



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.664**

(06/99)

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 de seguridad óptica y  
requisitos para sistemas ópticos de transporte**

Recomendación UIT-T G.664

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

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
<b>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</b>	
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 SATELITE 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
<b>EQUIPOS DE PRUEBAS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>	
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
<b>Características de los componentes y los subsistemas ópticos</b>	<b>G.660–G.699</b>
<b>SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL</b>	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

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

## **RECOMENDACIÓN UIT-T G.664**

### **PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD ÓPTICA Y REQUISITOS 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 (de nivel de riesgo 3A o inferior) en interfaces ópticas de la red de transporte óptica, incluidos los sistemas SDH convencionales, para equipos albergados en ubicaciones restringidas y controladas. Para aplicaciones SDH se especifica un procedimiento de interrupción y re arranque automáticos del láser con compatibilidad transversal. Además, se proporciona una clarificación de la norma CEI 60825 sobre seguridad óptica.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.664 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 15 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 22 de junio de 1999.

## 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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 N.º 1 de la CMNT.

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 *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *Administración*, *EER* y *correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

## 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 1999

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

1	Alcance .....	1
2	Referencias .....	1
3	Términos y definiciones .....	2
3.1	Definiciones .....	2
3.2	Términos definidos en otras Recomendaciones .....	2
4	Abreviaturas .....	2
5	Consideraciones generales sobre la seguridad óptica .....	3
6	Procedimientos .....	4
6.1	Generalidades .....	4
6.2	Sistemas monocanales punto a punto SDH sin amplificadores de línea .....	5
6.3	Sistemas monocanales punto a punto SDH con amplificadores de línea .....	9
6.4	Aplicaciones multicanal y OTN .....	10
6.5	Aplicaciones bidireccionales .....	12



## Recomendación G.664

# PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD ÓPTICA Y REQUISITOS PARA SISTEMAS ÓPTICOS DE TRANSPORTE

(Ginebra, 1999)

## 1 Alcance

La presente Recomendación proporciona directrices y requisitos para técnicas destinadas a facilitar condiciones de funcionamiento seguras desde el punto de vista óptico (de nivel de riesgo 3A o inferior) en interfaces ópticas de la red de transporte óptica, incluidos los sistemas SDH convencionales, para equipos albergados en ubicaciones restringidas y controladas. A fin de proporcionar compatibilidad transversal, es decir, la posibilidad de combinar equipos de diversos fabricantes en una sola sección óptica, esta Recomendación define también procedimientos para la interrupción automática del láser (ALS, *automatic laser shutdown*) y la reducción automática de potencia (APR, *automatic power reduction*) en interfaces ópticas donde se sobrepasan los límites de seguridad óptica especificados por normas reconocidas. Además, se incluye la clarificación del término alternativo existente corte automático de potencia (APSD, *automatic power shutdown*). La definición de los procedimientos de seguridad óptica para la red de acceso óptica cae fuera del ámbito de esta Recomendación.

Los principales campos de aplicación son los sistemas de línea de la jerarquía digital síncrona (SDH) convencionales (sin amplificadores ópticos) que se especifican en la Recomendación G.957, los sistemas de línea SDH con amplificadores ópticos y los sistemas destinados a la red de transporte óptica.

Se ha considerado también la repercusión de la transmisión bidireccional que se describe en la Recomendación G.692.

Al objeto de garantizar la deseada compatibilidad hacia atrás con Recomendaciones que dejarán de estar vigentes sobre el tema de la seguridad óptica, la presente Recomendación proporciona (además de requisitos) algunas opciones sobre procedimientos de seguridad en el caso de sistemas SDH multicanal o de canal único con amplificadores de línea.

## 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.

- Recomendación UIT-T G.662 (1998), *Características genéricas de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos*.
- Recomendación UIT-T G.692 (1998), *Interfaces ópticas para sistemas multicanales con amplificadores ópticos*.
- Recomendación UIT-T G.783 (1997), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.872 (1999), *Arquitectura de las redes de transporte ópticas*.

