

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.664

(03/2006)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Características de los medios de transmisión –
Características de los componentes y los subsistemas
ópticos

Procedimientos y requisitos de seguridad óptica para sistemas ópticos de transporte

Recomendación UIT-T G.664

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G

SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
Generalidades	G.600–G.609
Cables de pares simétricos	G.610–G.619
Cables terrestres de pares coaxiales	G.620–G.629
Cables submarinos	G.630–G.649
Cables de fibra óptica	G.650–G.659
Características de los componentes y los subsistemas ópticos	G.660–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

Recomendación UIT-T G.664

Procedimientos y requisitos de seguridad óptica para sistemas ópticos de transporte

Resumen

La presente Recomendación proporciona directrices y requisitos para técnicas destinadas a facilitar condiciones de funcionamiento seguras desde el punto de vista óptico (para los ojos y la piel de las personas) en interfaces ópticas de la red óptica de transporte, en concreto, para los sistemas que utilizan técnicas de amplificación Raman de alta potencia y para equipos albergados en ubicaciones restringidas y controladas.

La revisión de los requisitos CEI pertinentes hacen que el procedimiento ALS, definido en una versión anterior de la presente Recomendación para los sistemas SDH, ya no sea necesario, por lo que se ha convertido en un apéndice informativo. Además, esta Recomendación aporta nuevas directrices sobre el procedimiento APR para los sistemas que utilizan técnicas de amplificación Raman de alta potencia.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.664 fue aprobada el 29 de marzo de 2006 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

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 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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	Términos y definiciones	2
3.1	Definiciones.....	2
3.2	Términos definidos en otras Recomendaciones	3
3.3	Términos definidos en otras normas.....	3
4	Abreviaturas, siglas o acrónimos	3
5	Consideraciones generales.....	4
5.1	Consideraciones de seguridad para evitar lesiones en los ojos y la piel de las personas.....	4
5.2	Consideraciones para no dañar las fibras	5
6	Procedimientos y directrices.....	6
6.1	Generalidades	6
6.2	Procedimientos de APR en sistemas que utilizan amplificación óptica discreta.....	7
6.3	Procedimientos de APR para sistemas fundamentados en la amplificación de Raman distribuida.....	9
	Apéndice I – Ejemplos de arquitectura APR para sistemas que utilizan un OAC (con inclusión de los basados en la amplificación Raman)	11
I.1	Consideraciones sobre la utilización de un OAC en vez de un impulso para el rearranque automático	11
I.2	Descripción del procedimiento APR utilizando un OSC copropagante.....	12
I.3	Descripción del procedimiento APR utilizando un OSC contrapropagante ..	13
	Apéndice II – Descripción de los procedimientos ALS/APSD para sistemas monocanales punto a punto SDH	15
II.1	Introducción.....	15
II.2	Sistemas monocanales punto a punto SDH sin amplificadores de línea	16
II.3	Sistemas monocanales punto a punto SDH con amplificadores de línea.....	20

Recomendación UIT-T G.664

Procedimientos y requisitos de seguridad óptica para sistemas ópticos de transporte

1 Alcance

La presente Recomendación proporciona directrices y requisitos para técnicas destinadas a facilitar condiciones de funcionamiento seguras desde el punto de vista óptico (para los ojos y la piel de las personas) en interfaces ópticas de la red óptica de transporte, incluidos los sistemas SDH convencionales, para equipos albergados en ubicaciones restringidas y controladas.

La definición y especificación de los niveles de seguridad desde el punto de vista óptico quedan fuera del ámbito de esta Recomendación, puesto que vienen dadas por la CEI.

Los principales campos de aplicación son los sistemas destinados a la red óptica de transporte que utilizan amplificación Raman y los sistemas de multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM, *dense wavelength division multiplexing*) con un número alto de canales. A fin de facilitar la operación de estos sistemas, la presente Recomendación se centra en las técnicas de reducción automática de potencia (APR, *automatic power reduction*) con rearranque automático.

Para garantizar la compatibilidad con Recomendaciones anteriores sobre la seguridad óptica que ya no están vigentes, la presente Recomendación proporciona algunas descripciones sobre procedimientos de seguridad en el caso de sistemas SDH multicanal o de canal único con y sin amplificadores de línea. Asimismo, se aclara el motivo por el que los procedimientos que utilizan impulsos de rearranque para la interrupción automática del láser (ALS, *automatic laser shutdown*) y el corte automático de potencia (APSD, *automatic power shutdown*), definidos en una versión anterior de esta Recomendación, ya no son adecuados o necesarios para las aplicaciones definidas en las Recs. UIT-T G.691, G.693, G.695, G.957 y G.959.1.

También se ha considerado la repercusión de la transmisión bidireccional descrita en la Rec. UIT-T G.692.

Se presentan algunas indicaciones para proteger las fibras de daños cuando éstas operan a altos niveles de potencia óptica.

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.662 (2005), *Características genéricas de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos*.
- Recomendación UIT-T G.665 (2005), *Características generales de los amplificadores Raman y de los subsistemas con amplificación Raman*.
- Recomendación UIT-T G.691 (2006), *Interfaces ópticas para los sistemas monocanal STM-64 y otros sistemas de la jerarquía digital síncrona con amplificadores ópticos*.

- Recomendación UIT-T G.692 (1998), *Interfaces ópticas para sistemas multicanales con amplificadores ópticos*.
- Recomendación UIT-T G.693 (2006), *Interfaces ópticas para sistemas de conexión local*.
- Recomendación UIT-T G.783 (2006), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.872 (2001), *Arquitectura de las redes ópticas de transporte*.
- Recomendación UIT-T G.957 (2006), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.959.1 (2006), *Interfaces de capa física de red óptica de transporte*.
- CEI 60825-1 (2001), *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*.
- CEI 60825-2 (2005), *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*.
- CEI/TR 61292-4 (2004), *Optical amplifiers – Part 4: Maximum permissible optical power for the damage-free and safe use of optical amplifiers, including Raman amplifiers*.

3 Términos y definiciones

3.1 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1.1 interrupción automática del láser (ALS, *automatic laser shutdown*): Técnica (procedimiento) para interrumpir automáticamente la potencia de salida de transmisores láser y de amplificadores ópticos para evitar una exposición a niveles peligrosos.

3.1.2 reducción automática de potencia (APR, *automatic power reduction*): Técnica (procedimiento) para reducir automáticamente la potencia de salida de amplificadores ópticos para evitar la exposición a niveles peligrosos.

3.1.3 corte automático de potencia (APSD, *automatic power shutdown*): Técnica (procedimiento) para cortar automáticamente la potencia de salida de amplificadores ópticos para evitar la exposición a niveles peligrosos: en el contexto de la presente Recomendación, el término APSD es equivalente al término ALS.

3.1.4 pérdida de continuidad (de los enlaces ópticos): Situación que puede provocar la emisión de niveles peligrosos de potencia óptica en algún punto del trayecto de un sistema de transmisión óptica. Entre las causas comunes de la pérdida de continuidad en los enlaces ópticos están la ruptura del cable, los fallos de los equipos y la desconexión de los conectores.

3.1.5 canal óptico auxiliar (OAC, *optical auxiliary channel*): Señal óptica que falla al ocurrir una pérdida de continuidad de la fibra pero que no requiere niveles peligrosos de potencia para funcionar satisfactoriamente. Una aplicación de OAC son los canales de supervisión ópticos (OSC, *optical supervisory channel*).

3.1.6 trayecto (óptico) principal: Planta de fibras entre el punto MPI-S, S o S' del equipo transmisor y el punto MPI-R, R o R' del equipo receptor.

3.1.7 interfaces del trayecto principal: Interfaces con la planta de fibras.

3.2 Términos definidos en otras Recomendaciones

En esta Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otras Recomendaciones UIT-T:

Pérdida de señal (LOS, <i>loss of signal</i>)	Rec. UIT-T G.783
Tasa de pérdida de señal (LOS-O, <i>LOS overhead</i>)	Rec. UIT-T G.798
Cabida útil de pérdida de señal (LOS-P, <i>LOS payload</i>)	Rec. UIT-T G.798
Sección multiplex óptica (OMS, <i>optical multiplex section</i>)	Rec. UIT-T G.872
Canal de supervisión óptico (OSC, <i>optical supervisory channel</i>)	Rec. UIT-T G.692
Sección óptica de transmisión (OTS, <i>optical transmission section</i>)	Rec. UIT-T G.872

3.3 Términos definidos en otras normas

En esta Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en normas de la CEI:

Clase de laser (<i>laser class</i>)	CEI 60825-1
Nivel de riesgo (<i>hazard level</i>)	CEI 60825-2
Ubicaciones de acceso libre (<i>unrestricted locations</i>)	CEI 60825-2
Ubicaciones de acceso restringido (<i>restricted locations</i>)	CEI 60825-2
Ubicaciones de acceso controlado (<i>controlled locations</i>)	CEI 60825-2

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

AEL	Límite de emisión accesible (<i>accessible emission limit</i>)
ALS	Interrupción automática del láser (<i>automatic laser shutdown</i>)
APR	Reducción automática de potencia (<i>automatic power reduction</i>)
APSD	Corte automático de potencia (<i>automatic power shutdown</i>)
ASE	Emisión espontánea amplificada (<i>amplified spontaneous emission</i>)
BA	Amplificador reforzador (<i>booster amplifier</i>)
DEMUX	Demultiplexor (<i>demultiplexer</i>)
dLOS	Defecto de pérdida de señal (<i>loss of signal defect</i>)
IaDI	Interfaz intradominio (<i>intra-domain interface</i>)
LA	Amplificador de línea (<i>line amplifier</i>)
LOS	Pérdida de señal (<i>loss of signal</i>)
LOS-O	Tara de LOS (<i>LOS overhead</i>)
LOS-P	Cabida útil de LOS (<i>LOS payload</i>)
MPE	Exposición máxima permisible (<i>maximum permissible exposure</i>)
MPI	Interfaz del trayecto principal (<i>main path interface</i>)
MPI-R	Punto de referencia de la interfaz del trayecto principal en recepción (<i>receive main path interface reference point</i>)
MPI-S	Punto de referencia de la interfaz del trayecto principal en la fuente (<i>source main path interface reference point</i>)

MSP	Protección de sección múltiplex (<i>multiplex section protection</i>)
MUX	Multiplexor (<i>multiplexer</i>)
OA	Amplificador óptico (<i>optical amplifier</i>)
OAC	Canal óptico auxiliar (<i>optical auxiliary channel</i>)
OAR	Receptor con amplificación óptica (<i>optically amplified receiver</i>)
OAT	Transmisor con amplificación óptica (<i>optically amplified transmitter</i>)
OMS	Sección múltiplex óptica (<i>optical multiplex section</i>)
OSC	Canal óptico de supervisión (<i>optical supervisory channel</i>)
OTN	Red óptica de transporte (<i>optical transport network</i>)
OTS	Sección óptica de transmisión (<i>optical transmission section</i>)
PA	Preamplificador (<i>pre-amplifier</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
WDM	Multiplexación por división en longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Consideraciones generales

5.1 Consideraciones de seguridad para evitar lesiones en los ojos y la piel de las personas

En CEI 60825-2 se aclara la diferencia entre clase de láser y nivel de riesgo. El texto que sigue está extraído de CEI 60825-2.

"**Clase:** se refiere al esquema mediante el cual, de acuerdo con los niveles de emisión, un producto o emisor interno puede agruparse con respecto a su seguridad. Estos niveles se describen en Accessible Emission Limit Tables, en CEI 60825-1. Las clases van desde la clase 1, que es segura en condiciones razonablemente previsibles, a la clase 4 que es potencialmente el caso con más riesgo. En CEI 60825-1, la clasificación de los productos se basa en condiciones de funcionamiento racionalmente predecibles, incluidas las condiciones de avería simple."

"**Nivel de riesgo:** término empleado en esta misma norma que se refiere al riesgo potencial de emisiones láser en cualquier ubicación en un sistema de comunicaciones de fibra óptica extremo a extremo que puede ser accesible durante la utilización o mantenimiento o en el caso de un fallo o desconexión de la fibra. La evaluación del nivel de riesgo emplea las tablas Class Accessible Emission Limit descritas en CEI 60825-1."

"Un sistema de telecomunicación por fibra óptica en conjunto no será clasificado de la misma forma según las prescripciones de la CEI 60825-1. Ello es debido a que, en la puesta en servicio internacional, la radiación óptica está totalmente encerrada, y puede avanzarse que una interpretación rigurosa de la CEI 60825-1 atribuiría la clase 1 a todos los sistemas, lo que no reflejaría exactamente el riesgo potencial."

"De acuerdo con este enunciado, un sistema de comunicaciones de fibra óptica completo puede contemplarse como un producto láser de clase 1, puesto que en condiciones normales las emisiones están completamente encerradas (como en una impresora láser) y no se emitirá luz fuera de la envoltura de protección. Las personas solamente pueden quedar expuestas a un nivel de radiación óptica potencialmente peligroso en el caso de que se rompa la fibra o se suelte un conector óptico (y además los emisores o amplificadores internos tengan una potencia suficientemente elevada)."

"Por consiguiente, debe evaluarse el nivel de riesgo para cada puerto de salida óptico. Los límites del nivel de riesgo dependen de la gama de longitudes de onda "dominante", teniendo en cuenta que la CEI 60825-1 define límites diferentes para gamas de longitudes de onda diferentes.

En CEI 60825-1 se proporcionan detalles. Además, esta norma permite utilizar técnicas de reducción automática de potencia (APR) para conseguir niveles de riesgo más bajos (menos peligrosos) basándose en la potencia normal de la fibra y la velocidad de la reducción automática de potencia."

En la presente Recomendación se describen también en el apéndice II las técnicas de interrupción automática del láser (ALS) (en el caso de sistemas SDH) que tenían originalmente el mismo objetivo, es decir, proporcionar condiciones ambientales de trabajo seguras.

NOTA 1 – En los últimos años también se ha utilizado el término corte automático de potencia (APSD) para sistemas con amplificadores ópticos. Puesto que el término ALS se ha utilizado durante mucho más tiempo, en la presente Recomendación se utilizará también el término ALS, destacando que en este contexto el término APSD se considera equivalente al término ALS.

Los valores reales de los diversos límites de clase y niveles de riesgo figuran, respectivamente, en CEI 60825-1 y 60825-2. En CEI/TR 61292-4 se describen con mayor detalle los niveles reales y los tiempos de reducción de potencia para las diferentes categorías de seguridad.

Debe resaltarse, además, que en la evaluación del nivel de riesgo solamente se deben tener en cuenta aquellos niveles de potencia que puedan ocurrir en condiciones razonablemente previsibles. En CEI 60825-2 se dan descripciones y directrices para definir el significado de "razonablemente previsibles".

A los fines de la presente Recomendación se supone que el equipo de la red óptica de transporte (OTN) en general (incluido el equipo SDH) se desplegará solamente en ubicaciones controladas y restringidas. En CEI 60825-2 se define que el nivel de riesgo de un equipo no debe exceder de 1M en las ubicaciones restringidas y de 3B en las ubicaciones controladas. En la CEI 60825-2 se proporcionan requisitos adicionales para las ubicaciones controladas, que caen fuera del ámbito de la presente Recomendación.

NOTA 2 – En las anteriores versiones de CEI 60825-1 y 60825-2 se empleaban, respectivamente, la clase 3A y el nivel de riesgo 3A. En muchos sistemas instalados en el terreno pudo haberse utilizado un nivel de riesgo 3A. En las últimas versiones de CEI 60825-1 y 60825-2, esta categoría 3A se ha sustituido por una nueva categoría 1M. En concreto, en la ventana de 1550 nm el límite de exposición 3A era un límite fijo, por oposición al nivel 1M, que se expresa mediante una fórmula y, como tal, queda definido por diversos factores especificados en CEI 60825-1 (por ejemplo, tiempo de exposición, longitud de onda, diámetro de campo modal, diámetro medido y distancia medida). Para las aplicaciones abarcadas por esta Recomendación, el nivel de riesgo 1M es generalmente superior que el límite de nivel de riesgo 3A anterior debido a la divergencia del haz de la fibra óptica en el espacio libre. En esta Recomendación, se hace una referencia general al nuevo nivel de riesgo 1M en vez del anterior nivel de riesgo 3A. En situaciones en que la evaluación del nivel de riesgo sea todavía 3A, se aconseja la utilización de las directrices aplicables al nivel de riesgo 1M.

En sistemas que tienen potencia operativa en la fibra y que exceden los niveles potencialmente peligrosos 1M o 3B en el caso de emplazamientos restringidos o controlados respectivamente, se utilizarán dispositivos APR o ALS para reducir de forma fiable la potencia operativa a un nivel por debajo del nivel de seguridad aplicable para el tipo de ubicación. En la cláusula 6 se definen requisitos más detallados.

Además, CEI 60825-2 da las directrices sobre la fiabilidad de los procedimientos APR.

5.2 Consideraciones para no dañar las fibras

Cuando se trabaja con fibras a altos niveles de potencia óptica, los conectores y las fibras podrían sufrir daños bajo ciertas circunstancias. Algunos de los aspectos de este funcionamiento a alta potencia de las fibras y conectores también se relacionan indirectamente con la seguridad. Por ejemplo, se podría originar un incendio causado por el calentamiento local de conectores contaminados que transportan alta potencia.

CEI/TR 61292-4 proporciona consejos en detalle sobre los siguientes temas:

- Fusión de la fibra y su propagación.
- Calentamiento producido por las pérdidas en los conectores o empalmes.
- Daños producidos en el extremo del conector causados por polvo/contaminación.
- Combustión/derretimiento del revestimiento de la fibra causado por la curvatura cerrada de la fibra.

Además, el Suplemento 39 de las Recomendaciones UIT-T de la serie G presenta información sobre el siguiente tema:

- Prácticas idóneas para la seguridad relacionada con la potencia óptica.

En especial, la propagación de la fusión de la fibra podría causar incendios. Aunque la utilización de las técnicas automáticas de reducción de potencia descritas en la presente Recomendación podría limitar la propagación de la fusión de la fibra, no se considera que ése sea uno de los objetivos primordiales de las técnicas de reducción de potencia.

6 Procedimientos y directrices

6.1 Generalidades

Por consideraciones de seguridad de los ojos, conformes con CEI 60825-1 y CEI 60825-2, puede ser necesario proporcionar una reducción automática de potencia (APR) óptica en caso de pérdida de potencia óptica dentro de una sección del trayecto óptico principal. Esta pérdida de potencia óptica puede ser debida, por ejemplo, a una rotura del cable de fibra, un fallo en el equipo, la desconexión de un conector, etc. Esta situación puede denominarse en términos generales pérdida de continuidad en el enlace de la fibra. Para facilitar un restablecimiento rápido del sistema después de la reconexión del enlace, se recomienda que se empleen procedimientos de APR con rearmado automático e incluso se recomienda que no se empleen procedimientos de APR que requieran rearmado manual.

En las cláusulas 6.2 y 6.3 se presentan los requisitos y directrices básicas relativas a los procedimientos de reducción automática de potencia (APR) y de rearmado en los sistemas en que sean inevitables niveles de potencia superiores al nivel de riesgo 1M, en ubicaciones de acceso restringido, o al nivel de riesgo 3B, en ubicaciones de acceso controlado (incluidas las aplicaciones de la OTN).

NOTA 1 – Podría ser conveniente contar con un mecanismo para deshabilitar el rearmado para que, por ejemplo, se pueda reparar una fibra rota sin la molestia de intentos prematuros de rearmado.

NOTA 2 – Aunque la norma CEI 60825-2 permite que se utilicen sistemas de nivel de riesgo 3B en ubicaciones controladas, se debe señalar que se admite el uso de sistemas restringidos al nivel de riesgo 1M (bien sea directamente o a través de los mecanismos de APR) tanto en ubicaciones de acceso restringido como en ubicaciones de acceso controlado, con lo que este tipo de sistema podría difundirse más.

En la anterior versión de esta Recomendación se utilizaban impulsos (de rearmado) transmitidos regularmente para facilitar la restauración del sistema. La utilización de impulsos constituía un medio conveniente para el rearmado en procedimientos compatibles transversalmente. Como se aclara en el apéndice II, la utilización de impulsos de rearmado con la potencia plenamente operativa, ya no se considera, no obstante, adecuada, dados los requisitos de seguridad revisados de la CEI. Puesto que aún no se han establecido en la UIT procedimientos alternativos de APR compatibles transversalmente, se recomienda especificar interfaces compatibles transversalmente con niveles de potencia óptica al nivel de riesgo 1M (o 3B en el caso de emplazamientos controlados) o inferiores.

Como se explica con mayor claridad en la cláusula 5, no es necesario proporcionar un procedimiento de reducción de potencia a los sistemas de niveles de riesgo 1 y 1M según CEI 60825-2. Esto no es, además, necesario en el caso de sistemas con nivel de riesgo 3B en ubicaciones controladas. Todos los niveles de potencia óptica actuales especificados en las Recs. UIT-T G.691, G.693, G.695, G.957 y G.959.1 tienen un nivel de riesgo 1M o inferior. En concreto, los niveles de las Recs. UIT-T G.693 y G.957 corresponden al nivel de riesgo 1, por lo que se consideran completamente seguros. Durante los debates relativos a la primera versión de la Rec. UIT-T G.957, se consideraba el proceso APR necesario para mantener una seguridad óptica suficiente. Por consiguiente, se definió un procedimiento de interrupción (denominado ALS). Dado que este procedimiento (que ya no se considera necesario para las aplicaciones indicadas anteriormente) se ha utilizado ampliamente durante los últimos años, por ejemplo, en los equipos terminales SDH, se describe en el apéndice II con fines históricos.

6.2 Procedimientos de APR en sistemas que utilizan amplificación óptica discreta

En esta cláusula, se dan los requisitos y directrices básicos para los procedimientos de reducción automática de la potencia (APR) y de rearranque para los sistemas basados en la amplificación óptica discreta, en que son inevitables los niveles de potencia por encima del nivel de riesgo 1M, y 3B en las ubicaciones controladas (incluidas las aplicaciones OTN).

Así como en otros casos descritos en la presente Recomendación, es necesario utilizar las técnicas APR en caso de que la suma de la potencia operativa (señal óptica principal) y la potencia de salida del láser de bomba de las interfaces ópticas exceda los niveles de riesgo aplicables definidos en CEI 60825-2. La potencia total es la suma de la potencia en cualquier dirección de todos los canales ópticos, la potencia de todos los láser de bomba y la potencia de los canales ópticos auxiliares (OAC, *optical auxiliary channels*), en caso de que se utilicen. En esta Recomendación, se considera que el canal óptico de supervisión (OSC, *optical supervisory channel*) es un caso particular de OAC.

En la cláusula 6.1 se recomienda que se utilicen únicamente procedimientos de APR que habiliten el rearranque automático. Al momento de publicarse esta Recomendación, las únicas metodologías identificadas de APR que pudieran proporcionar rearranque automático eran las basadas en la utilización de OAC. Por lo tanto, se recomienda que se utilicen los procedimientos de APR fundamentados en un OAC para lograr el rearranque automático. En el apéndice I se presentan algunos ejemplos particulares de aplicación. A la fecha de publicación de esta Recomendación no se había aún definido un OAC compatible transversalmente y por lo tanto queda en estudio la especificación de un procedimiento de APR con rearranque automático, capaz de soportar la operación con interfaces ópticas compatibles transversalmente.

El tiempo en que debe alcanzarse la reducción de potencia depende del nivel de potencia operativa real. Dicho de otro modo, cuanto más alto es el nivel de potencia, más corto debe ser el tiempo de interrupción. Los requisitos para los tiempos de interrupción pueden calcularse según los parámetros descritos en CEI 60825-1.

Después de la reducción de potencia, el nivel de potencia total restante, es decir, la suma de la potencia proveniente de todos los canales ópticos, la potencia restante de los láser de bomba y de la potencia procedente de un OAC, debe encontrarse dentro del nivel de riesgo 1M (o 3B en ubicaciones controladas), señalándose que no se excluye la reducción de la potencia total a un valor dentro del nivel de riesgo 1, o incluso la interrupción completa.

En la figura 1 se muestra la descripción genérica de la APR para las aplicaciones OTN. Para los sistemas que utilizan un OAC, se dan en el apéndice I algunos ejemplos de aplicación de procedimientos de APR.

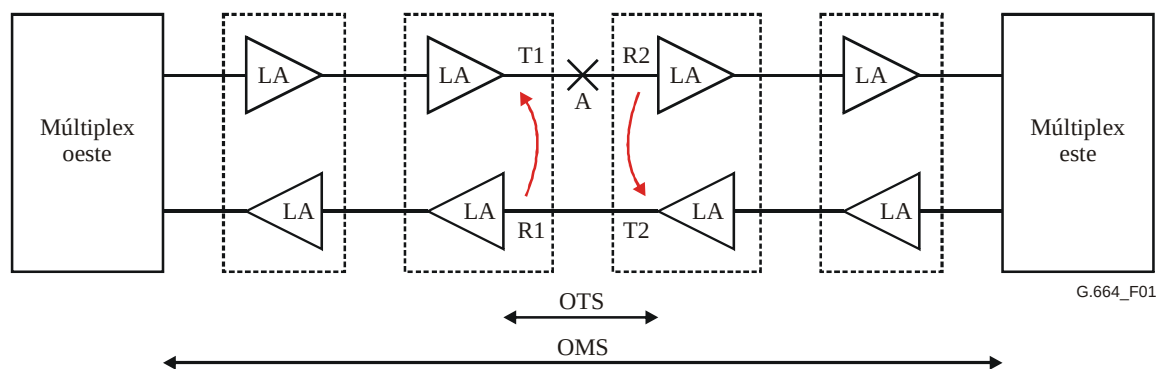


Figura 1/G.664 – Descripción de la capacidad APR en caso de pérdida de continuidad del cable

En caso de pérdida de continuidad del cable en el punto A de la figura 1, se utiliza el consiguiente indicador de defecto de la LOS disponible en la interfaz R2 en recepción para reducir la potencia de salida de la interfaz de transmisión T2, que es la fuente adyacente en la dirección opuesta. Esto se detecta en la interfaz de recepción R1 que también a su vez reduce la potencia de salida de la interfaz de transmisión T1. El principio de detección de la reducción de potencia en R1 queda en estudio. En el caso de las aplicaciones OTN, puede utilizarse la LOS-O (tara de pérdida de señal, *LOS overhead*) y la LOS-P (cabida útil de la pérdida de señal, *LOS payload*). Las definiciones de LOS-O y LOS-P se dan en la Rec. UIT-T G.798.

NOTA 1 – En esta descripción genérica se reduce la potencia tanto en el enlace afectado como en el enlace de contrapropagación dentro OTS. En la cláusula I.3 se da un ejemplo de procedimiento en que sólo se reduce la potencia en el enlace afectado.

NOTA 2 – En la Rec. UIT-T G.798 se define una instrucción de control de APR para las aplicaciones de la OTN.

La reducción de potencia hasta un nivel de riesgo 1M para ubicaciones restringidas (o de 3B para las ubicaciones controladas) en todas las salidas ópticas dentro de la OTS afectada se llevará cabo dentro de un determinado tiempo (siendo el máximo 3 segundos) a partir del momento en que se interrumpe la continuidad en la OTS. El tiempo de interrupción específico depende de la potencia óptica operativa real y puede calcularse a partir de la especificación que en CEI 60825-1 se da de la exposición máxima permisible (MPE, *maximum permissible exposure*).

NOTA 3 – No se descartan acciones secundarias en otros amplificadores de la sección OMS afectada, incluidas las potencialmente activas en equipos exteriores a la OMS (por ejemplo, equipos monocanal), pero la correspondiente especificación cae fuera del ámbito de la presente Recomendación. Estas acciones secundarias no deberán interferir con los procedimientos de seguridad en las secciones OTS afectadas.

Una vez reparada la conexión en la OTS, es necesario efectuar un rearranque automático para restablecer la transmisión al interior de la OTS. Después del restablecimiento de la continuidad del enlace se puede restablecer la potencia de nivel superior al nivel de riesgo 1M (o 3B en ubicaciones controladas), después de transcurridos 100 s tras la pérdida de continuidad. Es factible un periodo menor que 100 s, pero debe tenerse en cuenta la posibilidad de que ocurran múltiples exposiciones dentro del periodo de 100 s, lo que podría exigir un periodo menor para la reducción de potencia APR.

Por motivos operativos, es conveniente que el resultado de los procedimientos APR mencionados anteriormente no sea la generación de las alarmas subsiguientes hacia adelante. En otros términos, las alarmas sólo deberán ser notificadas por la OTS afectada.

NOTA 4 – A fines de compatibilidad con versiones anteriores, se permite utilizar el procedimiento ALS descrito en la cláusula II.3 (en la figura II.1 se ilustra una modificación del procedimiento ALS relacionada con los requisitos de temporización) en sistemas multicanal SDH ya instalados y que poseen amplificadores

de línea con potencias de salida operacional del nivel de riesgo 3B (si se trata de ubicaciones de acceso restringido). En este caso, en relación con la figura II.5, y según la aplicación específica, "Tx" puede ser cualquier transmisor SDH, en combinación con una adaptación adecuada del equipo MUX/OA o el equipo MUX/OA. Además, "Rx" puede ser el receptor SDH correspondiente en combinación con una adaptación adecuada del equipo OA/DEMUX o con el equipo OA/DEMUX.

NOTA 5 – Los sistemas bidireccionales han de cumplir los mismos requisitos de seguridad óptica y deberán utilizar los mismos principios de los sistemas unidireccionales. La especificación precisa de estos procedimientos queda en estudio.

6.3 Procedimientos de APR para sistemas fundamentados en la amplificación de Raman distribuida

Los sistemas de transmisión óptica que utilizan amplificación Raman distribuida requieren una atención especial para garantizar condiciones de trabajo seguras desde el punto de vista óptico, puesto que podrían inyectarse en los cables de fibra óptica potencias de bomba elevadas (son comunes los niveles de potencia superiores a +30 dBm). Por consiguiente, es necesario aplicar procedimientos APR en todos los sistemas que utilizan amplificación Raman distribuida con niveles operativos de potencia superiores al nivel de riesgo 1M (o 3B en ubicaciones controladas). De esta forma se evitan riesgos de radiación de láser a los ojos o la piel de las personas y posibles riesgos adicionales, como un aumento de la temperatura (o incluso fuego), causados por un aumento de la absorción local debida a daños o contaminación en el conector. Como se especificó en 5.2, en el TR 61292-4 de la CEI se suministran más detalles.

Los sistemas basados en amplificación Raman distribuida difieren de los sistemas basados en amplificación óptica discreta debido a la posible presencia de láser de bomba en el extremo "receptor" del enlace, lo que envía una alta potencia óptica hacia atrás en el enlace. Para garantizar que la potencia emitida desde conexiones de fibra rotas o abiertas se mantengan en niveles seguros, es necesario reducir la potencia no sólo en las fuentes de la señal óptica principal, sino también en todos los láser de bomba inversos, incluidos los láser de bomba hacia atrás. Dado que la longitud de onda de funcionamiento de las bombas Raman suele diferir de la señal de datos real, es necesario realizar evaluaciones independientes en las distintas longitudes de onda utilizadas (es decir, tanto de la longitud de onda del láser de bomba como de la longitud de onda de la señal principal).

Por los mismos motivos que para los sistemas que utilizan amplificación óptica discreta (éstos se describen en 6.2), para los sistemas que empleen amplificación Raman distribuida se recomienda que se utilicen únicamente procedimientos que permitan el rearranque automático. Por lo tanto, se recomienda que para este caso se usen procedimientos que empleen un OAC para lograr el rearranque automático. En el apéndice I se presentan algunos ejemplos particulares de aplicación. A la fecha de la publicación de esta Recomendación no se había aún definido un OAC compatible transversalmente y por lo tanto queda en estudio la especificación de un procedimiento de APR con rearranque automático que esté en capacidad de soportar la operación con interfaces ópticas compatibles transversalmente.

Tras la reducción de potencia, el nivel de potencia total restante, es decir, la suma de la potencia proveniente de todos los canales ópticos, la potencia de los láser de bomba, en el caso de amplificación Raman distribuida, y de la potencia procedente de un OAC, debe encontrarse dentro del nivel de riesgo 1M (o 3B en ubicaciones controladas), señalándose que no se excluye la posibilidad de reducir la potencia total a un valor dentro del nivel de riesgo 1, o incluso la interrupción completa.

Adicionalmente, para los procedimientos APR descritos en esta cláusula se aplican los requisitos de temporización definidos en 6.2.

En el caso de aplicaciones fundadas en la amplificación Raman distribuida, debe modificarse la configuración que se muestra en la figura 1 debido a que existe una potencia de bomba hacia adelante y/o hacia atrás en la sección afectada.

En la figura 2 se muestra una configuración tanto con láser de bomba hacia adelante como hacia atrás en un tramo específico de un sistema (potencialmente multitramo) con amplificación Raman distribuida. T1 y T2 representan la interfaz transmisora en esta sección, mientras que R1 y R2 representan la interfaz receptora.

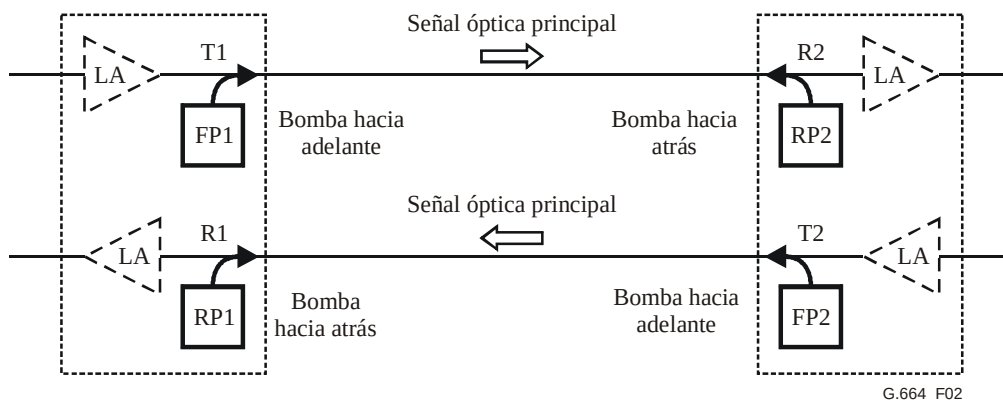


Figura 2/G.664 – Configuración que incluye láser de bomba hacia adelante y hacia atrás en una sección de un sistema de transmisión multitramo con amplificación Raman distribuida

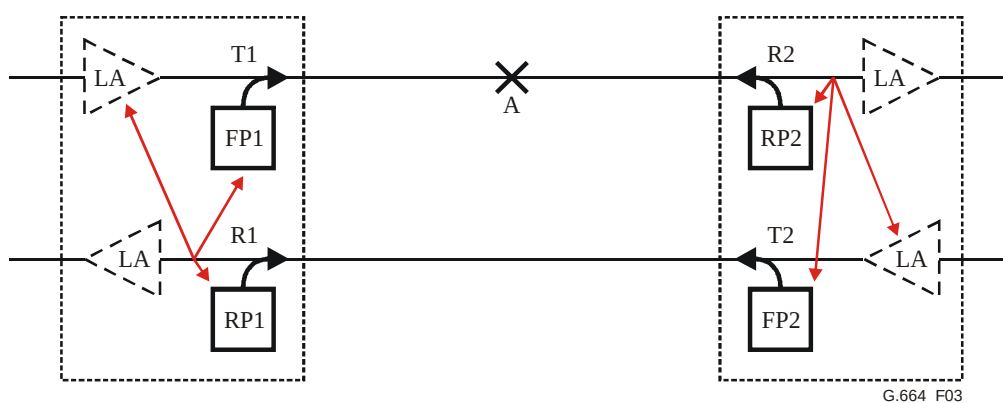


Figura 3/G.664 – Posibles medidas en caso de pérdida de continuidad en un cable

En caso de pérdida de continuidad en un enlace de fibra, como se muestra en la figura 3, es necesario tomar varias medidas para garantizar condiciones de trabajo seguras en el enlace afectado (en este caso, el enlace ascendente). Dependiendo de la aplicación de la arquitectura OAC, es necesario reducir la potencia únicamente en el enlace afectado, o también la potencia en el enlace inverso (en este caso, el enlace descendente). En cualquier caso, es necesario reducir tanto la potencia hacia adelante (bombeo y señal) como la potencia hacia atrás (bombeo). En el ejemplo de la figura 3, se detectará una LOS en R2, que deberá utilizarse para reducir la potencia de bombeo hacia atrás en R2 y la potencia hacia adelante en T2. La potencia hacia adelante en T2 deberá reducirse lo suficiente como para desencadenar una LOS en R1, que debería utilizarse para reducir la potencia de bombeo hacia atrás en R1 y la potencia hacia adelante en T1.

NOTA – Es necesario tomar las medidas necesarias para evitar que la posible presencia de una emisión amplificada Raman estimulada de reflejo impida el correcto funcionamiento de los detectores LOS.

Apéndice I

Ejemplos de arquitectura APR para sistemas que utilizan un OAC (con inclusión de los basados en la amplificación Raman)

I.1 Consideraciones sobre la utilización de un OAC en vez de un impulso para el rearmar automático

El procedimiento ALS definido en la cláusula II.2 se definió por primera vez en el periodo 1988-1990. Una parte esencial de este procedimiento ALS es la emisión frecuente de impulsos cortos (2 s), que funcionan con plena potencia óptica de transmisión, para rearmar los transmisores, y por ende los receptores, en ambos extremos del enlace interrumpido. Según las normas CEI válidas en aquel momento, un sistema que utilizase interfaces ópticas compatibles con la Rec. UIT-T G.957 resultaba seguro al utilizar el procedimiento ALS mencionado.

Desde entonces, la norma CEI 60825-1 ha sufrido varias modificaciones y, asimismo, es posible utilizar tecnología de amplificación óptica con mayores niveles de potencia de salida. En concreto, los sistemas que utilizan amplificadores Raman funcionan con niveles de potencia óptica sustancialmente superiores al límite de nivel de riesgo 1M.

Conforme se aclara en 6.1 y en el apéndice II, debido a los requisitos de seguridad revisados de la CEI, ya no se considera apropiado emplear en los procedimientos compatibles transversalmente, un método de rearmar basado en impulsos de rearmar emitidos frecuentemente a plena potencia operacional.

Por consiguiente, se han considerado maneras alternativas de realizar el rearmar. Uno de los métodos consiste en utilizar un canal óptico auxiliar (OAC) para verificar la conectividad del enlace.

Una aplicación corriente de los OAC son los canales ópticos de supervisión (OSC). Dado que el OSC generalmente funciona a un nivel de potencia óptica seguro (nivel de riesgo 1 ó 1M), puede mantenerse "vivo" en la fibra tras la reducción de la potencia hasta un nivel seguro. El restablecimiento de la comunicación del OSC indica el pleno restablecimiento de la continuidad del enlace, tras lo cual el sistema puede volver a su plena potencia operativa. De esta manera, se garantiza que la plena potencia operativa sólo esté presente en una configuración plenamente cerrada que garantiza la seguridad óptica.

NOTA 1 – El inconveniente de utilizar el OSC es que, cuando éste falla, no se realizará el rearmar automático. No obstante, ello no repercutirá en la seguridad del sistema.

Actualmente, no es necesario que haya un OSC en todos los enlaces compatibles transversalmente. Por otra parte, generalmente hay un OSC en las configuraciones de sistemas de interfaz intradominio (IaDI, *intra-domain interface*), que son sistemas privados. Por consiguiente, en este apéndice se muestran varios ejemplos de principios de procedimientos APR que utilizan el OSC para rearmar un sistema interrumpido tras una pérdida de continuidad del enlace de fibra óptica.

Una alternativa al OAC consiste en operar el sistema en la OTS afectada en niveles reducidos (seguros) de potencia tan pronto como ocurra la pérdida de continuidad. Se puede seguir de cerca, y verificar en consecuencia, la continuidad del enlace mediante un detector especializado concebido concretamente para detectar bajos niveles de potencia óptica. Una vez que se confirme la continuidad del sistema, el detector especializado desencadenará el rearmar del sistema. En este contexto, la operación a nivel reducido de potencia puede darse a un nivel constante o con impulsos, siempre y cuando se mantenga dentro del nivel de riesgo 1M (o 3B en ubicaciones controladas).

NOTA 2 – Es necesario confirmar que la posible presencia de una emisión amplificada Raman estimulada de reflejo no afecte el correcto funcionamiento de los detectores LOS.

I.2 Descripción del procedimiento APR utilizando un OSC copropagante

En la figura I.1 se muestra una configuración multicanal donde, en el enlace superior, además del "tráfico" transita un OSC, llamado OSC-WE, desde el múltiplex oeste al múltiplex este; y en el enlace inferior transita un OSC, llamado OSC-EW, desde el múltiplex este al múltiplex oeste. En el contexto de este ejemplo, esta configuración se denomina configuración de copropagación.

En caso de que ocurra una pérdida de continuidad en el punto A en la OTS indicada en la figura I.1, se dará en la interfaz R2 receptora tanto una LOS-P como una LOS-O. Por consiguiente, de conformidad con el procedimiento APR descrito en 6.2, la potencia óptica en la interfaz transmisora T2 deberá reducirse lo suficiente para alcanzar el nivel de riesgo adecuado. En caso de que también se utilicen amplificadores Raman de bombeo inverso, deberá asimismo reducirse la potencia enviada hacia atrás desde la interfaz receptora R2 al enlace superior. Al mismo tiempo, el OSC-EW deberá enviar una señal hacia la interfaz receptora R1 para indicar que en la interfaz transmisora T1 la potencia óptica debe reducirse del mismo modo. Las potencias tanto en T1 como en T2 deben reducirse en un periodo que depende de varios parámetros como la potencia operativa en la fibra, el diámetro de la fibra y la longitud de onda. Se pueden encontrar más detalles al respecto en CEI 60825-1. Cabe señalar que, en la interfaz receptora R1 también se dará una LOS-P, pero no una LOS-O y, por consiguiente, no deberá reducirse la potencia bombeada hacia atrás por los amplificadores Raman (de haberlos) al enlace inferior en la interfaz receptora R1.

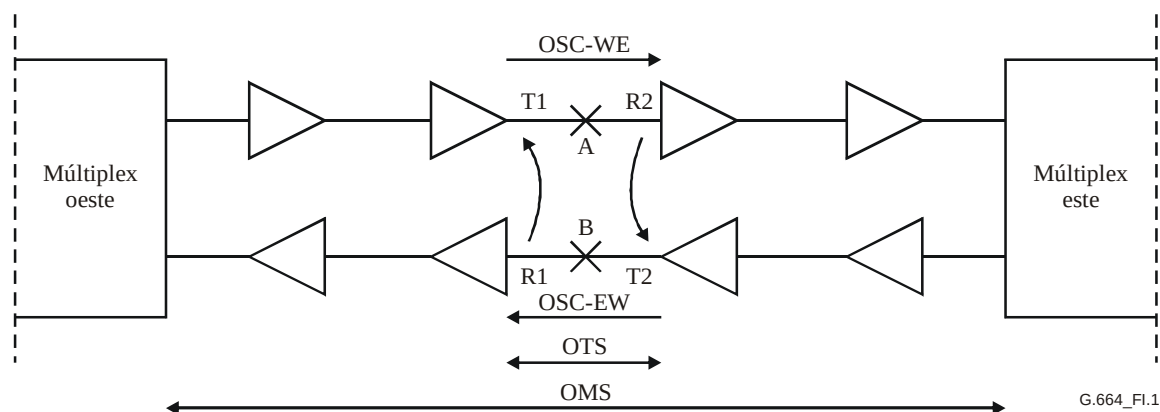


Figura I.1/G.664 – Descripción de la capacidad APR en caso de pérdida de continuidad en el cable en una configuración con un OSC copropagante

Cuando se haya restablecido la continuidad del cable de fibra en el punto A, desaparecerá la LOS-O en la interfaz receptora R2 y se restablecerá la plena comunicación del OSC. En este momento está garantizada una plena conectividad. La potencia de la interfaz transmisora T2 y el bombeo inverso (de haberlo) de la interfaz receptora R2 pueden restablecerse inmediatamente mientras el OSC-EW envía una señal a R1 indicando que la potencia en la interfaz transmisora T1 puede asimismo ser restablecida. Tal como muestra en la figura I.1, el caso de pérdida de continuidad de la fibra en el punto B es exactamente equivalente al de pérdida de continuidad de la fibra en el punto A.

En caso de pérdida simultánea de continuidad en ambas direcciones (tanto en el punto A como en el punto B), se dará una LOS-P y una LOS-O en ambas interfaces receptoras R1 y R2, desencadenando una reducción inmediata de la potencia tanto en T1 como en T2, y de la potencia de la bomba inversa en R1 y R2. En todos los casos, se mantendrá la potencia óptica asociada con el OSC.

Orden de las acciones/eventos:

- 1) Pérdida de continuidad del cable en el punto A.
- 2) LOS-O Y LOS-P en R2.
- 3) Reducción de la potencia en T2 Y reducción de la potencia de la bomba inversa en R2 Y señalización por parte del OSC-EW de la pérdida de continuidad hacia R1.
- 4) LOS-P Y recepción de mensaje por el OSC-EW en R1.
- 5) LOS-P o recepción de mensaje por el OSC-EW en R1 inicia la reducción de potencia en T1.
- 6) Reducción de la potencia del enlace hasta un nivel seguro.
- 7) Restablecimiento de la continuidad de enlace en el punto A.
- 8) Desaparición de LOS-O en R2, indicando el pleno restablecimiento de los enlaces OSC-WE y EW, confirmando la continuidad del enlace.
- 9) Restablecimiento de la potencia de la bomba inversa en R2 Y de la potencia hacia adelante en T2 Y señalando el OSC-EW el restablecimiento de la continuidad del enlace al multiplex oeste.
- 10) Desaparición de LOS-P en R1, Y R1 que recibe el mensaje de restablecimiento enviado por el OSC-EW.
- 11) Restablecimiento de la potencia hacia adelante en T1.
- 12) Desaparición de LOS-P en R2.
- 13) Restablecimiento completo del funcionamiento del enlace.

I.3 Descripción del procedimiento APR utilizando un OSC contrapropagante

En la figura I.2 se muestra una configuración multicanal donde, en el enlace superior, además del "tráfico" hay un OSC, denominado OSC-EW. Por oposición a la configuración descrita en I.2, este OSC viaja en dirección opuesta desde el multiplex este al multiplex oeste. En el enlace inferior transita un OSC, denominado OSC-WE, desde el multiplex oeste al multiplex este, también en dirección opuesta al tráfico. En el contexto de este ejemplo, esta configuración se denomina contrapropagante.

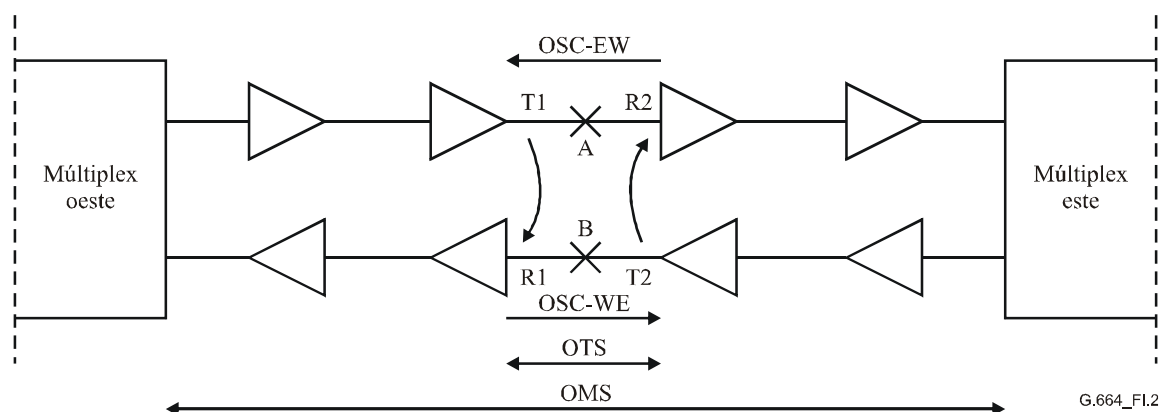


Figura I.2/G.664 – Descripción de la capacidad APR en caso de pérdida de continuidad de un cable en configuración OSC contrapropagante

En caso de pérdida de continuidad en el punto A en la OTS indicada en la figura I.2, se dará una LOS-P (cabida útil de LOS), en la interfaz receptora R2 y una LOS-O (tara de LOS) en la interfaz transmisora T1. Inmediatamente deberán reducirse la potencia óptica asociada con la cabida útil en la interfaz transmisora T1 y la potencia de la bomba inversa en R2 (de haberla) para alcanzar el nivel de riesgo adecuado. De este modo, el enlace superior es seguro y no es necesario interrumpir el enlace inferior, porque cada uno de ellos puede gestionarse por separado.

Las potencias tanto en T1 como en R2 deben reducirse en un plazo que depende de varios factores como la potencia operativa de la fibra, el diámetro de la fibra y la longitud de onda. Pueden encontrarse más detalles al respecto en CEI 60825-1.

Tan pronto se restablezca la continuidad del cable, desaparecerá la LOS-O de la interfaz T1 y se restablecerá la plena comunicación del OSC del enlace superior. En este momento está garantizada la plena conectividad, que será comunicada del multiplex oeste al este por el OSC-WE del enlace inferior. La potencia en la interfaz transmisora T1 y el bombeo inverso (de haberlo) de la interfaz receptora R2 pueden restablecerse inmediatamente.

Tal y como se muestra en la figura I.2, el caso de pérdida de continuidad de fibra en el punto B es exactamente equivalente al de pérdida de continuidad de fibra en el punto A.

En caso de pérdida simultánea de continuidad en ambas direcciones (tanto en el punto A como en el punto B), se dará una LOS-P y una LOS-O en ambas interfaces transmisoras T1 y T2, desencadenando una reducción inmediata de potencia tanto en T1 como en T2, y de la potencia de la bomba inversa tanto en R1 como en R2. En todos los casos, se mantendrá la potencia óptica asociada con el OSC.

Orden de las acciones/eventos:

- 1) Pérdida de continuidad del cable en el punto A.
- 2) LOS-O en T1 Y LOS-P en R2.
- 3) Reducción de la potencia en T1 Y reducción de la potencia de la bomba inversa en R2.
- 4) Reducción de la potencia del enlace hasta un nivel seguro.
- 5) Restablecimiento de la continuidad del enlace en el punto A.
- 6) Desaparición de LOS-O en T1, lo que indica el pleno restablecimiento del enlace OSC-EW, confirmando la conectividad del enlace.
- 7) Restauración de la potencia hacia adelante en T1 Y señalización por parte del OSC-WE del restablecimiento de la continuidad del cable al multiplex Este.
- 8) Restablecimiento de la potencia hacia atrás en R2.
- 9) Desaparición de LOS-P en R2.
- 10) Restablecimiento completo del funcionamiento del enlace.

Apéndice II

Descripción de los procedimientos ALS/APSD para sistemas monocanales punto a punto SDH

II.1 Introducción

En la primera versión de esta Recomendación, el procedimiento ALS descrito en el presente apéndice formaba parte del cuerpo principal. A causa de las modificaciones aportadas (desde 1984) a los documentos CEI 60825-1 y -2, el procedimiento al ALS ya no garantiza la seguridad óptica que se pretendía en un principio. En concreto, la utilización de una impulsión repetitiva para rearrancar el sistema ya no se considera adecuado por los motivos que se exponen a continuación. Además, los niveles de potencia óptica especificados en la Rec. UIT-T G.957 quedan todos dentro de la categoría nivel de riesgo 1 (plenamente seguros) y los de la Rec. UIT-T G.691, quedan dentro de la categoría nivel de riesgo 1M, que anteriormente se denominaba nivel de riesgo 3A (seguros sin ayuda visual).

Puesto que el procedimiento ALS se ha utilizado ampliamente en los equipos terminales SDH durante los últimos años, se describe en II.2 con fines históricos. Además, en II.3 se describe un procedimiento ALS modificado para el caso de que se utilicen amplificadores de línea. En este caso, se utilizan impulsos de re arranque más largos, lo que hace que el procedimiento sea aún menos adecuado.

El procedimiento ALS se definió originalmente en 1989 utilizando una versión de la CEI 60825 de 1984. En aquel momento, los niveles de potencia óptica definidos en la Rec. UIT-T G.957 para las ventanas de 1310 nm y 1550 nm se consideraban por encima del nivel de riesgo 1.

Desde entonces, la CEI 60825-1 ha sufrido diversas modificaciones y la última versión oficial es la edición 1.2 (2001-08).

En concreto, para el caso de un impulso de re arranque de 2,25 segundos, los límites de emisión accesible (AEL, *accessible emission limits*) se han modificado en la gama temporal de exposición correspondiente (0,35 a 10 s).

Puede calcularse a partir de la fórmula que figura en CEI 60825-1 que para un sistema de 1550 nm que utiliza el ALS y que se considera de nivel de riesgo 1, la potencia óptica máxima durante un impulso de re arranque de 2,25 segundos puede "únicamente" ser de 1,7 dB por encima del nivel de riesgo 1 para la potencia continua. Si la potencia del impulso de re arranque (que puede ser igual a la plena potencia operativa) supera este valor, el sistema superará el nivel de riesgo 1, por ejemplo, podrá ser de nivel de riesgo 1M. Esto significa que, en este caso, utilizar el procedimiento ALS tan sólo reduce el nivel de riesgo en una muy pequeña gama de potencia, de 0 a 1,7 dB por encima del nivel de riesgo 1 de la potencia continua.

Por ejemplo, un sistema SDH que utilice un amplificador reforzador con una potencia de salida de +16 dBm (nivel de riesgo 1M, anteriormente 3A), seguirá siendo 1M aun utilizando el ALS. Por consiguiente, el nivel de riesgo no será inferior al utilizar el ALS en este caso.

Otro ejemplo más específico es el de la aplicación de los códigos U-16,2 y V-64,2b en la Rec. UIT-T G.691, donde la gama de potencia de salida del transmisor se especifica entre +12 y +15 dBm. Esto supone un nivel de riesgo 1M independientemente de si se utiliza el ALS.

No obstante, en el caso de los sistemas monocanal con altos niveles de potencia operativa (hasta el límite de la clase 3B) la utilización del procedimiento ALS puede resultar en una reducción del nivel de riesgo a 1M (siempre y cuando se cumplan los requisitos de interrupción y re arranque de CEI 60825-2).

II.2 Sistemas monocanales punto a punto SDH sin amplificadores de línea

En esta cláusula se describe un procedimiento de interrupción y rearmado automáticos del láser (ALS) para sistemas monocanales SDH, que en un principio fue diseñado para soportar requisitos de seguridad óptica en interfaces ópticas SDH compatibles transversalmente. En II.3 se describe la adaptación de este procedimiento para los casos en que hay una presencia adicional de amplificadores de línea ópticos.

NOTA 1 – Como se menciona en II.1, generalmente no se alcanza un nivel de riesgo inferior por la plena potencia operativa del impulso de rearmado. El nivel de riesgo exacto al utilizar el ALS depende de diversos parámetros como la potencia operacional en la fibra, el diámetro de la fibra y la longitud de onda. En CEI 60825-1 se presentan otros detalles.

El procedimiento ALS consiste de dos etapas, la interrupción y el rearmado. Se utiliza una interrupción "completa" para desencadenar una LOS en los receptores pertinentes. La definición del rearmado es particularmente importante en el caso de interfaces transversalmente compatibles (dos proveedores equipos diferentes en los extremos del enlace). En el procedimiento ALS se utiliza un impulso de rearmado corto transmitido regularmente a plena potencia óptica operativa para comprobar si el enlace ha sido reparado. También es necesaria una plena potencia operativa para eliminar los defectos LOS en receptores pertinentes.

NOTA 2 – El procedimiento ALS, especificado en esta cláusula, y en particular las constantes de tiempo asociadas, está designado para operar correctamente sólo si no hay equipos adicionales entre MPI-S y MPI-R (véase la figura II.2).

En su sentido más amplio, un sistema monocanal SDH puede estar constituido por dos terminales (este y oeste) y una cadena de varios regeneradores, como se muestra en la figura II.1. Se supone que las interfaces ópticas entre estos terminales y regeneradores se ajustan a la Rec. UIT-T G.957. Además, pueden estar presentes preamplificadores y reforzadores ópticos para mejorar los presupuestos de potencia de estas interfaces.

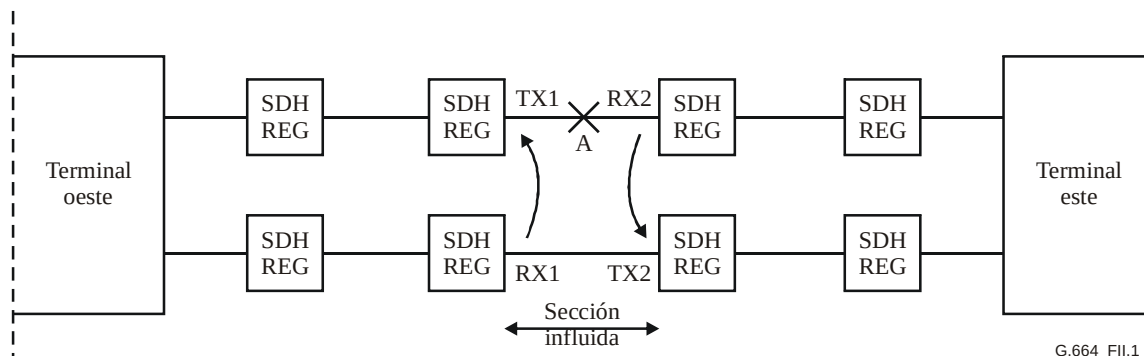


Figura II.1/G.664 – Aclaración del funcionamiento ALS en el caso de pérdida de continuidad en un cable en la cadena de regeneradores SDH

En la figura II.2 se muestra la configuración de referencia para una sola sección de la configuración anterior.



Figura II.2/G.664 – Configuración de referencia para la descripción de la capacidad ALS

En la figura II.2, "Tx" puede ser un transmisor conforme con la Rec. UIT-T G.957 (especificado en el punto de referencia S), o incluir amplificación óptica para incrementar la potencia de salida (es decir, OAT o BA en combinación con una adaptación adecuada del equipo conforme con la Rec. UIT-T G.957). Además, "Rx" puede ser un receptor conforme con la Rec. UIT-T G.957 (especificado en el punto de referencia R), o incluir preamplificación óptica (es decir, OAR o PA en combinación con una adaptación adecuada del equipo conforme con la Rec. UIT-T G.957). Las interfaces "oeste" y "este" pueden formar parte del equipo terminal o de los regeneradores eléctricos.

En caso de pérdida de continuidad en el punto A de la figura II.1, se utiliza el consiguiente defecto de pérdida de señal (dLOS, *loss of signal defect*) en el receptor RX₂ "convencional" para interrumpir la salida del transmisor TX₂ "convencional", que es el transmisor adyacente en la dirección opuesta. Esto conduce a su vez a un dLOS en el receptor RX₁ "convencional" que, también a su vez, interrumpe el transmisor TX₁ "convencional". Después del corte, la potencia de salida del transmisor será suficientemente pequeña para generar un dLOS en el lado receptor. En la Rec. UIT-T G.783 se da la definición de LOS. En todos los casos únicamente puede interrumpirse la sección afectada, lo que se ve claramente en la figura II.1.

Después de una presencia continua del defecto de LOS de 500 ms como mínimo de duración, se activará el comando de interrupción real, lo que producirá una reducción de la potencia de salida óptica en MPI-S en un plazo máximo de 800 ms a partir del momento en que se pierde la señal óptica en MPI-R.

NOTA 3 – Aunque CEI 60825-2 no requiere el corte completo de los transmisores "convencionales", en este caso resulta necesario, pues de otro modo no puede detectarse la pérdida de señal en el receptor "convencional". La potencia de salida restante de los amplificadores ópticos involucrados después de la interrupción de los transmisores "convencionales" se encontrará dentro del nivel de riesgo 1M para equipos en ubicaciones restringidas, debiéndose señalar que ello no excluye la reducción a un valor dentro del nivel de riesgo 1 (incluida la posibilidad de una interrupción completa).

Se supone que los reforzadores ópticos funcionan según una configuración maestro/esclavo, es decir, cuando la señal de entrada se desvanece, la señal de salida debe interrumpirse, y cuando la señal de entrada retorna, la potencia de salida deberá restablecerse. No será necesario interrumpir la salida del preamplificador en el caso de que se encuentre dentro del nivel de riesgo 1 ó 1M bajo condiciones razonablemente previsibles, como se aclara en CEI 60825-2.

En la figura II.3 se muestra un diagrama conceptual del procedimiento de interrupción automática del láser y del rearranque, para el que cabe destacar que esta figura no pretende ser un diagrama de estados. La figura II.4 muestra una aclaración de los requisitos de temporización de la interrupción asociados.

NOTA 4 – Si se implementa la interrupción automática del láser, ésta no debe afectar la capacidad de seccionalización por avería en el caso de pérdida de señal en el transmisor o el receptor debido a causas distintas de la rotura del cable.

Cuando se ha reparado la continuidad del cable, es necesario aplicar un re arranque automático o manual de conformidad con la figura II.3 en TX₁ o TX₂, para restablecer la transmisión. El principio de re arranque de un sistema interrumpido consiste en el uso de un impulso de re arranque, que se encontrará dentro del nivel de riesgo 1M (no excluyéndose el nivel de riesgo 1) para hacer mínimo el riesgo de exposición a niveles de potencia peligrosos.

NOTA 5 – Este texto no implica que el re arranque automático y el manual deban implementarse simultáneamente.

NOTA 6 – En la figura II.3 se especifica el retardo mínimo entre los impulsos de re arranque en 100 s, pero para tener compatibilidad con Recomendaciones que ya no existen, se puede utilizar un retardo mínimo de 60 s, si la potencia óptica en el impulso de re arranque es 3 dB inferior al permitido para el tiempo de retardo mínimo de 100 s. La CEI 60825 requiere que para calcular el nivel de riesgo se debe considerar la energía total del periodo de 100 s de todos los impulsos.

El tiempo de respuesta de activación de la combinación "transmisor"/"receptor" (como se muestra en la figura II.1), medido desde la entrada del "receptor" (punto MPI-R) a la salida del "transmisor" (punto MPI-S) debe ser menor de 0,85 s. Este tiempo de respuesta de 0,85 s se refiere a la diferencia de tiempo entre el momento en que la luz entra al "receptor" en el punto MPI-R y el momento en que el "transmisor" inicia la emisión de luz en el punto MPI-S en el caso en que el "transmisor" se encuentra en situación de corte. Los amplificadores ópticos deberán re arrancar de manera suficientemente lenta (dentro del tiempo de respuesta de activación mencionado anteriormente) para evitar, en la mayor medida posible, descargas ópticas.

El tiempo máximo de desactivación del reforzador y los preamplificadores deberá ser de 100 ms. Un reforzador y un preamplificador deben tener un tiempo máximo de activación de 100 ms y 300 ms, respectivamente.

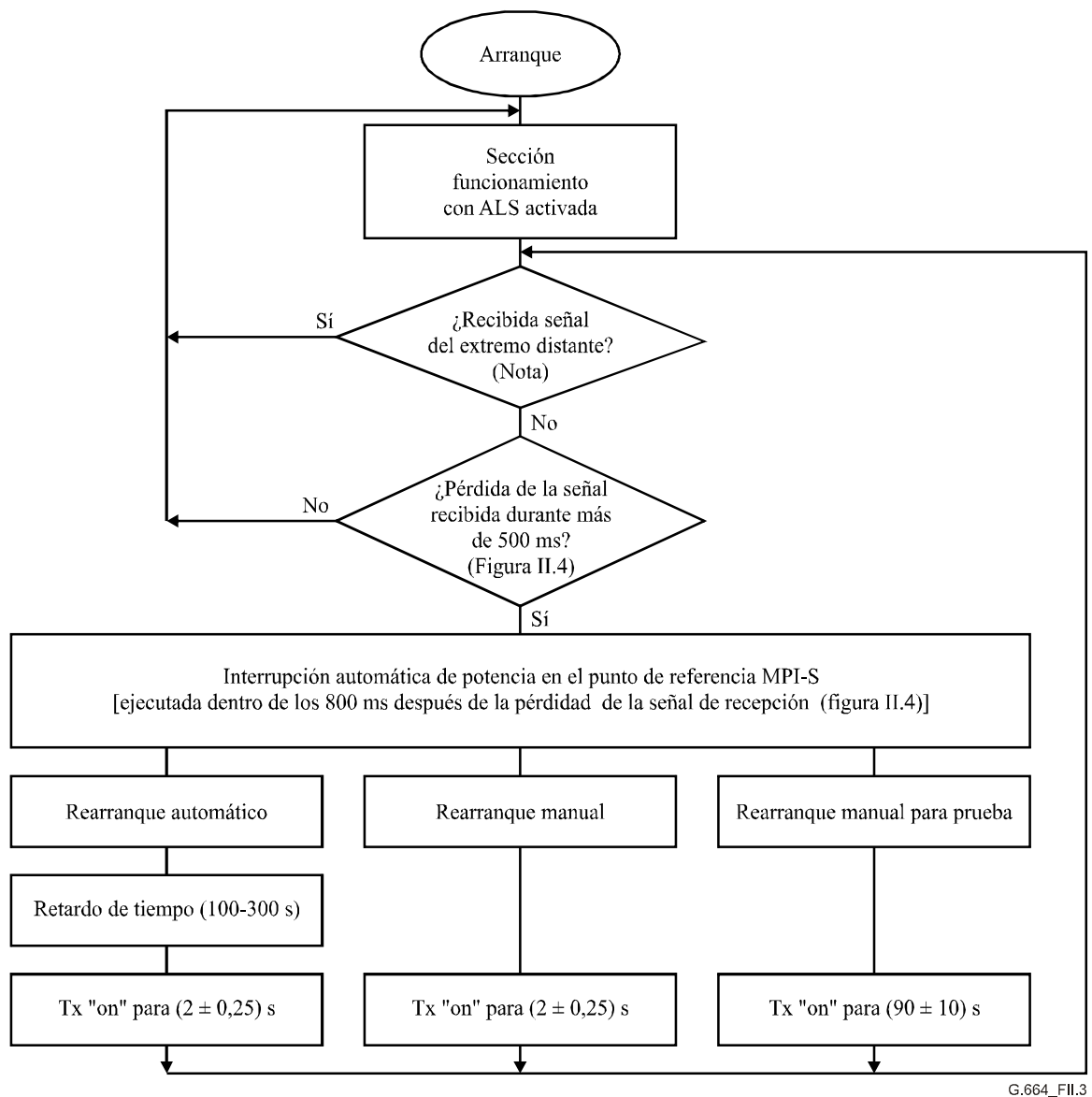
El cuadro II.1 resume las constantes de tiempo.

En las operaciones de prueba y supervisión se puede sortear el mecanismo de interrupción mediante la conmutación manual del láser.

NOTA 7 – Durante "el re arranque manual para prueba" debe cuidarse de manera específica que quede garantizada la conectividad al objeto de evitar la exposición a niveles ópticos peligrosos, en especial en los casos de nivel de riesgo 3B para equipos en ubicaciones restringidas. Además, para evitar una exposición prolongada accidental, se recomienda utilizar un retardo suficiente, por ejemplo 100 s, entre impulsos de re arranque manual.

El "re arranque manual" o el "re arranque manual para prueba" solamente se pueden activar cuando el láser está cortado.

En el caso en que esté implementada la conmutación de protección en el dominio eléctrico (por ejemplo, MSP o MSSPRING), un receptor del canal de servicio debe interrumpir un transmisor del canal de servicio. Análogamente, un receptor del canal de protección debe interrumpir un transmisor del canal de protección.



NOTA – "¿Recibida señal del extremo distante?" Está también activa cuando el transmisor se encuentra en situación de corte.

Figura II.3/G.664 – Interrupción y re arranque automáticos del láser que incluyen el procedimiento de prueba opcional

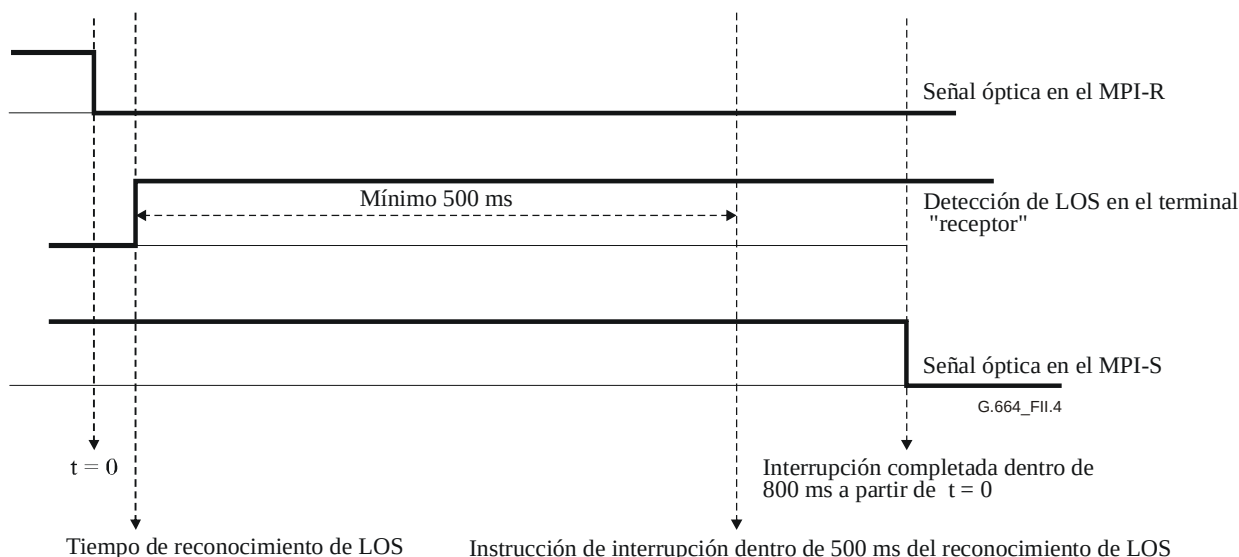


Figura II.4/G.664 – Aclaración de los requisitos de temporización de la interrupción

Cuadro II.1/G.664 – Constantes de tiempo para interrupción automática

Constante de tiempo	Puntos de referencia	Valor	Nota
Tiempo de activación de respuesta del terminal	MPI-R a MPI-S	850 ms máx.	
Tiempo de desactivación del terminal	MPI-R a MPI-S	(500-800) ms	1
Tiempo de desactivación BA	R' a MPI-S	100 ms máx	
Tiempo de activación BA	R' a MPI-S	100 ms máx	2
Tiempo de desactivación PA	MPI-R a S'	100 ms máx	2
Tiempo de activación PA	MPI-R a S'	300 ms máx	2
Longitud del impulso para rearmado manual y automático	N/A	(1,75-2,25) s	
Tiempo de repetición del impulso para rearmado automático	N/A	(100-300) s	
NOTA 1 – La condición LOS se aplica incluso en presencia del ASE.			
NOTA 2 – Los puntos de referencia S' y R' se especifican en la Rec. UIT-T G.662.			

II.3 Sistemas monocanales punto a punto SDH con amplificadores de línea

En algunos casos específicos de sistemas monocanales punto a punto SDH se insertan amplificadores de línea ópticos entre terminales y regeneradores SDH convencionales (además de la inserción de reforzadores y preamplificadores) con el fin de aumentar aún más la distancia física entre estos terminales y regeneradores. En la figura II.5 se muestra la configuración de referencia para esta aplicación. También en este caso los amplificadores de línea deben actuar según la configuración maestro/esclavo, como ya se expuso en II.2.

Para garantizar la compatibilidad con Recomendaciones que ya no están en vigor, se permiten las técnicas descritas en esta cláusula a fin de proporcionar condiciones de funcionamiento seguras en los sistemas SDH con amplificadores de línea ópticos y potencias de salida operacionales de un nivel de riesgo 3B en caso de ubicaciones restringidas.

Si se produce una pérdida de continuidad en algún punto situado entre MPI-S y MPI-R (véase la figura II.5), no sólo se interrumpirá la sección afectada, sino todas las secciones entre MPI-S y MPI-R. Los amplificadores de línea tendrán sus tiempos de respuesta de activación y desactivación específicos (por ejemplo, un tiempo máximo de activación de 300 ms y un tiempo máximo de desactivación de 100 ms). Por consiguiente, las constantes de tiempo de interrupción y re arranque especificadas en 6.2 no son lo suficientemente grandes para garantizar el funcionamiento adecuado del procedimiento ALS.

A fin de evitar la exposición a niveles peligrosos de potencia óptica, todos los amplificadores (reforzadores y amplificadores de línea) deberán tener tiempos de desactivación lo bastante cortos para poder adaptar la interrupción de todos los amplificadores situados entre MPI-S y MPI-R dentro de un lapso de 3 s a partir del momento en que se produce la interrupción real de la conexión.

NOTA 1 – Dependiendo de la potencia operacional real, puede que el tiempo de interrupción de tres segundos no sea lo suficientemente rápido. Se recomienda comprobarlo en CEI 60825-1.

A fin de permitir el re arranque automático de sistemas SDH con amplificadores de línea que están interrumpidos, puede ser necesario aumentar la longitud del impulso de re arranque (definido en II.2) por encima del máximo de 2,25 s (por ejemplo, aumentar a $9 \pm 0,5$ s), dependiendo el valor real del número de amplificadores de línea presentes. Se considera que la definición de la longitud revisada del impulso de re arranque, dependiendo del número real de amplificadores de línea insertados y su potencia de salida, queda fuera del alcance de la presente Recomendación. El impulso de re arranque deberá ser de un nivel de riesgo 1M, en el caso de ubicaciones restringidas.

NOTA 2 – El nivel real de potencia para garantizar un nivel de riesgo 1M depende de la longitud del impulso de re arranque, es decir los impulsos de re arranque más cortos pueden tener un nivel de potencia mayor que los impulsos más largos.

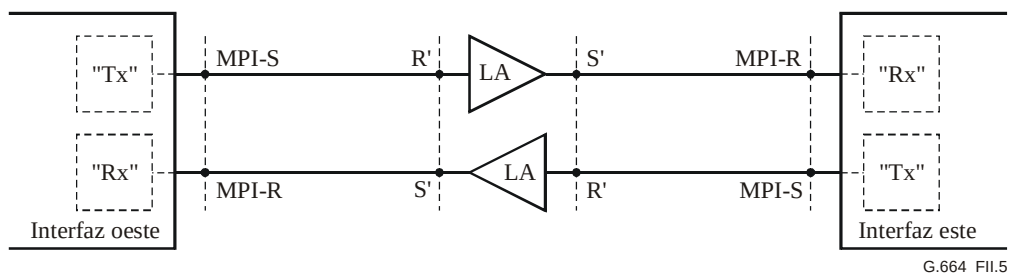


Figura II.5/G.664 – Configuración de referencia para la descripción de la capacidad ALS cuando estén presentes amplificadores de línea

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, 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	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación