UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

M.2100

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

(10/92)

MANTENIMIENTO: RED DE TRANSPORTE INTERNACIONAL

LÍMITES DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO PARA LA PUESTA EN SERVICIO Y EL MANTENIMIENTO DE TRAYECTOS, SECCIONES Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE LÍNEA DIGITALES INTERNACIONALES

Recomendación M.2100

PREFACIO

El CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (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 Plenaria del CCITT, que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiarse y aprueba las Recomendaciones preparadas por sus Comisiones de Estudio. La aprobación de Recomendaciones por los miembros del CCITT entre las Asambleas Plenarias de éste es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 2 del CCITT (Melbourne, 1988).

La Recomendación M.2100 ha sido revisada por la Comisión de Estudio IV y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 2 el 5 de octubre de 1992.

NOTA DEL CCITT

En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una Administración de telecomunicaciones como una empresa privada de explotación reconocida de telecomu-nicaciones.

© UIT 1993

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.

Recomendación M.2100

LÍMITES DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO PARA LA PUESTA EN SERVICIO Y EL MANTENIMIENTO DE TRAYECTOS, SECCIONES Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE LÍNEA DIGITALES INTERNACIONALES

(Melbourne 1988; revisada y renumerada en 1992)

Resumen

Esta Recomendación proporciona los límites para la puesta en servicio y el mantenimiento de trayectos, secciones y sistemas de transmisión digitales internacionales en cada nivel de la jerarquía digital plesiócrona, a partir de 64 kbit/s. Se consideran las características de error, temporización y la disponibilidad. Se da un método para obtener los segundos con error y los segundos con muchos errores a partir de mediciones en servicio para todos los niveles jerárquicos.

Palabras clave

límite de puesta en servicio;

límite de mantenimiento;

segundos con error;

segundos con muchos errores;

objetivo de calidad de funcionamiento;

asignación de calidad de funcionamiento;

parámetro de característica con error;

disponibilidad;

indisponibilidad;

sección digital;

trayecto digital;

sistema de transmisión digital.

Abreviaturas

AIS	Señal de indicación de alarma (*alarm indication signal*)
BER	Tasa de errores en los bits (*bit error ratio*)
BIS	Puesta en servicio (*bringing-into-service*)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (*cyclic redundancy check*)
ES	Segundo con error (*errored second*)
FAS	Señal de alineación de trama (*frame alignment signal*)
ICPCE	Elemento núcleo de trayecto entre países (*inter-country path core element*)
IDCT	Centro internacional de transmisión digital (*international digital transmission center*)
IPCE	Elemento núcleo de trayecto internacional (*international path core element*)
LOF	Pérdida de alineación de trama (*loss of frame*)
LOS	Pérdida de la señal (*loss of signal*)
PCE	Elemento núcleo de trayecto (*path core element*)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (*plesiochronous digital hierarchy*)
PEP	Punto de terminación de trayecto (*path end point*)
PRBS	Secuencia pseudoaleatoria de bits (*pseudo-random bit sequence*)

PRPEP PEP de velocidad primaria (*primary rate path end point*)

RGT Red de gestión de las telecomunicaciones (*telecommunications management network*)

RDSI Red digital de servicios integrados

RPO Objetivo de calidad de funcionamiento de referencia (*reference performance objective*)

SDH Jerarquía digital síncrona (*synchronous digital hierarchy*)

SES Segundos con muchos errores (*severely errored second*)

1 Generalidades

La presente Recomendación tiene por objeto proporcionar límites para la puesta en servicio y el mantenimiento de trayectos, secciones y sistemas de transmisión digitales a fin de alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento establecidos para un entorno multiservicio. Estos objetivos incluyen los de característica de error (Recomendación G.821 [1]), temporización (Recomendación G.822 [2]) y disponibilidad. Esta Recomendación describe los parámetros y sus objetivos asociados con el fin de respetar los principios enunciados en las Recomendaciones M.20 [37], M.32 [38] y M.34 [39].

Los métodos y procedimientos para aplicar estos límites se describen en la Recomendación M.2120 [41] en lo que se refiere a los procedimientos de puesta en servicio y en la Recomendación M.2110 [42] en lo referente a los procedimientos de mantenimiento.

En la presente Recomendación se siguen ciertos principios que constituyen la base del mantenimiento de una red digital, a saber:

– es conveniente realizar mediciones continuas en servicio. En algunos casos (por ejemplo para la puesta en servicio), puede que sean necesarias mediciones fuera de servicio;

– debe emplearse un solo juego de parámetros para el mantenimiento de cada nivel de la jerarquía (este principio no se aplica a los límites);

– los límites de característica de error de los sistemas de transmisión dependen del medio de transmisión utilizado; sin embargo, debido a las muchas posibles estructuras de red, los límites de característica de error para los trayectos son independientes del medio de transmisión.

Como los límites de calidad de funcionamiento tienen por objeto satisfacer las necesidades de la red digital, que se encuentra en evolución, hay que reconocer que no todos los equipos y sistemas digitales existentes pueden respetar dichos límites.

En el futuro esta Recomendación o Recomendaciones asociadas abarcarán todos los trayectos, secciones y sistemas de transmisión digitales que funcionan a 64 kbit/s y a cualquier nivel superior de la jerarquía, incluido el acceso de abonado a la RDSI descrito en la Recomendación I.412 [3], tanto para la jerarquía digital plesiócrona (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*) descrita en la Recomendación G.702 [4], como para la jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*) descrita en las Recomendaciones G.707 [5], G.708 [6] y G.709 [7].

Actualmente esta Recomendación se refiere a los límites de característica de error de la capa del trayecto de velocidad primaria de la red PDH y a los criterios de evaluación de parámetros en servicio hasta la capa de cuarto orden.

1.1 *Convenio*

En esta Recomendación los términos «trayecto», «sección» y «sistema de transmisión» se sobreentiende que son digitales. Asimismo, la sigla RPO representa el objetivo de calidad de funcionamiento de referencia tanto para los ES como para los SES, salvo que se indique específicamente.

2 Característica de error para la PDH de 64 kbits y de velocidad primaria

2.1 *Modelos de referencia*

Se ha representado en la figura 1/M.2100 la relación física entre los trayectos internacionales de la capa de red de velocidad primaria y los trayectos de la capa de red de 64 kbit/s.

En la figura 2/M.2100 se representa una ampliación de este modelo que muestra un trayecto de velocidad primaria (tal como el W, X, Y o Z de la figura 1/M.2100) en términos de los elementos núcleo de trayecto (PCE, *path core elements*) (véase el § 2.1.2).

2.1.1 *Modelo ficticio de referencia de la calidad de funcionamiento, para trayectos internacionales de velocidad primaria y de 64 kbit/s*

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos esenciales en la figura 1/M.2100:

i) los trayectos de la capa de red de velocidad primaria pueden servir:

- a clientes de capas pares, por ejemplo, un canal H_{12} en el caso de trayectos de 2048 kbit/s, o
- a clientes de orden inferior, por ejemplo, una sección de 64 kbit/s de un trayecto en la capa de red de 64 kbit/s;

ii) a la parte internacional del trayecto de 64 kbit/s se le asigna el 40% de los objetivos de calidad de funcionamiento de referencia (RPO, *reference performance objetives*) de error extremo a extremo (véase el § 2.2 y el cuadro 1/M.2100);

iii) en el anexo A figuran algunos ejemplos de trayectos internacionales de velocidad primaria. En esos ejemplos también se ilustra la división del trayecto internacional de velocidad primaria en los PCE; en el cuadro 2/M.2100 aparecen los RPO de los PCE;

iv) para la determinación de los RPO de extremo a extremo (es decir, entre los PEP de velocidad primaria) se supone la adición simple de los RPO de los PCE. Asimismo, se supone la adición simple de los RPO de los trayectos internacionales de velocidad primaria conectados en cascada cuando se considera el RPO ofrecido a la sección de la capa de red de 64 kbit/s;

v) se precisa una cuidadosa planificación técnica para asegurar que los trayectos internacionales de velocidad primaria conectados en cascada respeten la asignación del 40%.

