



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

M.3017

(06/2003)

SERIE M: RGT Y MANTENIMIENTO DE REDES:
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN, CIRCUITOS
TELEFÓNICOS, TELEGRAFÍA, FACSIMIL Y
CIRCUITOS ARRENDADOS INTERNACIONALES

Red de gestión de las telecomunicaciones

**Marco para la gestión integrada de redes
híbridas de circuitos y paquetes**

Recomendación UIT-T M.3017

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE M

RGT Y MANTENIMIENTO DE REDES: SISTEMAS DE TRANSMISIÓN, CIRCUITOS TELEFÓNICOS, TELEGRAFÍA, FACSIMIL Y CIRCUITOS ARRENDADOS INTERNACIONALES

Introducción y principios generales de mantenimiento y organización del mantenimiento	M.10–M.299
Sistemas internacionales de transmisión	M.300–M.559
Circuitos telefónicos internacionales	M.560–M.759
Sistemas de señalización por canal común	M.760–M.799
Circuitos internacionales utilizados para transmisiones de telegrafía y de telefotografía	M.800–M.899
Enlaces internacionales arrendados en grupo primario y secundario	M.900–M.999
Circuitos internacionales arrendados	M.1000–M.1099
Sistemas y servicios de telecomunicaciones móviles	M.1100–M.1199
Red telefónica pública internacional	M.1200–M.1299
Sistemas internacionales de transmisión de datos	M.1300–M.1399
Designaciones e intercambio de información	M.1400–M.1999
Red de transporte internacional	M.2000–M.2999
Red de gestión de las telecomunicaciones	M.3000–M.3599
Redes digitales de servicios integrados	M.3600–M.3999
Sistemas de señalización por canal común	M.4000–M.4999

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Recomendación UIT-T M.3017

Marco para la gestión integrada de redes híbridas de circuitos y paquetes

Resumen

En esta Recomendación se describe el entorno en el que debe desarrollarse la gestión integrada de redes híbridas de circuitos y paquetes (incluyendo redes basadas en ATM, IP y Ethernet).

Orígenes

La Recomendación UIT-T M.3017 preparada por la Comisión de Estudio 4 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8 el 22 de junio de 2003.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2003

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	2
3.1 Definiciones importadas de las Recomendaciones UIT-T G.805 y G.809	2
3.2 Otras definiciones incluidas en esta Recomendación.....	2
4 Abreviaturas.....	3
5 Visión general.....	5
6 Entorno de red en las redes híbridas de circuitos y paquetes	5
6.1 Visión general del entorno de red.....	5
6.2 Arquitecturas de referencia.....	6
7 Entorno de servicios de redes híbridas de circuitos y paquetes.....	14
7.1 Relación entre redes de tecnología específica en un entorno de redes híbridas de circuitos y paquetes.....	14
8 Entorno de gestión en redes híbridas de circuitos y paquetes	15
8.1 Arquitecturas de gestión RGT para las HCPN	15
8.2 Arquitecturas de protocolo e interfuncionamiento	19
Anexo A – Visión general de las topologías de red.....	21
A.1 Topología – Definiciones	21
A.2 Tipos de topología genéricos.....	22
A.3 Topología frente a arquitectura	25

Recomendación UIT-T M.3017

Marco para la gestión integrada de redes híbridas de circuitos y paquetes

1 Alcance

Esta Recomendación forma parte de una serie de Recomendaciones que definen los paradigmas de la red de gestión de las telecomunicaciones (RGT) para la gestión de grandes redes de operadores. El objetivo de esta Recomendación es proporcionar una visión general sobre:

- Las arquitecturas de redes de telecomunicaciones en evolución que permiten el establecimiento de redes multiservicio sobre redes con conmutación de paquetes (por ejemplo, IP, ATM, Ethernet).
- Las arquitecturas y escenarios de interfuncionamiento para permitir el interfuncionamiento entre redes tradicionales con conmutación de circuitos y redes híbridas de circuitos y paquetes (HCPN, *hybrid circuit/packet network*).
- Los servicios y aplicaciones que se suministran sobre dichas arquitecturas (por ejemplo, voz sobre IP).
- Paradigmas de gestión utilizados en la gestión de redes de paquetes.
- Consideraciones para la extensión de la RGT hacia la gestión de las HCPN.

En el alcance se incluyen las conexiones a través de dominios administrativos, aunque en esta Recomendación no se establecen disposiciones explícitas al respecto.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
- Recomendación UIT-T G.809 (2003), *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión*.
- Recomendación UIT-T G.872 (2001), *Arquitectura de las redes ópticas de transporte*.
- Recomendación UIT-T M.3010 (2000), *Principios para una red de gestión de las telecomunicaciones*.
- Recomendación UIT-T M.3020 (2000), *Metodología para la especificación de interfaces de la RGT*.
- Recomendación UIT-T Q.811 (1997), *Perfiles de protocolo de capa inferior para las interfaces Q3 y X*.
- Recomendación UIT-T Q.812 (1997), *Perfiles de protocolo de capa superior para las interfaces Q3 y X*.
- Recomendación UIT-T Q.814 (2000), *Especificación de un agente interactivo de intercambio electrónico de datos*.

- Recomendación UIT-T Q.815 (2000), *Especificación de un módulo de seguridad para la protección del mensaje completo.*
- Recomendación UIT-T Q.816 (2001), *Servicios de la RGT basados en arquitectura de intermediario de petición de objeto común.*
- Recomendación UIT-T Q.816.1 (2001), *Servicios de la RGT basados en arquitectura de intermediario de petición de objeto común: Extensiones para el soporte de interfaces de granularidad gruesa.*
- Recomendación UIT-T X.720 (1992)|ISO/CEI 10165-1:1993, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Estructura de la información de gestión: Modelo de información de gestión.*
- Recomendación UIT-T X.722 (1992)|ISO/CEI 10165-4:1992, *Tecnologías de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Estructura de la información de gestión: Directrices para la definición de información de gestión.*
- Recomendación UIT-T X.780 (2001), *Directrices de la RGT para la definición objetos gestionados mediante arquitectura de intermediario de petición de objeto común.*
- Recomendación UIT-T X.780.1 (2001), *Directrices de la RGT para la definición de interfaces de objetos gestionados mediante arquitectura de intermediario de petición de objeto común de granularidad gruesa.*
- IETF RFC 1901 (1996), *Introduction to Community-based SNMPv2.*
- IETF RFC 3411 (2002), *An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks.*
- OMG Document formal/99-10-07, *The Common Object Request Broker: Architecture and Specification*, Revision 2.3.1.

3 Definiciones

3.1 Definiciones importadas de las Recomendaciones UIT-T G.805 y G.809

- grupo de acceso;
- conexión;
- equipo;
- flujo;
- dominio de flujo;
- enlace de agrupación de puntos de flujo;
- red de capa;
- enlace;
- conexión de enlace;
- subred;
- protección de conexión de subred;
- camino.

3.2 Otras definiciones incluidas en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.2.1 paradigma: Un conjunto de funcionalidades de gestión que incluyen un protocolo y los servicios asociados al mismo, así como un lenguaje de definición de información de soporte. Puede utilizarse para producir conjuntos de información de gestión, incluyendo relaciones entre la

información de gestión necesaria para cumplir un objetivo de gestión. Un paradigma debe disponer de mecanismos que permitan la definición de una biblioteca de información de gestión.

3.2.2 red híbrida de circuitos y paquetes (HCPN, *hybrid circuit/packet network*): Una red que se compone de (sub)redes de capa de conmutación de circuitos y de paquetes. Una capa de paquetes puede ser con conexión o sin conexión. En la Rec. UIT-T G.809 se distingue entre redes de conmutación de circuitos con conexión (CO-CS, *connection-oriented circuit switched*), redes de conmutación de paquetes con conexión (CO-PS, *connection-oriented packet switched*) y redes de conmutación de paquetes sin conexión (CLPS, *connectionless packet switched*) e incluye información detallada sobre redes CLPS implementadas con IP (utilizando encaminamiento basado en el mejor esfuerzo y en el destino) y sobre redes implementadas con Ethernet.

3.2.3 topología: Para mayor información véase A.1.1.

3.2.4 red de tecnología específica (TSN, *technology-specific network*): Una red de una única capa del modelo de red basado en capas, que sólo abarca una tecnología, por ejemplo una red IP, ATM, SDH u óptica.

3.2.5 redes multitecnología (MTN, *multi-technology network*): A fin de proporcionar diversos servicios, asegurando la calidad de servicio y reduciendo costes de explotación, la parte central de las redes de los proveedores de servicio se compone normalmente de varias redes de comunicaciones cada una de ellas con una tecnología específica. Las relaciones entre dichas redes es diversa y pueden cooperar entre sí para la prestación de servicios. En esta Recomendación, las partes centrales de las redes compuestas por varias redes de tecnología específica y que pertenecen al mismo operador, se denominan redes multitecnología (MTN).

3.2.6 sistema de gestión de red integrado (INMS, *integrated network management system*): El sistema que realiza la gestión integrada de la MTN. Es responsable de analizar y procesar la información de gestión recogida de las TSN y de la gestión integrada de la topología, configuración, averías y calidad de funcionamiento de varias TSN.

3.2.7 sistema de gestión de red de tecnología específica (TS-NMS, *technology-specific network management system*): El sistema que realiza la gestión de una TSN, incluyendo la gestión de las subredes y las relaciones entre éstas. El TS-NMS proporciona al INMS la información de gestión de la topología, configuración, averías y calidad de funcionamiento para dicha TSN.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AAA	Autenticación, autorización y contabilidad (<i>authentication authorization and accounting</i>)
ADM	Multiplexor de inserción y extracción (<i>add and drop multiplexer</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BLSR	Anillo conmutado de línea bidireccional (<i>bidirectional line switched ring</i>)
CMIP	Protocolo común de información de gestión (<i>common management information protocol</i>)
COPS	Servicio de política común abierta (<i>common open policy service</i>)
CORBA	Arquitectura de intermediario de petición de objeto común (<i>common object request broker architecture</i>)
DCS	Sistema de transconexión digital (<i>digital crossconnect system</i>)
DEN	Red habilitada para directorios (<i>directory enabled networking</i>)
EDI	Intercambio electrónico de datos (<i>electronic data interchange</i>)