- Recomendación UIT-T G.957 (1995), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas basados en la jerarquía digital síncrona*.
- CEI 60825-1 (1998), *Safety of laser products. Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*.
- CEI 60825-2 (1993), *Safety of laser products. Part 2: Safety of optical fibre communication systems plus. Amendment 1 (1997)*.

### 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 trayecto (óptico) principal:** Planta de fibras entre el punto S o S' del equipo transmisor y el punto R o R' del equipo receptor.

**3.1.5 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> )	Recomendación G.783
Sección múltiplex óptica (OMS, <i>optical multiplex section</i> )	Recomendación G.872
Canal de supervisión óptico (OSC, <i>optical supervisory channel</i> )	Recomendación G.692
Sección de transmisión óptica (OTS, <i>optical transmission section</i> )	Recomendación G.872

### 4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

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> )
BA	Amplificador reforzador ( <i>booster amplifier</i> )
dLOS	Defecto de pérdida de señal ( <i>loss of signal defect</i> )
LA	Amplificador de línea ( <i>line amplifier</i> )

LOC-OTS	Pérdida de continuidad en una sección de transmisión óptica ( <i>loss of continuity on optical transmission section</i> )
LOS	Pérdida de señal ( <i>loss of signal</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> )
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 de supervisión óptico ( <i>optical supervisory channel</i> )
OTN	Red de transporte óptica ( <i>optical transport network</i> )
OTS	Sección de transmisión óptica ( <i>optical transmission section</i> )
PA	Preamplificador ( <i>pre-amplifier</i> )
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
WDM	Multiplexación por división de longitud de onda ( <i>wavelength division multiplexing</i> )

## 5 Consideraciones generales sobre la seguridad óptica

En esta cláusula se examina con más claridad la diferencia entre los términos "clase de láser", definido en CEI 60825-1, y "nivel de riesgo del láser", definido en 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 parte 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. Para CEI 60825 parte 1, la clasificación de los productos se basa en condiciones normales de funcionamiento.

**nivel de riesgo:** es un término de CEI 60825 parte 2 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 el servicio 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 parte 1.

En el anexo A de CEI 60825 parte 2 se proporciona la siguiente aclaración adicional: "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 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 del encerramiento. Las personas solamente pueden quedar expuestas a un nivel de luz potencialmente peligroso en el caso de que se rompa la fibra o se suelte un conector óptico y además los emisores 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, la CEI 60825-2 permite utilizar técnicas de reducción automática de potencia (APR, *automatic power reduction*) para conseguir niveles de riesgo más bajos (menos peligrosos) basándose en la potencia de funcionamiento de la fibra y la velocidad de la reducción automática de potencia. En la presente Recomendación se describen también las técnicas de interrupción automática del láser (ALS, *automatic laser shutdown*) (en el caso de sistemas SDH) que tienen el mismo objetivo, es decir, proporcionar condiciones ambientales de trabajo seguras.

NOTA – 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.

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 da un criterio como ejemplo para poder distinguir entre condiciones razonablemente previsibles y condiciones no previsibles.

A los fines de la presente Recomendación se supone que el equipo de la red de transmisión óptica (OTN, *optical transport network*) 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 3A en las ubicaciones restringidas y de 3B en las ubicaciones controladas. En la CEI 60825-2 se proporcionan requisitos adicionales para la ubicaciones controladas, que caen fuera del ámbito de la presente Recomendación.

En sistemas que no tienen potencia operativa en la fibra y que exceden los niveles potencialmente peligrosos 3A 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.

A partir de CEI 60825-2 se puede concluir que las técnicas de APR de los sistemas, que presentarían un nivel de riesgo demasiado elevado sin APR, deben estar operativas continuamente, es decir no deben desconectarse.

## **6 Procedimientos**

### **6.1 Generalidades**

Por consideraciones 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. Para facilitar un restablecimiento rápido del sistema después de la reconexión del enlace, se examinará en esta Recomendación un rearranque automático (o manual).

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 3A según la CEI 60825-2. Esto no es, además, necesario en el caso de sistemas con nivel de riesgo 3B en ubicaciones controladas. No obstante, con el fin de proporcionar una operación de interrupción adecuada de los reforzadores autónomos y preamplificadores insertados en los sistemas monocanales punto a punto SDH, se considera de utilidad proporcionar también facilidades de interrupción en las interfaces ópticas de larga distancia en 1550 nm de nivel de riesgo 1, como se especifica en la Recomendación G.957. En 6.2 se amplían detalles.

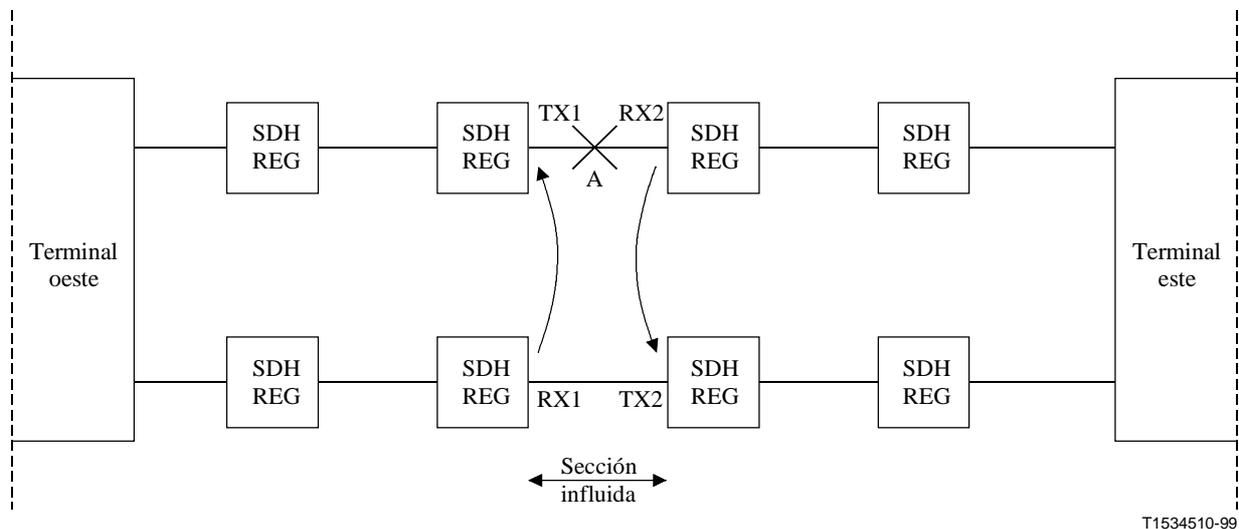
Con el fin de garantizar la compatibilidad hacia atrás con Recomendaciones que dejarán de estar en vigor, a continuación se hace una distinción entre sistemas monocanales punto a punto SDH sin amplificadores de línea, sistemas SDH con amplificadores de línea y sistemas multicanales en general (incluidas todas las aplicaciones de la red de transporte óptica).

## 6.2 Sistemas monocanales punto a punto SDH sin amplificadores de línea

En esta subcláusula se especifica un procedimiento de interrupción y rearranque automáticos del láser (ALS) para sistemas monocanales SDH, que es capaz de soportar requisitos de seguridad óptica en interfaces ópticas compatibles transversalmente. Como las interfaces ópticas especificadas en la Recomendación G.957 son, en principio, de nivel de riesgo 1 cuando han sido diseñadas adecuadamente, el procedimiento especificado en esta cláusula se destina a los sistemas SDH que utilizan, bien preamplificadores y reforzadores ópticos autónomos, bien transmisores con amplificación óptica (OAT, *optically amplified transmitter*) y receptores con amplificación óptica (OAR, *optically amplified receiver*) con una salida de potencia en funcionamiento de un nivel de riesgo 3B en ubicaciones restringidas. En 6.3 se describe la adaptación de este procedimiento en el caso de que haya también amplificadores de línea ópticos.

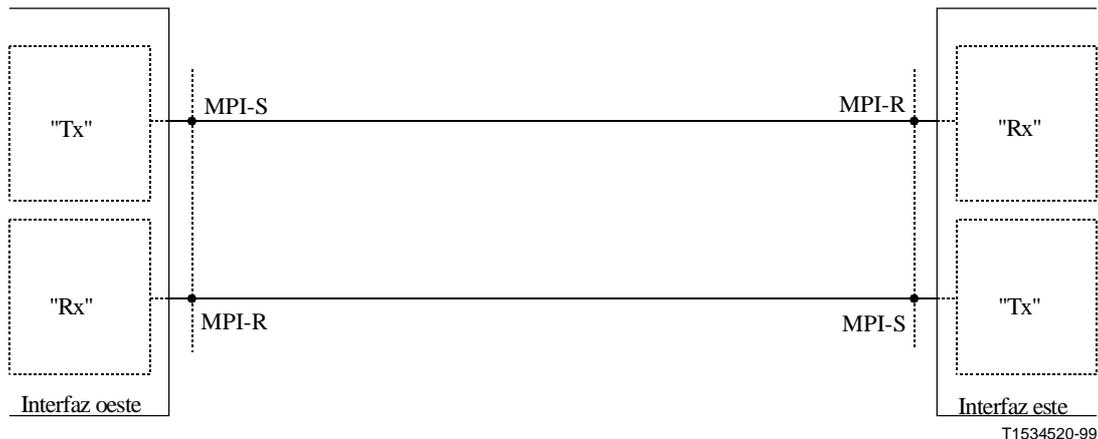
NOTA 1 – El procedimiento ALS, especificado en esta subcláusula, y en particular las constantes de tiempo asociadas, está designado para operar correctamente sólo si no hay equipos adicionales entre MPI-S y MPI-R (véase la figura 2).

En su sentido más amplio, un sistema monocanal SDH puede estar constituido por 2 terminales (Este y Oeste) y una cadena de varios regeneradores, como se muestra en la figura 1. Se supone que las interfaces ópticas entre estos terminales y regeneradores se ajustan a la Recomendación G.957. Además, pueden estar presentes preamplificadores y reforzadores ópticos para mejorar los presupuestos de potencia de estas interfaces.



**Figura 1/G.664 – Aclaración del funcionamiento ALS en el caso de rotura de cable en la cadena de regeneradores SDH**

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



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

En la figura 2, "Tx" puede ser un transmisor conforme a la Recomendación 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 a la Recomendación G.957). Además, "Rx" puede ser un receptor conforme con la Recomendación 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 a la Recomendación G.957). Las interfaces "Oeste" y "Este" pueden formar parte del equipo terminal o de los regeneradores eléctricos.

En caso de rotura del cable en el punto A de la figura 1, se utiliza el consiguiente defecto de pérdida de señal (dLOS, *loss of signal defect*) en el receptor RX<sub>2</sub> "convencional" para interrumpir la salida del transmisor TX<sub>2</sub> "convencional", que es el transmisor adyacente en la dirección opuesta. Esto conduce a su vez a un dLOS en el receptor RX<sub>1</sub> "convencional" que también a su vez interrumpe el transmisor TX<sub>1</sub> "convencional". Después del corte, la potencia de salida del transmisor será suficientemente pequeña para generar un dLOS en el lado receptor. En la Recomendación 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 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 2 – 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 3A 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 o 3A bajo condiciones previsibles razonables, como se examina con más detalle en la cláusula 5.

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

NOTA 3 – Si se implementa la interrupción automática del láser, ésta no debe dañar 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 conexión en el cable, es necesario aplicar un re arranque automático o manual de conformidad con la figura 3 en TX<sub>1</sub> o TX<sub>2</sub>, 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 3A (no excluyéndose el nivel de riesgo 1) para hacer mínimo el riesgo de exposición a niveles de potencia peligrosos.

NOTA 4 – Este texto no implica que el re arranque automático y el manual deban implementarse simultáneamente.

NOTA 5 – En la figura 3 se especifica el retardo mínimo entre los impulsos de re arranque en 100 s, pero para tener compatibilidad hacia atrás 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 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 deberán ser de 100 ms. Un reforzador y un amplificador deben tener un tiempo máximo de re arranque de 100 ms y 300 ms respectivamente.

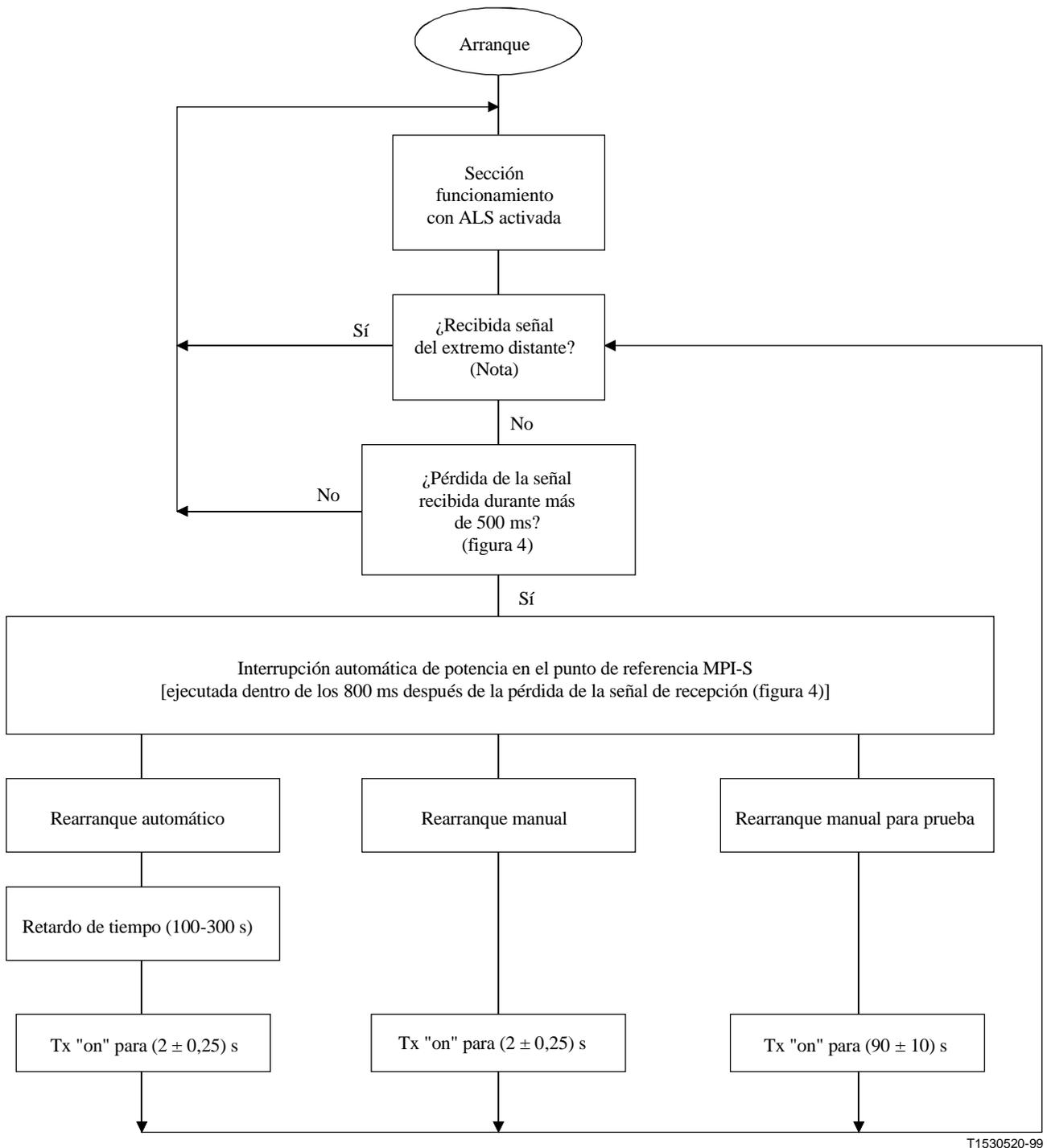
El cuadro 1 resume las constantes de tiempo.

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

NOTA 6 – 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, 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.

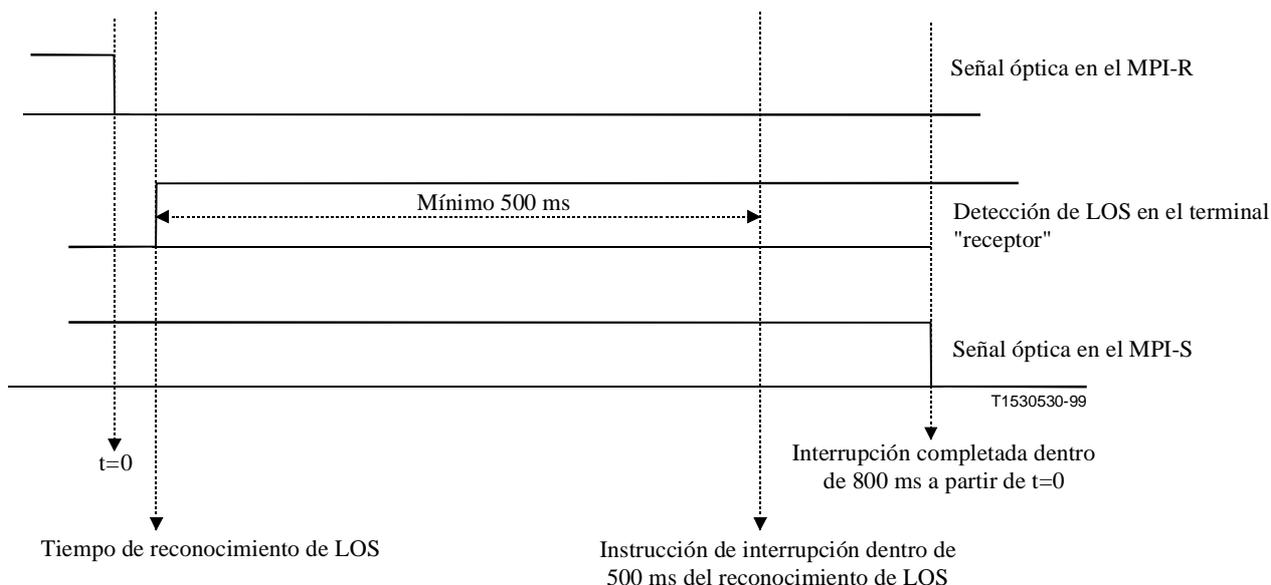
En el caso en que esté implementada la conmutación de protección en el dominio eléctrico (por ejemplo, MSP o MSSPRING), un receptor del canal de servicio debe interrumpir a un transmisor del canal de servicio. Análogamente, un receptor del canal de protección debe interrumpir a un transmisor del canal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



T1530520-99

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

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



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

**Cuadro 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 rearranque manual y automático	N/A	(1,75-2,25) s	
Tiempo de repetición del impulso para rearranque automático	N/A	(100-300) s	
NOTA 1 – La condición LOS aplica incluso en presencia del ASE.			
NOTA 2 – Los puntos de referencia S' y R' se especifican en la Recomendación G.662.			

### 6.3 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 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 6.2.

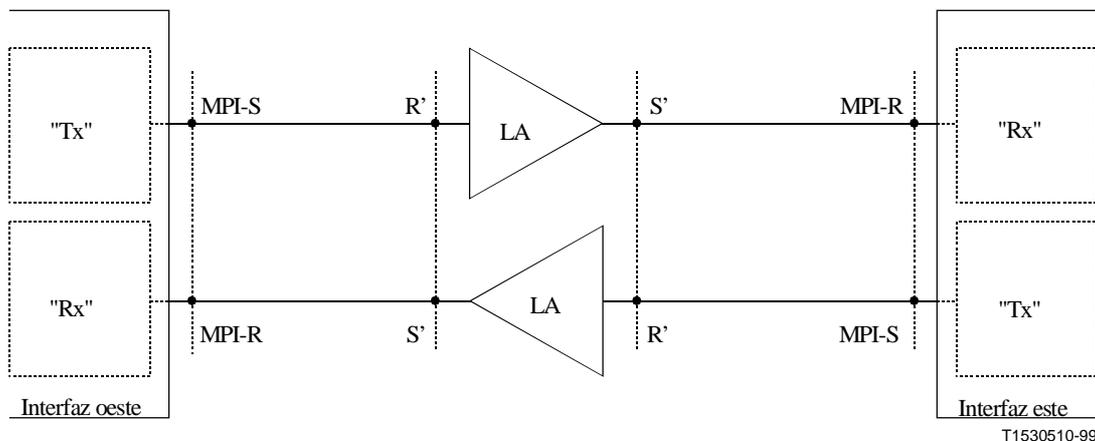
Para garantizar la compatibilidad hacia atrás con las Recomendaciones que dejarán de estar en vigor, se permiten las técnicas descritas en esta subcláusula a fin de proporcionar condiciones de funcionamiento seguras en los sistemas SDH con amplificadores de línea ópticos y potencias de salida operacionales de un nivel de riesgo 3B en caso de ubicaciones restringidas.

Si se produce un corte del cable en algún punto situado entre MPI-S y MPI-R (véase la figura 5), no solo 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 rearranque especificadas en 6.2 no son lo suficientemente grandes como 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 acomodar la desactivación de todos los amplificadores situados entre MPI-S y MPI-R dentro de un lapso de 3 segundos a partir del momento en que se produce la interrupción real de la conexión.

A fin de permitir el rearranque automático de sistemas SDH con amplificadores de línea que están interrumpidos, puede ser necesario aumentar la longitud del impulso de rearranque definido en 6.2 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 especificación de la longitud revisada del impulso de rearranque, dependiendo del número real de amplificadores de línea insertados y su potencia de salida, cae fuera del alcance de la presente Recomendación. El impulso de rearranque deberá ser de un nivel de riesgo 3A, en el caso de ubicaciones restringidas.

NOTA – El nivel real de potencia para garantizar un nivel de riesgo 3A depende de la longitud del impulso de rearranque, es decir los impulsos de rearranque más cortos pueden tener un nivel de potencia mayor que los impulsos más largos.

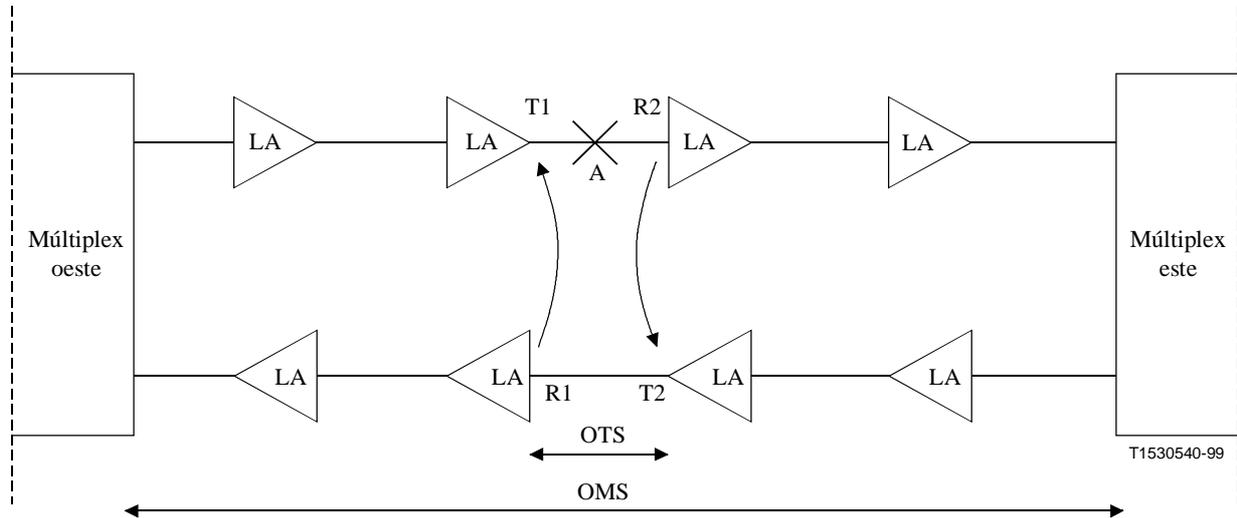


**Figura 5/G.664 – Configuración de referencia para la descripción de la capacidad ALS cuando estén presentes amplificadores de línea**

#### 6.4 Aplicaciones multicanal y OTN

En esta subcláusula, se dan los requisitos básicos para los procedimientos de reducción automática de la potencia (APR) y de rearranque para los sistemas multicanal en general, incluidas las aplicaciones OTN. Las técnicas APR son necesarias en el caso en que la potencia de salida operacional de las interfaces ópticas involucradas es de un nivel de riesgo 3B para ubicaciones restringidas (de conformidad con la norma CEI 60825-2). 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 y de la potencia procedente de un canal de supervisión óptica (OSC, *optical supervisory channel*), debe encontrarse dentro del nivel de riesgo 3A, 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.

NOTA 1 – Para lograr la compatibilidad hacia atrás, está permitida la utilización del procedimiento ALS descrito en 6.3 (modificación del procedimiento ALS que se muestra en la figura 6 en relación con los requisitos de temporización) para sistemas multicanal SDH ya instalados con amplificadores de línea que tienen potencias de salida operativas del nivel de riesgo 3B (en el caso de ubicaciones restringidas). En este caso, en relación con la figura 5, y dependiendo de la implementación específica, "Tx" puede ser cualquier transmisor SDH, en combinación con una adaptación adecuada del equipo MUX/OA o del equipo MUX/OA. Además, "Rx" puede ser el receptor SDH correspondiente en combinación con una adaptación adecuada del equipo OA/DEMUX o del equipo OA/DEMUX.



**Figura 6/G.664 – Descripción de la capacidad APR en caso de rotura del cable**

En caso de rotura del cable en el punto A de la figura 6, se utiliza el consiguiente defecto de pérdida de continuidad de la sección de transmisión óptica (LOC-OTS, *loss of continuity of optical transmission section*) en la interfaz R<sub>2</sub> en recepción para reducir la potencia de salida de la interfaz de transmisión T<sub>2</sub>, que es la fuente adyacente en la dirección opuesta. Esto se detecta en la interfaz de recepción R<sub>1</sub> que también a su vez reduce la potencia de salida de la interfaz de transmisión T<sub>1</sub>. El principio de detección en R<sub>1</sub> y la definición de LOC-OTS para aplicaciones multicanales y de OTN quedan en estudio.

La reducción de potencia hasta un nivel de riesgo 3A para ubicaciones restringidas en todas las salidas ópticas dentro de la OTS afectada se llevará cabo dentro de un intervalo de 3 segundos a partir del momento en que se interrumpe la continuidad en la OTS.

NOTA 2 – 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.

Cuando se ha reparado la conexión en la OTS, es necesario aplicar un rearranque automático o manual par restablecer la transmisión dentro de la OTS. Un rearranque no debe iniciarse antes de un periodo de 100 segundos desde la interrupción de la conexión o desde la finalización de una acción de rearranque anterior (infructuosa), a menos que la conectividad esté garantizada. Durante la acción de rearranque y después de la misma, la potencia óptica dentro de la OTS afectada no deberá exceder el nivel de riesgo 3A hasta que la conectividad esté garantizada.

NOTA 3 – El nivel de potencia real permitido durante la acción de rearranque depende de su duración.

El examen de los detalles reales de un procedimiento de rearranque adecuado para soportar el funcionamiento en interfaces ópticas compatibles transversalmente queda en estudio.

El resultado de los procedimientos APR mencionados anteriormente no deberá ser la generación de las alarmas subsiguientes hacia adelante. En otros términos, las alarmas solo deberán ser notificadas por la OTS afectada.

## **6.5 Aplicaciones bidireccionales**

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.

## **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
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
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 protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación