



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

M.1301

(01/2001)

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

Sistemas internacionales de transmisión de datos

**Descripción general y procedimientos
operativos para circuitos internacionales
arrendados de la jerarquía digital síncrona**

Recomendación UIT-T M.1301

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

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.1301

Descripción general y procedimientos operativos para circuitos internacionales arrendados de la jerarquía digital síncrona

Resumen

Esta Recomendación proporciona una descripción general de los circuitos internacionales arrendados digitales síncronos con una presentación SDH al cliente, y de los requisitos básicos para su explotación eficaz. La descripción incluye el caso de circuitos mixtos SDH/PDH arrendados.

Orígenes

La Recomendación UIT-T M.1301, preparada por la Comisión de Estudio 4 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 19 de enero de 2001.

Palabras clave

Camino, circuito digital arrendado, circuito internacional arrendado digital síncrono, equipo de terminación de red, equipo de terminación de trayecto, jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*), punto de terminación de camino (TTP, *trail termination point*), punto de terminación de trayecto, tara de sección (SOH, *section overhead*), tara de trayecto (POH, *path overhead*), trayecto digital.

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.

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 2001

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

Página

1	Alcance	1
2	Referencias.....	1
3	Términos y definiciones.....	4
4	Abreviaturas.....	5
5	Descripción general de los circuitos internacionales arrendados digitales síncronos	6
5.1	Configuración de circuitos arrendados	7
5.2	Interfaces de red.....	9
5.3	Temporización y sincronización de red	9
5.4	Designaciones	9
5.5	Calidad de funcionamiento	10
6	Procedimientos operativos.....	10
6.1	Estación directora y estación subdirectora.....	10
6.2	Procedimientos de puesta en servicio	11
6.2.1	Prueba sección por sección y supervisión en servicio (ISM, <i>in-service monitoring</i>)	12
6.2.2	Porciones nacionales del circuito	12
6.2.3	Porción internacional del circuito.....	12
6.2.4	Puesta en servicio mediante el empleo de un enlace internacional alternativo	13
6.2.5	Prueba de extremo a extremo	13
6.2.6	Otra posible prueba de extremo a extremo.....	14
6.3	Procedimientos de mantenimiento.....	14
6.3.1	Supervisión de la calidad de funcionamiento y toma de datos.....	15
6.3.2	Datos históricos, umbrales e informes de la calidad de funcionamiento.....	15
6.3.3	Pruebas de intervención de mantenimiento.....	16
6.3.4	Configuraciones de prueba	16
6.3.5	Acceso a pruebas en el equipo DCS.....	17
6.3.6	Pruebas de retorno al servicio.....	17
6.3.7	Mantenimiento planificado.....	17
7	Registros de mantenimiento.....	18
8	Convenios sobre protección y enlaces de reserva.....	18
Anexo A	Gestión de averías	19
A.1	Recepción inicial de un informe de avería.....	19
A.2	Intercambio de información de avería	19

	Página
A.3 Localización de averías.....	20
A.4 Restablecimiento del circuito.....	21
A.5 Restablecimiento temporal del servicio	22
A.5.1 Procedimientos para el restablecimiento temporal del servicio	22
A.5.2 Tiempo hasta el restablecimiento del servicio.....	22
A.5.3 Procedimiento de restablecimiento.....	22
A.5.4 Retorno al encaminamiento normal.....	23
A.5.5 Información que debe intercambiarse.....	23
A.6 Reencaminamiento automático de enlaces internacionales de transmisión SDH.....	23
A.7 Precauciones que deben tomarse para el uso de sistemas de transconexión digitales	23

Recomendación UIT-T M.1301

Descripción general y procedimientos operativos para circuitos internacionales arrendados de la jerarquía digital síncrona

1 Alcance

Esta Recomendación define circuitos internacionales arrendados digitales síncronos con una presentación SDH al cliente. Estos circuitos, que en lo sucesivo se denominarán circuitos SDH arrendados, son transportados a través de una diversidad de medios de transmisión utilizando varias tecnologías de red. La descripción incluye el caso de circuitos mixtos SDH/PDH arrendados.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Todas las Recomendaciones son objeto de revisiones, por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación apliquen las ediciones más recientes de las Recomendaciones citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- [1] UIT-T G.701 (1993), *Vocabulario de términos relativos a la transmisión y multiplexación digitales y a la modulación por impulsos codificados.*
- [2] UIT-T G.703 (1998), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas.*
- [3] UIT-T G.707/Y.1322 (2000), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.*
- [4] UIT-T G.708 (1999), *Interfaz de nodo de red sub STM-0 para la jerarquía digital síncrona.*
- [5] UIT-T G.783 (2000), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona.*
- [6] UIT-T G.784 (1999), *Gestión de la jerarquía digital síncrona.*
- [7] UIT-T G.803 (2000), *Arquitectura de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona.*
- [8] UIT-T G.811 (1997), *Características de temporización de los relojes de referencia primarios.*
- [9] UIT-T G.812 (1998), *Requisitos de temporización de relojes subordinados adecuados para utilización como relojes de modo en redes de sincronización.*
- [10] UIT-T G.822 (1988), *Objetivos de tasa de deslizamientos controlados en una conexión digital internacional.*
- [11] UIT-T G.823 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s.*
- [12] UIT-T G.824 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 1544 kbit/s.*
- [13] UIT-T G.825 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía digital síncrona.*
- [14] UIT-T G.826 (1999), *Parámetros y objetivos de las características de error para trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores.*

- [15] UIT-T G.827 (2000), *Parámetros y objetivos de disponibilidad para elementos de trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores.*
- [16] UIT-T G.828 (2000), *Parámetros y objetivos de característica de error para trayectos digitales síncronos internacionales de velocidad binaria constante.*
- [17] UIT-T G.841 (1998), *Tipos y características de las arquitecturas de protección para redes de la jerarquía digital síncrona.*
- [18] UIT-T G.842 (1997), *Interfuncionamiento de las arquitecturas de protección para redes de la jerarquía digital síncrona.*
- [19] UIT-T G.957 (1999), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona.*
- [20] UIT-T I.432.1 (1999), *Interfaz usuario-red de la RDSI-BA – Especificación de la capa física: Características generales.*
- [21] UIT-T I.432.2 (1999), *Interfaz usuario-red de la RDSI-BA – Especificación de la capa física: Explotación a 155 520 kbit/s y 622 080 kbit/s.*
- [22] UIT-T I.432.3 (1999), *Interfaz usuario-red de la RDSI-BA – Especificación de la capa física: Explotación a 1544 kbit/s y 2048 kbit/s.*
- [23] UIT-T I.432.4 (1999), *Interfaz usuario-red de la RDSI-BA – Especificación de la capa física: Explotación a 51 840 kbit/s.*
- [24] UIT-T I.432.5 (1997), *Interfaz usuario-red de la RDSI-BA – Especificación de la capa física: Explotación a 25 600 kbit/s.*
- [25] UIT-T M.20 (1992), *Filosofía de mantenimiento de las redes de telecomunicaciones.*
- [26] UIT-T M.34 (1988), *Supervisión de la calidad de funcionamiento de los sistemas y equipos internacionales de transmisión.*
- [27] UIT-T M.60 (1993), *Terminología y definiciones relativas al mantenimiento.*
- [28] UIT-T M.85 (1992), *Puntos de avisos de averías.*
- [29] UIT-T M.90 (1988), *Estaciones subdirectorales.*
- [30] UIT-T M.1012 (1988), *Estación directora de circuito para circuitos arrendados y especiales.*
- [31] UIT-T M.1013 (1988), *Estación subdirectora de circuito para circuitos arrendados y especiales.*
- [32] UIT-T M.1045 (1996), *Intercambio preliminar de información para la provisión de circuitos internacionales arrendados y sistemas internacionales de transmisión de datos.*
- [33] UIT-T M.1340 (2000), *Objetivos, asignaciones y límites de calidad de funcionamiento para circuitos internacionales arrendados de la jerarquía plesiócrona y enlaces y sistemas internacionales y soporte de transmisión de datos.*
- [34] UIT-T M.1370 (1998), *Puesta en servicio de sistemas internacionales de transmisión de datos.*
- [35] UIT-T M.1375 (1998), *Mantenimiento de sistemas internacionales de transmisión de datos.*
- [36] UIT-T M.1380 (2000), *Puesta en servicio de circuitos internacionales arrendados soportados por sistemas internacionales de transmisión de datos.*
- [37] UIT-T M.1385 (2000), *Mantenimiento de circuitos internacionales arrendados soportados por sistemas internacionales de transmisión de datos.*

- [38] UIT-T M.1400 (2000), *Designaciones para las redes entre operadores.*
- [39] UIT-T M.1510 (1992), *Intercambio de información sobre los puntos de contacto para el mantenimiento de los servicios internacionales y la red internacional.*
- [40] UIT-T M.1520 (1992), *Intercambio normalizado de información entre Administraciones.*
- [41] UIT-T M.1530 (1999), *Información de mantenimiento de red.*
- [42] UIT-T M.1532 (2000), *Acuerdo de prestación del servicio de mantenimiento de red.*
- [43] UIT-T M.1535 (1996), *Principios para el intercambio de información de mantenimiento en el punto de contacto del cliente.*
- [44] UIT-T M.1537 (1997), *Definición de la información de mantenimiento que ha de intercambiarse en el punto de contacto del cliente.*
- [45] UIT-T M.1539 (1999), *Gestión del grado de servicio de los servicios de mantenimiento de red en el punto de contacto del cliente del servicio de mantenimiento.*
- [46] UIT-T M.1540 (1994), *Intercambio de información relativa a las interrupciones previstas en los sistemas de transmisión.*
- [47] UIT-T M.1560 (1992), *Procedimiento de transferencia ascendente para los circuitos internacionales arrendados.*
- [48] UIT-T M.2100 (1995), *Límites de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio y el mantenimiento de trayectos, secciones y sistemas de transmisión de la jerarquía digital plesiócrona internacionales.*
- [49] UIT-T M.2101 (2000), *Límites y objetivos de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio y el mantenimiento de trayectos y secciones múltiplex internacionales con jerarquía digital síncrona.*
- [50] UIT-T M.2102 (2000), *Procedimientos y umbrales de mantenimiento para los mecanismos de recuperación (protección y restablecimiento) de caminos (trayectos) contenedores virtuales y secciones de múltiplex internacionales en la jerarquía digital síncrona.*
- [51] UIT-T M.2110 (1997), *Puesta en servicio de trayectos, secciones y sistemas de transmisión internacionales de la jerarquía digital plesiócrona y de trayectos y secciones múltiplex internacionales de la jerarquía digital síncrona.*
- [52] UIT-T M.2120 (2000), *Procedimientos de detección y localización de averías en trayectos, secciones y sistemas de transmisión con jerarquía digital plesiócrona en trayectos y secciones de multiplexación con jerarquía digital síncrona.*
- [53] UIT-T M.2130 (2000), *Procedimientos operativos para el mantenimiento de la red de transporte.*
- [54] UIT-T M.2140 (2000), *Correlación de eventos de la red de transporte.*
- [55] UIT-T M.3010 (2000), *Principios para una red de gestión de las telecomunicaciones.*
- [56] UIT-T M.3208.1 (1997), *Servicios de gestión de la RGT para redes de circuitos especializados y reconfigurables: Servicios de circuitos arrendados.*
- [57] UIT-T M.3208.2 (1999), *Servicios de gestión de la RGT para redes de circuitos especializados y reconfigurables: Gestión de conexiones de enlaces de servicio proporcionados previamente para formar un servicio de circuitos arrendados.*
- [58] UIT-T M.3208.3 (2000), *Servicios de gestión de la RGT para redes de circuitos especializados y reconfigurables: Servicios de red privada virtual.*
- [59] UIT-T M.3320 (1997), *Marco de los requisitos de gestión para la interfaz X de la RGT.*

- [60] UIT-T M.3300 (1998), *Requisitos de la interfaz F de la red de gestión de las telecomunicaciones.*
- [61] UIT-T M.3400 (2000), *Funciones de gestión de la red de gestión de las telecomunicaciones.*
- [62] UIT-T O.172 (2001), *Aparato de medida de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase para sistemas digitales basados en la jerarquía digital síncrona.*
- [63] UIT-T O.181 (1996), *Equipo de medición para determinar la característica de error en las interfaces de módulo de transporte síncrono de nivel N.*
- [64] UIT-T V.54 (1988), *Dispositivos de prueba en bucle para módems.*
- [65] UIT-T X.150 (1988), *Principios de pruebas de mantenimiento para redes públicas de datos utilizando bucles de prueba del equipo terminal de datos (ETD) y del equipo de terminación del circuito de datos (ETCD).*
- [66] UIT-T X.790 (1995), *Función de gestión de dificultades para aplicaciones del UIT-T.*
- [67] UIT-T M.2101.1 (1997), *Límites de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio y el mantenimiento de trayectos y secciones múltiplex internacionales con jerarquía digital síncrona¹.*

3 Términos y definiciones

Las Recomendaciones UIT-T G.701 [1] y M.60 [27] contienen términos y definiciones generales relacionados con la presente Recomendación. A los efectos de esta Recomendación son aplicables las siguientes definiciones:

3.1 trayecto digital SDH: Un subconjunto de un camino digital que transporta la cabida útil SDH y la correspondiente tara de trayecto (POH, *path overhead*) a través de la red de transporte estratificada, entre los dos puntos de terminación de trayecto (PTP, *path termination points*) dentro del equipo de terminación de trayecto (PTE, *path terminating equipment*). El trayecto digital SDH comprende generalmente porciones de red de acceso y porciones de red de transporte principal. Las porciones de red comprenden una o más secciones de regenerador SDH y/o secciones múltiplex, cada una de las cuales tiene asociada una tara de sección (SOH, *section overhead*). Un trayecto digital SDH puede ser bidireccional o unidireccional y puede comprender porciones poseídas por el cliente y porciones poseídas por el operador de red (NO, *network operator*).

3.2 camino digital SDH: La conexión completa de extremo a extremo que transporta la cabida útil SDH y la POH asociada a través de la red de transporte estratificada, entre los puntos de terminación de camino (TTP, *trail termination points*).

3.3 circuito SDH arrendado: Un subconjunto de un trayecto digital SDH entre los dos equipos de terminación de red (NTE, *network terminating equipment*). Un circuito SDH arrendado puede ser bidireccional o unidireccional. Los puntos extremos del circuito SDH arrendado están en las demarcaciones entre los NO(s), o entre el NO y el cliente usuario de extremo. En este punto, la señal SDH contiene la SOH, la cabida útil y la POH asociada. Sin embargo, debe señalarse que, debido a condiciones reglamentarias y/o comerciales, puede que el NO no tenga acceso a la POH para fines de supervisión en servicio (ISM, *in-service monitoring*) en este punto, por ejemplo cuando el cliente posee el PTE. El cliente debe utilizar la POH normalizada definida en UIT-T G.707 [3]. Este aspecto queda en estudio.

¹ El mantenimiento de los sistemas con jerarquía digital síncrona (sistemas SDH) diseñados para que satisfagan la característica de error a largo plazo de UIT-T G.826 debe efectuarse de acuerdo con UIT-T M.2101.1.

A los efectos de esta Recomendación, se supone que los términos "trayecto" y "camino" son sinónimos.

3.4 acuerdo sobre el nivel de servicio (SLA, *service level agreement*): Un acuerdo o contrato sobre el nivel de servicio es un conjunto de procedimientos y objetivos adecuados que se acuerdan de una manera formal u oficiosa entre operadores de red/proveedores de servicio y clientes para aplicar las Recomendaciones UIT-T, alcanzar una calidad de servicio (QoS, *quality of service*) especificada, y mantenerla. El SLA puede formar parte del contrato. Estos procedimientos y objetivos están relacionados con características específicas como las de disponibilidad del circuito/servicio, característica de error, fecha de listo para el servicio (RFS, *ready for service*), tiempo medio entre fallos (MTBF, *mean time between failures*), tiempo medio para restablecer el servicio (MTRS, *mean time to restore service*), tiempo medio hasta la reparación (MTTR, *mean time to repair*).

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ADM	Múltiplex de adición-sustracción (<i>add-drop multiplex</i>)
AIS	Señal de indicación de alarma (<i>alarm indication signal</i>)
API	Identificador de punto de acceso (<i>access point identifier</i>)
ATM	Modo de transferencia síncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BBE	Error de bloque de fondo (<i>background block error</i>)
BIP-n	Paridad de entrelazado de bits de nivel n (<i>bit interleaved parity – nth level</i>)
CRC	Suma de control por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy checksum</i>)
CSES	Segundos consecutivos con muchos errores (<i>consecutive severely errored second</i>)
CP	Instalaciones del cliente (<i>customer's premises</i>)
DCS	Sistema de transconexión digital (<i>digital cross-connect system</i>)
EMS	Sistema de gestión de elementos (<i>element management system</i>)
ES	Segundo con errores (<i>errored second</i>)
HO-TCM	Supervisión de conexión en cascada de orden superior (<i>higher order – tandem connection monitoring</i>)
IG	Pasarela internacional (<i>international gateway</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
ISM	Supervisión en servicio (<i>in-service monitoring</i>)
LAPD	Protocolo de acceso de enlace por el canal D (<i>link access protocol for D-channel</i>)
LO-TCM	Supervisión de conexión en cascada de orden inferior (<i>lower order – tandem connection monitoring</i>)
MS	Sección múltiplex (<i>multiplex section</i>)
MTBF	Tiempo medio entre fallos (<i>mean time between failures</i>)
MTRS	Tiempo medio para restablecer el servicio (<i>mean time to restore service</i>)
MTTR	Tiempo medio hasta la reparación (<i>mean time to repair</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
NMC	Centro de gestión de la red (<i>network management centre</i>)

NMS	Sistema de gestión de red (<i>network management system</i>)
NNI	Interfaz de nodo de red (<i>network node interface</i>)
NO	Operador de red (<i>network operator</i>)
NOC	Centro de explotación de la red (<i>network operations centre</i>)
NTE	Equipo de terminación de red (<i>network terminating equipment</i>)
OC-n	Portadora óptica de nivel n (<i>optical carrier – nth level</i>)
OS	Sistema de operaciones (<i>operations system</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
POH	Tara de trayecto (<i>path overhead</i>)
PTE	Equipo de terminación de trayecto (<i>path terminating equipment</i>)
PTP	Punto de terminación de trayecto (<i>path termination point</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
RFS	Listo para el servicio (<i>ready for service</i>)
RGT	Red de gestión de las telecomunicaciones
RS	Sección de regeneración (<i>regenerator section</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SES	Segundo con muchos errores (<i>severely errored second</i>)
SLA	Acuerdo del nivel de servicio (<i>service level agreement</i>)
SMS	Sistema de gestión de servicio (<i>service management system</i>)
SOH	Tara de sección (<i>section overhead</i>)
SP	Proveedor de servicio (<i>service provider</i>)
STM-N	Módulo de transporte síncrono de nivel N (<i>synchronous transport module – Nth level</i>)
TCM	Supervisión de conexión en cascada (<i>tandem connection monitoring</i>)
TE	Equipo terminal (<i>terminal equipment</i>)
TIC	Centro terminal internacional (<i>terminal international centre</i>)
TM	Multiplexor terminal (<i>terminal multiplexer</i>)
TNC	Centro terminal nacional (<i>terminal national centre</i>)
TTP	Punto de terminación de camino (<i>trail termination point</i>)
UNI	Interfaz usuario-red (<i>user network interface</i>)
UTC	Tiempo universal coordinado (<i>universal coordinated time</i>)
VC-n	Contenedor virtual de nivel n (<i>virtual container – nth level</i>)

5 Descripción general de los circuitos internacionales arrendados digitales síncronos

Un circuito internacional arrendado digital síncrono con presentación SDH al cliente se compone de un camino de transmisión SDH entre equipos de terminación de red (NTE, *network terminating equipment*). Los NTE pueden ser conectores simples, dispositivos inteligentes de conexión en bucle

o equipos más complejos. Las porciones nacionales y la porción internacional del circuito arrendado pueden ser proporcionadas por más de un NO.

Los TTP pueden ser poseídos, explotados y mantenidos por el NO/SP o el cliente. Cuando el cliente posee los TTP, la POH deberá ponerse a disposición del NO/SP para fines de operación y mantenimiento. El uso detallado de la POH queda en estudio. La interfaz con el cliente puede ser una interfaz eléctrica como la descrita en UIT-T G.703 [2] y UIT-T G.707 [3], o una interfaz óptica como la descrita en UIT-T G.707 [3] y UIT-T G.957 [19].

El circuito SDH arrendado empleará las estructuras de trama, POH y SOH definidas en UIT-T G.707 [3] y se transporta a través de una red SDH a diversos niveles N del módulo de transferencia síncrono de la SDH, o a través de una red mixta SDH/PDH. El circuito arrendado SDH puede ser suministrado en forma manual o semiautomática mediante dispositivos de la RGT como se describe en UIT-T M.3208.1 [56]. Antes de suministrarse el circuito arrendado, las partes interesadas se pondrán de acuerdo sobre la estructura de la cabida útil en las interfaces y la utilización de la POH y SOH. Los DCE conectados a los circuitos arrendados pueden tener dispositivos de conexión en bucle como se describe en UIT-T V.54 [64] o UIT-T X.150 [65].

La tara de trayecto para el circuito arrendado debe configurarse como se especifica en UIT-T G.707. En el caso de un VC3, el octeto de etiqueta de señal C2 debe fijarse como se especifica en 9.3.1.3/G.707. En el caso de un VC12, el octeto V5 debe fijarse como se especifica en 9.3.2.1/G.707.

NOTA – Algunos aspectos de la POH deben explicarse con más detalles, como por ejemplo el caso de la LO-TCM, que requiere octetos J2, N2 y V5 válidos.

5.1 Configuración de circuitos arrendados

La figura 1 muestra las partes constitutivas fundamentales de un circuito internacional punto a punto, arrendado; los equipos SDH que soportan el circuito arrendado no están representados.

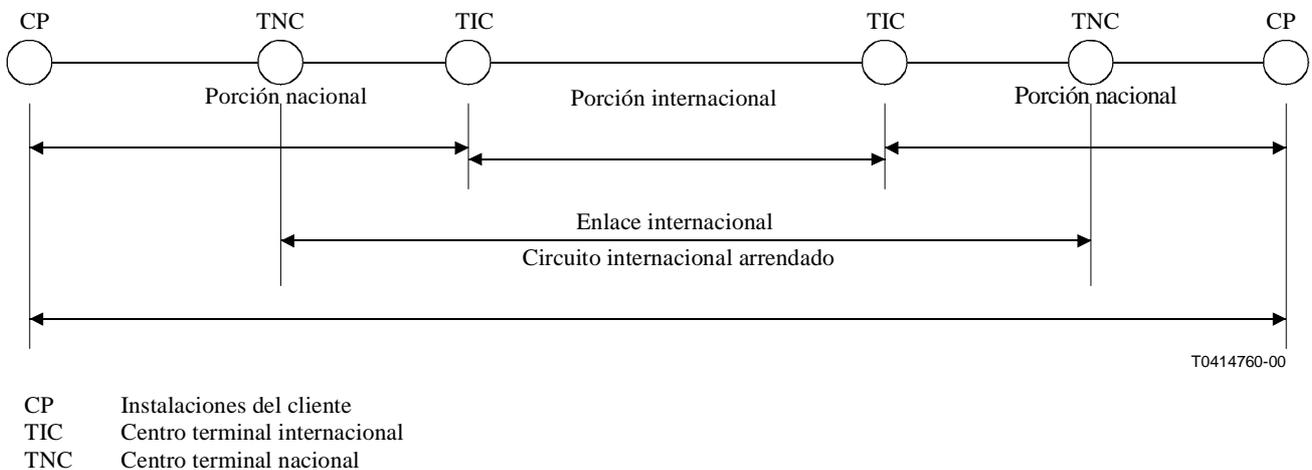


Figura 1/M.1301 – Partes constitutivas de un circuito internacional arrendado

Las porciones nacionales del circuito arrendado pueden de hecho atravesar más de un NO y la responsabilidad de suministrar el circuito puede recaer sobre un SP que sólo posee algunos de los equipos que soportan el circuito, o que no posee ninguno. El SP negociará con los NO (proveedores) para asignar los trayectos de red que se necesiten, y con los clientes en lo que respecta a las visitas a sus locales para la instalación de cualquier equipo terminal y la prueba del circuito.

Una versión ampliada de la figura 1, basada en la figura III.1/G.826 [14], muestra un circuito arrendado entre dos NTE, a través de diversas pasarelas internacionales (IG, *international gateway*) en una red con múltiples operadores, pero el trayecto digital de extremo a extremo entre los dos equipos terminales (TE, *terminal equipment*) incluye una o más redes privadas, como se muestra en la siguiente figura 2:

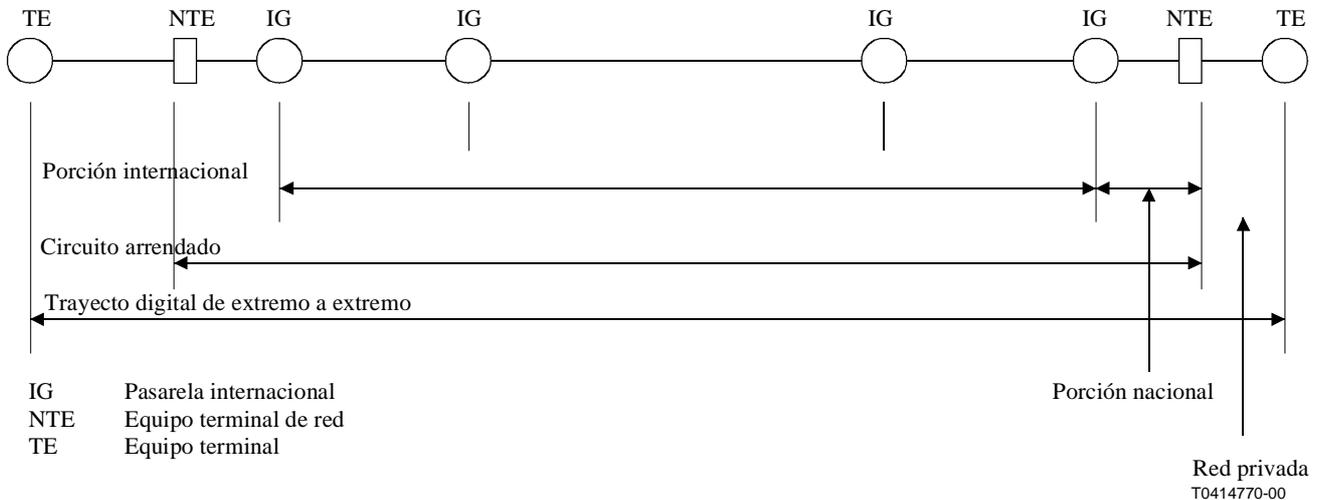


Figura 2/M.1301 – Partes constitutivas de un circuito SDH arrendado y trayecto digital

La porción entre el NTE y TE puede estar fuera del control del NO, y ser proporcionada por una red privada no controlada por el NO. Por tanto, en el caso de circuitos arrendados SDH, los objetivos de calidad de funcionamiento de extremo a extremo abarcan solamente la porción situada entre los dos NTE.

Pueden identificarse cinco tipos de circuitos SDH arrendados:

- 1) Circuito NO a NO, en el que los NO terminan la POH. Incluye interfuncionamiento mixto SDH/redes ópticas síncronas (SONET, *synchronous optical networks*) en el que la POH y SOH son terminadas y reconstruidas, por ejemplo de VC-3 a STS-1.
- 2) Circuito de cliente usuario de extremo a cliente usuario de extremo, en el que la POH es terminada en las instalaciones del cliente usuario de extremo, pero hay un dispositivo para la comunicación entre los equipos terminales de cliente usuario de extremo. En este caso, los NO que transportan el circuito actúan como operadores de tránsito.
- 3) Circuito de cliente usuario de extremo a NO en el que un NO traspasa el circuito arrendado a otro NO. Este es un subconjunto del tipo 2) en el cual un NO actúa como un cliente de otro NO, lo que, también en este caso, podría implicar un interfuncionamiento SDH/SONET.
- 4) Circuito arrendado mixto SDH/PDH en el que el tráfico, en un extremo, es aceptado de/entregado a una interfaz PDH y en el otro extremo es aplicado una interfaz SDH, por ejemplo PDH de 2 Mbit/s a STM-1 donde, el cliente tiene acceso a 1920 kbit/s en PDH en un extremo y a VC-12 en SDH en el otro extremo.
- 5) Circuito arrendado PDH con presentación SDH al cliente.

Otros tipos de circuitos SDH arrendados son los circuitos punto a multipunto, circuitos especializados semipermanentes o reconfigurables (con conmutación de hora del día) descritos en UIT-T M.3208.1 [56], y circuitos unidireccionales (por ejemplo, circuitos de difusión de vídeo).

5.2 Interfaces de red

La mayoría de los circuitos SDH arrendados (o todos ellos) emplearán equipos y sistemas de transmisión SDH para proporcionar un trayecto digital síncrono entre los puntos extremos del circuito (aparte de los tipos 4) y 5), en los que el equipo PDH estará en uno o en ambos extremos del circuito). Esto puede incluir la inserción de un multiplexor SDH de adición-sustracción (ADM, *add-drop multiplexer*) o de un multiplexor terminal (TM, *terminal multiplexer*) en las instalaciones del cliente (CP) en el extremo del enlace de transporte de la red de acceso. La ubicación de la interfaz (NTE) con el cliente depende de las restricciones reglamentarias aplicables y de decisiones técnicas.

Las Recomendaciones UIT-T G.707 [3] y UIT-T G.708 [4] definen las interfaces de nodo de red (NNI, *network node interfaces*) para SDH aplicables a las interfaces eléctricas y ópticas. Como puede observarse en la práctica con relación a los equipos, tanto las interfaces eléctricas como las ópticas se ofrecen a los clientes, si éstos las desean.

Las interfaces usuario-red (UNI, *user network interface*) que ya se ofrecen a los usuarios abarcan una amplia gama que va, desde la denominada interfaz "ATM25" a 25,6 Mbit/s, al STM-4 (OC-12) a 622 Mbit/s e incluso al STM-16 (OC-48) a 2,4 Gbit/s. Las principales Recomendaciones relativas a estas interfaces son las siguientes:

- I.432.1 [20] – Características generales de la capa física de las interfaces usuario-red de la RDSI-BA.
- I.432.2 [21] – Explotación a 155 520 kbit/s y 622 080 kbit/s.
- I.432.3 [22] – Explotación a 1544 kbit/s y 2048 kbit/s.
- I.432.4 [23] – Explotación a 51 840 kbit/s.
- I.432.5 [24] – Explotación a 25 600 kbit/s.
- G.703 [2] – Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas.
- G.707/Y.1322 [3] – Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.
- G.708 [4] – Interfaz de nodo de red sub STM-0 para la jerarquía digital síncrona.
- G.957 [19] – Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona.

También se utilizan versiones concatenadas de anchuras de banda SDH para proporcionar "tuberías" de transmisión de una anchura de banda muy grande para ATM e IP. La concatenación puede ser contigua dentro de una señal SDH o virtual mediante el empleo de un número de señales SDH. Cuando se utiliza concatenación virtual, hay que controlar cuidadosamente los retardos diferenciales y se requiere cierto tipo de señal de referencia de trama.

5.3 Temporización y sincronización de red

La señal de temporización inyectada en cada extremo de un circuito internacional arrendado SDH debe derivarse de un reloj de referencia primario que funcione de acuerdo con UIT-T G.811 [8]. En general, la temporización del circuito arrendado SDH se derivará de la red SDH que lo soporta y no del equipo del cliente. El reloj de la red normalmente se utiliza para excitar el equipo del cliente. Si el circuito arrendado es proporcionado por varios NO, hay que llegar a un acuerdo sobre la fuente del reloj maestro o sobre el suministro de dispositivos adecuados para tener en cuenta las diferencias de temporización.

5.4 Designaciones

La forma de designación de los circuitos internacionales arrendados SDH se describirá en UIT-T M.1400 [38]. Los detalles pertinentes quedan en estudio.

5.5 Calidad de funcionamiento

Para la puesta en servicio o el mantenimiento de un circuito arrendado SDH deben tenerse presentes los tres siguientes aspectos de la calidad de funcionamiento:

- calidad de funcionamiento desde el punto de vista de la característica de error;
- calidad de funcionamiento desde el punto de vista de la temporización;
- calidad de funcionamiento desde el punto de vista de disponibilidad.

La Recomendación UIT-T M.2101 [49] define los límites de la calidad de funcionamiento desde el punto de vista de la característica de error y especifica la asignación de los caminos digitales SDH que soportan circuitos arrendados SDH. Las Recomendaciones UIT-T G.811 [8], UIT-T G.812 [9], UIT-T G.822 [10], UIT-T G.823 [11], UIT-T G.824 [12] y UIT-T G.825 [13] definen la calidad de funcionamiento desde el punto de vista de la temporización que debe mantenerse. La calidad de funcionamiento desde el punto de vista del retardo queda en estudio. La Recomendación UIT-T G.827 [15] define la disponibilidad de la capa física para un trayecto digital.

6 Procedimientos operativos

La Recomendación UIT-T M.2110 [51] trata el establecimiento y la puesta en servicio (BIS, *bringing-into-service*) de trayectos digitales internacionales. Las cuestiones de mantenimiento se tratan en UIT-T M.2120 [52]. Los procedimientos generales para la localización y eliminación de averías de transmisión se tratan en UIT-T M.2130 [53]. Los límites de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio y mantenimiento de trayectos digitales internacionales SDH y secciones múltiplex se definen en UIT-T M.2101 [49].

La BIS (puesta en servicio o provisión) de circuitos arrendados SDH se basa cada vez con mayor frecuencia en el enfoque RGT de la gestión de redes y servicios, pues el equipo de transmisión SDH que soporta los circuitos arrendados consiste en elementos de red (NE, *network element*) basados en gran medida en soporte lógico y sumamente inteligentes, que son manejados por sistemas de gestión de elementos (EMS, *element management system*) SDH y sistemas de gestión de redes (NMS, *network management system*) de nivel superior. Esto incluye el intercambio de información por medios electrónicos a través de las interfaces Q y X de la RGT para fines de gestión, tanto dentro de un NO/SP, como entre NO/SP, ya que estos circuitos a menudo atravesarán cierto número de confines de NO/SP. Las Recomendaciones UIT-T M.3208.1 [56], UIT-T M.3208.2 [57] y UIT-T M.3208.3 [58] definen servicios de gestión RGT para circuitos arrendados configurables y reconfigurables dentro de un entorno multioperador.

Asimismo, el mantenimiento (señalamiento, localización y prueba de averías) de estos circuitos SDH arrendados se basará cada vez más en recursos de prueba gobernados a distancia desde un centro de gestión de redes (NMC, *network management centre*) o centro de operaciones de red (NOC, *network operations centre*). Estos recursos de prueba pueden ser una combinación de capacidades incorporadas en el equipo de red (por ejemplo POH, SOH, TCM, etc.) o cabezas de prueba distantes asociadas a estratégicos puntos de acceso a la red, por ejemplo un sistema de transconexión digital (DCS, *digital cross-connect system*) utilizado para configurar circuitos. En las siguientes cláusulas se describen los procedimientos para la gestión de averías, configuración, administración, y calidad de funcionamiento, que son cuatro de las áreas funcionales esenciales gestionadas por la RGT, definidas en UIT-T M.3010 [55] y UIT-T M.3400 [61]. Se está preparando una nueva Recomendación de la serie M.3208.x sobre la gestión de las pruebas RGT.

6.1 Estación directora y estación subdirectora

En la fase de la puesta en servicio se deberá llegar a un acuerdo sobre si habrá una relación entre dos estaciones directoras o una relación entre una estación directora y una estación subdirectora. Cuando existe una relación entre una estación directora y una estación subdirectora, las responsabilidades

serán las descritas en UIT-T M.80 [28], UIT-T M.90 [29], UIT-T M.1012 [30] y UIT-T M.1013 [31]. Sin embargo, con el fin de alcanzar los tiempos de respuesta más cortos posibles para actividades de mantenimiento a nombre de los clientes, es aceptable que las dos estaciones terminales de un circuito internacional arrendado SDH asuman la categoría de estación directora. Sin embargo, es esencial que las estaciones directoras participantes elaboren mecanismos y procedimientos efectivos para coordinar las actividades de mantenimiento, y que, para evitar confusiones, se informen mutuamente, lo más rápidamente posible, de las acciones concretas de mantenimiento. Este proceso puede facilitarse mucho por sistemas de gestión RGT que funcionen a través de interfaces X entre NO/SP.

Es posible que se designe a una tercera parte como estación directora. En esta situación, es posible que el circuito arrendado no sea encaminado a través de este centro, y que no sea necesario que este centro esté situado en un país terminal o de tránsito del circuito arrendado. Evidentemente, se requiere un estrecho acoplamiento entre el SP y los NO que proporcionan el circuito arrendado. En algunos casos el circuito internacional arrendado SDH puede ser proporcionado por un NO/SP que actúa como una "tienda de una sola parada", esto es, como un SP primario (a veces denominado un "detallista"), que subcontrata otras partes del circuito arrendado SDH a otro NO (a veces denominado un "mayorista") para que actúe en su nombre. Uno o más NO que intervienen en el suministro del camino SDH pueden utilizar sistemas de gestión de redes/servicios, en cooperación, que se comunican a través de interfaces X de la RGT (véase UIT-T M.3320 [59]) para suministrar y mantener el circuito SDH arrendado (véanse UIT-T M.3208.1 [56], UIT-T M.3208.2 [57] y UIT-T M.3208.3 [58]).

6.2 Procedimientos de puesta en servicio

Los procedimientos básicos de puesta en servicio (BIS) para circuitos arrendados SDH deben ser similares a los definidos en UIT-T M.1370 [34], UIT-T M.1380 [36] y UIT-T M.2110 [51]. Incluyen el intercambio preliminar de información sobre la configuración y las interfaces del circuito arrendado, designación y encaminamiento, calendario para la puesta en servicio y coordinación entre las estaciones, detalles relativos al personal de contacto, detalles sobre cualquier convenio especial sobre mantenimiento o informes de averías, límites de calidad de funcionamiento y equipos de prueba que habrán de utilizarse, y mediciones con respecto a límites (véanse UIT-T M.80 [28], UIT-T M.90 [29], UIT-T M.1012 [30], UIT-T M.1013 [31], UIT-T M.1045 [32], UIT-T M.1400 [38] y UIT-T M.1510 [39]). El equipo de prueba utilizado debe ser conforme con UIT-T O.172 [62] y UIT-T O.181 [63].

Deben efectuarse comprobaciones de los equipos individuales de redes SDH que constituyen el circuito. Debe incluir la confirmación del interfuncionamiento de alarmas, por ejemplo de la señal de indicación de alarma (AIS, *alarm indication signal*) y, en una situación ideal, transmisiones simuladas, con errores, para comprobar otras operaciones de alarma en el extremo local y en el extremo distante. Se deben realizar comprobaciones específicas de POH, SOH y la estructura de la cabida útil para verificar el formato convenido. Obsérvese que no pueden hacerse comprobaciones completas de extremo a extremo, de la POH, hasta que el trayecto VC-n haya sido equipado. Esto puede requerir que el cliente conecte su CPE a la interfaz SDH. Un trayecto VC-n no equipado puede ocasionar alarmas no deseadas e inhibir acciones de conmutación de protección.

En una situación ideal, las pruebas de BIS deben incluir periodos de actividad industrial normal para que sean representativas de condiciones de red habituales. Para que los resultados de las pruebas sean aceptables, los límites de calidad de funcionamiento de las cuentas de ES, SES y BBE deben cumplirse simultáneamente. En UIT-T M.2101 [49] se indican objetivos, asignaciones y límites de calidad de funcionamiento típicos para trayectos digitales y secciones múltiplex SDH y, en UIT-T M.1340 [33], para circuitos arrendados mixtos PDH/SDH, cualquiera que sea la forma de encaminamiento. La posible elaboración de objetivos de calidad de funcionamiento y su aplicación a otros parámetros tales como retardo de transmisión, fluctuación de fase de la temporización, etc. quedan en estudio. Todos los resultados obtenidos durante las pruebas de BIS deben mantenerse

como una "huella dactilar " del circuito SDH arrendado, con miras a una futura referencia en el curso de actividades de mantenimiento.

En el antiguo entorno PDH, para reflejar los requisitos operativos de las pruebas fuera de servicio se solía utilizar duraciones de pruebas de 24 horas, de 1 hora y de 15 minutos. En un entorno de transporte totalmente SDH, con las capacidades ISM propias del mismo, pueden alcanzarse escalas de tiempo mucho más cortas para el suministro y las pruebas de puesta en servicio. Con respecto a las pruebas de puesta en servicio, el período de evaluación de un mes sugerido en UIT-T G.826 [14] y UIT-T G.828 [16] no es realista en un entorno operativo (véase UIT-T M.2101). Se requiere una menor duración de las pruebas; en particular, existe una fuerte presión comercial en lo tocante a la puesta en servicio de un circuito arrendado o restablecerlo tras una reparación. Sin embargo, debe reconocerse que los resultados de pruebas obtenidos en periodos de 24 horas, o menores, son por naturaleza menos fiables.

Por tanto, debe señalarse que cabe esperar que las pruebas con una duración de 24 horas, o menor, den una indicación de la calidad de funcionamiento de la transmisión particularmente fiable. Las porciones nacionales y la porción internacional del circuito pueden establecerse y probarse simultánea o sucesivamente. Sin embargo, es necesaria una esmerada armonización de estos procedimientos para garantizar una calidad de funcionamiento global aceptable de extremo a extremo.

6.2.1 Prueba sección por sección y supervisión en servicio (ISM, *in-service monitoring*)

En los procedimientos de puesta en servicio se utilizarán cada vez más las técnicas RGT e ISM, pero las pruebas de extremo a extremo del circuito global arrendado puede requerir que un personal adecuado esté presente en las instalaciones del cliente en los dos puntos extremos. La cooperación del personal, por ejemplo en los TIC/IG o centro de servicios a los clientes, puede ser también necesaria para resolver dificultades lingüísticas o técnicas cuando el circuito arrendado atraviesa NO/SP y/o fronteras internacionales. Puede ser más fácil realizar pruebas BIS sección por sección, aunque se debe realizar una comprobación global de extremo a extremo. Una de las cuestiones importantes en el caso de los circuitos arrendados SDH es que la red de transporte SDH que los soporta estará a menudo constituida por sistemas de transmisión de fibra óptica y puede que en las secciones de la red de transporte no haya puntos de acceso fácilmente disponibles. Se puede añadir nuevos circuitos SDH arrendados a portadores de red de transporte de orden superior existentes (véase 6.2.3). La utilización de capacidades ISM incorporadas en los elementos de red SDH acoplados a EMS y NMS puede ayudar mucho.

6.2.2 Porciones nacionales del circuito

Antes de establecer las porciones nacionales del circuito se debe establecer límites de calidad de funcionamiento para las porciones nacionales del circuito e intercambiarlos entre los operadores de red/proveedores de servicio participantes, para garantizar que podrá alcanzarse la calidad de funcionamiento global de extremo a extremo.

6.2.3 Porción internacional del circuito

Si la característica de error del sistema de transporte de soporte es aceptable, todos los nuevos circuitos deberán probarse durante 15 minutos utilizando la supervisión de la calidad de funcionamiento en servicio existente.

Si un número de circuitos que utilizan el mismo sistema de transporte de orden superior se ponen en servicio al mismo tiempo, y no se dispone de supervisión de la calidad de funcionamiento en servicio, el primer circuito deberá probarse durante 24 horas, y cada uno de los circuitos restantes podría probarse durante 15 minutos. Toda porción del circuito que no esté soportada por el sistema de transporte de orden superior deberá probarse durante 24 horas.

Los límites de calidad de funcionamiento indicados en UIT-T M.1340 [33] deben cumplirse para cualquier circuito mixto arrendado PDH/SDH. Los límites de calidad de funcionamiento para circuitos arrendados SDH se indican en UIT-T M.2101 [49]. Cuando hay poca confianza en relación con las capacidades de un determinado sistema de transporte internacional, o cuando no se cumplen los objetivos de prueba de corta duración, se debe efectuar una prueba de 24 horas utilizando los límites indicados en UIT-T M.1340 [33] o UIT-T M.2101 [49], según convenga. En caso de que no se cumplan los límites para las pruebas de 24 horas, los operadores de red/proveedores de servicio deberán ponerse de acuerdo para actuar de la forma procedente.

Cuando la porción internacional del circuito se extiende considerablemente más allá de las interfaces afluentes de un determinado sistema de transporte internacional de orden superior (por ejemplo, cuando un encaminamiento de tránsito comprende la interconexión de dos sistemas internacionales SDH) pueden requerirse pruebas adicionales. Los NO/SP deben asegurarse de que todas las partes de la porción internacional del circuito han sido debidamente probadas. Los NO/SP participantes deben convenir en límites adicionales adecuados. Se debe tratar por todos los medios de ajustarse a UIT-T M.1340 [33] y UIT-T M.2101 [49].

6.2.4 Puesta en servicio mediante el empleo de un enlace internacional alternativo

Si cualquier porción del enlace, que normalmente se utilizaría para transportar el circuito internacional arrendado, se restablece en una ruta alternativa antes de que comience la prueba BIS, o durante la prueba BIS, la prueba puede comenzar, o continuar, si se satisfacen los tres criterios siguientes:

- 1) se sabe que la calidad de funcionamiento del enlace alternativo es aceptable; y
- 2) el enlace alternativo utiliza el mismo medio de transmisión que el enlace inicial; y
- 3) la longitud del enlace alternativo no es esencialmente diferente de la del enlace inicial.

Si no se satisfacen estos criterios, la prueba debe aplazarse, o detenerse, hasta que el enlace inicial haya retornado al servicio.

Si en el curso de la prueba BIS se produce un evento individual de indisponibilidad, y la causa de este evento se conoce exactamente y no es recurrente, este evento no deberá tenerse en cuenta en el resultado de la prueba.

6.2.5 Prueba de extremo a extremo

Normalmente será necesario realizar una prueba de extremo a extremo para confirmar la integridad y la estabilidad globales. Se recomienda que las pruebas tengan una duración de 24 horas. Los límites de las pruebas deberán incluir márgenes para la porción internacional y las dos porciones nacionales del circuito. Los NO/SP deben encargarse, en particular, de señalar todo problema que pueda presentarse en relación con el interfuncionamiento de redes temporizadas por separado, especialmente cuando se suministra el primer circuito que utiliza una determinada configuración de equipo. En particular, los requisitos de calidad de funcionamiento desde el punto de vista de la fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase de UIT-T G.823 [11], UIT-T G.824 [12] y UIT-T G.825 [13] deben cumplirse como sea apropiado para el circuito arrendado y la red de transporte que lo soporta.

En dependencia de las capacidades de conexión en bucle proporcionadas por los NTE en las instalaciones del cliente, podrán realizarse pruebas de extremo a extremo, combinadas con ISM, desde puntos intermedios en la red (por ejemplo en un TIC).

Se propone que, cuando se utilicen pruebas en bucle, no se prevea ningún margen especial adicional de calidad de funcionamiento (por ejemplo, no se recomienda multiplicar por dos los valores de los límites).

6.2.6 Otra posible prueba de extremo a extremo

Si los NO/SP están de acuerdo, sobre la base de la experiencia con condiciones de red similares, y si en el sistema de transporte internacional completo se dispone de supervisión de la calidad de funcionamiento en servicio, se puede realizar una prueba de supervisión de extremo a extremo de dos horas. En este caso se sigue el siguiente procedimiento de puesta en servicio:

- 1) La porción nacional del circuito se pone en servicio de acuerdo con los procedimientos nacionales existentes.
- 2) No se prueba la porción internacional del circuito, pues esta porción ya ha sido probada de acuerdo con los procedimientos de UIT-T M.1370 [34] o UIT-T M.2110 [51] y se está utilizando supervisión de la calidad de funcionamiento en servicio para asegurarse de que la calidad de funcionamiento del sistema de transporte de orden superior es aceptable.
- 3) En el caso de circuitos encaminados totalmente por SDH y que utilizan una POH continua, se efectúa una prueba de supervisión de extremo a extremo durante dos horas para verificar las capacidades de transconexión de todo equipo de transconexión digital utilizado para configurar el circuito arrendado. Para realizar esta prueba se puede establecer una conexión en bucle en un extremo o en ambos extremos. Los límites de calidad de funcionamiento para esta prueba se indican en el cuadro 1/M.1340 [33] para circuitos arrendados mixtos SDH/PDH y en UIT-T M.2101 [49] para circuitos arrendados exclusivamente SDH. En el curso de esta prueba no debe producirse ningún deslizamiento del reloj ni debe haber ningún periodo de indisponibilidad. Si no pueden cumplirse estas condiciones, deberá realizarse la prueba de 24 horas anteriormente descrita. En el caso de circuitos mixtos SDH/PDH, puede que no sea posible realizar una prueba completa de extremo a extremo, especialmente cuando se trata de un CPE poseído por el usuario. En este caso, debe realizarse una prueba parcial de extremo a extremo combinada con una ISM.

Como se expresó en 6.2.5, los NO/SP deben encargarse, en particular, de señalar todo problema que pueda presentarse en relación con el interfuncionamiento de redes temporizadas por separado, pues estos problemas pueden no manifestarse en una prueba de dos horas. Donde no se satisfagan los límites de calidad de funcionamiento, deberá efectuarse la localización de averías y éstas deberán eliminarse.

6.3 Procedimientos de mantenimiento

Los procedimientos básicos de mantenimiento para circuitos arrendados SDH deben ser similares a los definidos en las actuales Recomendaciones UIT-T M.1375 [35], UIT-T M.1385 [37], UIT-T M.2120 [52] y UIT-T M.2130 [53]. Entre éstos se encuentran el señalamiento de averías, seccionalización, procedimientos de localización y restablecimiento, con intercambio de información adecuada entre los NO/SP y con los clientes. Se debe utilizar dispositivos ISM cuando sea posible para la seccionalización, localización y diagnóstico de averías. En el anexo A se da más información sobre gestión de averías.

Debe señalarse que, en el caso de mediciones más extensas que comprendan pruebas intrusivas, el circuito será interrumpido y el servicio al cliente será afectado. Esto a su vez puede influir en el SLA/contrato y dar lugar a penalidades o rebajas. Por tanto, las pruebas de mantenimiento deben ser lo más costosas posible para evitar que prolonguen considerablemente el tiempo fuera de servicio. Al igual que en los procedimientos de puesta en servicio, todos los equipos utilizados deben ser conformes con UIT-T O.172 [62] y UIT-T O.181 [63]. Los umbrales de calidad de funcionamiento para mantenimiento, y los procedimientos para la protección de los circuitos arrendados SDH deben seguir, en general, los mismos principios definidos en UIT-T M.20 [25], UIT-T M.34 [26], UIT-T M.2100 [48], UIT-T M.2101 [49], UIT-T M.2102 [50], UIT-T M.2120 [52] y UIT-T M.2130 [53].

Los "departamentos de ayuda" y módulos RGT permiten centralizar y activar la prueba y supervisión, para el mejoramiento del servicio al cliente. Por ejemplo, una pronta información al

cliente sobre la condición de avería detectada y las acciones correctivas previstas, intervención directa del personal técnico adecuado, etc. puede obtenerse de un sistema de gestión de servicios (SMS, *service management system*) situado en un centro de servicios al cliente y/o un NMS situado en un NOC o NMC. El objetivo es respetar siempre los compromisos contractuales establecidos en el SLA para los clientes.

6.3.1 Supervisión de la calidad de funcionamiento y toma de datos

Los datos de calidad de funcionamiento normalmente son captados en forma de cuentas de eventos asociadas con los parámetros de calidad de funcionamiento indicados en UIT-T G.826 [14], UIT-T G.828 [16], UIT-T M.2100 [48] y UIT-T M.2101 [49] mediante el empleo de la ISM. Las primitivas de calidad de funcionamiento (anomalías y defectos) son procesadas por los elementos de red SDH en parámetros de calidad de funcionamiento y acumuladas en intervalos de 15 minutos y 24 horas. Los datos de calidad de funcionamiento presentes y pasados son marcados con una indicación de tiempo y almacenados en registros de calidad de funcionamiento, que son posteriormente interrogados por el sistema de operaciones (OS, *operations system*) que gestiona los elementos de red (NE) y elevados al NMS y SMS, que gestionan el servicio de circuitos arrendados SDH soportado por la red SDH. Los eventos de calidad de funcionamiento son captados y almacenados independientemente para cada sentido de transmisión del circuito. El trayecto SDH se supervisa mediante un código de paridad con entrelazado de bits de nivel 8 (código BIP-8), de paridad par, proporcionado en el octeto B3 de la POH. Está en estudio una capacidad de supervisión adicional para caminos VC-4-Xc de alta velocidad binaria. Las cuentas de eventos de calidad de funcionamiento están inhibidas durante los períodos de indisponibilidad definidos en UIT-T G.826 [14], UIT-T G.828 [16] y UIT-T G.827 [15]. Todo cambio del estado de disponibilidad es también marcado con una indicación de tiempo y almacenado en registros de calidad de funcionamiento. Los detalles completos de la supervisión de la calidad de funcionamiento por los elementos de red SDH se indican en UIT-T G.707 [3], UIT-T G.783 [5], UIT-T G.784 [6] y UIT-T M.2101 [49]. En UIT-T M.2140 [54] se da información adicional sobre la correlación de eventos de red de transporte y el tratamiento de los datos de calidad de funcionamiento.

Cuando el circuito arrendado SDH atraviesa un número de secciones SDH, la supervisión de la calidad de funcionamiento puede incluir la supervisión de conexión en cascada (TCM, *tandem connection monitoring*) mediante el uso de los octetos B3 en la tara VC-n de cada uno de los VC de orden superior que forman la conexión en cascada (TC, *tandem connection*) descrita en UIT-T G.707 [3]. La TC también tiene un enlace de datos de 32 kbit/s proporcionado por una parte del octeto N1 del primer VC-n de la TC, que utiliza un protocolo de mensajes LAPD para transportar información de señalamiento de traza, estado, y calidad de funcionamiento.

Como se estableció con anterioridad, con independencia de quien posee el CPE, la POH de SDH especificada en UIT-T G.707 [3] será empleada por el trayecto digital SDH y se pondrá a disposición en puntos de supervisión adecuados a lo largo de la ruta. En el caso de que un usuario final u otro operador posea el equipo de terminación POH, es posible que un operador no pueda acceder a la POH en los extremos del trayecto digital. Sin embargo, la POH proporcionada incluye información remota de anomalías y defectos vista por el equipo de terminación POH y que se retorna al extremo distante. Por consiguiente es posible evaluar la característica de error extremo a extremo de todo el trayecto bidireccional desde un punto de acceso dentro del trayecto, es decir, desde el punto de vista del usuario. Cabe señalar, no obstante, que no todos los trayectos VC-n de SDH contenidos dentro de una señal SDH de capa superior, pueden ser supervisados simultáneamente en algunos equipos SDH.

6.3.2 Datos históricos, umbrales e informes de la calidad de funcionamiento

Los datos históricos de la calidad de funcionamiento son necesarios para evaluar la calidad de funcionamiento reciente de circuitos arrendados y sistemas de transmisión SDH. Esta información puede utilizarse para seccionalizar las averías y localizar fuentes de errores intermitentes. Los umbrales de supervisión de la calidad de funcionamiento puede establecerlos el OS en los elementos

de red SDH y se pueden detectar rebasamientos de umbral y generar notificaciones como se describe en UIT-T M.20 [25], UIT-T M.34 [26], UIT-T M.2101 [49], UIT-T M.2102 [50], UIT-T M.2120 [52] y UIT-T M.2140 [54]. Generalmente, estas notificaciones se generan autónomamente.

Cuando se rebasa el umbral de calidad de funcionamiento degradada o el umbral de nivel inaceptable de la calidad de funcionamiento, se debe iniciar la acción de mantenimiento independientemente de la medición de la calidad de funcionamiento. Un resultado de calidad de funcionamiento degradada puede utilizarse para generar un informe de avería (conocido usualmente como "ticket de dificultad") para avisar al personal de mantenimiento que las garantías ofrecidas en el SLA/contrato no se están cumpliendo y que deben tomarse disposiciones. Entre éstas puede estar avisar al sistema de facturación del servicio que el cliente tiene derecho a un descuento o una rebaja. Pueden utilizarse otros umbrales para mantenimiento y análisis de la calidad a largo plazo. El OS utilizará el procesamiento en tiempo real para asignar prioridades de mantenimiento a estos rebasamientos de umbral e informaciones conexas, mediante el proceso de supervisión de la calidad de funcionamiento descrito en UIT-T M.20 [25].

En general se utilizan dos tipos de umbral, que dependen del periodo de acumulación de anomalías y defectos. Se utilizan periodos de supervisión de 15 minutos con umbrales de cuentas de ES, SES y BBE para detectar transiciones de un nivel de calidad de funcionamiento aceptable a inaceptable, o a la inversa. Se utilizan periodos de supervisión de 24 horas con umbrales de cuentas de ES, SES y BBE para detectar transiciones a un nivel de calidad de funcionamiento degradada. Los umbrales son usualmente programables desde el OS para responder a determinados requisitos de funcionamiento. Esto puede variar según la importancia del circuito o circuitos soportados por el trayecto, la tecnología de transporte empleada o los valores en el SLA/contrato convenidos con el cliente. En UIT-T M.2101 [49], UIT-T M.2102 [50], UIT-T M.2120 [52] y UIT-T M.2140 [54] se da más información sobre los umbrales de calidad de funcionamiento.

6.3.3 Pruebas de intervención de mantenimiento

Las pruebas de intervención de mantenimiento deben ser lo más cortas posible para evitar que prolonguen considerablemente el tiempo fuera de servicio, y su duración dependerá de la naturaleza del informe de avería recibido. Se supone que, a los efectos de las pruebas de intervención de mantenimiento, el circuito sólo se retirará del servicio con el consentimiento del cliente, a menos que el circuito haya fallado completamente. Cuando el circuito arrendado utiliza solamente una parte de los canales del equipo de transmisión SDH, puede ser posible conectar el equipo de prueba para supervisar la capacidad de reserva. Los datos obtenidos de esas pruebas pueden proporcionar una útil indicación de la calidad de funcionamiento global de la red de transporte SDH que soporta al circuito arrendado.

La duración de las pruebas de intervención de mantenimiento dependerá de la naturaleza del informe de avería recibido. Cuando un informe de avería sugiere que el circuito ha fallado completamente, debe efectuarse una breve prueba de integridad básica. Esta prueba, que es del tipo éxito o fracaso, normalmente debe limitarse a un periodo de 15 minutos sin que se observe ningún SES.

Cuando un informe de avería sugiere que ha habido una degradación global del servicio pero que el circuito no ha fallado completamente, será conveniente efectuar una prueba de mayor duración. Cuando se deba realizar una prueba de mayor duración, los NO/SP deben convenir una fecha y hora adecuadas con el cliente. El cliente puede desear retener el acceso al circuito hasta un momento más conveniente, en el que un periodo fuera de servicio de cierta longitud pueda ser más tolerable. Cuando se realiza una prueba de 24 horas, los NO/SP deben utilizar los mismos límites establecidos para las pruebas BIS iniciales.

6.3.4 Configuraciones de prueba

Son posibles varias configuraciones de mediciones de prueba (véase la figura 1/M.2110 [51] como guía). Cualquier dispositivo de conexión en bucle que esté disponible deberá utilizarse cuando convenga. Los DCE conectados a los circuitos arrendados pueden tener dispositivos de conexión en

bucle como los descritos en UIT-T V.54 [64] y UIT-T X.150 [65]. Se debe proceder con cuidado para evitar el funcionamiento simultáneo de varias conexiones en bucle en un determinado circuito. Cuando ya no se necesite una conexión en bucle, se deberá tomar la precaución de suprimirla.

En el caso de bucles digitales, la continuidad de un circuito arrendado digital puede probarse, incluso hasta llegar a las instalaciones del cliente distante, si las especificaciones de los NO/SP de ambos lados son compatibles. Sin embargo, esto requiere el acuerdo de los NO/SP y, en todo caso, del cliente, pues su circuito no puede utilizarse en ese momento. En algunas redes, el control de estas conexiones en bucle puede ejercerse utilizando las capacidades de gestión de la RGT. Los detalles de estas conexiones en bucle en el caso de la SDH quedan en estudio.

6.3.5 Acceso a pruebas en el equipo DCS

Un número cada vez mayor de sistemas y circuitos de transmisión están configurados para el uso de equipo DCS en estaciones de transmisión. Estos equipos se utilizan para conmutar trayectos digitales defectuosos a trayectos de reserva cuando sea necesario. A menudo proporcionan también la capacidad de desviar sistemas y circuitos de transmisión hacia puertos de prueba a los que pueden conectarse equipos de prueba y utilizarse para medir la calidad de funcionamiento y diagnosticar averías. Además, estos equipos de prueba pueden ser controlados a distancia, posiblemente por el mismo sistema de gestión que controla el equipo DCS. De todas formas, el control de ambos debe ser sincronizado cuidadosamente. En algunos casos es posible que varios miembros del personal operativo ganen acceso simultáneamente a un equipo de prueba (una "cabeza de prueba distante") como múltiples sesiones de usuario, con secuencias de pruebas establecidas en scripts.

Es conveniente que el equipo DCS pueda proporcionar la supervisión de trayectos digitales seleccionados antes retirar el trayecto del servicio. Esto permite la evaluación de la calidad de funcionamiento en servicio y/o la confirmación de que existe una avería antes de cortar el trayecto. La mayor parte de los equipos DCS proporcionan una funcionalidad "supervisión" y una funcionalidad "corte y terminación" en los puertos de prueba. El trayecto digital no sufre interrupción mientras está siendo supervisado en servicio. Una vez confirmada una avería, se corta el trayecto y se diagnostica la avería. El equipo DCS SDH es ahora común y corriente en las redes de transporte SDH, pero los ADM SDH pueden también utilizarse para el acceso a pruebas. Los equipos DCS y ADM propiamente dichos pueden ser una útil fuente de información sobre las averías y la calidad de funcionamiento proporcionada por la ISM incorporada.

6.3.6 Pruebas de retorno al servicio

La duración de las pruebas de retorno al servicio debe estar de acuerdo con la naturaleza de la avería que sido eliminada y debe incluir la observación de cualquier dispositivo de alarma que pueda estar disponible. Cuando una avería haya causado una degradación general del servicio, una prueba de retorno al servicio, de corta duración, (por ejemplo 15 minutos) puede no ser adecuada y debe realizarse una prueba más larga (por ejemplo de 1 hora o 24 horas).

Tras el mantenimiento correctivo, se debe pedir al cliente que confirme que su aplicación está funcionando correctamente. Sólo entonces podrá decirse que el servicio ha sido restablecido. Una vez eliminada una avería se debe transmitir la correspondiente información de eliminación de avería a cualquier estación directora o subdirectora, o centro de servicios a clientes, que hayan intervenido en el señalamiento y localización iniciales de la avería.

6.3.7 Mantenimiento planificado

En los casos de mantenimiento planificado de los instalaciones (equipo de transmisión, equipo de suministro de energía, cableado, etc.) de los NO/SP como consecuencia de los cuales podría producirse alguna degradación de la calidad de funcionamiento o la indisponibilidad del circuito arrendado digital, o correrse el riesgo de que esto sucediera, se deberá hacer referencia a UIT-T M.1540 [46] y a los términos del SLA/contrato con el cliente.

7 Registros de mantenimiento

Los NO/SP deben garantizar que tienen registrada en ficheros información actualizada para ayuda en actividades de mantenimiento. En la cláusula 6/M.1370 [34] y la cláusula 6/M.1380 [36] se indica detalladamente la información que debe estar disponible para los sistemas de soporte y los circuitos arrendados PDH, respectivamente. La misma clase de información debe conservarse para los circuitos arrendados SDH y los sistemas de transporte de soporte, así como toda información específica de la POH o de la SOH utilizadas por el circuito. Además, se debe llevar un registro de todo acuerdo particular sobre mantenimiento suscrito con el cliente, como por ejemplo un SLA/contrato. Para más información, véanse UIT-T M.1510 [39], UIT-T M.1530 [41], UIT-T M.1532 [42], UIT-T M.1535 [43], UIT-T M.1537 [44] y UIT-T M.1539 [45]. El personal de mantenimiento deberá hacer referencia a tales acuerdos cuando trate una avería informada por un cliente. En el curso de operaciones de mantenimiento se debe hacer referencia a anteriores resultados de pruebas que sean aplicables al circuito sometido a prueba. Los resultados de las pruebas iniciales de puesta en servicio deben estar disponibles para todos los circuitos arrendados.

Los registros de mantenimiento existentes deben dar detalles de los equipos de prueba, puntos de acceso a pruebas, pautas de pruebas y límites de calidad de funcionamiento que deban utilizarse. Los resultados de pruebas obtenidos de anteriores acciones de mantenimiento sobre todas las porciones del circuito arrendado pueden proporcionar una valiosa indicación de la calidad de funcionamiento global de la red de transporte SDH que soporta al circuito arrendado. Las obligaciones establecidas en el contrato de mantenimiento del circuito arrendado suscrito con el cliente, por ejemplo el SLA, serán registradas, y el personal de mantenimiento participante las consultará cada vez que se solicite su intervención tras un informe de avería enviado por un cliente. En un entorno RGT, esta información normalmente estará disponible en un terminal en modo cliente, de un miembro del personal técnico, conectado al SMS y/o NMS. Los NO/SP deben también llevar un registro cronológico de las interrupciones de circuitos, durante un periodo adecuado, con miras a responder a eventuales reclamaciones de los clientes.

8 Convenios sobre protección y enlaces de reserva

Los circuitos arrendados SDH normalmente serán encaminados a través de redes de transmisión SDH que emplean medios protección de red y/o de subred por ejemplo en anillos SDH. En algunos casos, los clientes pueden solicitar encaminamiento alternativo, y también los NO/SP pueden decidir proporcionarlo, sea a nivel físico, sea a nivel lógico, a través de la red. Las Recomendaciones UIT-T G.841 [17], UIT-T G.842 [18], UIT-T M.2102 [50] y UIT-T M.2130 [53] describen procedimientos de protección de redes SDH, y de restablecimiento.

Algunos NO/SP pueden considerar conveniente designar uno o más enlaces de transmisión SDH de reserva para fines de restablecimiento. Esto debe decidirse por acuerdo bilateral en las fases de diseño y provisión del circuito arrendado SDH, teniendo en cuenta su importancia y la disponibilidad pactada, normalmente especificada en el SLA. Estos enlaces o circuitos de reserva deben ser establecidos o ajustados para satisfacer las exigencias del circuito arrendado SDH normal, y de ser posible, deben ser encaminados por una ruta diferente de la ruta normal del circuito arrendado. En UIT-T M.2130 [53] se ofrece información adicional.

ANEXO A

Gestión de averías

A.1 Recepción inicial de un informe de avería

En general, la información de avería relativa a un circuito arrendado SDH puede provenir de cuatro fuentes:

- un informe de dificultad de un cliente (debido al fallo o a la calidad de funcionamiento deficiente de un circuito arrendado SDH);
- un operador de sistema de orden inferior (debido al fallo o a la calidad de funcionamiento deficiente de un sistema de orden inferior que está soportado como un canal o VC-n por el circuito arrendado SDH);
- el propio circuito arrendado SDH (a través de alarmas de red o NO distante);
- una red u operador de sistema de orden superior (debido a la notificación del fallo o la calidad de funcionamiento deficiente de la red de orden superior que soporta este circuito arrendado SDH, o reconocimiento de un problema de transmisión desde este circuito arrendado SDH).

Los informes de dificultad de clientes y la información enviada a éstos pueden transmitirse a través de una interfaz X (véase UIT-T M.3320 [59]) como un "ticket de dificultad" definido en UIT-T X.790 [66]. Esta información puede incluir informes de calidad de funcionamiento sobre el comportamiento de un circuito arrendado del cliente, y puede formar parte del SLA dentro del contrato de servicio convenido con el cliente. Obsérvese que el cliente puede ser otro NO (mayorista) que proporciona una parte (de la totalidad) del circuito arrendado a un SP (detallista) que a su vez suministra el servicio a un cliente usuario de extremo.

A.2 Intercambio de información de avería

Cuando se recibe un informe de avería (por ejemplo un informe de dificultad de un cliente o de un NO que efectúa la conexión), debe obtenerse la siguiente información²:

- nombre, título y detalles de contacto relativos a la persona que informa la avería;
- tiempo (fecha y hora) del informe de avería en tiempo universal coordinado (UTC);
- designación del circuito defectuoso (véase UIT-T M.1400 [38]);
- síntomas de la avería;
- tiempo durante el cual se observó la avería antes de informarla;
- toda información conexa que pueda ayudar a eliminar la avería.

Se supone que el cliente ha efectuado todas las comprobaciones requeridas utilizando su propio sistema de supervisión y control de la aplicación, y ha determinado que la avería proviene del circuito arrendado del que el NO o los NO son responsables.

Los procedimientos normalizados de intercambio de información se describen en las Recomendaciones de la serie M.15xx. La Recomendación UIT-T M.1520 [40] define el intercambio de información normalizada entre los NO/SP. Recapitula las Recomendaciones pertinentes de las series M y E que requieren un intercambio de información entre NO/SP. La Recomendación UIT-T M.1535 [43] define los principios relativos a la información de mantenimiento que habrá de intercambiarse en el punto de contacto del cliente. La Recomendación UIT-T M.1537 [44] define la

² Algunos NO/SP han introducido documentación informatizada (por ejemplo, un sistema de tickets de dificultad) y un intercambio de órdenes de trabajo, y establecido un "departamento de ayuda" para circuitos arrendados, lo que facilita considerablemente las operaciones y la gestión de averías.

información básica de mantenimiento que habrá de intercambiarse con un cliente. La Recomendación UIT-T M.1539 [45] indica información que debe intercambiarse en el punto de contacto del cliente. La Recomendación UIT-T M.1532 [42] define un acuerdo, que puede concluirse entre un NO/SP y el cliente, sobre la calidad de funcionamiento desde el punto de vista del servicio de mantenimiento de la red.

Mediante servicios RGT mejorados, el cliente puede seguir continuamente el rastro de los problemas que se presentan en la red del NO/SP en lo que respecta a sus circuitos. Esto reduce el número de investigaciones que el cliente tiene que hacer en caso de que surjan problemas con su aplicación. El cliente puede utilizar una interfaz F de la RGT (véase UIT-T M.3300 [60]) y una estación de trabajo para visualizar la información de avería y de calidad de funcionamiento a través de una interfaz X pasándola al NO/SP. La Recomendación UIT-T M.3320 [59] sobre los requisitos de la interfaz X y la nueva Recomendación sobre la identificación de la información que habrá de intercambiarse a través de la interfaz X tratan de definir cómo el intercambio de información puede efectuarse en un entorno RGT de una manera más rápida y eficiente que con los métodos tradicionales.

Obsérvese que, en todos los casos, este intercambio de información puede incluir información sobre averías, configuración, contabilidad, calidad de funcionamiento y seguridad, es decir las áreas funcionales gestionadas por la RGT conocidas por "FCAPS" (*fault, configuration, accounting, performance y security*).

El cliente desea un rápido restablecimiento de su circuito. También desea saber:

- el lugar en que se produjo la avería;
- la naturaleza de la avería;
- y, sobre todo, cuándo se restablecerá el circuito, sea por eliminación de la avería, sea por conmutación a un circuito de reserva.

Antes de ejecutar una acción de mantenimiento correctivo o de prueba mediante una conexión en bucle, se debe pedir permiso al cliente para retirar el circuito del servicio.

A.3 Localización de averías

La figura 1/M.1375 [35] muestra ejemplos típicos de un procedimiento sistemático y coordinado para una localización eficiente de las averías. La localización inicial debe tratar de determinar lo más pronto posible si la avería se debe a la red de transporte que soporta el circuito arrendado o a cualquier equipo terminal proporcionado y mantenido por el NO/SP o el cliente. Una localización subsiguiente debe tratar de determinar qué sección concreta o qué equipo concreto del enlace ha fallado. Cuando se utilizan técnicas RGT, una identificación automática de la causa precisa de los problemas puede simplificar mucho la supervisión y localización de las averías. Cuando la localización de avería no se efectúa en un plazo razonable, los NO/SP invocarán el procedimiento de intensificación convenido (véase UIT-T M.1560 [47]) para facilitar la progresión de la localización.

Puede ser conveniente hacer referencia a la figura 1/M.1375 [35] como guía para la localización de averías y utilizar datos RGT donde sean aplicables. Estos datos pueden estar disponibles en diversas ubicaciones dentro del NO/SP. La red SDH que soporta el circuito arrendado SDH normalmente tendrá instalado un dispositivo de vigilancia de alarmas. El dispositivo de vigilancia de alarmas detecta e informa eventos y condiciones de interés que pueden producirse en las redes SDH. Estos eventos y condiciones pueden producirse dentro de los propios elementos de red que constituyen la red o estar relacionados con los elementos de red, como en el caso de las alarmas de edificios y de suministro de energía. Las alarmas son indicaciones generadas automáticamente por un elemento de red cuando se producen ciertos eventos o condiciones, por ejemplo la pérdida de la señal. Antes de declarar un fallo es necesario efectuar una comprobación de persistencia. El OS que gestiona el elemento de red normalmente tiene la aptitud para definir qué eventos y condiciones generan informes autónomos y qué otros serán informados a petición. Normalmente, los elementos de red tienen también registros de datos de las alarmas pasadas. Todos los eventos son marcados con una

indicación de tiempo y almacenados en estos registros. En UIT-T G.707 [3], UIT-T G.783 [5] y UIT-T G.784 [6] se dan detalles completos de la supervisión y gestión de los elementos de red SDH, incluidos los dispositivos de protección de sección múltiple. En UIT-T M.2140 [54] se ofrece más información sobre la correlación de eventos de la red de transporte.

La localización inicial de averías debe tratar de determinar si existe una avería y si la avería se ha producido en la porción nacional del circuito o en otro lugar. La utilización de información de alarma de red (disponible como se ha descrito anteriormente) y de mediciones de las características del enlace de acceso físico hasta el punto de conexión del cliente, es decir, hasta el punto que está bajo la responsabilidad del NO/SP, puede ser de utilidad. Además, el octeto de traza de trayecto de orden superior, J1, que contiene un identificador de punto de acceso (API, *access point identifier*) del trayecto que permite a un terminal receptor del trayecto verificar su continua conexión al transmisor deseado, puede ayudar en el proceso de localización de averías.

Otros medios auxiliares para la localización de averías los proporcionan el octeto de etiqueta de señal C2 en la POH de orden superior, que se codifica para indicar la composición o el estado de mantenimiento del trayecto VC-n, y el octeto de estado de trayecto G1, que transporta información sobre el estado y la calidad de funcionamiento del trayecto en retorno hacia una fuente de terminación de camino VC-n, detectada por un sumidero de terminación de camino. Esta prestación permite la supervisión del estado y la calidad de funcionamiento del camino dúplex completo (el trayecto bidireccional, esto es, el circuito) tanto en uno como en el otro extremo, o en cualquier punto a lo largo del camino. En UIT-T G.707 [3] se dan los detalles completos de estas funciones, así como de una capacidad similar para trayectos de orden inferior transportados por una red SDH. Otro dispositivo que ahora se adjunta al equipo de red SDH es el de la supervisión de conexión en cascada (TCM). Ésta puede ayudar a determinar si los errores detectados en un dominio del NO/SP se han producido en este dominio o vienen del exterior.

Cuando se determina que se ha producido una avería fuera de una porción nacional del circuito (es decir, en la porción internacional o en la porción nacional distante), deberá asignarse a un punto de señalamiento de averías que tenga bajo su responsabilidad las actividades de mantenimiento internacionales. Por lo general, éste será el punto de señalamiento de averías que tiene a su cargo el sistema de transmisión SDH. Cuando una avería se asigna a otro punto de señalamiento de averías, debe intercambiarse la información indicada en A.2. Se debe practicar una ulterior localización para tratar de identificar el elemento defectuoso lo más pronto posible. Cuando la localización de la avería (o su confirmación) no se realiza en un tiempo compatible con el tiempo de eliminación de la avería o con el tiempo de restablecimiento del circuito, especificados en el SLA/contrato, los NO/SP invocarán el procedimiento de intensificación convenido (véase UIT-T M.1560 [47]) para facilitar la progresión de la localización.

A.4 Restablecimiento del circuito

Normalmente, el restablecimiento del circuito arrendado SDH se obtendrá inicialmente mediante conmutación de protección en la red de transporte SDH. La conmutación de protección puede efectuarse por medio de arquitecturas de anillos SDH y diversos niveles de conmutación de protección de trayecto y de sección. En los casos de fallo catastrófico, es posible que esto no pueda conseguirse y que deba realizarse manualmente el encaminamiento alternativo de un circuito, o la reparación inmediata de la red de soporte. Para un restablecimiento temporal se utilizarán dispositivos especializados o capacidad de reserva disponible (véase más adelante). Sólo se debe recurrir a este tipo de restablecimiento cuando sea evidente que el restablecimiento normal de la red internacional no se realizará en un plazo razonable (véase el anexo D/M.1560 [47]).

De todos modos, habrá que determinar cuál de las dos opciones, reparación o conmutación a circuito de reserva, será la forma más rápida y estable de restablecer el circuito arrendado. Los NO/SP deberán tener en cuenta la urgencia del restablecimiento para cada sistema de transmisión SDH como se ha indicado en el intercambio preliminar de información para este suministro. Cuando el

tiempo hasta el restablecimiento del circuito no está de acuerdo con el SLA/contrato, los NO/SP invocarán el procedimiento de intensificación convenido (véase UIT-T M.1560 [47]).

A.5 Restablecimiento temporal del servicio

Se puede recurrir a un restablecimiento temporal del servicio cuando en la localización de la avería se determina que se ha producido un fallo en la red internacional y que este fallo puede afectar a circuitos arrendados SDH soportados por un importante enlace de transmisión internacional. Como fallos típicos de la red internacional que pueden requerir un restablecimiento temporal del servicio cabe citar la pérdida de un sistema de cable submarino o de un sistema de satélite. Sólo se debe recurrir al restablecimiento temporal del servicio cuando sea evidente que el restablecimiento normal de la red internacional no podrá conseguirse en un plazo razonable (véase el anexo D/M.1560 [47]) mediante conmutación de protección SDH.

A.5.1 Procedimientos para el restablecimiento temporal del servicio

Existen los dos procedimientos básicos siguientes:

- 1) Utilización de un dispositivo de restablecimiento temporal especializado que será, típicamente, un sistema internacional de transmisión SDH. Este procedimiento podrá utilizarse si se cumplen los dos criterios siguientes:
 - a) se ha producido un fallo de la red internacional y se ha observado que el restablecimiento normal no se conseguirá en un plazo razonable; y
 - b) se dispone de un dispositivo de restablecimiento temporal especializado.
- 2) Utilización de una capacidad de restablecimiento temporal disponible que, típicamente, podría encontrarse en sistemas internacionales de transmisión SDH que están conectados al mismo destino, aunque probablemente sigan una ruta física diferente dentro de la red internacional. Este procedimiento podrá utilizarse si se cumplen los cuatro criterios siguientes:
 - a) se ha producido un fallo de la red internacional y se ha observado que el restablecimiento normal no se conseguirá en un plazo razonable; y
 - b) no se dispone de ningún dispositivo de restablecimiento temporal especializado que pueda haberse proporcionado; y
 - c) se dispone de una capacidad de restablecimiento de reserva (en el canal o en el nivel de VC-n); y
 - d) los NO/SP participantes tienen la capacidad técnica y los procedimientos operativos para soportar la conmutación temporal de canales entre sistemas internacionales de transporte.

A.5.2 Tiempo hasta el restablecimiento del servicio

Los NO/SP deben tener en cuenta la urgencia del restablecimiento del servicio para cada sistema internacional de transmisión SDH como se menciona en el intercambio preliminar de información para su suministro (véanse UIT-T M.1045 [32] y UIT-T M.1400 [38]). Cuando el tiempo hasta el restablecimiento del servicio parezca inaceptable, los NO/SP invocarán el procedimiento de intensificación convenido (véase UIT-T M.1560 [47]).

A.5.3 Procedimiento de restablecimiento

El siguiente procedimiento de restablecimiento, en forma esquematizada, es para guía solamente. Serán necesarios procedimientos operativos detallados, convenidos entre los NO/SP participantes teniendo en cuenta la infraestructura de red disponible. Dichos procedimientos podrán incluir la utilización de una interfaz X de la RGT.

Cuando se ha producido un fallo del sistema internacional de transmisión SDH y se han satisfecho los criterios básicos de restablecimiento (véase A.5.1), los NO/SP participantes confirmarán que habrá de utilizarse cierta forma de restablecimiento temporal del servicio y convendrán en la forma de realizarlo. El servicio podrá restablecerse por medio del siguiente procedimiento:

- a) Confirmación de que el enlace internacional de transmisión SDH está defectuoso.
- b) Implementación de la conmutación de restablecimiento.
- c) Confirmación de que los circuitos arrendados han sido correctamente restablecidos.

A.5.4 Retorno al encaminamiento normal

Cuando el servicio pueda restablecerse a través de su ruta normal, esta operación deberá efectuarse como una interrupción planificada (véase UIT-T M.1540 [46]).

A.5.5 Información que debe intercambiarse

En dependencia del método de restablecimiento propuesto para uso, los NO/SP deben cerciorarse de que se ha intercambiado información preliminar adecuada (por ejemplo, designaciones y encaminamientos para cualquier sistema internacional de transmisión SDH que pueda utilizarse para el restablecimiento de circuitos especializados).

A.6 Reencaminamiento automático de enlaces internacionales de transmisión SDH

Para enlaces prioritarios como los que transportan circuitos arrendados SDH, los NO/SP pueden acordar equipar los enlaces con conmutadores de reencaminamiento automático, mediante los necesarios sistemas de supervisión. Estos pueden ser sistemas de reencaminamiento 1+1 o n+1.

En el caso de circuitos arrendados soportados por tales enlaces, el número de segundos consecutivos con muchos errores (CSES, *consecutive severely errored seconds*) debido a la conmutación del sistema internacional de transmisión SDH a un enlace de reserva debe reducirse al mínimo para cumplir los requisitos de los servicios soportados.

A.7 Precauciones que deben tomarse para el uso de sistemas de transconexión digitales

Los sistemas de transconexión digitales (DCS, *digital cross-connect system*), pueden ser de diferentes tipos. Algunos tratan la transconexión de señales de VC-n de baja velocidad y tienen puertos de acceso digitales STM-1. En dependencia de la velocidad binaria del trayecto digital que habrá de ser supervisado y probado, se utiliza para la señal uno o más VC del puerto de prueba. Otros tipos de equipos DCS se utilizan para señales de velocidades binarias más altas, por ejemplo, equipos que transconectan trayectos digitales STM-1/VC-4 y que están dotados de puertos de acceso digitales STM-4. La flexibilidad de muchos sistemas DCS de la jerarquía SDH es considerablemente mayor que la de los sistemas DCS de la jerarquía PDH. Para más información sobre los sistemas de transconexión SDH, véase UIT-T G.783 [5].

En el caso de un circuito internacional arrendado SDH, el DCS es típicamente el punto de encaminamiento, pues realiza una función de conmutación. Por tanto, el grado de disponibilidad del DCS tiene que ser muy alto. En previsión de que, no obstante, se produzca una avería grave en un DCS, el NO/SP debe tener a su disposición medios alternativos suficientes para relevar la unidad defectuosa. En la operación de conmutación al circuito o enlace de reserva es posible que haya que cargar las bases de datos y, cuando el DCS esté respaldando a otro, se debe comprobar si la versión del soporte lógico es compatible.

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 multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
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