EMS	Sistema de gestión de elemento (<i>element management system</i>)
FCAPS	Gestión de averías, configuración, contabilidad, funcionamiento y seguridad (<i>fault management, configuration management, accounting management, performance management, security management</i>)
GSM	Sistema global para comunicaciones móviles (<i>global system for mobile communications</i>)
HCPN	Red híbrida de circuitos y paquetes (<i>hybrid circuit/packet network</i>)
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto (<i>hypertext transfer protocol</i>)
IIOIP	Protocolo inter ORB Internet (<i>Internet inter-ORB protocol</i>)
IMS	Subsistema multimedia IP (<i>IP multimedia subsystem</i>)
INML	Subcapa de gestión de red integrada (<i>integrated network management sublayer</i>)
INMS	Sistema de gestión de red integrada (<i>integrated network management system</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
LC	Conexión de enlace (<i>link connection</i>)
LDAP	Protocolo ligero de acceso al directorio (<i>lightweight directory access protocol</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multi-protocol label switching</i>)
MS SPRING	Anillos de protección compartida de sección múltiple (<i>multiplex section shared protection ring</i>)
MTN	Redes multitecnología (<i>multi-technology networks</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
NML	Capa de gestión de red (<i>network management layer</i>)
NMS	Sistema de gestión de red (<i>network management system</i>)
OS	Sistema de operaciones (<i>operations system</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open system interconnection</i>)
OTN	Red óptica de transporte (<i>optical transport network</i>)
POTS	Servicio telefónico tradicional (<i>plain old telephone service</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RGT	Red de gestión de las telecomunicaciones
RMI	Invocación de método distante (<i>remote method invocation</i>)
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SMS	Sistema de gestión de servicio (<i>service management system</i>)
SNCP	Protección de la conexión de subred (<i>subnetwork connection protection</i>)
SNMP	Protocolo simple de gestión de red (<i>simple network management protocol</i>)
SONET	Red óptica síncrona (<i>synchronous optical network</i>)
SS7	Sistema de señalización N.º 7 (<i>signalling system No. 7</i>)
STM-N	Módulo de transporte síncrono (nivel) N [<i>synchronous transport module (level) N</i>]
TCP	Protocolo de control de transmisión (<i>transmission control protocol</i>)

TSN	Red de tecnología específica (<i>technology-specific network</i>)
TS-NML	Subcapa de gestión de red de tecnología específica (<i>technology-specific network management sublayer</i>)
UDP	Protocolo de datagrama de usuario (<i>user datagram protocol</i>)
UML	Lenguaje de modelado unificado (<i>unified modelling language</i>)
UPSR	Anillo conmutado de trayecto unidireccional (<i>unidirectional path switched ring</i>)
USM	Modelo de seguridad basado en el usuario (<i>user-based security model</i>)
VC	Circuito virtual (<i>virtual circuit</i>)
VP	Trayecto virtual (<i>virtual path</i>)
WDM	Multiplexación por división de longitud de onda (<i>wavelength-division multiplexing</i>)
XC	Transconexión (<i>cross-connect</i>)
XML	Lenguaje de marcaje extensible (<i>extensible markup language</i>)

5 Visión general

Esta Recomendación describe un marco para la gestión integrada de las redes híbridas de circuitos y paquetes (HCPN). En la cláusula 6 se hace una descripción de los entornos de red en una HCPN que deben soportarse en una red de gestión integrada. Esta descripción incluye arquitecturas y topologías de referencia. En la cláusula 7 se describe el entorno de servicio, concretamente la relación entre redes de tecnología específica en el entorno HCPN. En la cláusula 8 se describe el entorno de gestión propiamente dicho.

6 Entorno de red en las redes híbridas de circuitos y paquetes

En esta cláusula se proponen arquitecturas de red de transporte para ser utilizadas como descripción del entorno de red aplicable a la gestión integrada de las redes híbridas de circuitos y paquetes (HCPN). El interés se centra en el punto de vista del transporte de las arquitecturas de red. Las arquitecturas de señalización y de control quedan fuera del alcance de esta versión de la presente Recomendación. Los servicios de transporte para el plano de control se soportan mediante arquitecturas de transporte.

6.1 Visión general del entorno de red

Se proporcionan un conjunto de arquitecturas de referencia que han sido desarrolladas sobre la base de aportaciones arquitectónicas colectivas de proveedores de servicio y que pretenden proporcionar las bases para las arquitecturas de red multitecnología sujeto al análisis por parte de los proveedores de servicio.

Cada arquitectura de referencia abarca una agrupación de tecnologías y configuraciones. El conjunto de arquitecturas muestra una progresión desde las redes de tecnología actuales a las redes futuras que estarán basadas en tecnologías que en algunos casos son de reciente aparición. Debido a las numerosas opciones que se permiten en las arquitecturas de referencia, serán necesarios refinamientos posteriores para definir los casos en que se utilizarán las funciones de gestión de red específicas.

Cada arquitectura de referencia se construye mediante el solape de una arquitectura física con una arquitectura de dominio de capa. La arquitectura física identifica relaciones entre elementos de red y medios de transporte; la arquitectura del dominio de capa identifica relaciones de adaptación

específicas entre dominios de capas de transporte. Se definen cuatro arquitecturas de referencia que se construyen sobre la base de tres arquitecturas físicas diferentes.

En el anexo A se muestra una visión general de los conceptos relativos a las topologías de red genéricas. En la cláusula 6.2 se presentan las arquitecturas de referencia, incluida una visión general explicativa, una descripción de tres arquitecturas físicas y las descripciones de las cuatro arquitecturas de referencia.

6.2 Arquitecturas de referencia

En esta cláusula se presentan cuatro arquitecturas de referencia. Cada arquitectura de referencia se compone de dos visiones de una red:

- Arquitectura física: configuración de medios de transporte físicos y de los NE. Se identifican los posibles tipos de NE que pueden estar incluidos. Los tipos de NE pueden ser equipos de transconexión o equipos de conmutación, y pueden incluir adaptaciones de capas de transporte en las terminaciones de camino.
- Arquitectura de dominio de capa: configuración de capas de transporte relacionadas mediante la adaptación de la anchura de banda de la capa servidora a conexiones en la capa de cliente. Esta visión permite diferenciar si se soportan conexiones flexibles o conexiones inflexibles en cada capa de transporte. Además, muestra las correspondencias entre servicios y dominios de capa. Estas correspondencias no excluyen otras que pueden darse en el mundo real.

Cada arquitectura de referencia se forma asociando una arquitectura de dominio de capa específica con una de las tres arquitecturas físicas.

Otras visiones de la red pueden estar superpuestas en una arquitectura de referencia que se componga de dichas componentes. Es previsible que las arquitecturas de referencia descritas en esta Recomendación se refinen con especificaciones adicionales aplicables a cada caso específico. Estos refinamientos pueden incluir lo siguiente:

- Combinaciones específicas de elementos de red (NE, *network element*) y de conectividad de NE.
- Arquitectura de protección de la capa de transporte física.
- Topologías de subred y arquitecturas de protección de capas de red lógica.
- Topologías de subred específicas de las capas de transporte componentes en una capa de una tecnología dada.
- Conexiones específicas entre puntos de terminación.
- Segmentos específicos de la red (por ejemplo, larga distancia, área metropolitana, secundaria/acceso).

La topología de la subred permite conocer la anchura de banda de transporte disponible y los recursos de transconexión/conmutación que representan la capacidad potencial para establecer conexiones en una capa de transporte. Las capas componentes sección de regeneración STM, sección múltiplex STM, y VC-11, VC-12, VC-2, VC-3 y VC-4 en la capa SDH agregada, son ejemplos de capas de transporte componentes en una capa de una tecnología dada.

6.2.1 Arquitecturas físicas

Se describen tres *arquitecturas físicas*. Se presentan en el orden previsible de sus respectivas implementaciones. Para cada arquitectura física se enumeran los tipos de NE potenciales y se identifica la configuración de los medios de transporte físicos. Un ejemplo de configuración se construye para cada arquitectura y está representado en una figura. Nótese que las figuras pretenden mostrar ejemplos de configuraciones que ayuden a visualizar las arquitecturas; por lo tanto, no se excluyen otras configuraciones. En particular, debe notarse que los NE híbridos pueden incluir

En la figura 2 se muestra un ejemplo de configuración.

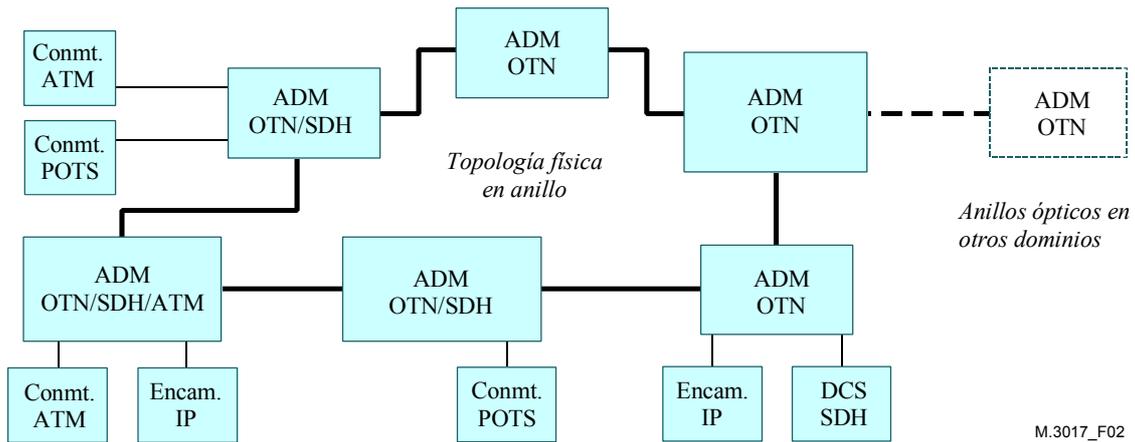


Figura 2/M.3017 – Ejemplo de configuración de arquitectura física en anillo con ADM ópticos

La base de arquitectura normalizada de la Rec. UIT-T G.872 es el objetivo, en el entendido de que es posible establecer acuerdos de implementación para utilizar equipos que estaban disponibles anteriormente al establecimiento de la normalización. Un ADM OTN puede insertar/extraer señales de canal ópticas, cada una de las cuales se transporta en una longitud de onda diferente.

6.2.1.3 Arquitectura física en malla óptica

Esta arquitectura física tiene las propiedades siguientes:

- Es una arquitectura OTN basada en la Rec. UIT-T G.872.
- La topología física es una malla de fibra óptica que transporta longitudes de ondas multiplexadas.
- Los elementos de red en la malla óptica incluyen equipos de transconexión (XC, *cross-connect*) OTN y elementos de red híbridos basados en OTN y cualquier combinación de SDH, ATM y/o IP.
- Existen varios métodos de protección y restauración posibles.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de configuración.

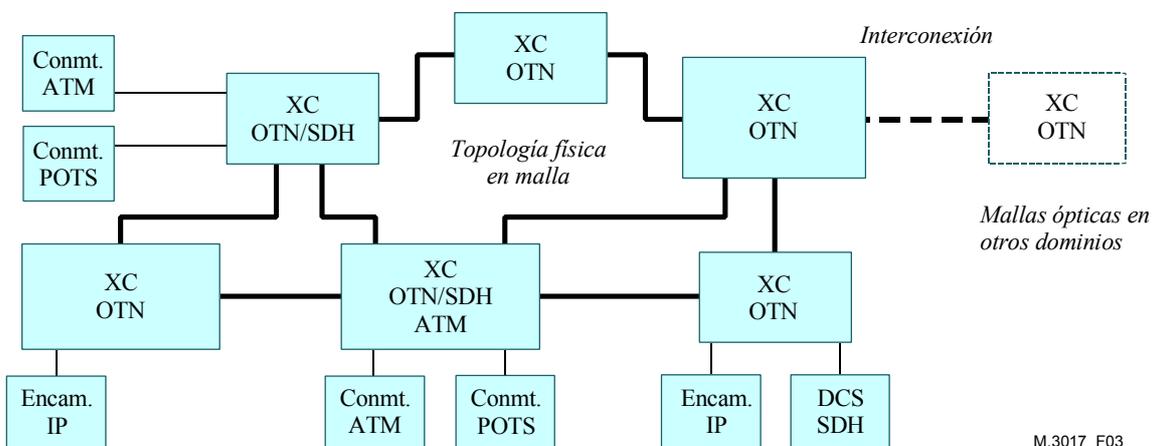


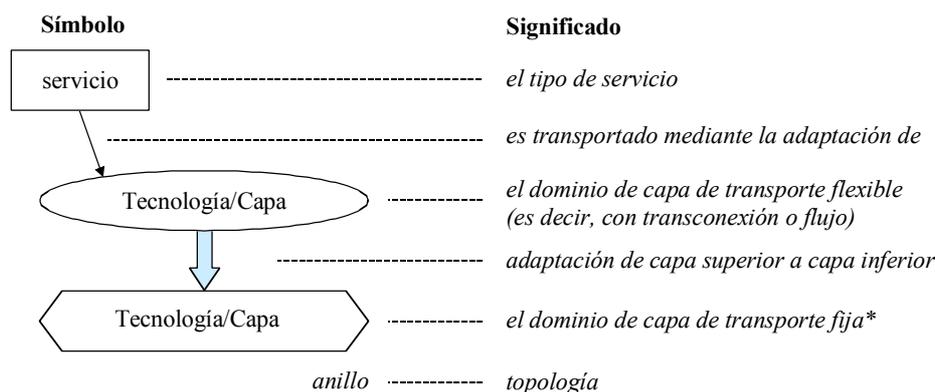
Figura 3/M.3017 – Ejemplo de configuración de arquitectura física en malla óptica

Un XC OTN puede realizar la transconexión de señales de canal ópticas, cada una de las cuales es transportada por una longitud de onda diferente.

6.2.2 Leyendas para la comprensión de las figuras de las arquitecturas de referencia

Las leyendas utilizadas en los diagramas de las arquitecturas de referencia se describen a continuación y en la figura 4. Un dominio de capa de tecnología se indica mediante una forma oval. Una flecha gruesa en dirección descendente indica una relación de adaptación entre una capa de transporte de cliente situada a nivel superior y una capa servidora situada a nivel inferior. Una capa de cliente puede ser soportada por varias capas servidoras. Se identifican las correspondencias existentes entre servicios (cajas rectangulares) y dominios de capa. Se utilizan distintos símbolos para indicar capas de transporte flexible y capas de transporte fijas. Una capa flexible permite el encaminamiento flexible de conexiones a través de funcionalidades de transconexión o de conmutación.

La composición de un dominio puede basarse en una capa de transporte simple (por ejemplo, un trayecto virtual) o en una agrupación de capas incluidas en una tecnología (por ejemplo, ATM que incluye tanto VP como VC). El término *capa* se utiliza en el sentido identificado en la Rec. UIT-T G.805, haciendo referencia al transporte de señales de una información característica dada (por ejemplo, un trayecto VC-3). Resulta de utilidad seleccionar un dominio en base al comportamiento colectivo, por ejemplo, capacidades comunes para el establecimiento de una conexión. Al objeto de desarrollar arquitecturas de referencia, se utilizan capas agrupadas asociadas a una tecnología dada sin separar físicamente las capas de transporte componentes.



M.3017_F04

P-P Punto a punto
 OTN Red óptica de transporte
 XC Transconexión
 λ Longitud de onda
 Sw. Conmutador
 Rtr. Encaminador

* incluye el transporte punto a punto de señales de la capa física y el transporte punto a punto cuando la capa se utiliza para un propósito dedicado, tal como una estructura de entramado para paquetes de datos, sin utilizar la capacidad para paquetes cruzada.

Figura 4/M.3017 – Leyendas para las figuras de las arquitecturas de referencia

En las figuras de las arquitecturas de referencia que se exponen a continuación se utiliza una codificación de colores para hacer corresponder los elementos de red en la arquitectura física con las capas de transporte soportadas en la arquitectura del dominio de capa (no visible en las ediciones en blanco y negro).

6.2.3 Arquitectura de referencia 1A

Esta arquitectura de referencia combina la arquitectura física 1 con una arquitectura del dominio de capa que transporta ATM o MPLS sobre SDH, IP o Ethernet sobre SDH, e IP sobre Ethernet sobre ATM o MPLS, y transporta servicios con conmutación de circuitos sobre ATM o MPLS y SDH.

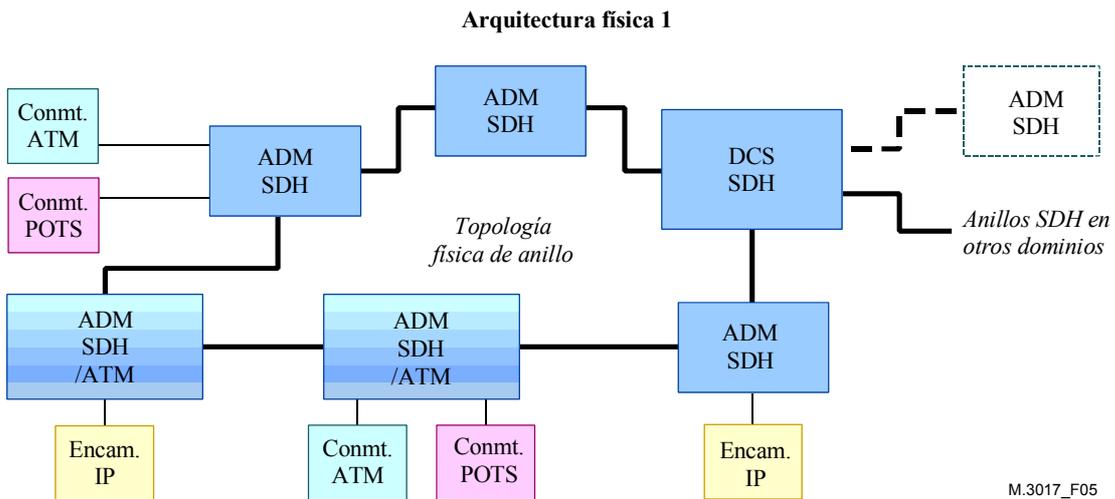
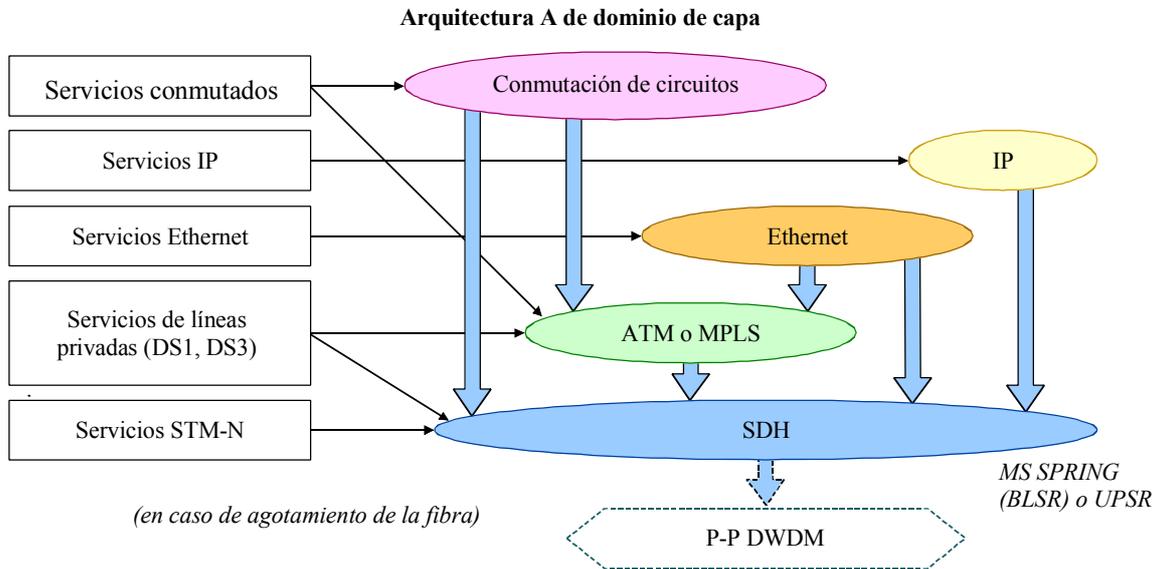


Figura 5/M.3017 – Arquitectura de referencia 1A

6.2.4 Arquitectura de referencia 1B

Esta arquitectura de referencia combina la arquitectura física 1 con la arquitectura de dominio de capa que transporta ATM e IP sobre una infraestructura SDH flexible y sobre un mecanismo de entramado SDH (inflexible). Además, esta arquitectura permite transportar IP sobre ATM. Los servicios con conmutación de circuitos se transportan sobre ATM y SDH tal como ocurre en la arquitectura anterior.

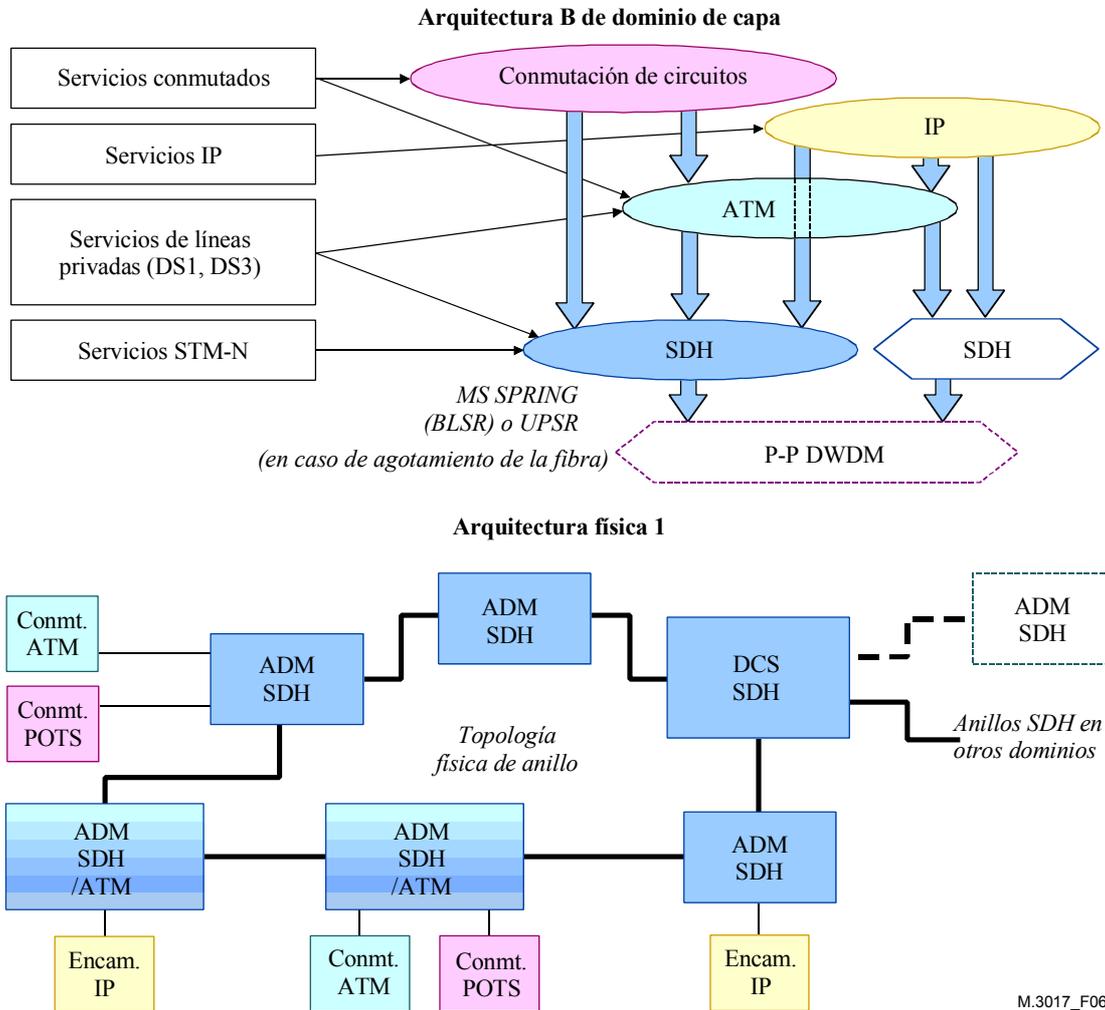


Figura 6/M.3017 – Arquitectura de referencia 1B

6.2.5 Arquitectura de referencia 2C

Esta arquitectura de referencia combina la arquitectura física 2 con una arquitectura de dominio de capa que se construye sobre las capacidades de la arquitectura B de dominio de capa. Los servicios de longitud de onda (λ) se soportan a través de la capa OTN flexible. Los servicios por conmutación de circuitos pueden ser transportados sobre SDH, ATM y/o IP. IP puede transportarse sobre ATM, entramado SDH, y/o sobre OTN, asumiendo que se dispone de un sistema de entramado/contenedor digital adecuado. El tráfico ATM puede transportarse sobre una red SDH flexible, entramado SDH o directamente sobre OTN. Las señales SDH flexibles e inflexibles (punto a punto) pueden transportarse sobre OTN.

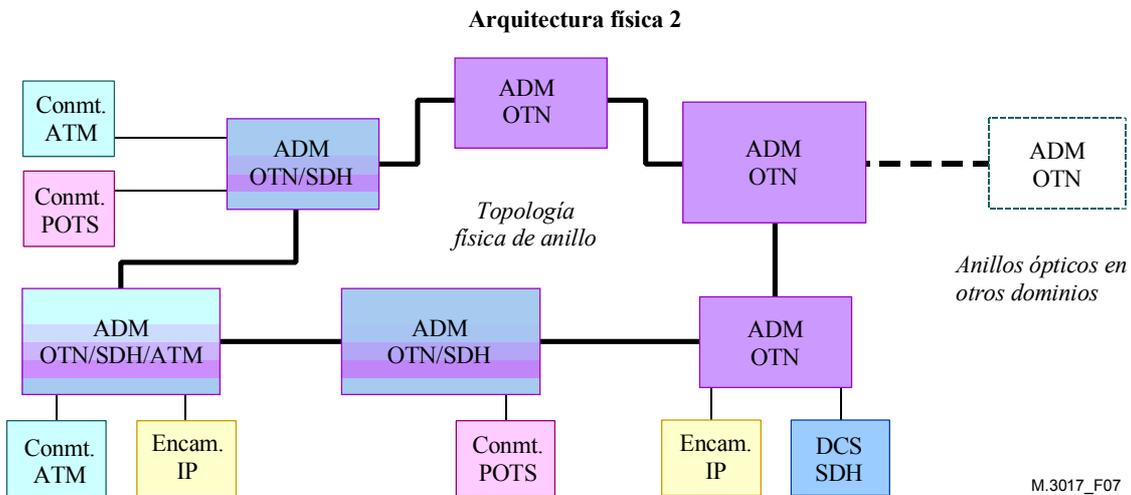
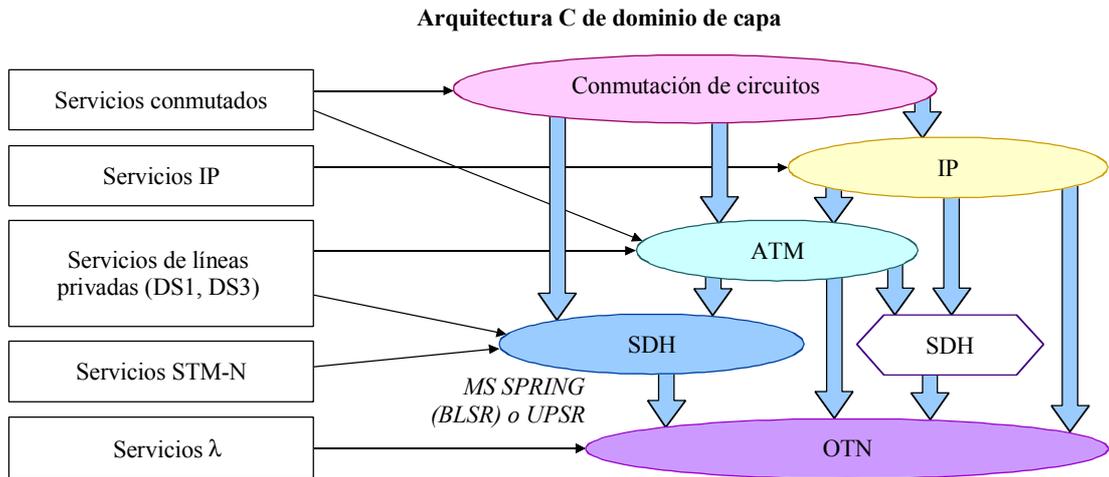


Figura 7/M.3017 – Arquitectura de referencia 2C

6.2.6 Arquitectura de referencia 3C

Esta arquitectura de referencia combina la arquitectura física 3 con la arquitectura C de dominio de capa descrita en la arquitectura de referencia anterior. Nótese que la protección puede ser proporcionada mediante técnicas de mallado OTN, anillos SDH y/o métodos de capa ATM e IP en función de la estrategia de protección implementada.

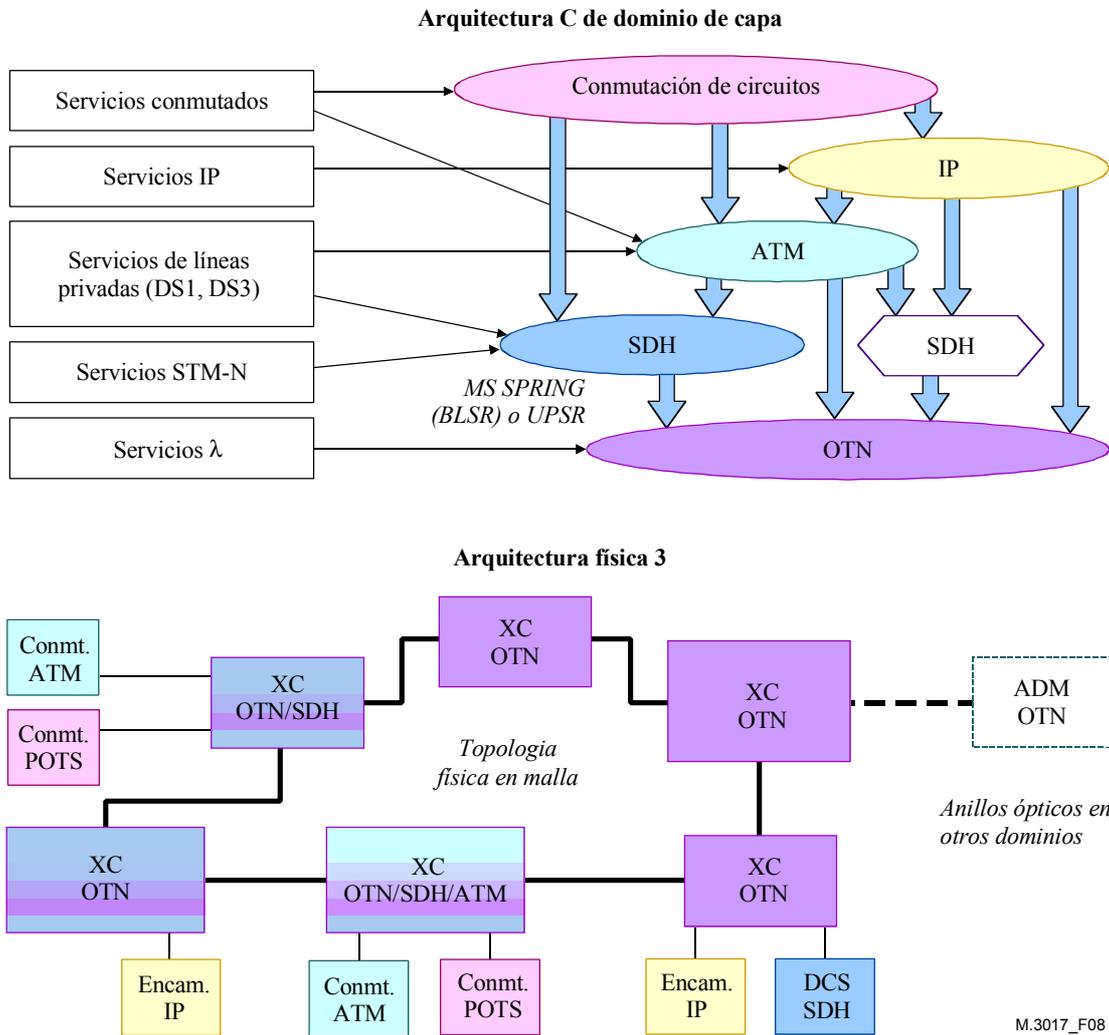


Figura 8/M.3017 – Arquitectura de referencia 3C

7 Entorno de servicios de redes híbridas de circuitos y paquetes

7.1 Relación entre redes de tecnología específica en un entorno de redes híbridas de circuitos y paquetes

De conformidad con las funciones que se suministran, las redes de telecomunicación en un entorno HCPN pueden estar divididas en varias TSN, tales como una red IP, una red Ethernet, una red ATM, una red MPLS, una red SDH y una red óptica. Tal como se muestra en la figura 9, existen relaciones de interfuncionamiento o de soporte entre dichas TSN.

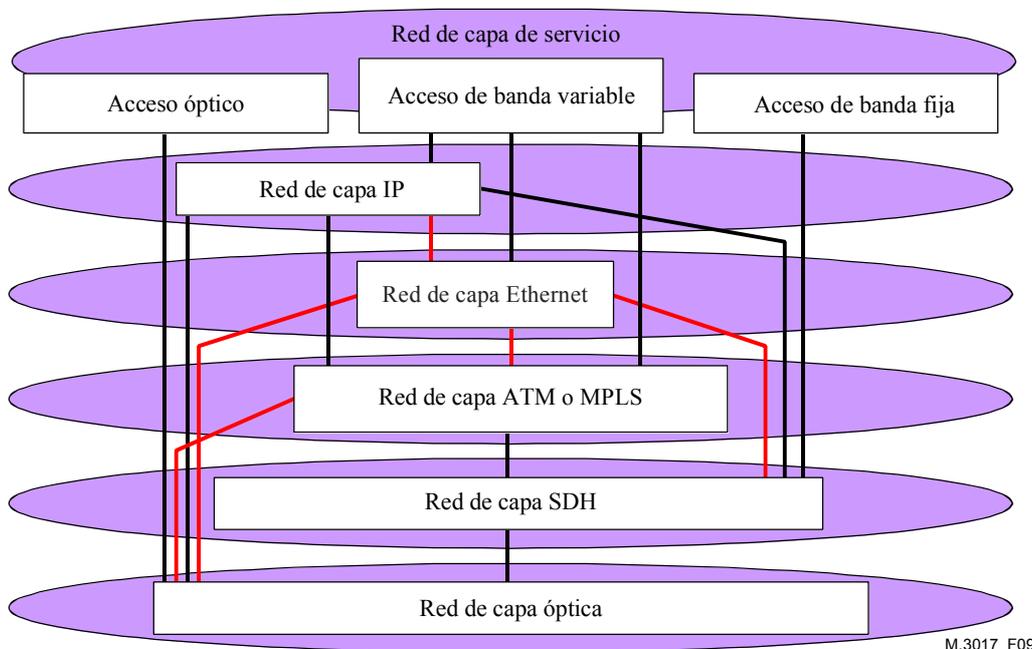


Figura 9/M.3017 – Arquitectura de red de capa de las HCPN

Una red de capa de servicio se compone de varias subredes de servicio. La relación entre las subredes de servicio puede ser cliente/servidor o una relación entre pares. GSM, RTPC y SS7 son ejemplos de subredes de servicio, en las que SS7 proporciona el servicio de transmisión de señalización para GSM y para RTPC. Una red de capa de servicio puede ser soportada por una red de transporte óptico, una red de transporte SDH, una red de transporte ATM y una red de transporte IP.

En un entorno HCPN, las relaciones de soporte constituyen la asociación vertical más importante entre las TSN conexas. Las relaciones soporte indican que un servicio de capa cliente muestra determinadas relaciones de soporte aplicables en el entorno HCPN. Una red de capa servidora puede tener más de una red de capa cliente. Por ejemplo, tanto las redes IP como la red ATM pueden estar soportadas por redes de transporte SDH, y la red SDH puede también estar soportada sobre una red óptica.

Es previsible que ulteriormente se establezcan relaciones de interfuncionamiento entre redes multitecnología (MTN, *multi-technology network*). Cuando dos TSN que interfuncionen no tengan una relación cliente/servidor, son pares desde el punto de vista de los servicios. Existen algunos ejemplos típicos de relaciones de interfuncionamiento entre las TSN: una red IP interactúa con una red de conmutación de circuitos, y una red GSM interactúa con una RTPC. La interconexión entre dos TSN se implementa normalmente mediante pasarelas.

8 Entorno de gestión en redes híbridas de circuitos y paquetes

8.1 Arquitecturas de gestión RGT para las HCPN

8.1.1 Arquitectura lógica

En las figuras 10 a 13 se muestran varios escenarios posibles que pueden utilizarse para configurar funcionalidades de gestión. Debe notarse que se parte de la hipótesis de que se utiliza una capa de gestión para configurar las capacidades de gestión de red.

La función de mediador semántico interviene para normalizar el modelo de información entre los dos tipos de redes. En estas arquitecturas lógicas está implícita la existencia de un mediador semántico integrado en un sistema de operaciones cuando la gestión de ambas redes está integrada. Sólo se muestran explícitamente los mediadores semánticos externos.

8.1.1.1 Descripción de la opción 1 de la arquitectura lógica

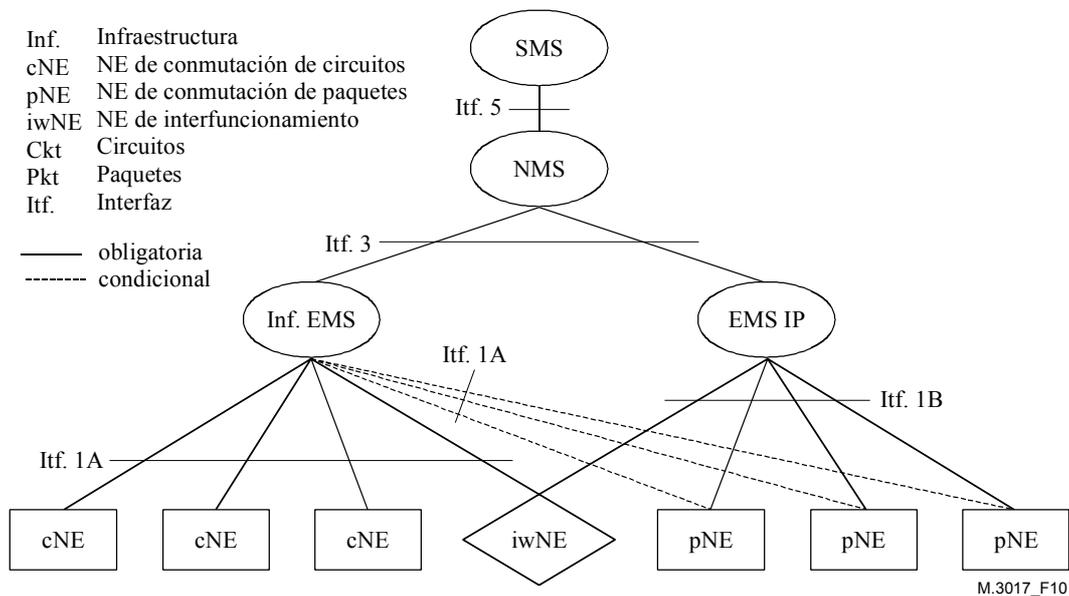


Figura 10/M.3017 – Opción 1 de gestión integrada de las HCPN

En la figura 10 se muestra la primera opción de la gestión integrada de las HCPN. En esta figura, los NE pueden clasificarse en tres tipos, a saber, los NE de conmutación de circuitos, los NE de conmutación de paquetes y los NE de interfuncionamiento, pudiendo considerarse estos últimos como puentes entre los NE de conmutación de circuitos y los NE de conmutación de paquetes.

El sistema de gestión de elemento (EMS, *element management system*) de infraestructuras está constituido por los sistemas de capa de gestión de elementos que son responsables principalmente de la gestión de los NE de conmutación de circuitos y de los NE de interfuncionamiento a través de la interfaz 1A. En este caso, la elipse en la que se incluye el EMS responde solamente a un EMS conceptual que puede estar representado en la realidad por numerosos ejemplares de EMS que pueden ser EMS del mismo fabricante realizando funciones diferentes o EMS de diferentes fabricantes gestionando varios dominios de red. A todo ello se considera como el EMS de infraestructuras porque puede proporcionar funciones de gestión básicas que son independientes del dominio o de la tecnología, y que pueden utilizarse para realizar algunas funciones de gestión aplicables a varias tecnologías. Por algún motivo histórico, los fabricantes pueden optar por utilizar el EMS de infraestructuras para gestionar tanto los NE de conmutación de circuitos como los NE de conmutación de paquetes para funciones de gestión específicas (por ejemplo, para gestión de

alarmas). En este caso, los NE de conmutación de paquetes también proporcionarán la interfaz 1A con el EMS de infraestructuras adecuado, que es la misma interfaz proporcionada por los NE de conmutación de circuitos.

El EMS IP es responsable de la gestión de la capa de elementos para los NE de conmutación de paquetes, así como para los NE de interfuncionamiento a través de la interfaz 1B, que es diferente de la interfaz 1A (por ejemplo, la interfaz 1B puede ser una interfaz basada en SNMP).

Tanto el EMS de infraestructuras como el EMS IP proporcionan la interfaz 3 con un sistema de gestión de red (NMS, *network management system*) el cual realiza las funciones de gestión integradas de capa de red de las HCPN y puede gestionar varias redes de tecnología específica. El NMS también proporciona la interfaz 5 al sistema de gestión de servicios (SMS, *service management system*).

8.1.1.2 Descripciones de la opción 2 de la arquitectura lógica

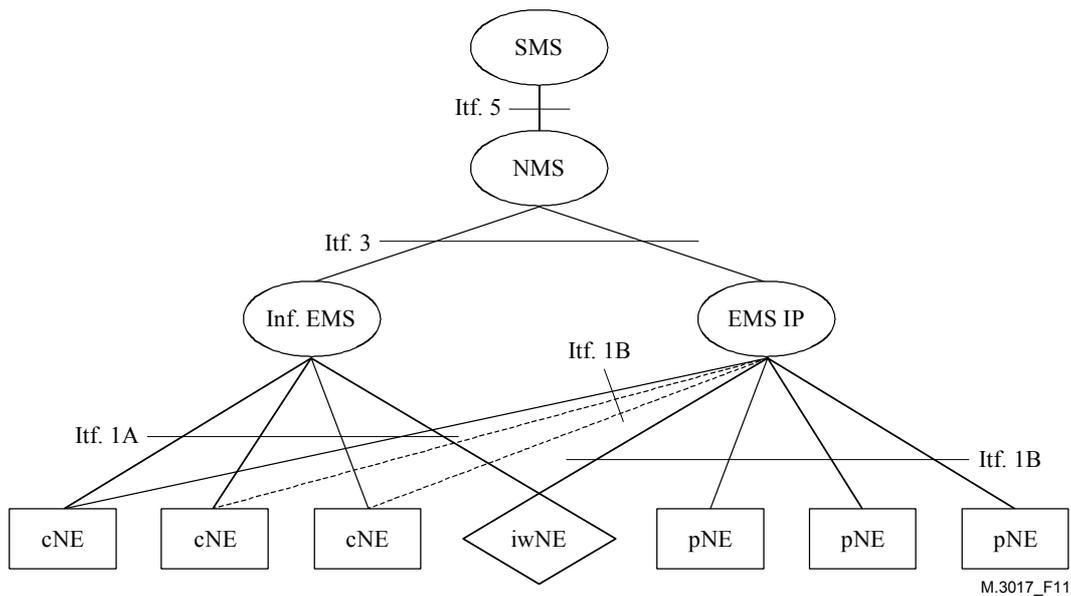


Figura 11/M.3017 – Opción 2 de gestión integrada de las HCPN

La opción 2 (véase figura 11) es la misma que la opción 1, excepto que, en este caso, los NE de conmutación de circuitos también proporcionan la interfaz 1B al EMS de infraestructuras adecuado, que es precisamente la misma interfaz que la que proporcionan los NE de conmutación de paquetes. Los NE de conmutación de paquetes sólo proporcionan una interfaz típica para el EMS IP.

8.1.1.3 Descripción de la opción 3 de la arquitectura lógica

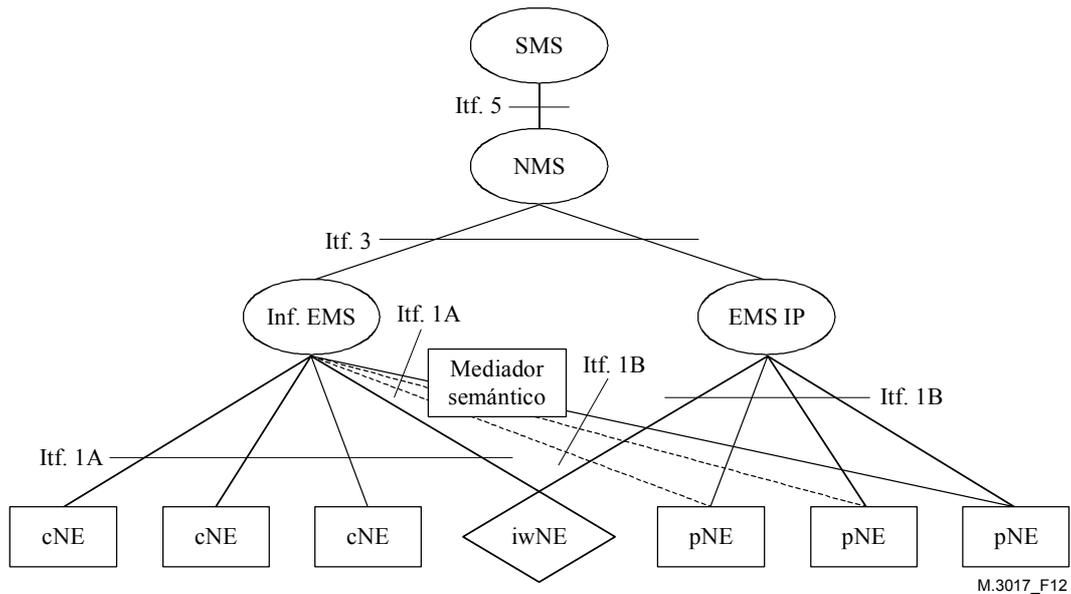


Figura 12/M.3017 – Opción 3 de gestión integrada de las HCPN

La opción 3 (véase figura 12) es la misma que la opción 1, excepto en que existe una función de medición semántica explícita entre los NE de conmutación de paquetes y los NE de conmutación de circuitos.

Esta opción permite obviar los inconvenientes de los NE de paquetes, que pueden estar limitados a proporcionar una única interfaz a los EMS de diferentes tipos; el "mediador semántico" se convierte así en una función compleja para los implementadores.

8.1.1.4 Descripción de la opción 4 de la arquitectura lógica

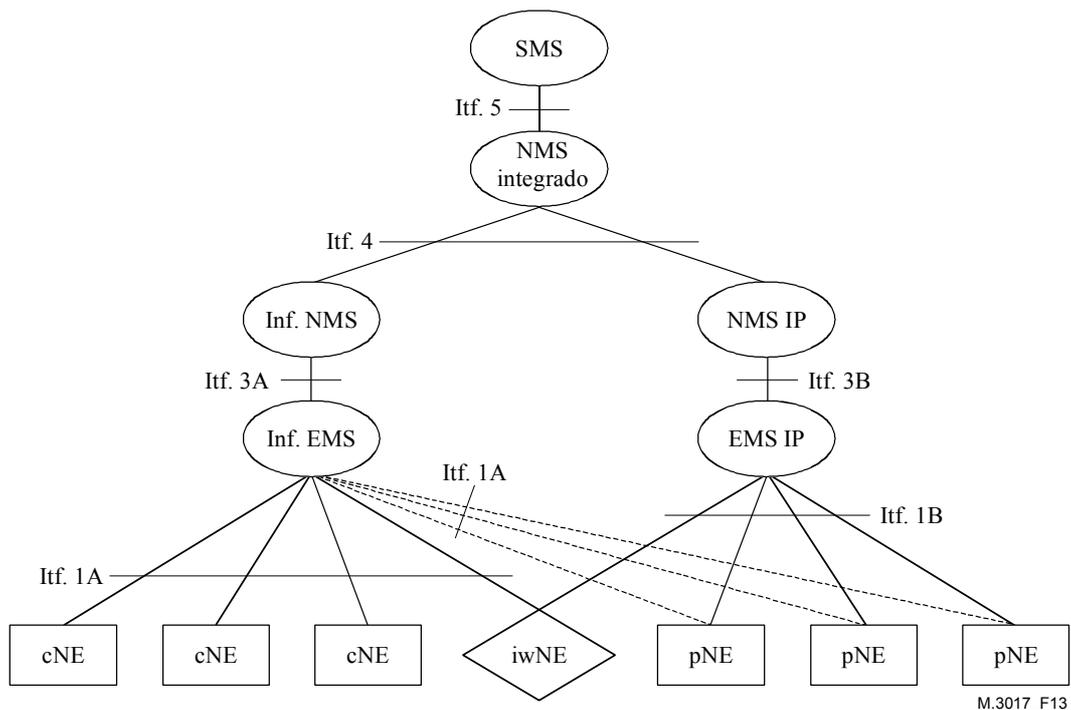


Figura 13/M.3017 – Opción 4 de gestión integrada de las HCPN

La opción 4 (véase figura 13) es la misma que la opción 1, excepto en que la función de mediación semántica se ha desplazado hacia arriba en la capa de gestión. Mientras que la opción 1 muestra un único NMS que proporciona la función de mediación semántica a los distintos EMS, en la opción 4 existen diferentes NMS que se conectan a un NMS adicional que proporciona la función de mediación semántica.

La opción 4 tiene la posibilidad de gestión integrada de una HCPN utilizando una metodología de capas en la que la capa de gestión de red (NML, *network management layer*) puede dividirse en dos subcapas: la subcapa de gestión de red específica de la tecnología (TS-NML, *technology-specific network management sublayer*) y la subcapa de gestión de red integrada (INML, *integrated network management sublayer*). Estas subcapas difieren en el ámbito, objetivos y funciones de gestión.

El EMS de infraestructuras y EMS IP son sistemas de operación de EML y proporcionan las interfaces 3A y 3B a los NMS de infraestructuras y a los NMS IP respectivamente.

El sistema de gestión de red integrada (INMS, *integrated network management system*) es un sistema de operaciones de INML que gestiona principalmente las relaciones entre las TSN. El NMS de infraestructuras y el NMS IP son sistemas de operación TS-NML cada uno de los cuales gestiona una única red de tecnología específica y proporciona la información de gestión necesaria al INMS a través de la interfaz 4. Entre los distintos sistemas de operación TS-NML no existen necesariamente interfaces. En base a la información de gestión recopilada en la interfaz 4, el INMS permite la prestación de servicios de transmisión a través de dos o más TSN, mantiene la visibilidad extremo a extremo de las facilidades MTN y soporta la gestión de los servicios que implican a dos o más TSN, al tiempo que analiza las averías en la fuente o predice las tendencias relativas a la calidad de funcionamiento conjunta de dos o más TSN. El TS-NMS no necesita proporcionar al INMS todos los recursos a través de la interfaz 4. Generalmente, solamente los recursos que conectan dos o más TSN son visibles al INMS. Cuando son necesarias operaciones de gestión de propósito especial, como por ejemplo, una asignación de protección específica para una red soporte, es necesario almacenar en el INMS más información acerca de los recursos, que puede reflejar información de dos capas adyacentes en diferentes TSN.

El sistema de gestión de servicios (SMS) interactúa con el INMS en un entorno HCPN a través de la interfaz 5, lo cual evita los costes potenciales de la interacción del SMS con varios sistemas de operación TS-NML. El principal objetivo de esta arquitectura de gestión es disminuir el acoplamiento entre TSN conexas en un entorno HCPN, y proporcionar a los operadores una visión de una HCPN que exceda los límites de las redes que la componen. El INMS es responsable de mantener la información sobre las relaciones existentes entre las TSN, y realiza las funciones que un sistema de operaciones TS-NML individual no puede realizar. Funciona como un coordinador de actividades de gestión que abarcan varias redes.

8.1.2 Arquitecturas de gestión basadas en IP

En su forma más sencilla, la arquitectura de gestión basada en IP puede describirse como los protocolos de gestión que permiten el intercambio de mensajes con información de gestión entre los elementos gestionados y las estaciones de gestión (RFC 1901). En la gestión basada en IP, la estación de gestión no siempre puede distinguir inequívocamente los EMS de los NMS como normalmente ocurre en las redes basadas en la RGT. El término gestor de nivel medio se utiliza a menudo para hacer referencia al caso en que existe una estación de gestión que actúa como intermediaria entre otra estación de gestión y un elemento gestionado.

Si bien la gestión no siempre se analiza formalmente en términos de averías, configuración, contabilidad, calidad de funcionamiento y seguridad (FCAPS, *fault, configuration, accounting, performance and security*) todas estas áreas están presentes en mayor o menor grado. Dado que el encaminamiento IP es sin conexión, las funciones de supervisión ponen un mayor énfasis en la gestión de la función de calidad de funcionamiento en comparación con otras funciones. No

obstante, otras áreas tales como la gestión de alarmas han recibido más atención en los últimos años.

8.1.3 Arquitecturas basadas en SNMP

En la RFC 3411 se define un sistema de gestión SNMP que contiene lo siguiente:

- varios (potencialmente muchos) nodos, cada uno con una entidad SNMP que contiene aplicaciones de respuesta a instrucciones y de origen de notificaciones, que tienen acceso a los equipos de gestión (tradicionalmente denominados agentes);
- al menos una entidad SNMP que incluye aplicaciones de generación de instrucciones y/o de recepción de notificaciones (tradicionalmente denominado un gestor), y
- un protocolo de gestión, utilizado para transportar la información de gestión entre las entidades SNMP.

En la RFC 3411 los elementos gestionados se definen como dispositivos tales anfitriones, encaminadores, servidores de terminales, etc., que se supervisan y controlan a través de su información de gestión.

En SNMPv1 se definen las siguientes operaciones del protocolo: get, get-next, set y trap, y permite utilizar muchos tipos de datos sencillos, que pueden ser valores enteros o cadenas. En la SNMPv2c se añadieron get-bulk y los contadores de 64 bits y se cambió el formato de las PDU. En SNMPv3 se añadieron elementos de seguridad y se introdujo una nueva terminología.

La información de gestión consiste en "objetos gestionados" que son elementos de datos individuales, como por ejemplo enteros y cadenas, definidos utilizando la estructura de información de gestión (SMI, *structure of management information*). A dichos elementos se accede a través de un almacén de información virtual denominado base de información de gestión (MIB, *management information base*). El alcance de la MIB es generalmente el de una entidad gestionada. Los objetos gestionados se organizan en grupos sencillos o en tablas.

8.2 Arquitecturas de protocolo e interfuncionamiento

En esta Recomendación, los paradigmas de gestión de la RGT se clasifican en paradigmas de propósito general (adecuados para todas las aplicaciones de gestión) y paradigmas de propósito especial (diseñados para satisfacer aplicaciones de gestión específicas).

Para que un paradigma sea considerado de propósito general, debe satisfacer los criterios siguientes:

- Escalabilidad (de 10^6 a 10^7 objetos).
- Compatibilidad con los modelos existentes.
- Soporte de múltiples gestores.
- Soporte de capacidades de interrogación.
- Soporte de capacidades de modificación de datos.
- Soporte de operaciones sobre atributos que tengan un valor dado.
- Soporte del acceso a múltiples objetos.
- Acceso selectivo a atributos.
- Soporte de operaciones sobre múltiples objetos.
- Soporte de notificaciones autónomas.
- Suscripción a la recepción de notificaciones autónomas.
- Notificaciones bien definidas.
- Soporte de modelos de las relaciones de continencia.

- Soporte de nombres singulares.
- Soporte de semánticas de creación y supresión.

En los paradigmas de propósito especial se incluirá una descripción del espacio de gestión al que se refieren.

Los paradigmas de propósito especial existen en la medida en que sus aplicaciones particulares ofrezcan una ventaja en términos de calidad de funcionamiento o un beneficio económico.

Por ejemplo, es posible clasificar HTTP, SNMP, XML y JINI como protocolos de propósito especial y CMIP, IIOP y Java RMI como protocolos de propósito general. Los protocolos de propósito especial estarán asociados con modelos de información semánticamente consistentes con los protocolos de propósito general y las transformaciones de protocolo y funcionales se realizarán en una pasarela. Por ejemplo, el SNMP puede acceder a una pasarela, no proporcionar ninguna de las capacidades de filtrado de eventos requerida, ser recopilado mediante trampas (traps) en la pasarela, ser filtrado y ulteriormente procesado en la misma.

8.2.1 Paradigmas de propósito general

Los paradigmas de propósito general soportan el funcionamiento global de la RGT. Pueden utilizarse en las interfaces Qx y X. Soportan un modelo semántico común de recursos orientado a objetos. Proporcionan protocolos y servicios que permiten gestionar dichos recursos.

8.2.1.1 Gestión de sistemas OSI

El paradigma de gestión de sistemas OSI se basa en la arquitectura de gestión de sistemas de la Rec. UIT-T X.720. Los recursos se modelan utilizando la notación de la Rec. UIT-T X.722 (GDMO). Se utilizan los protocolos de la Rec. UIT-T Q.812 para la especificación de protocolos de capa superior del paradigma OSI. Estos protocolos pueden utilizar los diversos protocolos de capa inferior especificados en la Rec. UIT-T Q.811, incluyendo los protocolos Internet.

8.2.1.2 CORBA

El OMG CORBA puede utilizarse de diversas formas en la RGT. Cuando se utiliza como un paradigma de propósito general, se siguen las directrices de las Recomendaciones UIT-T X.780 y/o X.780.1. Además, se utilizan los servicios incluidos en las Recomendaciones UIT-T Q.816 y/o Q.816.1. El protocolo utilizado es el incluido en la cláusula relativa al perfil de protocolo para servicios basados en CORBA de la Rec. UIT-T Q.812. Este perfil de protocolo utiliza el perfil del protocolo Internet de la Rec. UIT-T Q.811.

8.2.2 Paradigmas de propósito especial

8.2.2.1 EDI

EDI/EDIFACT puede utilizarse en la interfaz X de la RGT para soportar interacciones de la capa de servicio de la RGT. El perfil del protocolo utilizado para soportar EDI/EDIFACT es el incluido en la cláusula relativa al perfil de protocolo para servicios basados en EDI/EDIFACT de la Rec. UIT-T Q.812. Este perfil de protocolo utiliza la Rec. UIT-T Q.814 para el protocolo de agente interactivo y, si es necesario, la Rec. UIT-T Q.815 para proporcionar la seguridad del mensaje completo. Este protocolo utiliza las capas inferiores del protocolo Internet especificadas en la Rec. UIT-T Q.811.

8.2.2.2 SNMP

SNMP es adecuado para ser utilizado en las interfaces entre elementos de red y sistemas de gestión de elementos. En las Recomendaciones UIT-T Q.811 y Q.812 se describen los detalles para la utilización de este protocolo.

El motivo fundamental por el que SNMP no sea un paradigma de propósito general es que no puede soportar los modelos existentes. No parece existir una forma preceptiva para hacer corresponder los

modelos existentes con SNMP. Asimismo, debe señalarse que un paradigma debe poder ser utilizado en una forma orientada a objetos y poder direccionar múltiples objetos y realizar operaciones sobre múltiples objetos. Finalmente, es posible, aunque no trivial, que se soporte el modelo de relaciones de continencia, de nombres únicos, y de creación y supresión de semánticas.

Anexo A

Visión general de las topologías de red

Con el fin de comparar topologías de red y examinar las interacciones de las topologías a través de diversas tecnologías, es necesario alcanzar un acuerdo sobre terminología genérica. Las Recomendaciones UIT-T G.805 *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte* que describe redes con conexión y G.809 *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión*, proporcionan modelos adecuados para examinar la topología, permitiendo descomponer las redes en redes de capa que manejan las distintas informaciones características. Sin embargo, si bien ciertos términos arquitectónicos de utilización común tales como SDH MS SPRING, (anillo de protección compartida-sección de multiplexación) contienen términos topológicos tales como anillo, no se trata solamente términos topológicos sino que éstos describen una combinación de conectividad (topología) y funcionalidad de los equipos a través de múltiples capas (es decir, una configuración en anillo de enlaces físicos, conmutación de protección de la sección de multiplexación, capacidad para inhibir la conmutación de protección en unidades administrativas seleccionadas). A fin de establecer una relación entre términos de utilización común en varias tecnologías, debe acordarse un conjunto de términos comunes.

A.1 Topología – Definiciones

En esta Recomendación, topología se define como la disposición o relaciones básicas entre los objetos y componentes utilizados en la descripción de una red con independencia de su existencia real en la misma. En la Rec. UIT-T G.805 se define *componente topológico* como un componente arquitectónico utilizado para describir la red de transporte en términos de relaciones topológicas entre conjuntos de puntos en la misma red de capa.

A.1.1 Componentes de una topología

En la Rec. UIT-T G.805 (Rec. UIT-T G.809) se describen cuatro tipos de componentes topológicos: *red de capa*, *subred (dominio de flujo)*, *enlace (enlace de agrupación de puntos de flujo)* y *grupo de acceso*. Estos términos pueden utilizarse y en algunos casos simplificarse para los objetivos de esta Recomendación.

Una red de capa se refiere a los recursos que soportan una información característica específica (por ejemplo, STM-1). Las entidades de transporte de una red de capa se identifican mediante enlaces, y sus funciones de procesamiento de transporte se identifican mediante subredes y grupos de acceso. Una red de capa servidora, de nivel inferior, proporciona conectividad a redes de capa cliente, de un nivel superior, en sus grupos de acceso. Los grupos de acceso indican dónde pueden terminarse los trayectos en una red de capa. Cada red de capa puede tener su topología singular propia. Las redes de capa cliente y servidora pueden ser, cada una de ellas, con conexión o sin conexión. Si bien una red de capa con conexión puede ser bidireccional (por defecto) o unidireccional, una red sin conexión es principalmente unidireccional. En lugar de conexiones unidireccionales, se consideran flujos, que son agregaciones espaciales o temporales de una o más unidades de tráfico con un elemento de encaminamiento común.

En la Rec. UIT-T G.805 (Rec. UIT-T G.809) se permite que se agreguen partes de una red de capa a subredes de mayor tamaño (dominios de flujos). Sin embargo, cuando se considera la topología completa de una red de capa, generalmente es necesario descomponer todas las subredes en sus niveles más bajos, lo cual, en el caso de redes con conexión, se corresponde a equipos de transconexión o de conmutación.

Los enlaces representan una conectividad fija para una determinada red de capa con conexión. Se forman estableciendo caminos entre funciones de terminación en una red de capa servidora de nivel inferior.

A.1.2 Tipos de redes de capa

En la Rec. UIT-T G.805 las redes de capa se dividen en dos tipos:

- **red de capa de medios de transmisión:** "red de capa" que puede ser dependiente de los medios y transfiere información entre "puntos de acceso" de la red de capa de medios de transmisión para soportar una o más a "redes de capa de trayecto".
- **red de capa de trayecto:** "red de capa" independiente de los medios de transmisión y que transfiere información entre "puntos de acceso" de la red de capa de trayecto.

Para su utilización en relación con la gestión de la red, es útil definir dos tipos de vistas de una arquitectura que recogen el espíritu de la Rec. UIT-T G.805 pero que hacen referencia a algunos de los elementos más tangibles de una red:

- **arquitectura física:** configuración de medios de transporte y de elementos de red (NE) u otros dispositivos que proveen de la capacidad para terminar señales de capa de transporte físicas.
- **topología de red de capa:** configuración de enlaces que conectan equipos (o subredes) de transconexión o puntos de terminación (grupos de acceso) en una capa de transporte dada.

La arquitectura física es análoga a la configuración de red de capa de medios de transmisión combinada con la especificación de elementos de red. Nótese que en la capa de medios de transmisión para una red de transporte óptica (en términos de fibras, no de trayectos ópticos WDM, que están asociados con una red de capa diferente), todos los trayectos son punto a punto entre dispositivos o equipos de red. La topología de la red de capa es básicamente la configuración topológica de una red de capa de trayecto.

A.2 Tipos de topología genéricos

Habiendo definido distintos componentes topológicos, es necesario llegar a un acuerdo sobre algunos términos genéricos relativos a tipos de topologías. Aunque estos términos son familiares, a menudo no están correctamente definidos para una utilización común. A continuación se proponen definiciones para distintos tipos de topología genéricos. Siempre que sea posible, se basan en terminología utilizada en matemáticas discretas.

La topología más sencilla es **punto a punto** (véase figura A.1), compuesta por un enlace que conecta dos nodos.

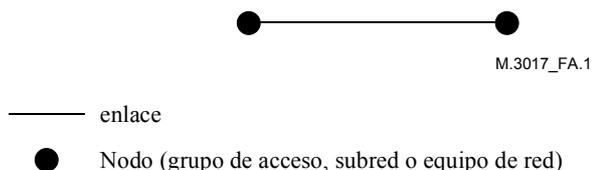


Figura A.1/M.3017 – Topología punto a punto

Encadenando varios nodos consecutivamente con enlaces punto a punto se forma una topología en **cadena lineal** (véase figura A.2). Los nodos intermedios proporcionan facilidades de transconexión así como la funcionalidad de terminación.

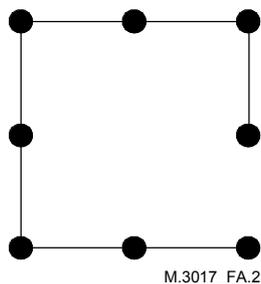


Figura A.2/M.3017 – Topología en cadena lineal

En una topología en **estrella** (véase figura A.3) existe un nodo principal al que están conectados los restantes nodos de la topología. Solamente el nodo principal debe proporcionar funcionalidades de transconexión; sin embargo, toda la conectividad se pierde si se suprime el nodo principal.

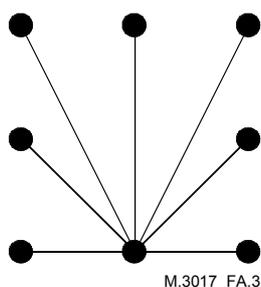


Figura A.3/M.3017 – Topología en estrella

En ocasiones se utiliza el término "árbol" para hacer referencia a un encaminamiento jerárquico. Sin embargo, en términos de conectividad, con ello se indica que solamente existe una ruta entre cualesquiera dos nodos de la topología. Las topologías en cadena lineal y en estrella son subclases de la topología en **árbol** (véase figura A.4), pero cualquier nodo de una topología en árbol genérica puede tener enlaces con más de dos nodos.

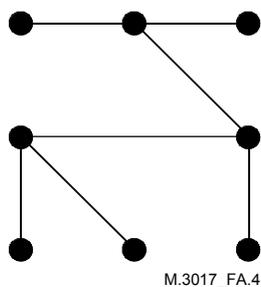


Figura A.4/M.3017 – Topología en árbol

Una topología en **anillo** (véase figura A.5) difiere de las topologías previas en que proporciona diversidad de encaminamiento. En concreto, en una topología en anillo cada nodo dispone de dos enlaces conectados al mismo de forma que los enlaces forman un anillo. Por lo tanto, existen dos trayectos entre cualesquiera dos nodos. (Los anillos lógicos pueden no tener diversidad de encaminamiento *físico* debido a las topologías de red de capas subyacentes.)

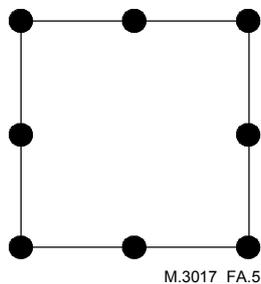


Figura A.5/M.3017 – Topología en anillo

El término "malla" está particularmente mal definido en su utilización más habitual, no siendo un término matemático discreto ni una descripción gráfica clara. A menudo se utiliza para describir una topología completamente conectada (que se describe más abajo), pero en otras ocasiones sólo se utiliza para describir una topología más compleja que no puede escribirse utilizando uno de los términos más restrictivos anteriormente definidos. En esta Recomendación, una topología en **malla** (véase figura A.6) se define simplemente como aquella en la que existen dos o más trayectos entre al menos dos de sus nodos. Utilizando esta definición, una topología en malla es aquella que contiene un bucle, de forma que no es un tipo de topología en árbol, pero puede incluir otros enlaces distintos a los que forman el bucle individual, que sería un anillo. Puede pensarse en una topología en malla sencilla como aquella compuesta por un conglomerado de varias de las topologías anteriores.

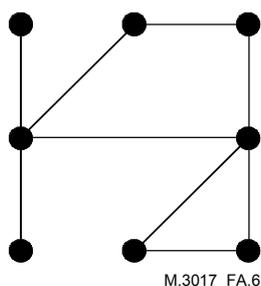


Figura A.6/M.3017 – Topología en malla

A veces se hace referencia a una topología en **malla completamente conectada** (véase figura A.7) simplemente como a una topología en malla; sin embargo, es algo mucho más específico. En ella existe un enlace directo entre cada nodo y cada uno de los restantes nodos de la topología. No es necesaria una funcionalidad de transconexión para conectar cualquiera de los nodos y, en caso de fallo de un enlace punto a punto, existe un alto grado de diversidad de encaminamientos para asegurar que se mantiene la conectividad. Las topologías en malla completamente conectadas presentan problemas de escalabilidad debido a que para N nodos son necesarios $N \times (N - 1)/2$ enlaces.

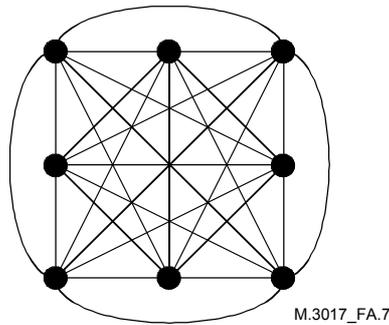


Figura A.7/M.3017 – Topología en malla completamente conectada

Existe otro tipo de malla que resulta de interés en términos de capacidad de supervivencia. Una topología en **malla altamente conectada** (véase figura A.8) se define como aquella que tiene, al menos, dos trayectos entre cada nodo y cada uno de los restantes nodos. En dicha topología, la pérdida de un único enlace no causa la pérdida de conectividad potencial entre dos nodos cualesquiera, y la pérdida de un único nodo no causaría la pérdida de conectividad entre cualesquiera de los restantes nodos. La forma más simple de dicha topología sería por supuesto un anillo.

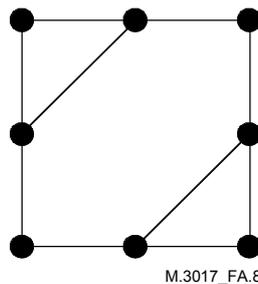


Figura A.8/M.3017 – Topología en malla altamente conectada

A.3 Topología frente a arquitectura

Lo que mucha gente puede considerar topologías, tales como SDH MS SPRING o un anillo virtual de VC, pueden describirse con más precisión mediante el término más genérico de *arquitecturas* o *arquitecturas de transporte*, debido a que tiene implicaciones tanto topológicas (conectividad) como de funcionalidad de red de transporte. En la Rec. UIT-T G.805 se define una *componente arquitectónica* como cualquier elemento utilizado para describir genéricamente la funcionalidad de red de transporte.

Por ejemplo, un SDH MS SPRING puede describirse compuesto por una arquitectura física en anillo (fibra punto a punto terminada en sucesivas parejas de equipos ADM dispuestas en anillo) que soporta una topología lógica en anillo (compuesta por ejemplo de enlaces STM punto a punto que conectan parejas sucesivas de equipos de transconexión STM/VC).

Nótese que en SDH/SONET, el término *enlace* se refiere a un conjunto de conexiones de enlaces punto a punto previamente aprovisionados entre dos puntos extremos; en ATM (en el contexto de una topología) representa con más precisión una anchura de banda entre dos puntos extremos.

Un anillo virtual SDH VC proporciona un ejemplo de cómo las topologías de cada capa son en cierto modo independientes. Una arquitectura de anillo virtual SDH VC no define una topología física concreta, que podría ser una malla (como en la figura A.9) o incluso una cadena lineal. En el caso lineal, no se consigue diversidad de encaminamiento puesto que el anillo está colapsado. En el

caso de una malla física de DCS, se podría configurar un anillo a través de la malla junto con funcionalidad en anillo de los DCS; la diversidad de encaminamiento se garantizaría seleccionando segmentos del anillo no superpuestos.

Podría constituirse una topología virtual en anillo en la capa de trayecto VC-3, por ejemplo, creando caminos VC-4 punto a punto que fueran clientes de las capas STM-4 y STM-1 para formar un anillo. Si la funcionalidad de conmutación de protección de la conexión de subred (SNCP, *subnetwork connection protection*) está disponible en la capa VC-3, el anillo virtual podría ser explotado como un anillo con protección.

Continuando con el ejemplo de la figura A.9, supóngase que todos los equipos disponen de capacidad de terminación de VP ATM y que el equipo en el anillo STM-4 también tiene capacidad de transconexión de VP ATM. Si los caminos VC-3 se han creado desde cada nodo hasta el nodo situado más a la izquierda de forma que la red de capa VP ATM tiene una topología en estrella. Si en lugar de ello, los caminos VC-3 se crearan entre todos los nodos del anillo STM-4, la capa VP ATM sería una red en malla completamente conectada. Los equipos restantes no aparecerían en la capa VP ATM puesto que no existiría conectividad con ellos a través de caminos VC-3.

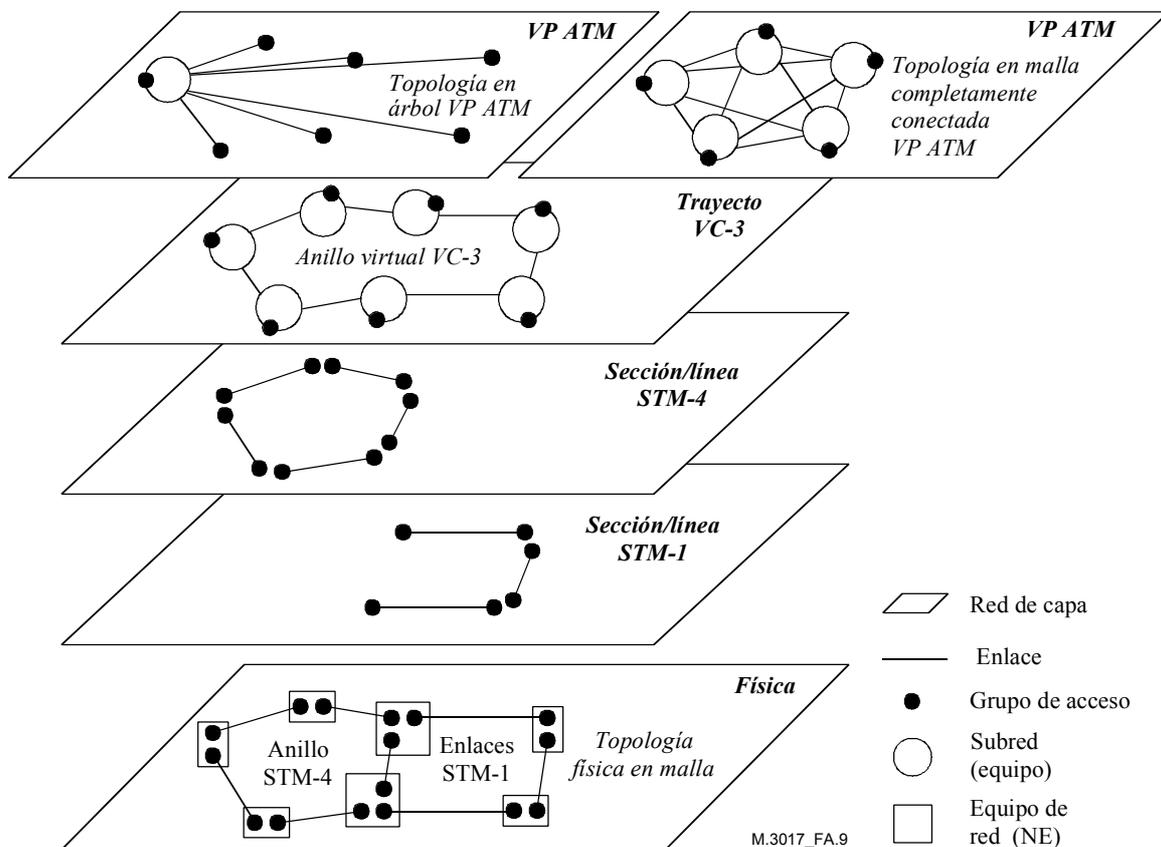


Figura A.9 /M.3017 – Topologías en las capas física y lógica

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación