10/100/1000Base	48	SFP	N	N	Y	Y
10/100/1000Base	48	RJ-45	N	N	Y	Y

Table 5. ISA support by chassis type

ISA TYPE*	PORTS PER ISA	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-c12	SR-7	SR-12
Multiservice Integrated Service Adapter (MS-ISA)	N/A	N/A	Y	N	Y	Y

* Consult MS-ISA datasheet for details for application support on a given platform.

Table 6. Alcatel-Lucent 7750 SR ordering information

PART NUMBER	PART NAME	DESCRIPTION
3HE00004AC	CH-BN 7750 SR-12 500G DC BNDL	7750 SR-12 500G DC Bundle. Includes: 12-Slot DC Integrated Chassis (3HE00183AA), with Redundant DC PEMs (2), Redundant Fan Trays (3), Fan Filter, and Cable Management. Non-Redundant (1) SF/CPM-2 (3HE01170AA).
3HE00004BC	CH-BN 7750 SR-12 500G DC BNDL	7750 SR-12 500G DC Bundle. Includes: 12-Slot DC Integrated Chassis (3HE00183BA) which includes redundant DC PEM-3s (2 x 3HE03663AA), Impedance Panels (2 x 3HE04148AA 5-packs), Redundant Fan Trays (3), Fan Filter, and Cable Management. Non-Redundant SF/CPM-2 400G (1 x 3HE01170AA).
3HE00185BD	CH-BN 7750 SR-7 250G AC BNDL	7750 SR-7 250G AC Bundle. Includes: 7-Slot AC Integrated Chassis (3HE00272BA), Non-Redundant AC PEM (1), High Flow Fan Tray, and Fan Filter. Includes: SR-7 AC PSU (1). Non-Redundant (1) SF/CPM-2 (3HE01171AA).
3HE00185BC	CH-BN 7750 SR-7 250G DC BNDL	7750 SR-7 250G DC Bundle. Includes: 7-Slot DC Integrated Chassis (3HE00272BB), Redundant DC PEMs (Slot 1 & Slot 2), High Flow Fan Tray, and Fan Filter. Non-Redundant (1) SF/CPM-2 (3HE01171AA).
3HE00185CC	CH-BN 7750 SR-7 250G DC BNDL	7750 SR-7 250G DC Bundle. Includes: 7-Slot DC Integrated Chassis (3HE00272CB), which includes redundant DC PEM-3s (slot-1 3HE03662AA & slot-2 3HE03661AA), Impedance Panels (1 x 3HE04148AA 5-pack) High Flow Fan Tray, and Fan Filter. Non-Redundant SF/CPM-2 250G (x1 3HE01171AA).
3HE04709AA	CH-BN 7750 SR-c12 DC NON-REDUNDANT	7750 SR-c12 DC System Bundle. Includes: 7750 SR-c12 Chassis (3HE01016BA x1), 7750 SR-c12 HF Fan Tray (3HE03660AA x1), CFM – 7750 SR-c12 CFM-XP (3HE03607AA x1), 7750 SR-c12 CCM-XP (3HE04580AA x1), 7750 SR-c12 DC PEM-3 (3HE03659AA x2).
3HE04710AA	CH-BUN 7750 SR-c12 AC NON REDUNDANT	7750 SR-c12 AC System Bundle. Includes: 7750 SR-c12 Chassis (3HE01016BA x1), 7750 SR-c12 HF Fan Tray (3HE03660AA x1), CFM – 7750 SR-c12 CFM-XP (3HE03607AA x1), 7750 SR-c12 CCM-XP (3HE04580AA x1), 7750 SR-c12 AC PEM-3 (3HE03658AA x2).
3HE00061AC	SYS – 7750 SR-1 AC/DC 20G SYSTEM	7750 SR-1 1-slot System. Includes integrated Switch Fabric, CPU/IOM baseboard, (1) AC and (1) DC PEM. Accepts up to two (2) Media Dependent Adapters (MDAs).
3HE00061AB	SYS – 7750 SR-1 DUAL DC 20G SYSTEM	7750 SR-1 1-slot System. Includes integrated Switch Fabric, CPU/IOM baseboard, Dual DC PEMs. Accepts up to two (2) Media Dependent Adapters (MDAs).

Technical specifications

Safety standards and compliance agency certifications

Safety

- EN 60590-1
- IEC 60950-1CB Scheme
- CSA/UL 60950-1 NRTL
- FDA CDRH 21-CFR 1040
- EN 60825-1
- EN 60825-112
- IEC 60825-1
- IEC 60825-2

EMC

- ICES-003 Class A
- FCC Part 15 Class A
- EN 300 386
- EN 55022
- EN 55024
- EN 61000-4-2
- EN 61000-4-3
- EN 61000-4-4
- EN 61000-4-5
- EN 61000-4-6
- EN 61000-4-11
- IEC CISPR22
- AS/NZS CISPR 22

Immunity

- EN 61000-3-2 Power Line Harmonics
- EN 61000-3-3 Voltage Fluctuations and Flicker
- EN 61000-4-2 Electric Static Discharge
- EN 61000-4-3 Radiated Immunity
- EN 61000-4-4 EFT
- EN 61000-4-5 Surge
- EN 61000-4-6 Low Frequency Common Immunity
- EN 61000-4-11 Voltage Dips and Sags

Telecom

- Telcordia GR-253-CORE Issue 3
- IEEE 802.3 (Gigabit Ethernet, Ethernet)
- ANSI T1.105.03
- ANSI T1.105.06
- ANSI T1.105.09
- ANSI T1.403 (DS1)
- ANSI T1.404 (DS3)
- ITU-T G.957
- ITU-T G.825
- ITU-T G.824
- ITU-T G.823
- ITU-T G.813
- ITU-T G.707
- ITU-T G.703

Environmental

- ETS 300 019-1-1, Storage Tests, Class 1.2
- ETS 300 019-1-2, Transportation Tests, Class 2.3
- ETS 300 019-1-3, Operational Tests, Class 3.2
- ETS 300 019-2-4, pr A1 Seismic

Environmental specifications

- Operating temperature: 5°C to 40°C (32°F to 104°F)
- Operating relative humidity: 5% to 85%
- Maximum operating altitude: 4000 m (13,000 ft) at 30°C

Electronic equipment devices

- WEEE
- RoHS
- R&TTE
- China CRoHS

Certifications

- Network Equipment Building System (NEBS) Level 3
 - Telcordia GR-63-CORE, Issue 4, June 2006
 - Telcordia GR-1089-CORE, Issue 3, March 2006
 - ATT-TP-76200
- CE

Standards compliance

- IEEE 802.1d Bridging
- IEEE 802.1p/Q VLAN Tagging
- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol
- IEEE 802.1x Port-Based Network Access Control
- IEEE 802.1ab-REV/D3 Station and Media Access Control Connectivity Discovery
- IEEE 802.1ad Provider Bridges
- IEEE 802.1ah Provider Backbone Bridges
- IEEE 802.1ag Service Layer OAM
- IEEE 802.3ah Ethernet in the First Mile
- IEEE 802.1ak Multiple MAC Registration Protocol
- IEEE 802.3 10BaseT
- IEEE 802.3ad Link Aggregation
- IEEE 802.3ae 10 Gb/s Ethernet
- IEEE 802.3ah Ethernet OAM
- IEEE 802.3u 100BaseTX
- IEEE 802.3x Flow Control
- IEEE 802.3z 1000BaseSX/LX
- ITU-T Y.1731 OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks

Protocol support**OSPF**

RFC 1765 OSPF Database Overflow
 RFC 2328 OSPF Version 2
 RFC 2370 Opaque LSA Support
 RFC 2740 OSPF for IPv6 (OSPFv3)
 draft-ietf-ospf-ospfv3-update-14.txt
 RFC 3101 OSPF NSSA Option
 RFC 3137 OSPF Stub Router Advertisement
 RFC 3623 Graceful OSPF Restart – GR helper
 RFC 3630 Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPF Version 2
 RFC 4203 Shared Risk Link Group (SRLG) sub-TLV

BGP

RFC 1397 BGP Default Route Advertisement
 RFC 1772 Application of BGP in the Internet
 RFC 1965 Confederations for BGP
 RFC 1997 BGP Communities Attribute
 RFC 2385 Protection of BGP Sessions via MD5
 RFC 2439 BGP Route Flap Dampening
 RFC 2547bis BGP/MPLS VPNs
 RFC 2918 Route Refresh Capability for BGP-4
 RFC 3107 Carrying Label Information in BGP-4
 RFC 3392 Capabilities Advertisement with BGP4
 RFC 4271 BGP-4 (previously RFC 1771)
 RFC 4360 BGP Extended Communities Attribute
 RFC 4364 BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs) (previously RFC 2547bis BGP/MPLS VPNs)
 RFC 4456 BGP Route Reflection: Alternative to Full-mesh IGBP (previously RFC 1966 & 2796)
 RFC 4724 Graceful Restart Mechanism for BGP – GR helper
 RFC 4760 Multi-protocol Extensions for BGP (previously RFC 2858)
 RFC 4893 BGP Support for Four-octet AS Number Space
 RFC 5065 Confederations for BGP (obsoletes 3065)
IS-IS
 RFC 1142 OSI IS-IS Intra-domain Routing Protocol (ISO 10589)
 RFC 1195 Use of OSI IS-IS for routing in TCP/IP and dual environments
 RFC 2763 Dynamic Hostname Exchange for IS-IS
 RFC 2966 Domain-wide Prefix Distribution with Two-Level IS-IS
 RFC 2973 IS-IS Mesh Groups

RFC 3373 Three-Way Handshake for Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Point-to-Point Adjacencies
 RFC 3567 Intermediate System to Intermediate System (ISIS) Cryptographic Authentication
 RFC 3719 Recommendations for Interoperable Networks using IS-IS
 RFC 3784 Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Extensions for Traffic Engineering (TE)
 RFC 3787 Recommendations for Interoperable IP Networks
 RFC 3847 Restart Signaling for IS-IS – GR helper
 RFC 4205 for Shared Risk Link Group (SRLG) TLV
 draft-ietf-isis-igp-p2p-over-lan-05.txt
LDP

RFC 3036 LDP Specification
 RFC 3037 LDP Applicability
 RFC 3478 Graceful Restart Mechanism for LDP – GR helper
 RFC 5283 LDP extension for Inter-Area LSP
 draft-jork-ldp-igp-sync-03.txt
IPsec
 RFC 2401 Security Architecture for the Internet Protocol
 RFC 3706 IKE Dead Peer Detection
 RFC 3947 Negotiation of NAT-Traversal in the IKE
 RFC 3948 UDP Encapsulation of IPsec ESP Packets

IPv6

RFC 1981 Path MTU Discovery for IPv6
 RFC 2375 IPv6 Multicast Address Assignments
 RFC 2460 Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification
 RFC 2461 Neighbor Discovery for IPv6
 RFC 2462 IPv6 Stateless Address Auto configuration
 RFC 2463 Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 Specification
 RFC 2464 Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks
 RFC 2529 Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels
 RFC 2545 Use of BGP-4 Multiprotocol Extension for IPv6 Inter-Domain Routing
 RFC 2710 Multicast Listener Discovery (MLD) for IPv6
 RFC 2740 OSPF for IPv6
 RFC 3306 Unicast-Prefix-based IPv6 Multicast Addresses
 RFC 3315 Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6

RFC 3587 IPv6 Global Unicast Address Format
 RFC3590 Source Address Selection for the Multicast Listener Discovery (MLD) Protocol
 RFC 3810 Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6
 RFC 4007 IPv6 Scoped Address Architecture
 RFC 4193 Unique Local IPv6 Unicast Addresses
 RFC 4291 IPv6 Addressing Architecture
 RFC 4659 BGP-MPLS IP Virtual Private Network (VPN) extension for IPv6 VPN
 RFC 5072 IP Version 6 over PPP
 RFC 5120 M-ISIS: Multi Topology (MT) Routing in Intermediate System to Intermediate Systems (IS-ISs)

draft-ietf-isis-ipv6-05.txt

Multicast

RFC 1112 Host Extensions for IP Multicasting (Snooping)
 RFC 2236 Internet Group Management Protocol (Snooping)
 RFC 3376 Internet Group Management Protocol, Version 3 (Snooping)
 RFC 2362 Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM)
 RFC 3618 Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)
 RFC 3956 Embedding the Rendezvous Point (RP) Address in an IPv6 Multicast Address
 RFC 3446 Anycast Rendezvous Point (RP) mechanism using Protocol Independent Multicast (PIM) and Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)
 RFC 4601 Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification (Revised)
 RFC 4604 Using IGMPv3 and MLDv2 for Source-Specific Multicast
 RFC 4607 Source-Specific Multicast for IP
 RFC 4608 Source-Specific Protocol Independent Multicast in 232/8
 RFC 4610 Anycast-RP using Protocol Independent Multicast (PIM)
 draft-ietf-pim-sm-bsr-06.txt
 draft-rosen-vpn-mcast-08.txt
 draft-ietf-mboned-msdp-mib-01.txt
 draft-ietf-l3vpn-2547bis-mcast-07: Multicast in MPLS/BGP IP VPNs
 draft-ietf-l3vpn-2547bis-mcast-bgp-05: BGP Encodings and Procedures for Multicast in MPLS/BGP IP VPNs
MPLS
 RFC 3031 MPLS Architecture
 RFC 3032 MPLS Label Stack Encoding (REV3443)
 RFC 4379 Detecting Multi-Protocol Label Switched (MPLS) Data Plane Failures

RFC 4182 Removing a Restriction on the use of MPLS Explicit NULL

RFC 5332 MPLS Multicast Encapsulations

RIP

RFC 1058 RIP Version 1
 RFC 2082 RIP-2 MD5 Authentication
 RFC 2453 RIP Version 2

RSVP-TE

RFC 2430 A Provider Architecture DiffServ & TE

RFC 2702 Requirements for Traffic Engineering over MPLS

RFC 2747 RSVP Cryptographic Authentication

RFC 3097 RSVP Cryptographic Authentication

RFC 3209 Extensions to RSVP for Tunnels

RFC 3564 Requirements for Diff-Serv-aware TE

RFC 4090 Fast reroute extensions to RSVP-TE for LSP Tunnels

RFC 4124 Protocol Extensions for Support of DiffServ-aware MPLS Traffic Engineering

RFC 4125 Maximum Allocation Bandwidth Constraints Model for DiffServ-aware MPLS Traffic Engineering

RFC 4875 Extensions to Resource Reservation Protocol – Traffic Engineering (RSVP-TE) for Point-to-Multipoint TE Label Switched Paths (LSPs)

draft-ietf-mpls-soft-preemption-14 MPLS Traffic Engineering Soft Preemption

draft-ietf-ccamp-mpls-graceful-shutdown-06 Graceful Shutdown in GMPLS Traffic Engineering Networks

draft-ietf-mpls-p2mp-lsp-ping-06 Graceful Shutdown in GMPLS Traffic Engineering Networks

Differentiated services

RFC 2474 Definition of the DS Field in the IPv4 and IPv6 Headers (Rev)

RFC 2597 Assured Forwarding PHB Group (rev3260)

RFC 2598 An Expedited Forwarding PHB

RFC 3140 Per-Hop Behavior Identification Codes

TCP/IP

RFC 768 UDP

RFC 1350 The TFTP Protocol (Rev 2)

RFC 791 IP

RFC 792 ICMP

RFC 793 TCP

RFC 826 ARP

RFC 854 Telnet

RFC 951 BootP (rev)

RFC 1519 CIDR

RFC 1542 Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol

- RFC 1812 Requirements for IPv4 Routers
- RFC 2347 TFTP Option extension
- RFC 2328 TFTP Blocksize option
- RFC 2349 TFTP Timeout Interval and Transfer Size option
- RFC 2401 Security Architecture for Internet Protocol
- draft-ietf-bfd-mib-00.txt Bidirectional Forwarding Detection Management Information Base
- draft-ietf-bfd-base-05.txt Bidirectional Forwarding Detection
- draft-ietf-bfd-v4v6-1hop-06.txt BFD IPv4 and IPv6 (Single Hop)
- draft-ietf-bfd-multihop-06.txt BFD for Multi-hop Paths
- VRRP**
- RFC 2787 Definitions of Managed Objects for the Virtual Router Redundancy Protocol
- RFC 3768 Virtual Router Redundancy Protocol
- draft-ietf-vrrp-unified-spec-02: Virtual Router Redundancy Protocol Version 3 for IPv4 and IPv6
- PPP**
- RFC 1332 PPP IPCP
- RFC 1377 PPP OSINLCP
- RFC 1638/2878 PPP BCP
- RFC 1661 PPP (rev RFC 2151)
- RFC 1662 PPP in HDLC-like Framing
- RFC 1989 PPP Link Quality Monitoring
- RFC 1990 The PPP Multilink Protocol (MP)
- RFC 2516 A Method for Transmitting PPP Over Ethernet
- RFC 2615 PPP over SONET/SDH
- RFC 2686 The Multi-Class Extension to Multi-Link PPP
- RFC 1877 PPP Internet Protocol Control Protocol Extensions for Name Server Addresses
- Frame Relay**
- FRF.1.2 – PVC User-to-Network Interface (UNI) Implementation Agreement
- FRF.5 – Frame Relay/ATM PVC Network Interworking Implementation
- ANSI T1.617 Annex D, DSS1 – Signaling Specification for Frame Relay Bearer Service
- FRF.2.2 – PVC Network-to-Network Interface (NNI) Implementation Agreement
- FRF.12 Frame Relay Fragmentation Implementation Agreement
- FRF.16.1 Multilink Frame Relay UNI/NNI Implementation Agreement
- ITU-T Q.933 Annex A – Additional procedures for Permanent Virtual Connection (PVC) status management
- ATM**
- RFC 1626 Default IP MTU for use over ATM AAL5
- RFC 2514 Definitions of Textual Conventions and OBJECT_IDENTITIES for ATM Management
- RFC 2515 Definition of Managed Objects for ATM Management
- RFC 2684 Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5
- AF-TM-0121.000 Traffic Management Specification Version 4.1
- ITU-T Recommendation I.610 – B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Functions version 11/95
- ITU-T Recommendation I.432.1 – B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: General characteristics
- GR-1248-CORE – Generic Requirements for Operations of ATM Network Elements (NEs), Issue 3
- GR-1113-CORE – Bellcore, Asynchronous Transfer Mode (ATM) and ATM Adaptation Layer (AAL) Protocols Generic Requirements, Issue 1
- AF-ILMI-0065.000 Integrated Local Management Interface (ILMI) Version 4.0
- AF-TM-0150.00 Addendum to Traffic Management v4.1 optional minimum desired cell rate indication for UBR
- AF-PHY-0086.001 Inverse Multiplexing for ATM (IMA) Specification Version 1.1
- DHCP**
- RFC 2131 Dynamic Host Configuration Protocol (REV)
- RFC 3046 DHCP Relay Agent Information Option (Option 82)
- RFC 1534 Interoperation between DHCP and BOOTP
- VPLS**
- RFC 4762 Virtual Private LAN Services Using LDP (previously draft-ietf-l2vpn-vpls-ldp-08.txt)
- draft-ietf-l2vpn-vpls-mcast-reqts-04.txt
- draft-ietf-l2vpn-signaling-08.txt
- Pseudowire**
- RFC 3985 Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3)
- RFC 4385 Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Control Word for Use over an MPLS PSN
- RFC 3916 Requirements for Pseudo-Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3)
- RFC 4717 Encapsulation Methods for Transport ATM over MPLS Networks (draft-ietf-pwe3-atm-encap-10.txt)
- RFC 4816 PWE3 ATM Transparent Cell Transport Service (draft-ietf-pwe3-cell-transport-04.txt)
- RFC 4448 Encapsulation Methods for Transport of Ethernet over MPLS Networks (draft-ietf-pwe3-ethernet-encap-11.txt)
- RFC 4619 Encapsulation Methods for Transport of Frame Relay over MPLS Networks (draft-ietf-pwe3-frame-relay-07.txt)
- RFC 4446 IANA Allocations for PWE3
- RFC 4447 Pseudowire Setup and Maintenance Using LDP (draft-ietf-pwe3-control-protocol-17.txt)
- RFC 5085 Pseudowire Virtual Circuit Connectivity Verification (VCCV): A Control Channel for Pseudowires
- draft-ietf-l2vpn-vpws-iw-oam-02.txt
- draft-ietf-pwe3-oam-msg-map-05.txt
- draft-ietf-l2vpn-arp-mediation-04.txt
- draft-ietf-pwe3-ms-pw-arch-02.txt
- draft-ietf-pwe3-segmented-pw-05.txt
- draft-hart-pwe3-segmented-pw-vccv-02.txt
- draft-muley-dutta-pwe3-redundancy-bit-02.txt
- draft-muley-pwe3-redundancy-02.txt
- MFA Forum 9.0.0 The Use of Virtual trunks for ATM/MPLS Control Plane Interworking
- MFA Forum 12.0.0 Multiservice Interworking – Ethernet over MPLS
- MFA forum 13.0.0 Fault Management for Multiservice Interworking v1.0
- MFA Forum 16.0.0 Multiservice Interworking – IP over MPLS
- ANCP/L2CP**
- draft-ietf-ancp-framework-01.txt
- draft-ietf-ancp-protocol-00.txt
- Circuit emulation**
- RFC 4553 Structure-Agnostic Time Division Multiplexing (TDM) over Packet (SAToP)
- RFC 5086 Structure-Aware Time Division Multiplexed (TDM) Circuit Emulation Service over Packet Switched Network (CESoPSN)
- RFC 5287 Control Protocol Extensions for the Setup of Time-Division Multiplexing (TDM) Pseudowires in MPLS Networks
- MEF-8 Implementation Agreement for the Emulation of PDH Circuits over Metro Ethernet Networks, October 2004
- SONET/SDH**
- GR-253-CORE SONET Transport Systems: Common Generic Criteria, Issue 3, September 2000
- ITU-T G.841 Telecommunication Standardization Section of ITU, Types and Characteristics of SDH Networks Protection Architecture, issued in October 1998 and as augmented by Corrigendum1 issued in July 2002
- GR-253-CORE SONET Transport Systems: Common Generic Criteria, Issue 3, September 2000
- RADIUS**
- RFC 2865 Remote Authentication Dial In User Service
- RFC 2866 RADIUS Accounting
- SSH**
- draft-ietf-secsh-architecture.txt SSH Protocol Architecture
- draft-ietf-secsh-userauth.txt SSH Authentication Protocol
- draft-ietf-secsh-transport.txt SSH Transport Layer Protocol
- draft-ietf-secsh-connection.txt SSH Connection Protocol
- draft-ietf-secsh-newmodes.txt SSH Transport Layer Encryption Modes
- TACACS+**
- draft-grant-tacacs-02.txt
- Network management**
- ITU-T X.721: Information technology-OSI-Structure of Management Information
- ITU-T X.734: Information technology-OSI-Systems Management: Event Report Management Function
- M.3100/3120 Equipment and Connection Models
- TMF 509/613 Network Connectivity Model
- RFC 1157 SNMPv1
- RFC 1215 A Convention for Defining Traps for use with the SNMP
- RFC 1657 BGP4-MIB
- RFC 1724 RIPv2-MIB
- RFC 1850 OSPF-MIB
- RFC 1907 SNMPv2-MIB
- RFC 2011 IP-MIB
- RFC 2012 TCP-MIB
- RFC 2013 UDP-MIB
- RFC 2096 IP-FORWARD-MIB
- RFC 2138 RADIUS
- RFC 2206 RSVP-MIB
- RFC 2452 IPv6 Management Information Base for the Transmission Control Protocol
- RFC 2454 IPv6 Management Information Base for the User Datagram Protocol
- RFC 2465 Management Information Base for IPv6: Textual Conventions and General Group
- RFC 2558 SONET-MIB
- RFC 2571 SNMP-FRAMEWORK-MIB
- RFC 2572 SNMP-MPD-MIB
- RFC 2573 SNMP-TARGET-&-NOTIFICATION-MIB
- RFC 2574 SNMP-USER-BASED-SM-MIB
- RFC 2575 SNMP-VIEW-BASED-ACM-MIB

RFC 2576 SNMP-COMMUNITY-MIB
RFC 2665 EtherLike-MIB
RFC 2819 RMON-MIB
RFC 2863 IF-MIB
RFC 2864 INVERTED-STACK-MIB
RFC 2987 VRRP-MIB
RFC 3014 NOTIFICATION-LOG-MIB
RFC 3019 IP Version 6 Management Information Base for The Multicast Listener Discovery Protocol
RFC 3164 Syslog
RFC 3273 HCRMON-MIB
RFC 3411 An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks
RFC 3412 Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP)
RFC 3413 Simple Network Management Protocol (SNMP) Applications
RFC 3414 User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)
RFC 3418 SNMP MIB
draft-ietf-disman-alarm-mib-04.txt
draft-ietf-ospf-mib-update-04.txt
draft-ietf-mpls-lsr-mib-06.txt
draft-ietf-mpls-te-mib-04.txt
draft-ietf-mpls-ldp-mib-07.txt
draft-ietf-isis-wg-mib-05.txt
IANA-IFType-MIB
IEEE8023-LAG-MIB
Plus support for an extensive array of proprietary MIBs

www.alcatel-lucent.com Alcatel, Lucent, Alcatel-Lucent and the Alcatel-Lucent logo are trademarks of Alcatel-Lucent. All other trademarks are the property of their respective owners. The information presented is subject to change without notice. Alcatel-Lucent assumes no responsibility for inaccuracies contained herein. Copyright © 2009 Alcatel-Lucent. All rights reserved. CPG2896090802 (08)

ANEXO 3

HOJA TÉCNICA EQUIPOS ALU 7705 SAR

Alcatel-Lucent 7705 Service Aggregation Router

Release 7.0

The Alcatel-Lucent 7705 Service Aggregation Router (SAR) portfolio delivers industry-leading IP/MPLS and pseudowire capabilities in compact platforms that can reliably and securely aggregate multiple media, service and transport protocols on an economical packet transport infrastructure.



7705 SAR-18



7705 SAR-8



7705 SAR-X



7705 SAR-A



7705 SAR-M



7705 SAR-H



7705 SAR-Hc



7705 SAR-W



7705 SAR-Wx

The Alcatel-Lucent 7705 SAR portfolio provides multiservice adaptation, aggregation and routing on a modern Ethernet and IP/MPLS infrastructure. Leveraging the powerful Alcatel-Lucent Service Router Operating System (SR OS) and the 5620 Service Aware Manager (SAM), the 7705 SAR is available in compact, low-power-consumption, indoor and outdoor platforms that deliver highly available services and applications over flexible network topologies.

The Alcatel-Lucent 7705 SAR is well suited to the aggregation and backhaul of mobile traffic, including 2G, 3G, Long Term Evolution (LTE), LTE Advanced, Land Mobile Radio (LMR) and Private Mobile Radio (PMR). Its rich feature set facilitates fixed-mobile convergence, provides cost-effective scaling and supports the transformation to IP/MPLS networking. Business services modernization is supported in the transition from legacy networks to a consolidated, packet-based operation. Utilities, transportation and government/military applications benefit from the 7705 SAR's legacy service support, quality of service options, security and reliability. Significant reductions in equipment footprint are achievable, along with reduced energy costs.

Networking

The 7705 SAR is distinguished by its segment-leading scale. The IPv4 and IPv6 forwarding information base (FIB) scale, labeled number of Border Gateway Protocol (BGP) routes, the number of MPLS labels for tunnels and service scaling and their proportion to BGP peers are unmatched. This degree of scale gives network operators the highest potential to grow their networks, adding unprecedented numbers of end users and applications, without having to make additional capital investment.

A full suite of Layer 2 (L2) and Layer 3 (L3) routing and switching technologies are supported under virtual private network (VPN) or global routing table (GRT) including, but not limited to, the following.

- Extensive IP routing protocol support
 - Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)
 - Open Shortest Path First (OSPF) and OSPFv3
 - Routing Information Protocol (RIP)
 - BGP with multiprotocol extensions
 - RFC 3107-labeled routes
- Multiprotocol Label Switching (MPLS) with 7705 SARs configurable as either Label Edge Routers (LERs) or Label Switching Routers (LSRs)
- Label Distribution Protocol (LDP)
- Resource Reservation Protocol – Traffic Engineering (RSVP-TE)
- Targeted LDP (T-LDP)
- Ethernet services including Ethernet LAN (E-LAN), Ethernet Private Line (EPL), Ethernet Virtual Private Line (EVPL) with null, dot1q and QinQ encapsulation
- TDM circuit emulation over a wide variety of physical (DS1/E1, DS3/E3) and channelized ports (OC-3/STM-1, etc.)
 - Structure Agnostic TDM over Packet (SAToP)
 - Circuit Emulation Service over Packet-Switched Network (CESoPSN)
 - MEF 8
- Interworking pseudowires with Frame Relay, High-Level Data Link Control (HDLC), Multi-Class Point-to-Point Protocol (PPP) (MCPPP), Multi-Link PPP (MLPPP) and Ethernet encapsulation
- ATM pseudowires with Inverse Multiplexing over ATM (IMA)
- Frame Relay pseudowires
- HDLC pseudowires
- Generic Routing Encapsulation (GRE)

The 7705 SAR enables the use of residential-type Internet access instead of a dedicated leased line service as an economical alternative for small cell backhaul applications. By using an IP unnumbered interface, the 7705 SAR is able to connect using the single IP address provided by the Internet service provider (ISP). Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) support allows the 7705 SAR to accommodate IP address changes from the ISP. The 7705 SAR's robust security features ensure secure transport over the public Internet.

Resiliency

The 7705 SAR provides excellent resiliency to link or equipment failures through redundancy and the ability to quickly reroute traffic. The chassis-based models have redundant control and switch fabric modules. Redundant power feeds and cooling fans are available in various models across the portfolio. Fanless and conformal-coated variants extend the 7705 SAR solution into even harsher environmental conditions. Further redundancy can be achieved using link redundancy via the Link Aggregation Group (LAG) protocol, primary and secondary Label Switched Paths (LSPs), redundant pseudowires and MPLS tunnels. Operators can also use load balancing across multiple uplinks via IP equal-cost multi-path (ECMP) routing with L3, L4 or even General Packet Radio Service (GPRS) Tunneling Protocol (GTP) tunnel endpoint identifier (TEID)-based hashing, and hybrid synchronization solutions where the master makes use of one technology but relays via another. All these techniques can be combined for a resilient end-to-end network offering.

In the event of a fault, the 7705 SAR delivers network reconvergence in tens of milliseconds using a strong suite of dynamic routing and recovery capabilities such as Fast Reroute (FRR) and BGP protocol independent convergence (PIC) by making use of techniques such as Constraint-based Shortest Path First (CSPF) routing and 10 ms Bidirectional Forwarding Detection (BFD).

Services

Because the 7705 SAR uses the same feature-rich SR OS software platform that is used across the entire Alcatel-Lucent IP service router portfolio, it supports a consistent feature set and operational model across the network from the access to the

core. This simplifies service definition and implementation; definition and support of service level agreements (SLAs); operations, administration and maintenance (OAM); quality of service (QoS) implementation and fault management. With its unique architecture, the 7705 SAR's industry-leading routing performance is unaffected by additional service and management processing requirements.

The MEF 1.0- and 2.0-compliant 7705 SAR provides industry-standard Carrier Ethernet E-LAN, Ethernet Line (E-LINE), and Ethernet Tree (E-Tree) services for ease of network interoperability and lower operations costs.

It provides MPLS VPN services including pseudowires, L2 Virtual Private LAN Service (VPLS), and L3 Virtual Private Routed Network (VPRN) to separate traffic between different applications or organizations. GRE is also supported. Circuit emulation services including CESoPSN and SAToP ensure that all information required by a TDM circuit is maintained across the packet network. Transporting TDM traffic over native Ethernet services by means of MEF 8 is also supported.

These tunneling and emulation protocols facilitate the transport of legacy services over the packet network, allowing operators to realize savings from converging disparate legacy networks onto a single IP/MPLS infrastructure. They also provide the opportunity to derive new sources of revenue by offering their end users new services such as IP VPN and Internet Enhanced Services (IES).

Synchronization

To support mobile base station requirements and the migration of TDM-based services onto the packet network, accurate synchronization and microsecond timing is critical. The 7705 SAR portfolio supports external reference timing, line timing, adaptive clock recovery (ACR), differential clock recovery (DCR) timing, synchronous Ethernet, and timing distribution using IEEE 1588v2. The 1588v2 Master Clock and Boundary Clock functions are also supported. In addition, various models support transparent clock and time-of-day output. Several models have integrated Global Navigation Satellite System (GNSS) receiver capability. This can allow 1588v2 grandmasters to be enabled for frequency, phase and time distribution. The 7705 SAR-H also supports synchronization output according to IRIG-B (B000/B127).

Timing accuracy and performance over packet are enabled with a combination of built-in architectural features, Alcatel-Lucent Bell Labs algorithms and powerful QoS mechanisms, which minimize the delay and delay variation experienced by synchronization traffic. A built-in Stratum-3 clock is provided to assist with synchronization maintenance if a primary source is unavailable.

Quality of service and traffic management

SR OS software provides unmatched quality of service (QoS) on the 7705 SAR. The same level of industry-leading deep buffering and support for ingress and egress shaping that is available on Alcatel-Lucent's edge and core routing platforms is also available on the 7705 SAR low-cost aggregation platform. Consistency of traffic engineering and shaping across the network provides higher packet routing performance overall with differentiated service treatment to ensure timely delivery of high-priority and mission-critical data. This not only facilitates the convergence of multiple services over a single uplink but also allows for advanced service offerings, more efficient network resource usage, and increased end-user satisfaction.

To ensure fairness, the 7705 SAR's traffic management policies use detailed classification and hierarchical scheduling mechanisms including: minimum/maximum, queue type-based weighted round robin, and strict priority and profiled scheduling, as well as multi-tier policing to differentiate and prioritize individual services and flows. The 7705 SAR also allows individual services to burst up to line rate when aggregate bandwidth is available, while meeting the performance parameters, such as committed information rate (CIR), peak information rate (PIR), delay, jitter and packet loss, of each individual service.

Hierarchical quality of service (H-QoS) is implemented with two tiers of shaping, both at the forwarding class or class of service level and at the service access point (SAP) level, in addition to the shaping done at the port level on both ingress and egress ports.

Operations, administration and maintenance

To promote rapid deployment and high service availability, the Alcatel-Lucent 7705 SAR portfolio has a full set of operations, administration and maintenance (OAM) features including:

- LSP ping and traceroute
- LDP tree trace
- Virtual circuit connectivity verification (VCCV) ping and VCCV traceroute
- VPRN ping and VPRN traceroute
- Media Access Control (MAC) ping and MAC traceroute
- Customer premises equipment (CPE) ping
- Ethernet OAM functions, such as:
 - IEEE 802.3ah: Ethernet in the first mile
 - IEEE 802.1ag: Connectivity fault management
 - ITU-T Y.1731: Ethernet OAM mechanisms for fault and performance management
 - Note: ITU-T Y.1731 and IEEE 802.1ag facilitate in-service performance management (delay, jitter and packet loss, including ITU-T Synthetic Loss Measurement) and both one-way and round-trip fault management tests.
- IP OAM functions using Two-Way Active Measurement Protocol (TWAMP)
- ITU-T Y.1564 (RFC 2544) in-service throughput tests without user intervention for L2, L3 and L4 with configurable TCP/ User Datagram Protocol (UDP) headers
- Per-port loopback with MAC swap
- Auto configuration (plug-and-play)

This robust feature set ensures rapid fault detection as well as efficient troubleshooting.

The 7705 SAR is managed by the Alcatel-Lucent 5620 Service Aware Manager (SAM) for assured, simplified and integrated operations across both network and service management domains. The 5620 SAM provides a powerful and common platform for managing IP/MPLS and Ethernet services from end to end. In particular, SLAs can be proactively monitored by the Service Aware Agent (SAA). For example, high-accuracy, one-way delay measurements can be used to closely assess ongoing network latency. This powerful SAA capability allows the specification of test suites, policies and schedules. The tests are then auto-created, and the test results are automatically compared to pre-defined SLA metrics. Any problems detected are automatically reported through the SAA to operations staff. An auto-discovery protocol (ADP) can provide rapid automated commissioning of remote devices. The 5620 SAM works in conjunction with additional tools such as the Control Plane Assurance Manager (CPAM) and the Reporting and Analysis Manager (RAM).

Security

The Alcatel-Lucent 7705 SAR portfolio incorporates security features to maintain network integrity in the face of cyber-attacks. Access control lists, filters and authentication of signaling messages provide mechanisms to protect management, control and data planes, helping to prevent session hijacking, spoofing, denial of service attacks and other malicious behaviors. Strong access security is provided by Simple Network Management Protocol (SNMP) v3 confidentiality, integrity features and Secure Shell (SSH) and IP Security (IPSec) encryption.

Network address translation (NAT) capabilities allow private networking schemes to be carried across a public infrastructure. IPSec on the Gigabit Ethernet adapter cards provides the ability to establish highly secure traffic streams. Stateful firewalls, IPSec and NAT functionality provide the flexibility to backhaul traffic over any media including the public Internet. MPLS-based network group encryption (NGE) provides efficient, scalable, resilient protection for any-to-any L2 and L3 services. NGE implementation for any size group is fast and simple using the 5620 SAM. The option to either encrypt IP traffic via IPSec or to encrypt service traffic (including native Ethernet traffic, IP VPN services or even TDM traffic) via NGE offers a comprehensive and unique vision to end-to-end security.

The above security features enable the 7705 SAR portfolio to be part of a North American Electric Reliability Corporation (NERC) Critical Infrastructure Protection (CIP) compliant network.

Diverse form factors and interfaces

For maximum deployment versatility, the Alcatel-Lucent 7705 SAR portfolio is packaged in a wide range of form factors to accommodate the density and types of services required at any location. It provides both indoor and outdoor mounting solutions combined with extended temperature range and power-over-Ethernet (PoE) options.

The 7705 SAR portfolio accommodates fiber, copper and microwave with support for the full range of legacy and new interfaces as listed in the tables below.

Features and benefits

FEATURES	BENEFITS
Extension of dynamic service routing IP/MPLS capabilities to remote sites, hubs, branch offices, and network edge in compact form factors with low power consumption	Modular, flexible architecture alleviates the burden of complex pre-engineering and future scenario planning. Compact, rugged form factors allow deployment in remote sites including outdoor installation.
Dense adaptation of multiple converged services onto an efficient, economical packet infrastructure with appropriate QoS treatment	Energy-efficient platforms carrying multiple traffic types reduce power and cooling costs. Powerful QoS improves the user experience.
Powerful, service-aware OAM capabilities, complemented by the Alcatel-Lucent 5620 SAM portfolio, for GUI-based network and element configuration, provisioning, and fault and performance management	Rapid fault detection and powerful commissioning and troubleshooting tools can improve operations staff's productivity and reduce network downtime, helping to reduce operations costs and improve end-user satisfaction.
Cost-effective migration from TDM-based backhaul to economical and flexible IP/MPLS-based aggregation and routing, leveraging a wide range of first-mile media	Transition from TDM-based connectivity to modern Ethernet and/or IP-based networking infrastructures can reduce recurring operating expenditures such as line lease costs.
Resiliency and redundancy, including hitless control and switch module failover (Alcatel-Lucent 7705 SAR-8 and 7705 SAR-18), synchronization redundancy, network uplink resiliency and redundancy of power feeds, plus temperature hardening (except Alcatel-Lucent 7705 SAR-18)	Advanced resiliency features can improve network uptime, enhancing customer retention and increasing revenues for critical services.
Breadth of synchronization solutions with flexible operation, redundancy and independent validation of accuracy	Accurate synchronization allows cost-effective deployment over packet infrastructure and improves the user experience (for example, less data loss and fewer dropped calls in mobile applications).

Hardware overview

The Alcatel-Lucent 7705 SAR is available in a range of models to suit a broad range of applications. Select 7705 SAR products are also available with conformal coating as an orderable option to provide added protection against environmental contaminants.

Table 1. Alcatel-Lucent 7705 SAR platform specifications (part 1)

	7705 SAR-X (2 VARIANTS BASED ON POWER SUPPLY)	7705 SAR-M* (2 VARIANTS BASED ON PORT CONFIGURATION)	7705 SAR-8**	7705 SAR-18***
System throughput	54 Gb/s half duplex (HD)	10 Gb/s (HD)	60 Gb/s (HD)	140 Gb/s (HD)
Capacity for adapter cards/ modules per chassis	-	2 slots	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x 10 Gb/s full duplex (FD) slots • 4 x 2.5 Gb/s (FD) slots 	<ul style="list-style-type: none"> • 12 x 2.5 Gb/s (FD) slots • 4 x 10 Gb/s (FD) XMDA adapter card slots
Built-in interfaces	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x SFP+ 10 Gb/s • 8 x SFP 10/100/1000BASE • 4 x Combo SFP/RJ-45 10/100/1000BASE • 8 x RJ-45 T1/E1 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x SFP 10/100/1000BASE • 3 x RJ-45 10/100/1000BASE • Variant 1: additional 16 x RJ-45 T1/E1 • Variant 2: no additional ports 	N/A	N/A
Common equipment redundancy	Power feeds, cooling fans	Power feeds, cooling fans	Control, switch fabric, power feeds, cooling fans	Control, switch fabric, power feeds, cooling fans
Physical dimensions	<ul style="list-style-type: none"> • Height: 1 RU 4.37 cm (1.72 in) • Depth: 25.4 cm (10 in) • Width: 44.2 cm (17.4 in) • Rack-mountable in a 48.2-cm rack, 30-cm depth (standard 19-in equipment rack, 12-in depth) 	<ul style="list-style-type: none"> • Height: 1 RU 4.4 cm (1.73 in) • Depth: 24.1 cm (9.5 in) • Width: 44.1 cm (17.4 in) • Rack-mountable in a 48.2-cm rack, 30-cm depth (standard 19-in equipment rack, 12-in depth) 	<ul style="list-style-type: none"> • Height: 2 RU, 8.9 cm (3.5 in) • Depth: 26.4 cm (10.4 in) • Width: 44.5 cm (17.5 in) • Rack-mountable in a 48.2-cm rack, 30-cm depth (standard 19-in equipment rack, 12-in depth) 	<ul style="list-style-type: none"> • Height: 10 RU, 44.5 cm (17.5 in) • Depth: 30 cm (11.8 in) • Width: 43.9 cm (17.3 in) • Rack-mountable in a 48.2-cm rack, 30-cm depth (standard 19-in equipment rack, 12-in depth)
Power	Variant 1: <ul style="list-style-type: none"> • Two feeds: -48 V DC/ -60 V DC, or +24 V DC Variant 2: <ul style="list-style-type: none"> • One feed: 100 V AC to 240 V AC, 50 Hz to 60 Hz 	<ul style="list-style-type: none"> • Two feeds: -48 V DC/ -60 V DC, or +24 V DC • AC power solutions available: 100 V AC to 240 V AC, 50 Hz/60 Hz 	<ul style="list-style-type: none"> • Two feeds: -48 V DC/ -60 V DC, or +24 V DC • AC power solutions available: 100 V AC to 240 V AC, 50Hz/60 Hz 	<ul style="list-style-type: none"> • Two feeds: -48 V DC/ -60 V DC • AC power solutions available: 200 V AC to 277 V AC, 50 Hz/60 Hz
Cooling	Built-in five-fan array with redundancy	Built-in five-fan array with redundancy	One tray of eight fans with redundancy	One tray of eight fans with redundancy
Normal operating temperature range	<ul style="list-style-type: none"> • -40°C to +65°C (-40°F to +149°F) sustained 	<ul style="list-style-type: none"> • -40°C to +65°C (-40°F to +149°F) sustained 	<ul style="list-style-type: none"> • -40°C to +65°C (-40°F to +149°F) sustained 	<ul style="list-style-type: none"> • -5°C to +45°C (23°F to 113°F) sustained • -5°C to +55°C (23°F to 131°F) extended (96 hours)
Normal humidity	<ul style="list-style-type: none"> • 5% to 95%, non-condensing 	<ul style="list-style-type: none"> • 5% to 95%, non-condensing 	<ul style="list-style-type: none"> • 5% to 95%, non-condensing 	<ul style="list-style-type: none"> • 5% to 85%, non-condensing • Short-term (96 hours) extended humidity range: 5% to 95%, non-condensing
Shipping and storage temperature	-40°C to +70°C (-40°F to +158°F)	-40°C to +70°C (-40°F to +158°F)	-40°C to +70°C (-40°F to +158°F)	-40°C to +70°C (-40°F to +158°F)

* See Table 4 for SAR-M modules

** See Table 5 for SAR-8 and SAR-18 adapter cards

*** See Table 5 for SAR-8 and SAR-18 adapter cards and Table 6 for SAR-18 adapter cards

Table 2. Alcatel-Lucent 7705 SAR platform specifications (part 2)

	7705 SAR-A (2 VARIANTS BASED ON PORT CONFIGURATION)	7705 SAR-H* (2 VARIANTS BASED ON POWER SUPPLY)	7705 SAR-Hc
System throughput	10 Gb/s (HD)	8 Gb/s (HD)	5 Gb/s (HD)
Capacity for modules per chassis	-	2 slots	-
Built-in interfaces	<ul style="list-style-type: none"> 4 x Combo SFP/RJ-45 10/100/1000BASE 4 x SFP 10/100/1000BASE 4 x RJ-45 10/100BASE Variant 1: additional 8 x RJ-45 T1/E1 Variant 2: no additional ports 	<ul style="list-style-type: none"> 4 x RJ-45 10/100/1000 (PoE/PoE+ capable) 2 x SFP 100/1000BASE 2 x Combo SFP/RJ-45 100/1000BASE 	<ul style="list-style-type: none"> 2 x RJ-45 10/100/1000 (PoE/PoE+ capable) 2 x RJ-45 10/100/1000BASE 2 x SFP 100/1000BASE 2 x RS-232 (async)
Common equipment redundancy	-	-	-
Physical dimensions	<ul style="list-style-type: none"> Height: 1 RU 4.4 cm (1.73 in) Depth: 24.1 cm (9.5 in) Width: 44.1 cm (17.4 in) Rack-mountable in a 48.2-cm rack, 30-cm depth (standard 19-in equipment rack, 12-in depth) 	<ul style="list-style-type: none"> Height: 1.7 RU 7.62 cm (3 in) Depth: 25.4 cm (10 in) Width: 43.9 cm (17.3 in) Rack-mountable in a 48.2-cm rack, 30-cm depth (standard 19-in equipment rack, 12-in depth) Wall/panel-mountable 	<ul style="list-style-type: none"> Height: 17.8 cm (7 in) Width: 9.14 cm (3.6 in) Depth: 15.24 cm (6 in) DIN rail and wall/panel-mountable
Power	<ul style="list-style-type: none"> Two feeds: -48 V DC/-60 V DC AC power solutions available: 100 V AC to 240 V AC, 50/60 H 	<ul style="list-style-type: none"> Low voltage DC variant: Two feeds: -48 V DC/-60 V DC, or +24 V DC High voltage AC/DC variant: <ul style="list-style-type: none"> Rated voltages: 110 V DC to 250 V DC, 100 V AC to 240 V AC, 50/60 Hz 	<ul style="list-style-type: none"> +20 V DC to 75 V DC HV power solution available: 100 V AC to 240 V AC, 50/60 Hz; 88 V DC to 300 V DC
Cooling	Passively cooled	Passively cooled	Passively cooled
Normal operating temperature range	<ul style="list-style-type: none"> -40°C to +65°C (-40°F to +149°F) sustained with a minimum airflow rate of 0.5 m/s -40°C to +60°C (-40°F to +140°F) in a still air environment 	<ul style="list-style-type: none"> -40°C to +65°C (-40°F to +149°F) sustained 	<ul style="list-style-type: none"> -40°C to +70°C (-40°F to +158°F) sustained with a minimum airflow rate of 0.5 m/s -40°C to +65°C (-40°F to +149°F) in a still air environment
Shipping and storage temperature	-40°C to +70°C (-40°F to +158°F)	-40°C to +70°C (-40°F to +158°F)	-40°C to +70°C (-40°F to +158°F)

* See Table 7 for SAR-H modules

Table 3. Alcatel-Lucent 7705 SAR platform specifications (part 3)

	7705 SAR-W	7705-SAR-Wx*
System throughput	10 Gb/s (HD)	10 Gb/s (HD)
Capacity for modules per chassis	-	-
Built-in interfaces	<ul style="list-style-type: none"> 3 x SFP 100/1000BASE 2 x Combo SFP/RJ-45 100/1000BASE. The RJ-45 ports optionally support Power over Ethernet plus (PoE+) GPON ONT SFP (future available) 	*
Common equipment redundancy	-	-
Physical dimensions and mounting options	<ul style="list-style-type: none"> Height: 6.6 cm (2.6 in) Depth: 25.4 cm (10 in) Width: 38.1 cm (15 in) Pole-, wall-, strand-mount brackets Carrying kit Weather-proof cable termination kits Cosmetic wrap, paintable to meet municipal color codes Rack/cabinet mounting kit 	<ul style="list-style-type: none"> Height: 9.7 cm (3.8 in) Depth: 16.5 cm (6.5 in) Width: 35.6 cm (14 in) Pole-, wall-, strand-mount brackets Carrying kit Weather-proof cable termination kits

Table 3. Alcatel-Lucent 7705 SAR platform specifications (part 3) (continued)

	7705 SAR-W	7705-SAR-Wx*
Power	<ul style="list-style-type: none"> • Power IN <ul style="list-style-type: none"> – Universal power (AC, AC with DC backup or DC) – AC: 100 V AC to 240 V AC, 50/60 Hz with 1s hold-up – DC: +24 V DC/-48 V DC/-60 V DC with 1s hold-up • Power OUT <ul style="list-style-type: none"> – PoE+ with 1s hold-up on all RJ-45 Ethernet ports 	<ul style="list-style-type: none"> • AC: 100 V AC to 240 V AC, 50/60 Hz • Power over coaxial cable: 90 V AC, 50/60 Hz, quasi-square wave
Cooling	Passively cooled	Passively cooled
Normal operating temperature range	-40°C to +65°C (-40°F to +149°F) sustained	-40°C to +65°C (-40°F to +149°F) sustained
Normal humidity	<ul style="list-style-type: none"> • 2% to 100%, condensing • Element-proof enclosure/connectivity 	<ul style="list-style-type: none"> • 2% to 100%, condensing • Element-proof enclosure/connectivity
Shipping and storage temperature	-40°C to +70°C (-40°F to +158°F)	40°C to +70°C (-40°F to +158°F)

* See Table 8 for details on SAR-Wx variants

Alcatel-Lucent 7705 SAR-M modules

The expansion module slot can support one of the following plug-in modules.

Table 4. SAR-M modules

CARD NAME	DETAILS
2-port 10 Gigabit Ethernet ring	2 x XFP 10GEBASE
6-port Ethernet	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x SFP 100BASE • 2 x Combo SFP/RJ.5 100/1000BASE • 2 x RJ.5 100/1000BASE with 2xPoE or 1xPoE+
Integrated GPON ONT	1 x SC/APC connector to a GPON ONT
Passive CWDM	Mux/demux and OADM variants available with selected wavelengths

Alcatel-Lucent 7705 SAR-8 and SAR-18 adapter cards

The 7705 SAR product line supports an extensive range of adapter cards and modules, optimized to address different network and service requirements. Each of the six adapter card slots in the 7705 SAR-8, or the 12 adapter card slots in the right side of the 7705 SAR-18, can be used to house the following adapter card types.

Table 5. SAR-8 and SAR-18 adapter cards

CARD NAME	DETAILS
6-port 10 Gigabit Ethernet	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x SFP+ 1000BASE/10GBASE • 4 x SFP 100/1000BASE
2-port 10 Gigabit Ethernet ring	2 x XFP 10GEBASE
8-port Gigabit Ethernet	8 x SFP 100/1000BASE
8-port Ethernet	<ul style="list-style-type: none"> • 6 x RJ-45 10/100BASE • 2 x SFP 10/100/1000BASE
4-port OC-3/STM-1 clear channel	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x SFP configurable for SONET or SDH • Supports ATM, POS and IP
4-port OC-3/STM-1 channelized	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x SFP configurable for SONET or SDH • Supports TDM and PPP/MLPPP in channelized mode and POS in clear channel mode
2-port OC-3/STM-1 channelized	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x SFP configurable for SONET or SDH • Supports ATM, ATM IMA, TDM, PPP/MLPPP and IP
16-port ASAP T1/E1	16 x RJ-45 ATM, ATM IMA, TDM, FR, HDLC, MCPPP/MLPPP and IP
32-port ASAP T1/E1	32 x RJ-45 ATM, ATM IMA, TDM, FR, HDLC, MCPPP/MLPPP and IP
4-port DS3/E3	4 x RJ-45 clear channel and channelized (on DS3 only) TDM, FR, PPP and ATM service (on DS3 only)
12-port Serial Data Interface (SDI)*	Can be configured for RS-232, RS-422/RS-530, V.35 or X.21 operation
6-port E&M*	• 6 x RJ-45

Table 5. SAR-8 and SAR-18 adapter cards (continued)

CARD NAME	DETAILS
8-port voice and teleprotection*	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x Foreign eXchange Subscriber (FXS) and 2 x Foreign eXchange Office (FXO) ports for analog voice • 2 x ITU-T G.703 co-directional ports • 2 x IEEE C37.94 optical teleprotection ports for low-latency teleprotection
6-port FXS voice*	3 x RJ-45, with 2 x FXS ports per connector
8-port FXO voice*	4 x RJ-45, with 2 x FXO ports per connector
Integrated services*	Supports Multi-Drop Data Bridging (MDDb) and PCM multidrop bridging applications
Auxiliary alarm	24 digital alarm inputs, 2 analog inputs and 8 output relays
Passive CWDM	Mux/demux and optical add-drop multiplexer (OADM) variants available with selected wavelengths
Interface to 9500 Microwave Packet Radio (MPR)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x SFP 10/100/1000BASE with microwave-aware Ethernet ports • 2 x RJ-45 10/100/1000BASE with microwave-aware Ethernet ports • 4 x SFP 10/100/1000BASE
Microwave power injector	Supplies power to 9500 MPR

*See 7705 SAR Legacy Interface Adapter Cards datasheet for more details

7705 SAR-18 x-adapter cards

The four slots in the left side of the 7705 SAR-18 can be used to house the following x-adapter card:

Table 6. SAR-18 x-adapter card

CARD NAME	DETAILS
1-port 10 Gb/s / 10-port 1 Gb/s card	Configurable to operate in one of the following modes: <ul style="list-style-type: none"> • 10 x SFP 1000BASE • 1 x SFP+ 10GEBASE

7705 SAR-H Modules

The two expansion module slots, provided on the 7705 SAR-H, can support the following plug-in modules:

Table 7. SAR-H modules

CARD NAME	DETAILS
4-port Ethernet	4 x RJ-45 10/100BASE
Combination T1/E1/RS-232	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x RJ-45 T1/E1 • 2 x RS-232
GPS receiver	1 RF port - GPS

7705 SAR-Wx Variants

There are six variants of the 7705 SAR-Wx. Each column in Table 8 denotes the supported capabilities for one of these configurations.

Table 8. Alcatel-Lucent 7705 SAR-Wx chassis variants

	VARIANT 1	VARIANT 2	VARIANT 3	VARIANT 4	VARIANT 5	VARIANT 6
Ethernet ports built-in*	<ul style="list-style-type: none"> • 3 x SFP 100/1000BASE • 2 x RJ-45 100/1000BASE 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 x SFP 100/1000BASE • 2 x RJ-45 100/1000BASE 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 x SFP 100/1000BASE • 1 x RJ-45 100/1000BASE 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 x SFP 100/1000BASE • 1 x RJ-45 100/1000BASE 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 x SFP 100/1000BASE • 2 x RJ-45 100/1000BASE • PoE+ on one RJ-45 Ethernet port 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 x SFP 100/1000BASE • 2 x RJ-45 100/1000BASE • PoE+ on one RJ-45 Ethernet port
ADSL2+/VDSL2 ports built-in	-	-	4 with bonding	4 with bonding	-	-
GPS support	No	Yes	No	Yes	No	Yes

*A GPON OLT SFP is also available

Table 9. EMC standards compliance

EMC REGULATORY AND CUSTOMER STANDARDS COMPLIANCE										
STANDARD	TITLE	7705 SAR-X	7705 SAR-A	7705 SAR-M	7705 SAR-8	7705 SAR-18	7705 SAR-H	7705 SAR-Hc	7705 SAR-W	7705 SAR-Wx
IEEE 1613:2009 + A1:2011	IEEE Standard Environmental and Testing Requirements for Communications Networking Devices Installed in Electric Power Substations	X			X Performance Class 1 (Class 2 w/ Optics interfaces only)		X	X		
IEEE 1613.1-2013	IEEE Standard Environmental and Testing Requirements for Communications Networking Devices Installed in Transmission and Distribution Facilities	X			X Zone A; Performance Class 1 (Class 2 w/ Optics Interfaces only)		X	X		
IEEE Std C37.90	IEEE Standard for relays and relay systems associated with Electric Power Apparatus	X			X		X	X		
IEEE Std C37.90.1	Surge Withstand Capability (SWC) Tests	X			X		X	X		
IEEE Std C37.90.2	Withstand Capability of Relay Systems to Radiated Electromagnetic Interference from Transceivers	X			X		X	X		
IEEE Std C37.90.3	IEEE Standard Electrostatic Discharge Tests for Protective Relays	X			X		X	X		
EN 50121-4:2006	Electromagnetic Compatibility - Part 4: Emission and Immunity of the Signalling and Telecommunications Apparatus	X	X	X	X		X	X	X	X
IEC 62236-4:2008	Electromagnetic Compatibility - Part 4: Emission and Immunity of the Signalling and Telecommunications Apparatus	X	X	X	X		X	X	X	X
IEC 61000-6-2:2005	Generic standards - Immunity for industrial environments	X	X	X	X		X	X	X	X
IEC 61000-6-4:2006	Generic standards - Emissions standard for industrial environments	X	X	X	X		X	X	X	X
IEC TS 61000-6-5	Immunity for power station and substation environments	X			X		X	X		
IEC 61850-3	Communication networks and systems for power utility automation - Part 3: General requirements	X			X		X	X		
IEC/AS 60870.2.1	Telecontrol equipment and systems. Operating conditions. Power supply and electromagnetic compatibility	X			X		X	X		
IEC 61000-4-2	Electrostatic discharge immunity test	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC 61000-4-3	Radiated electromagnetic field immunity test	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC 61000-4-4	Electrical fast transient/burst immunity test	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC 61000-4-5	Surge immunity test	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC 61000-4-6	Immunity to conducted disturbances	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Table 9. EMC standards compliance (continued)

EMC REGULATORY AND CUSTOMER STANDARDS COMPLIANCE										
STANDARD	TITLE	7705 SAR-X	7705 SAR-A	7705 SAR-M	7705 SAR-8	7705 SAR-18	7705 SAR-H	7705 SAR-Hc	7705 SAR-W	7705 SAR-Wx
IEC 61000-4-8	Power frequency magnetic field immunity test	X			X		X	X		
IEC 61000-4-9	Pulse Magnetic field immunity test	X			X		X	X		
IEC 61000-4-10	Damped Oscillatory Magnetic Field	X			X		X	X		
IEC 61000-4-11	Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests	X	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X	X w/ external AC/DC PS	X	X
IEC 61000-4-12	Oscillatory wave immunity test	X			X		X	X		
IEC 61000-4-16	Conducted immunity 0 Hz - 150 kHz	X			X		X	X		
IEC 61000-4-17	Ripple on d.c. input power port immunity test	X			X		X	X		
IEC 61000-4-18	Damped oscillatory wave immunity test	X			X		X	X		
IEC 61000-4-29	Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests	X			X		X	X		
IEC 61000-3-2	Limits for harmonic current emissions (equipment input current < 16A per phase)	X	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X	X w/ external AC/DC PS	X	X
IEC 61000-3-3	Limits for voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current < 16A	X	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X w/ external AC/DC PS	X	X w/ external AC/DC PS	X	X
ITU-T K.20 (DC Ports)	Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunications centre to overvoltages and overcurrents	X	X	X	X	X	X	X		
ETSI 300 132-2	Power supply interface at the input to telecommunications and datacom (ICT) equipment; Part 2: Operated by -48 V direct current (dc)	X	X	X	X	X	X	X	X	
EN 300 386	Telecommunication network equipment; ElectroMagnetic Compatibility (EMC)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ES 201 468	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM); Additional ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements and resistibility requirements for telecommunications equipment for enhanced availability of service in specific applications	X			X	X				
Telcordia GR-1089-CORE	EMC and Electrical Safety - Generic Criteria for Network Telecommunications Equipment	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AS/NZS CISPR 22	Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class B	X Class B
FCC Part 15, Subpart B	Radio Frequency devices- Unintentional Radiators (Radiated & Conducted Emissions)	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class B	X Class B

Table 9. EMC standards compliance (continued)

EMC REGULATORY AND CUSTOMER STANDARDS COMPLIANCE										
STANDARD	TITLE	7705 SAR-X	7705 SAR-A	7705 SAR-M	7705 SAR-8	7705 SAR-18	7705 SAR-H	7705 SAR-Hc	7705 SAR-W	7705 SAR-Wx
ICES-003	Information Technology Equipment (ITE) – Limits and methods of measurement	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class B	X Class B
EN 55022	Information technology equipment. Radio disturbance characteristics. Limits and methods of measurement	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class B	X Class B
CISPR 22	Information technology equipment. Radio disturbance characteristics. Limits and methods of measurement	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class A	X Class B	X Class B
KC Notice Emission (KN22) and Immunity (KN24) (South Korea)	EMS standard: NRRA notice	X	X	X	X	X	X	X		

Table 10. Environmental standards compliance

ENVIRONMENTAL STANDARDS COMPLIANCE										
STANDARD	TITLE	7705 SAR-X	7705 SAR-A	7705 SAR-M	7705 SAR-8	7705 SAR-18	7705 SAR-H	7705 SAR-Hc	7705 SAR-W	7705 SAR-Wx
IEEE 1613:2009 + A1:2011	Environmental and Testing Requirements for Communications Networking Devices	X (note 1)			X (note 1)		X	X		
IEC 61850-3	Communication networks and systems for power utility automation - Part 3: General requirements	X (note 2)			X (note 2)		X (note 2)	X (note 2)		
IEC 60068-2-1	Environmental testing - Part 2-1: Tests - Test A: Cold	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC 60068-2-2	Environmental testing - Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC 60068-2-30	Environmental testing - Part 2: Tests. Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC 60255-21-2	Electrical relays - Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment - Section Two: Shock and bump tests	X			X		X	X		
ETSI 300 753 Class 3.2	Acoustic noise emitted by telecommunications equipment	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Telcordia GR-63-CORE	NEBS Requirements: Physical Protection	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ETSI EN 300 019-2-1 V2.1.2, Class 1.2	Specification of environmental tests; Storage	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ETSI EN 300 019-2-2 V2.1.2, class 2.3	Specification of environmental tests; Transportation	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ETSI EN 300 019-2-3 V2.2.2, class 3.2	Specification of environmental tests; Stationary use at weatherprotected locations	X	X	X	X	X	X	X		
ETSI EN 300 019-2-4 V2.2.2 class T4.1	Specification of environmental tests; Stationary use at non-weatherprotected locations								X	X

Table 10. Environmental regulations compliance (continued)

ENVIRONMENTAL STANDARDS COMPLIANCE										
STANDARD	TITLE	7705 SAR-X	7705 SAR-A	7705 SAR-M	7705 SAR-8	7705 SAR-18	7705 SAR-H	7705 SAR-Hc	7705 SAR-W	7705 SAR-Wx
Telcordia GR-3108-CORE	Generic Requirements for Network Equipment in the Outside Plant (OSP)	X Class 2	X Class 2	X Class 2	X Class 2		X Class 2	X Class 2	X Class 4	X Class 4
Telcordia GR-950-CORE	Generic Requirements for ONU Closures and ONU Systems								X	X
GR-3108 Class 3 Section 6.2 IEC 60068-2-52 - Severity 3 MIL-STD-810G Method 509.5 EN 60721-3-3 Class 3C4 EN 60068-2-11: Salt Mist EN50155 Class ST4.	Conformal coating (Note 3)	X		X	X		X	X		

Note 1: Forced air system, uses fans

Note 2: Normal environmental conditions as per IEC61850-3 ed.2

Note 3: Conformal coating is available as an orderable option.

Table 11. Safety standards compliance

SAFETY STANDARDS COMPLIANCE										
STANDARD	TITLE	7705 SAR-X	7705 SAR-A	7705 SAR-M	7705 SAR-8	7705 SAR-18	7705 SAR-H	7705 SAR-Hc	7705 SAR-W	7705 SAR-Wx
UL/CSA 60950-1	Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC/EN 60950-1	Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AS/NZS 60950-1	Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements	X	X	X	X	X	X	X	X	X
IEC/EN 60825-1 and 2	Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FDA CDRH 21-CFR 1040	PART 1040 Performance Standards for Light-Emitting Products	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UL/CSA 60950-22	Information Technology Equipment - Safety - Part 22: Equipment to be Installed Outdoors								X	X
CSA-C22.2 No.94	Special Purpose Enclosures								X	X
UL50	Enclosures for Electrical Equipment, Non-Environmental Considerations								X	X
IEC/EN 60950-22	Information technology equipment. Safety Equipment installed outdoors								X	X
IEC 60529	Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)	X IP20	X IP40	X IP20	X IP20	X IP20	X IP40	X IP40	X IP65	X IP65

Table 12. Telecom regulations compliance

TELECOM INTERFACE COMPLIANCE											
STANDARD	TITLE	7705 SAR-X	7705 SAR-A	7705 SAR-M	7705 SAR-8	7705 SAR-18	7705 SAR-H	7705 SAR-Hc	7705 SAR-W	7705 SAR-Wx	
IC CS-03 Issue 9	Compliance Specification for Terminal Equipment, Terminal Systems, Network Protection Devices, Connection Arrangements and Hearing Aids Compatibility	X	X	X	X	X	X				
ACTA TIA-968-B	Telecommunications - Telephone Terminal Equipment - Technical Requirements for Connection of Terminal Equipment to the Telephone Network	X	X	X	X	X	X				
AS/ACIF 5016 (Australia)	Requirements for Customer Equipment for connection to hierarchical digital interfaces	X	X	X	X	X	X				
ATIS-06000403	Network and Customer Installation Interfaces- DS1 Electrical Interfaces	X	X	X	X	X	X				
ANSI/TIA/EIA-422-B (RS-422)	Electrical Characteristics for balanced voltage digital interfaces circuits				X	X					
ITU-T G.813	Timing characteristics of SDH equipment slave clock (SEC)	X	X	X	X	X					
ITU-T G.825	The control of jitter and wander within digital networks which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH)				X	X					
ITU-T G.703	Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces	X	X	X	X	X	X				
ITU-T G.712 (E&M)	Transmission performance characteristics of pulse code modulation channels				X	X					
ITU-T G.957	Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy				X	X					
ITU-T V.24 (RS-232)	List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE)				X	X	X	X			
ITU-T V.28 (V.35)	Electrical characteristics for unbalanced double-current interchange circuits				X	X					
ITU-T V.36 (V.35)	Modems for synchronous data transmission using 60-108 kHz group band circuits				X	X					
ITU-T V.11 / X.27 (RS-422)	Electrical characteristics for balanced double current interchange circuits operating at data signalling rates up to 10 Mbit/s				X	X					
ITU-T X.21 (RS-422)	Interface between Data Terminal Equipment and Data Circuit-terminating Equipment for synchronous operation on public data networks				X	X					
ITU-T G.8262 (Synch E)	Timing characteristics of synchronous Ethernet equipment slave clock (EEC)		X	X	X	X	X	X	X	X	
IEEE 802.3ab (Ethernet)	Physical Layer Parameters and Specifications for 1000 Mb/s Operation Over 4-Pair of Category 5 Balanced Copper Cabling, Type 1000BASE-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
IEEE 802.3at (POE)	Data Terminal Equipment Power via the Media Dependent Interfaces Enhancements			X			X	X	X	X	

Table 13. Directives, regional approvals and certifications

DIRECTIVES, REGIONAL APPROVALS AND CERTIFICATIONS										
STANDARD	TITLE	7705 SAR-X	7705 SAR-A	7705 SAR-M	7705 SAR-8	7705 SAR-18	7705 SAR-H	7705 SAR-Hc	7705 SAR-W	7705 SAR-Wx
EU Directive 2004/108/EC EMC	Electromagnetic Compatibility (EMC)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EU Directive 2006/95/EC LVD	Low Voltage Directive (LVD)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EU Directive 2002/96/EC WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EU Directive 2002/95/EC RoHS	Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EU Directive 2011/65/EU RoHS2	Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CE Mark		X	X	X	X	X	X	X	X	X
CRoHS Logo; Ministry of Information Industry order No.39		X	X	X	X	X	X	X	X	X
China (MIIT NAL) Network Access License			X	X	X	X			X	
South Korea (KC Mark)		X	X	X	X	X	X	X		
Australia (RCM Mark)		X	X	X	X	X	X	X	X	X
TL9000 certified		X	X	X	X	X	X	X	X	X
ISO 14001 certified		X	X	X	X	X	X	X	X	X
ISO 9001:2008 certified		X	X	X	X	X	X	X	X	X