2.1.2 *Elementos núcleo de trayecto*

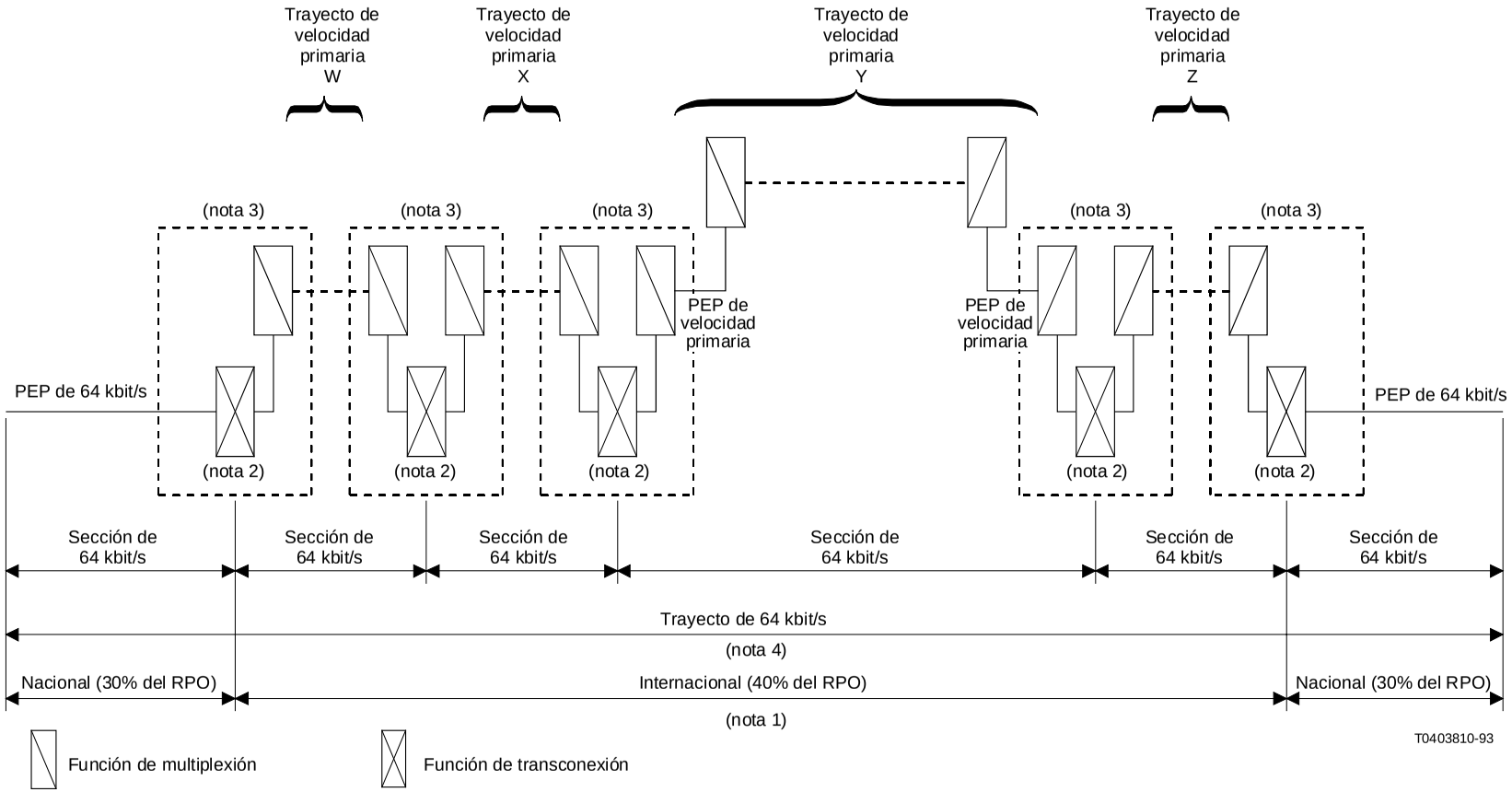
Se ha dividido un trayecto digital internacional en términos geográficos con la finalidad de distribuir el RPO. Estas partes se llaman elementos núcleo de trayecto.

Se utilizan dos tipos de PCE internacionales:

- Un elemento núcleo de trayecto internacional (IPCE) está entre un PEP internacional y una estación fronteriza en un país de terminación, o entre estaciones fronterizas en un país de tránsito.
- Un elemento núcleo de trayecto entre países (ICPCE) está entre las estaciones fronterizas adyacentes de los dos países involucrados. El ICPCE corresponde al trayecto digital de orden superior de un sistema de transmisión digital que une a los dos países. Un ICPCE puede basarse en un sistema de transmisión terrenal, por satélite o por cable submarino.

2.2 *Objetivos de calidad de funcionamiento*

El RPO para los ES utilizado en esta Recomendación se basa en el 40% del RPO de extremo a extremo (4%) propuesto en la Recomendación M.1300 [40]. Ese RPO permitirá también cumplir el objetivo extremo a extremo de 8% de los servicios basados en la Recomendación G.821 [1]. Ese RPO está basado en la experiencia empírica en cuanto a la calidad de funcionamiento alcanzable fácilmente en trayectos de velocidad primaria.



Nota 1 – La porción internacional del trayecto de 64 kbit/s puede estar constituida por hasta cuatro trayectos de velocidad primaria conectados en cascada W, X, Y, Z; donde W + X + Y + Z £ 40% del RPO total.

Nota 2 – Para una conexión conmutada de 64 kbit/s, este punto se ha venido denominando centro de conmutación internacional. Para otras capas de red, los nodos de la red (por ejemplo, los repartidores digitales) existen, por definición, en el centro internacional de transmisión digital (IDTC, *international digital transmission center*).

Nota 3 – El PEP de velocidad primaria termina lógicamente la capa de red de transmisión a velocidad primaria. Sin embargo, físicamente, puede residir en un nodo de 64 kbit/s, por ejemplo, un centro de conmutación internacional para un trayecto internacional RDSI conmutado de 64 kbit/s.

Nota 4 – Para el caso de un trayecto de RDSI de 64 kbit/s, en la figura 1/G.821 [1] se da más información sobre la distribución de las clases de calidad (por ejemplo, grado alto, grado medio y grado bajo).

FIGURA 1/M.2100

Modelo ficticio de referencia de la calidad de funcionamiento para trayectos internacionales de velocidad primaria y de 64 kbit/s

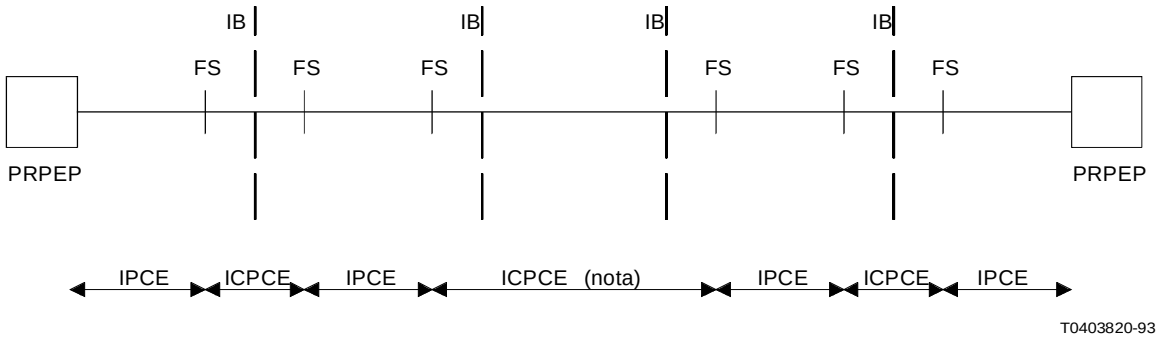
El RPO para los SES se basa en el 40% de un RPO de extremo a extremo (0,1%) tomado directamente de la Recomendación G.821. Sin embargo, como los periodos de tiempo utilizados en la BIS y para el mantenimiento son cortos comparados con el periodo de evaluación de 1 mes sugerido en la Recomendación G.821, no se ha incluido el margen adicional de dicha Recomendación para los sistemas radioeléctricos o por satélite.

CUADRO 1/M.2100

Objetivos de característica de referencia de error de extremo a extremo

Parámetro (nota)	RPO de extremo a extremo (% máximo de tiempo)
Segundos con error (ES)	4,0
Segundos con muchos errores (SES)	0,1

Nota – Los parámetros ES y SES se indican en los § 2.5.3.4 y 2.5.4.4.



PRPEP Punto de terminación de trayecto de velocidad primaria
FS Estación fronteriza (*frontier station*) (véase el § 2 de la Recomendación M.2110 [42])
| Frontera internacional (IB, *international border*)

Nota – Este ICPCE cruza dos fronteras internacionales y en general se encuentra en un sistema de transmisión por satélite o por cable submarino.

FIGURA 2/M.2100

Ejemplo de la ampliación de un trayecto de velocidad primaria (tal como el W, X, Y o Z de la figura 1/M.2100) para mostrar los PCE

2.3 *Principios de asignación*

Este punto especifica la asignación de los objetivos de característica de error a velocidad primaria para la porción internacional de la figura 1/M.2100 en términos de los PCE, como se muestra en la figura 2/M.2100.

La porción internacional está basada en el modelo de cuatro trayectos internacionales a velocidad primaria conectados en cascada, como se muestra en la figura 1/M.2100. La asignación total para todos los trayectos de la porción internacional de una conexión no debe pasar del 40% de los RPO de extremo a extremo especificados en el cuadro 1/M.2100.

Cada país debe diseñar su red de forma tal que respete su asignación con respecto al trayecto internacional. La asignación correspondiente a cada parte del trayecto internacional se puede determinar a partir de los valores dados en el cuadro 2/M.2100.

CUADRO 2/M.2100

Asignación de RPO a los elementos núcleo de un trayecto internacional y entre países

Clasificación de PCE (notas 1 y 3)	Asignación (% del RPO de extremo a extremo) (nota 6)
IPCE	
Redes nacionales de terminación/tránsito:	
$d \leq 500$ km	2,0
500 km $< d \leq$ 1000 km	3,0
1000 km $< d \leq$ 2500 km	4,0
2500 km $< d \leq$ 5000 km	6,0
$d >$ 5000 km	8,0
ICPCE	
Cable submarino no óptico:	
$d \leq 500$ km	2,0
500 km $< d \leq$ 1000 km	3,0
1000 km $< d \leq$ 2500 km	4,0
2500 km $< d \leq$ 5000 km	6,0
$d >$ 5000 km	8,0
Cable submarino óptico:	
$d \leq 500$ km	1,0
$d >$ 500 km	2,5
Satélite:	
Explotación normal	20,0
Modo de restablecimiento de cable de banda ancha	(nota 2)
Terrenal:	
$d <$ 300 km (notas 4 y 5)	0,5

Nota 1 – Las distancias (d) se refieren a la longitud de la ruta acordada en las negociaciones iniciales.

Nota 2 – El porcentaje asignado de los RPO para el ICPCE por satélite será el mismo que el del cable restablecido, con un valor mínimo de 2,5%. Este nivel de característica de error, que es mejor que el proporcionado por las porciones por satélite normales de las conexiones RDSI, se puede conseguir por medio de un diseño cuidadoso de las portadoras en banda C dedicadas a banda ancha y de gran capacidad que utilizan facilidades dedicadas.

Nota 3 – En el anexo A se dan ejemplos de asignaciones de los PCE por medio del cuadro 2/M.2100.

Nota 4 – El ICPCE terrenal sólo está destinado a utilizarse en el cálculo de las aplicaciones de fijación de umbrales de BIS/mantenimiento del trayecto de extremo a extremo. No ha de servir de base para fijar los umbrales de mantenimiento del propio ICPCE terrenal. El valor de RPO de 0,5% es el máximo admisible, y puede ser reducido por acuerdo bilateral.

Nota 5 – Se supone que esta longitud será menor de 300 km. En el caso de un ICPCE terrenal anormalmente largo, el país podría transferir una porción de la asignación a su IPCE adyacente para complementar la asignación del 0,5%.

Nota 6 – Las asignaciones de este cuadro son valores máximos y pueden disminuirse por acuerdo bilateral o multilateral.

Como se muestra en la figura 3/M.2100, es posible que el acceso a la cadena de bits de un trayecto dado no coincida con el extremo de un PCE. En este caso, o si un país de tránsito tiene otros puntos de acceso dentro de su red, puede ser necesaria una subasignación con fines de mantenimiento, por ejemplo, para localización de averías, como se describe en la Recomendación M.2120 [41]. Dichas subasignaciones serán responsabilidad del operador u operadores de la red nacional del país de que se trate, con las siguientes restricciones:

– la suma de todas las subasignaciones no puede exceder la asignación del cuadro 2/M.2100 para el PCE en cuestión;

– los valores de las subasignaciones deben ser comunicados a todos los centros de mantenimiento interesados antes de la puesta en servicio del trayecto involucrado y después de cualquier restructuración que cambie sus valores.

2.4 *Límites de calidad de funcionamiento*

(Véase cuadro 3/M.2100.)

2.4.1 *Relación entre los límites y los objetivos de calidad de funcionamiento*

Los límites establecidos en la presente Recomendación han de aplicarse a fin de indicar la necesidad de adoptar medidas durante el mantenimiento y la puesta en servicio. Estos procedimientos están destinados a alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de las Recomendaciones pertinentes de la serie G.

Los parámetros concretos medidos, la duración de las mediciones y los límites aplicados en el procedimiento no deben ser necesariamente idénticos a los utilizados para especificar los objetivos de calidad de funcionamiento, siempre que conduzcan a una calidad de funcionamiento de la red que satisfaga tales objetivos. Por ejemplo, los objetivos de característica de error se refieren a periodos largos, tales como un mes. No obstante, consideraciones prácticas exigen que los límites para el mantenimiento y la puesta en servicio (BIS) se basen en intervalos de medición más cortos.

Las fluctuaciones estadísticas en la aparición de anomalías entrañan que no se puede estar seguro de que se cumplen los objetivos a largo plazo. Los límites al número de eventos y la duración de las mediciones tienen por finalidad asegurar que puede detectarse sistemas o trayectos que presentan una calidad de funcionamiento inaceptable o degradada. La única forma de asegurar que un sistema o un trayecto cumple los objetivos de calidad de funcionamiento de la red consiste en realizar mediciones continuas a lo largo de un amplio periodo de tiempo (meses).

2.4.2 *Característica de transferencia de los parámetros de la característica de error*

En esta Recomendación se supone que la característica de transferencia de los parámetros de la característica de error entre 64 kbit/s y la velocidad primaria es de 1 a 1. Por consiguiente, un cuadro para parámetros de la característica se aplica a ambos niveles.

2.4.3 *Tipos de límites*

Se necesitan límites para varias funciones de mantenimiento definidas en la Recomendación M.20 [37]. Esta Recomendación proporciona límites para tres de estas funciones:

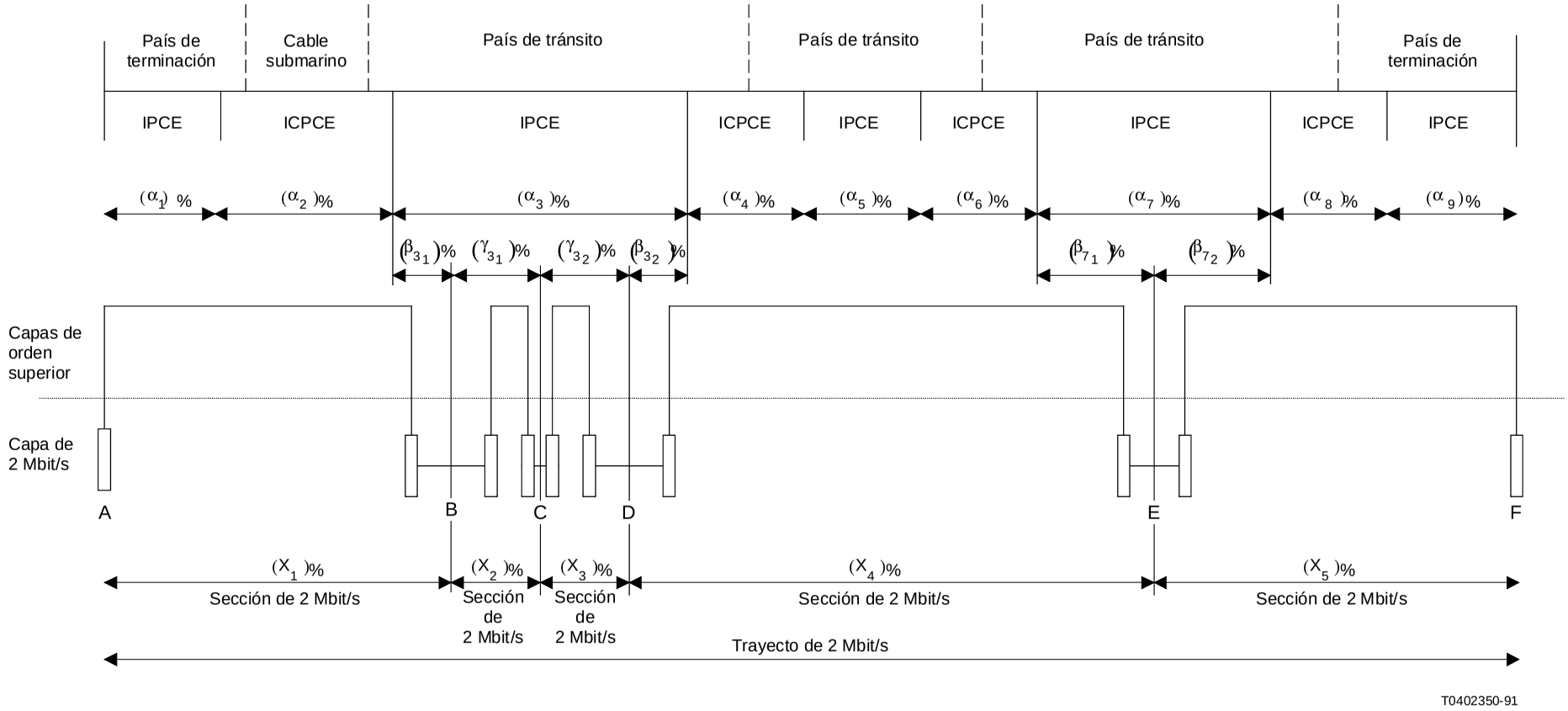
– puesta en servicio;

– mantenimiento de la red en condiciones de funcionamiento (mantenimiento);

– restablecimiento del sistema.

En las Recomendaciones del CCITT no se fijan límites para las pruebas de instalación y aceptación de sistemas de transmisión.

Las pruebas de BIS se realizan mediante mediciones que utilizan una secuencia binaria seudoaleatoria (PRBS) entre puntos de terminación digitales. Estas deben ser mediciones a largo plazo para rutas con nuevos equipos. No obstante, por razones de orden práctico (un nuevo trayecto de una ruta con muchos trayectos ya en servicio, reestructuraciones de la red, etc.) las mediciones entre PEP pueden reducirse a una medición rápida y complementarse la evaluación empleando equipos de supervisión de la calidad de funcionamiento.



– Los valores de α_i se dan en el cuadro 2/M.2100
– Asignación del trayecto = $\alpha_1 + \alpha_2 + ... + \alpha_9 = \Sigma\alpha_i$ (%)

– Los valores de β_i y γ_i son responsabilidad de los operadores de la red nacional del país *i* con las siguientes limitaciones:

  – $\beta_{i_1} + \Sigma\gamma_i + \beta_{i_1} \leq \alpha_i$ para cada PCE_i ;
  – Los valores de β_i deben ser comunicados a cada estación directora.

Frontera internacional

FIGURA 3/M.2100

Ejemplo de distribución para un trayecto internacional de velocidad primaria

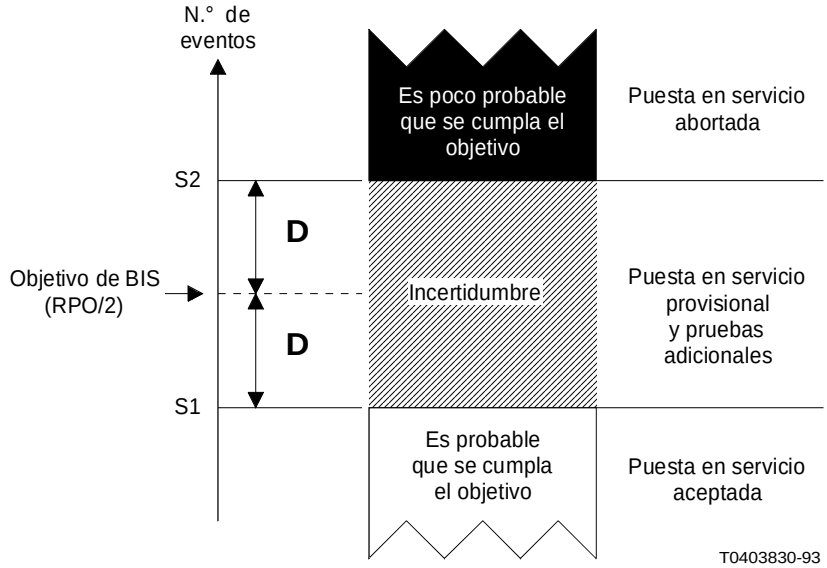
Cuando las entidades han sido puestas en servicio, la supervisión de la red requiere límites adicionales, según se indica en la Recomendación M.20 [37]. La supervisión se hace durante el servicio utilizando equipos de supervisión de la calidad de funcionamiento. El proceso de supervisión entraña el análisis de las anomalías y defectos detectados por las entidades de mantenimiento a fin de determinar si el nivel de calidad de funcionamiento es normal, está degradado, o es inaceptable. Así pues, se requieren límites para definir la calidad de funcionamiento degradada o inaceptable. Además, también se necesita un límite para la calidad de funcionamiento después de la intervención (reparación). Este puede ser diferente del límite aplicable a la BIS.

2.4.3.1 *Límites de puesta en servicio*

El procedimiento de prueba de BIS se define en el § 4.2 de la Recomendación M.2110 [42]. La obtención de los límites es función de una asignación determinada y de la duración de las mediciones, y estará basada en una regla pragmática. Estos límites dependen de los parámetros y objetivos de la Recomendación G.821 [1] y se muestran en el cuadro 1/M.2100.

La diferencia entre el RPO y el límite de la BIS se denomina margen de envejecimiento. Este margen debe ser lo mayor posible a fin de reducir al mínimo las intervenciones de mantenimiento.

En la figura 4/M.2100 se muestran dos límites S1 y S2 que se han de utilizar para las pruebas de BIS.



Nota – Para la obtención de D véase el § 2.6.1.

FIGURA 4 /M.2100

Límites y condiciones de puesta en servicio

Si la calidad de funcionamiento es mejor que el primer límite (S1), la entidad puede ser puesta en servicio con cierta seguridad. Si la calidad de funcionamiento está entre los dos límites, es necesario realizar más pruebas y la entidad sólo puede ser aceptada provisionalmente. Se necesitan medidas correctivas si la calidad de funcionamiento es peor que el segundo límite (S2).

El margen de envejecimiento para sistema de transmisión dependerá de los procedimientos de cada administración. Debe utilizarse un límite más estricto, del orden de 0,1 veces el RPO, cuando no se han realizado pruebas previas a la puesta en servicio inicial. Si se han efectuado pruebas, la prueba de fuera de servicio para la BIS puede realizarse durante un periodo más corto y no se necesitan los mismos límites estrictos.

El margen de envejecimiento de las secciones y trayectos digitales es del orden de 0,5 veces el RPO. La duración de las pruebas no excederá, evidentemente, de algunos días.

Se requiere la supervisión continua en servicio para proporcionar una confianza suficiente en la calidad a largo plazo.

2.4.3.2 *Límites de mantenimiento*

2.4.3.2.1 *Límite de calidad de funcionamiento inaceptable*

Este nivel de calidad de funcionamiento inaceptable está definido en la Recomendación M.20 [37].

El límite de calidad de funcionamiento inaceptable para una entidad dada se obtiene de un objetivo de al menos 10 veces el RPO.

2.4.3.2.2 *Límite de calidad de funcionamiento degradada*

Este nivel de calidad de funcionamiento degradada está definido en la Recomendación M.20 [37].

El límite de la calidad de funcionamiento degradada para una entidad dada es del orden de 0,5 veces el RPO para sistema de transmisión y 0,75 veces el RPO para trayectos y secciones. La duración de la supervisión puede ser fija y depender del nivel de la jerarquía digital.

2.4.3.2.3 *Límite de calidad de funcionamiento después de una intervención (reparación)*

Este límite de calidad de funcionamiento es del orden de 0,125 veces el RPO para los sistemas de transmisión y el mismo que el límite aplicable a la BIS para los trayectos y secciones (véanse las Recomendaciones M.35 [43] y M.2110 [42]).

2.4.4 *Umbrales de los límites de la calidad de funcionamiento*

Se han definido límites de calidad de funcionamiento para los ES y SES. Cada límite de calidad de funcionamiento tendrá su propio umbral y requerirá sus propias duraciones de mediciones. En el cuadro 3/M.2100 se proporcionan ejemplos de los principios y objetivos de límites referidos.

2.4.5 *Utilización de umbrales*

La estrategia general para la utilización de la información de supervisión de la calidad de funcionamiento y de los umbrales correspondientes se describen en las Recomendaciones M.20 [37] y M.34 [39]. Se prevé que estos umbrales e información se comunicarán a los sistemas de operaciones a través de la red de gestión de las telecomunicaciones (RGT) para su análisis en tiempo real y a más largo plazo. Cuando se alcancen los umbrales de los niveles de calidad de funcionamiento inaceptable o degradada, debe iniciarse una acción de mantenimiento independientemente de la medición de la calidad de funcionamiento. También pueden utilizarse otros umbrales para el mantenimiento y para los análisis de calidad de funcionamiento a más largo plazo. Los sistemas de operaciones utilizarán procesamiento en tiempo real para asignar prioridades de mantenimiento a estos umbrales e informaciones mediante el proceso de supervisión de la calidad de funcionamiento descrito en la Recomendación M.20 [37].

2.5 *Evaluación de los parámetros de la característica de error*

2.5.1 *Alcance*

En este punto se realiza una evaluación de los siguientes parámetros de la característica de error: segundos con error (ES) y segundos con muchos errores (SES), a partir de señales normalizadas, utilizando los conceptos de anomalías y defectos definidos en la Recomendación M.20 [37].

CUADRO 3/M.2100

Límites de calidad de funcionamiento (para ES y SES) relativos a RPO desde una perspectiva a largo plazo (véase la nota)

<table>
<tr><th colspan="3">Sistemas de transmisión</th><th colspan="3">Trayectos y secciones</th></tr>
<tr><th colspan="2">Límite
(número relativo de
factores de degradación)</th><th>Calidad
de funcionamiento
para el personal</th><th colspan="2">Límite
(número relativo de
factores de degradación)</th><th>Calidad
de funcionamiento
para el personal</th></tr>
<tr><td>Puesta en servicio

Calidad de funcionamiento después de la reparación</td><td>0,1

0,125</td><td rowspan="2">Aceptable</td><td rowspan="2">Puesta en servicio

Calidad de funcionamiento después de la reparación</td><td rowspan="2">0,5</td><td rowspan="2">Aceptable</td></tr>
<tr><td>Degradada</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td rowspan="2">Degradada</td><td>Degradada</td><td>0,75</td><td rowspan="2">Degradada</td></tr>
<tr><td>Objetivo de calidad de funcionamiento de referencia</td><td>1</td><td>Objetivo de calidad de funcionamiento de referencia</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Inaceptable</td><td>> 10</td><td rowspan="2">Inaceptable</td><td>Inaceptable</td><td>> 10</td><td rowspan="2">Inaceptable</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

Nota – Los valores indicados en este cuadro deben ser considerados sólo desde una perspectiva a largo plazo (superior a un mes).

La evaluación en servicio se considera en el § 2.5.3 y la evaluación fuera de servicio se considera en el § 2.5.4.

Nota – En la evaluación en servicio se consideran únicamente las señales de trayecto normalizadas: los sistemas de transmisión con tara de propiedad privada no se tratan. Sin embargo, tanto los trayectos como los sistemas pueden considerarse bajo la evaluación fuera de servicio.

Los parámetros ES y SES deberían evaluarse únicamente durante el estado de disponibilidad (véase el § 5) a efectos de evaluación de la característica de error.

2.5.2 *Identificación del parámetro de nivel de red*

Cuando se haga referencia a mediciones de ES y SES por encima del nivel de red de 64 kbit/s, debería utilizarse un subíndice identificador del nivel de red. Por ejemplo, un ES en el nivel de red de 1,544 Mbit/s debe indicarse como $ES_{1,5M}$.

2.5.3 *Evaluación de los parámetros ES/SES a partir de mediciones en servicio*

2.5.3.1 *Generalidades*

Los parámetros ES y SES se evalúan a partir de las anomalías en servicio (véase el § 2.5.3.2) y los defectos en servicio (véase el § 2.5.3.3) aplicables al equipo de terminación del trayecto en el nivel de red de interés a lo largo de un periodo de integración de un segundo.

2.5.3.2 *Información de anomalías en servicio*

En un trayecto aparece una «anomalía en servicio» cuando se produce un cambio elemental de la tara del trayecto con respecto a su valor normal sin que haya un cambio de estado de la señal total del trayecto con respecto a su valor normal; es decir, no hay ningún defecto en servicio presente.

Son ejemplos de anomalía en servicio:

– *Violación de la FAS* – Cabe señalar que para una FAS conglomerada se produce una violación de la FAS si hay uno o más errores binarios en una sola ocurrencia del patrón de la FAS.

– *Violación de la palabra de código de CRC* (o su equivalente en retorno; por ejemplo, los bits «E» a 2,048 Mbit/s).

– *Violación del bit de paridad*.

– *Violación del código de interfaz* (conforme con la Recomendación G.703 [8]) – Cabe señalar que esta anomalía en servicio es una redundancia adicional que no forma parte de la tara de la estructura de la señal del trayecto binario; sin embargo, es necesario para adaptar la estructura de la señal del trayecto binario a una forma más adecuada a los medios de transmisión.

– *Deslizamiento controlado* – En la Recomendación G.822 [2] se especifican los requisitos de calidad de funcionamiento para deslizamientos controlados en trayectos de velocidad primaria que terminan en fronteras internacionales de señales de reloj (véase también el § 4).

2.5.3.3 *Información de defectos en servicio*

En un trayecto se produce el defecto en servicio cuando hay un cambio en el estado de la señal del trayecto total con respecto a su estado normal. Un defecto en servicio particular se evalúa a partir de la persistencia (es decir, el periodo de integración) de las anomalías en servicio pertinentes; en las Recomendaciones que tratan de la función de terminación del trayecto para el defecto en servicio particular considerado se dan los detalles exactos (incluidas las acciones consecuentes asociadas).

Son ejemplos de defectos en servicio:

– La LOF – En la Recomendación G.706 [9] se indican los criterios de LOF para las estructuras de trama básicas (incluida la de velocidad binaria) definidas en la Recomendación G.704 [10].

– La LOS – En la Recomendación O.162 [11] se da el criterio de integración para el código de interfaz HDB3 (Recomendación G.703 [8]). El criterio de integración para otros códigos de interfaz, queda en estudio.

– La AIS – En la Recomendación O.162 [11] se da el criterio de integración para las señales de trayecto de 2,048 Mbit/s estructuradas conforme a las Recomendaciones G.704 [10] y G.706 [9]. Los criterios de integración para otras señales de trayecto quedan en estudio.

Nota – Puede considerarse que una AIS causa una BER efectiva de 0,5 en su duración. Si la duración de la AIS es suficiente para causar un evento de LOF al nivel del trayecto, a efectos de evaluación de los parámetros ES/SES (véase el § 2.5.3.4) debe considerarse que dicha AIS es un defecto de LOF. Sin embargo, una señal con todos sus bits puestos a 1, excepto la alineación de trama, no debe tomarse erróneamente por una AIS.

2.5.3.4 *Información de retorno de defectos en servicio*

La mayoría de las señales de trayecto tienen un dispositivo mediante el cual la detección de la LOF por un defecto en servicio en un equipo de terminación de trayecto provoca la aparición de un bit de indicación de alarma distante puesto en la tara del trayecto de retorno. Para ofrecer un cierto grado de protección contra los errores de transmisión que provocan una decisión incorrecta sobre el estado del bit de indicación de alarma distante, debe evaluarse éste a lo largo de un periodo de integración coherente con su periodo mínimo de establecimiento de estado en el equipo de terminación de trayecto que detectó originalmente la LOF el defecto en servicio.

2.5.3.5 *Evaluación de los ES y SES a partir de la información de anomalías y defectos en servicio en los equipos de terminación de trayecto*

El equipo de terminación de trayecto debería evaluar los parámetros ES y SES mediante los criterios de anomalías y defectos en servicio por segundo que figuran en los cuadros 4/M.2100 a 9/M.2100. En cada cuadro se dan las formas más comunes de las señales de trayecto normalizadas en el nivel de red de referencia de 64 kbit/s hasta el nivel de red de cuarto orden de 139 264 kbit/s.

Cuando ha lugar, se ha incluido en los cuadros la información de retorno de anomalías y defectos en servicio procedente del equipo distante de terminación de trayecto. Ello permite, cuando sea necesario, ofrecer una capacidad de supervisión en ambos sentidos desde un solo extremo.

CUADRO 4/M.2100

Criterios de evaluación de los parámetros ES y SES en servicio para nivel subprimario

Nivel de trayecto (kbit/s)	Tara del trayecto disponible para deducir información de anomalías/defectos	Criterios de medición de los parámetros ES/SES (anomalías y defectos en 1 segundo)			Observaciones
		Anomalías y defectos en 1 segundo	Interpretación para el sentido recepción	Interpretación para el sentido emisión	
64 (claro)	Ninguna	–	–	–	En la Recomendación G.821 [1] se especifica la calidad de funcionamiento de referencia
64 H.221 [12]	CRC4 Bits E FAS bit de RAI	En estudio	En estudio	En estudio	Véase la Recomendación H.221 [12] para más detalles. Los criterios de evaluación de parámetros están en estudio

2.5.4 *Evaluación de los parámetros ES/SES a partir de las mediciones fuera de servicio*

Nota – Este punto se limita actualmente a los niveles de red de velocidad primaria y de 64 kbit/s. Los niveles de red más elevados quedan en estudio.

2.5.4.1 *Generalidades*

Los parámetros ES y SES se evalúan a partir de las anomalías y defectos fuera de servicio correspondientes al equipo de pruebas del nivel de red de interés a lo largo del periodo de integración pertinente.

CUADRO 5/M.2100

Criterios de evaluación de los parámetros ES y SES en servicio para estructuras de trama síncronas utilizadas en el nivel primario

Nivel de trayecto (kbit/s)	Tara del trayecto disponible para deducir información de anomalías/defectos	Criterios de medición de los parámetros ES/SES (anomalías y defectos en 1 segundo)			Observaciones
		Anomalías y defectos en 1 segundo	Interpretación para el sentido recepción	Interpretación para el sentido emisión	
1544 (sin CRC6)	FAS Bit S	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ 8 errores de bit de trama	ES + SES ES + SES ES ES + SES	– – – –	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
1544 (CRC6)	CRC6 FAS LOF	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 errores de bloque CRC6 ≥ 320 errores de bloque CRC6 ≥ 1 secuencia de LOF	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES (tiempo real). Los datos totales de los ES en emisión pueden obtenerse a partir de la memoria distante a través del enlace de datos de 4 kbit/s (método no detallado)
2048 (sin CRC4)	FAS Bit A	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *c* errores de bit de trama (*c* está en estudio; se sugiere un valor de 28 errores de bit de trama) ≥ *d* bits A (*d* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
2048 (CRC4)	CRC4 Bit E FAS Bit A	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 errores de bloque CRC4 ≥ 805 errores de bloque CRC4 ≥ 1 bit E ≥ 805 bits E ≥ *e* bits A (*e* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES – – –	– – – – ES ES + SES ES + SES	Es posible obtener la resolución de ES y SES en emisión y recepción en tiempo real a partir de un solo extremo

CUADRO 6/M.2100

Criterios de evaluación de los parámetros ES y SES en servicio para los equipos que operan al nivel primario

Rec. para equipo y nivel de trayecto (kbit/s)	Tara del trayecto disponible para deducir información de anomalías/defectos	Criterios de medición de los parámetros ES/SES (anomalías y defectos en 1 segundo)			Observaciones
		Anomalías y defectos en 1 segundo	Interpretación para el sentido recepción	Interpretación para el sentido emisión	
G.724 [13] G.733 [14] G.762 [15] G.794 [16] 1544					Utiliza G.704 [10]/G.706 [9] – véase la entrada correspondiente en el cuadro 5/M.2100
G.734 [17] 1544	FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ 8 errores de bit de trama ≥ *g* bit de RAI (*g* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	
G.732 [18] G.735 [19] G.736 [20] G.737 [21] G.738 [22] G.739 [23] G.761 [24] G.793 [25] 2048					Utiliza G.704 [10]/G.706 [9] – véase la entrada correspondiente en el cuadro 5/M.2100.

RAI Indicación de alarma distante (*remote alarm indication*)

CUADRO 7/M.2100

Criterios de evaluación de los parámetros ES y SES en servicio para los equipos que operan en el nivel secundario

Rec. para equipo y nivel de trayecto (kbit/s)	Tara del trayecto disponible para deducir información de anomalías/defectos	Criterios de medición de los parámetros ES/SES (anomalías y defectos en 1 segundo)			Observaciones
		Anomalías y defectos en 1 segundo	Interpretación para el sentido recepción	Interpretación para el sentido emisión	
G.743 [26] 6312	FAS Bit de RAI (si está comprendido en el equipo)	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *h* errores de bit de trama (*h* en estudio; se sugiere 43 errores de bit de trama) ≥ *i* bits de RAI (*i* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES (si la RAI está comprendida en equipo)
G.747 [27] 6312	Bit de paridad FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 error de paridad, o ≥ 1 FAS con error ≥ *j* errores de paridad, o ≥ *k* errores de bit de trama (*j* y *k* en estudio; se sugiere *j* = 3056 errores de paridad, o *k* = 67 errores de bit de trama) ≥ *l* bits de RAI (*l* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES ES + SES ES + SES –	– – – – – – ES + SES	El método de utilización de la paridad y/o la FAS con error para evaluar los ES y SES en recepción está en estudio. La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
G.742 [28] 8448	FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *m* errores de bit de trama (*m* en estudio; se sugiere 99 errores de bit de trama) ≥ *n* bits de RAI (*n* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
G.745 [29] 8448	FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *o* FAS con error (*o* está en estudio; se sugiere 64 errores de bit de trama) ≥ *p* bits de RAI (*p* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES

RAI Indicación de alarma distante.

CUADRO 8/M.2100

Criterios de evaluación de los parámetros ES y SES en servicio para los equipos que operan en el nivel terciario

Rec. para equipo y nivel de trayecto (kbit/s)	Tara del trayecto disponible para deducir información de anomalías/defectos	Criterios de medición de los parámetros ES/SES (anomalías y defectos en 1 segundo)			Observaciones
		Anomalías y defectos en 1 segundo	Interpretación para el sentido recepción	Interpretación para el sentido emisión	
G.752 [30] 32 064	FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *q* errores de bit de trama (*q* en estudio; se sugiere 166 errores de bit de trama) ≥ *r* bits de RAI (*r* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
G.751 [31] 34 368	FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *s* errores de bit de trama (*s* en estudio; se sugiere 223 errores de bit de trama ≥ *t* bits de RAI (*t* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
G.753 [32] 34 368	FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *u* errores de bit de trama (*u* en estudio; se sugiere 191 errores de bit de trama) ≥ *v* bits de RAI (*v* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
G.752 [30] 44 736	Bits de paridad FAS Bit de RAI (si está comprendido en el equipo)	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 error de paridad, o ≥ 1 FAS con error ≥ *w* errores de paridad, o ≥ *x* errores de bit de trama (*w* y *x* en estudio; se sugiere *w* = 4698 errores de paridad, o *x* = 263 errores de bit de trama) ≥ *y* bits de RAI (*y* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES ES + SES ES + SES –	– – – – – – ES + SES	El método de utilización de la paridad y/o la FAS con error para evaluar los ES y SES en recepción está en estudio. La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES (si está equipado con RAI)

CUADRO 9/M.2100

Criterios de evaluación de los parámetros ES y SES en servicio para equipos que operan en el nivel cuaternario

Rec. para equipo y nivel de trayecto (kbit/s)	Tara del trayecto disponible para deducir información de anomalías/defectos	Criterios de medición de los parámetros ES/SES (anomalías y defectos en 1 segundo)			Observaciones
		Anomalías y defectos en 1 segundo	Interpretación para el sentido recepción	Interpretación para el sentido emisión	
G.752 [30] 97 728	Bits de paridad FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 error de paridad, o ≥ 1 FAS con error ≥ *z* errores de paridad, o ≥ *aa* errores de bit de trama (*z* y *aa* en estudio; se sugiere *z* = 38 171 errores de paridad, o *aa* = 508 errores de bit de trama) ≥ *bb* bits de RAI (*bb* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES ES + SES ES + SES –	– – – – – – ES + SES	El método de utilización de la paridad y/o la FAS con error para la evaluación de los ES y SES en recepción está en estudio. La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
G.751 [31] 139 264	FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *cc* errores de bit de trama (*cc* en estudio; se sugiere 568 errores de bit de trama) ≥ *dd* bits de RAI (*dd* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
G.754 [33] 139 264	FAS Bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 FAS con error ≥ *ee* errores de bit de trama (*ee* en estudio; se sugiere 637 errores de bit de trama) ≥ *ff* bits de RAI (*ff* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES + SES –	– – – – ES + SES	La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES
G.755 [34] 139 264	Bits de paridad FAS bit de RAI	≥ 1 LOF ≥ 1 LOS ≥ 1 error de paridad, o ≥ 1 FAS con error ≥ *gg* errores de paridad, o ≥ *hh* errores de bit de trama (*gg* y *hh* en estudio; se sugiere *gg* = 62 151 errores de paridad, o *hh* = 1742 errores de bit de trama) ≥ *ii* bits de RAI (*ii* en estudio)	ES + SES ES + SES ES ES ES + SES ES + SES –	– – – – – – ES + SES	El método de utilización de la paridad y/o la FAS con error para evaluar los ES y SES en recepción está en estudio. La resolución de los ES en emisión está limitada a parte de la población de los SES

RAI Indicación de alarma distante.

2.5.4.2 *Información de anomalías fuera de servicio*

Se produce una anomalía fuera de servicio cuando hay un cambio elemental de la señal de prueba con respecto a su valor normal sin un cambio de estado de la señal de prueba total con respecto a su estado normal; es decir, no hay ningún defecto.

En las mediciones fuera de servicio se suele utilizar una PRBS lo que permite una resolución a nivel de bit. Por lo tanto, el error de bit es la anomalía fuera de servicio más básica que puede medirse. Sin embargo, como algunos equipos de pruebas utilizan PRBS incorporadas en las señales de trayecto normalizadas, puede que sea posible evaluar también anomalías en servicio (véase el § 2.5.3.2).

2.5.4.3 *Información de defecto fuera de servicio*

Se produce un defecto fuera de servicio cuando hay un cambio de estado de la señal de prueba con respecto a su estado normal. Como algunos equipos de pruebas fuera de servicio utilizan PRBS incorporadas en las señales de trayecto normalizadas, puede que sea posible evaluar también defectos en servicio (véase el § 2.5.3.3).

Nota – Algunos equipos de prueba que utilizan una PRBS no incorporada en una señal de trayecto normalizada pueden presentar una condición llamada «Pérdida de la sincronización de la secuencia»

La pérdida de sincronización de la secuencia se puede producir como consecuencia de:

– ráfagas intensas de errores de larga duración;

– AIS de larga duración;

– deslizamientos de bit incontrolados;

– pérdida de señal.

El criterio para declarar una «pérdida de sincronización de la secuencia» es específico del fabricante y puede variar mucho entre los distintos fabricantes. El criterio normalizado de la pérdida de sincronización de la secuencia en los equipos de pruebas aparece en las Recomendaciones de la serie O.

2.5.4.4 *Evaluación de ES y SES a partir de la información de anomalías y defectos fuera de servicio en los equipos de pruebas*

Como normalmente habrá una resolución hasta el bit, el criterio de evaluación predominante para los parámetros ES y SES será:

ES = un periodo de 1 segundo con ≥ 1 bit erróneo;

SES = un periodo de 1 segundo con una BER integrada > 10^{-3}.

Si además el equipo de pruebas utiliza una PRBS incorporada en una señal de trayecto normalizada, pueden utilizarse también los criterios adicionales de evaluación de ES/SES indicados en el § 2.5.3.5 para la información de anomalías y defectos en servicio. Sin embargo, si el equipo de pruebas utiliza una PRBS no incorporada en una señal de trayecto normalizada, la única información de anomalías y defectos adicional que puede tenerse en cuenta es la siguiente:

Anomalías = violaciones de código de interfaz (según la Recomendación G.703 [8]);

Defectos = AIS, LOS.

En particular, debe considerarse que un periodo de 1 segundo con ≥ 1 LOS da lugar a SES (y a un ES).

Nota – Puede considerarse que una AIS causa una BER efectiva de 0,5 durante su duración. Si la AIS tiene una duración suficiente para causar una BER ≥ 10^{-3} en cualquier periodo de 1 segundo, debe considerarse como un evento que afecta al parámetro SES (+ES). Sin embargo, una señal con todos sus bits puestos a 1, excepto los de alineación de trama, no debe tomarse erróneamente por una AIS.

2.5.5 *Evaluación de los parámetros de ES y SES a partir de la información de anomalías y defectos en servicio relativa a las señales de trayecto normalizadas*

Este punto muestra los indicadores de eventos de anomalía y defecto que están disponibles en los distintos niveles de red, y muestra como estos indicadores pueden procesarse en parámetros ES y SES. Este punto se presenta a modo de texto explicativo acompañado por cuadros. El texto explicativo se divide en seis apartados referentes a sus respectivas columnas. Todos los cuadros tienen el mismo formato y cada uno de ellos se refiere a un nivel, como sigue:

– cuadro 4/M.2100 Nivel subprimario (64 kbit/s)

– cuadro 5/M.2100 Trama de nivel primario (1544, 2048 kbit/s)

– cuadro 6/M.2100 Equipo de nivel primario (1544, 2048 kbit/s)

– cuadro 7/M.2100 Equipo de nivel secundario (6312, 8448 kbit/s)

– cuadro 8/M.2100 Equipo de nivel terciario (32 064, 34 368, 44 736 kbit/s)

– cuadro 9/M.2100 Equipo de nivel cuaternario (97 728, 139 264 kbit/s)

Cada cuadro, del 4/M.2100 al 9/M.2100, es una guía para establecer relaciones de correspondencia entre una amplia variedad de taras de trayecto e indicadores de anomalía y defecto de la señal de línea y los parámetros ES y SES normalizados. Los cuadros se han confeccionado para cada nivel de red, desde velocidades por debajo de la velocidad primaria de 64 kbit/s a velocidades de cuarto orden de 97 728/139 264 kbit/s. Cada cuadro tiene seis columnas.

2.5.5.1 *Columna 1: Recomendación sobre el equipo y nivel de trayecto (kbit/s)*

La columna de la izquierda indica la velocidad binaria del trayecto en kbit/s, así como cualquier información pertinente que sirva para calificar al equipo en cuestión y una referencia a las Recomendaciones pertinentes sobre el equipo.

2.5.5.2 *Columna 2: Tara de trayecto disponible para deducir información de anomalías y defectos*

La segunda columna indica la tara de trayecto disponible en la estructura de trama dada que es adecuada para la deducción de los eventos de anomalías y defectos. Se puede disponer de las siguientes funciones de tara de trayecto:

– indicación de bloque erróneo CRC-4/6;

– eventos de bits E – Bit 1 de las tramas 13 y 15 en la multitrama – indicación de error CRC-4;

– eventos FAS (errores binarios en la palabra de alineación)

– eventos de indicación de alarma distante (RAI)

– bits A – indicación de alarma distante – Bit 3 de la Recomendación G.704 [10];

– bits de paridad

– bits S – señal de alineación de multitrama para señales de 1544 kbit/s.

2.5.5.3 *Columna 3: Anomalías y defectos en 1 segundo*

La tercera columna recoge los criterios de anomalías y defectos para 1 segundo de duración. Pueden emplearse las siguentes técnicas:

– pérdida de la alineación de trama;

– LOS – dependiente del equipo;

– FAS con error – errores binarios en cualesquiera bits/palabras de la FAS durante 1 segundo de duración;

– errores de bit de trama – si el equipo puede detectar errores binarios en la palabra de FAS, puede entonces detectarse un SES utilizando el valor propuesto. Si el equipo solamente puede detectar violaciones de palabra de FAS, entonces el propio número de palabras FAS violadas conducirá a un SES;

– bits A – indicación de alarma distante – Bit 3 de la Recomendación G.704 [10];

– bits de indicación de alarma distante;

– errores de paridad;

– bits E – bits indicadores de bloque erróneo CRC-4 de retorno.

En algunas líneas, se han propuesto valores cuando no se disponía de valores recomendados.

Pueden introducirse deslizamientos controlados en puntos de terminación de trayectos de velocidad primaria que sean también fronteras de señales de reloj internacionales (Recomendación G.822 [2]). Un deslizamiento controlado es una degradación determinística que de hecho retira o duplica una sola trama de carga útil en el punto de terminación de trayecto de velocidad primaria. Se clasifica como una anomalía (véase el § 2.5.3.2) y debería interpretarse como la causa de un ES (pero no de un SES).

2.5.5.4 *Columna 4: Interpretación para el sentido de recepción*

La columna 4 muestra cómo interpretar las anomalías y defectos detectados mediante los criterios especificados en la columna 3 para la tara de trayecto de la columna 2. Las anomalías conducen a ES y los defectos a SES y ES.

2.5.5.5 *Columna 5: Interpretación para el sentido de emisión*

La columna 5 muestra la forma de interpretar las anomalías y defectos detectados mediante los criterios especificados en la columna 3. Las anomalías conducen a ES; los defectos conducen a SES y ES.

2.5.5.6 *Columna 6: Observaciones*

Esta columna contiene explicaciones adicionales.

2.6 *Límites de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio de trayectos de 64 kbit/s y de velocidad primaria*

Esta sección define el método de cálculo de los límites de calidad de funcionamiento para la BIS de los trayectos internacionales de velocidad primaria y sus correspondientes valores.

El procedimiento de prueba de BIS, incluida la forma de tratar cualquier periodo de indisponibilidad durante la prueba, se define en el § 4.2 de la Recomendación M.2110 [42].

2.6.1 *Cálculo de los límites de BIS de 24 horas*

Los límites S1 y S2 de cada parámetro (ES y SES) para la BIS de 24 horas se calculan en base al objetivo de BIS, que ha de ser dos veces mejor que el RPO.

El RPO se determina sumando la asignación en tantos por ciento de todas las secciones de trayecto del trayecto (véase el anexo A). Cuando se introduzcan modificaciones en una o más secciones individuales, la nueva asignación debe sumarse como un porcentaje para obtener el RPO del trayecto global.

El objetivo de BIS, S1 y S2 se obtienen entonces a partir del RPO global. Para determinar los límites extremo a extremo, no deben sumarse los objetivos de valores del BIS, S1 y S2 para las secciones individuales lo que se hace para evitar la introducción de errores debidos a:

– la no linealidad inherente de los valores de S1 y S2, y

– los errores de redondeo acumulativos en el objetivo de BIS, S1 y S2.

El objetivo de BIS, S1 y S2 se calculan como sigue:

Objetivo de BIS = RPO/2

S1 = RPO/2 – D

S2 = RPO/2 + D

siendo

$$RPO = A \times 86\,400 \times PO$$

y D se obtiene de acuerdo con una regla práctica expresada por la fórmula:

$$2 \times \sqrt{objetivo\ de\ BIS}$$

A es la asignación de trayecto (véase el § 2.3),

86 400 es el número de segundos en 24 horas,

PO es el objetivo de calidad de funcionamiento: 4% para ES, 0,1% para SES (véase el cuadro 1/M.2100).

2.6.2 *Límites de BIS para los trayectos de 64 kbit/s y de velocidad primaria*

Los límites de calidad de funcionamiento para la BIS se dan en el cuadro 10/M.2100, en el que están calculados los valores de S1 y S2 en función de la asignación del trayecto y la duración de las pruebas. Los límites S1 y S2 se redondean al valor entero más próximo.

2.6.3 *Cálculo de los límites de BIS para siete días*

En algunos casos, descritos en la Recomendación M.2110 [42], es necesaria una prueba suplementaria de siete días, y la calidad de funcionamiento debe satisfacer el objetivo de BIS de siete días, para cada parámetro (ES y SES). Esta se obtiene multiplicando el objetivo de BIS para un día por siete.

El cuadro 10/M.2100 contiene los valores relativos al objetivo de BIS para un periodo de siete días y para diversas asignaciones de trayecto.

2.7 *Límites de calidad de funcionamiento para el mantenimiento*

Una vez que las entidades se hayan puesto en servicio, la supervisión de la red necesita límites adicionales, como se describe en la Recomendación M.20 [37]. El proceso de supervisión conlleva el análisis de las anomalías y defectos detectados por las entidades de mantenimiento, para determinar el nivel de calidad de funcionamiento.

Los procedimientos de mantenimiento se definen en la Recomendación M.2120 [41], y el uso de umbrales se describe en § 2.4.5.

2.7.1 *Tipos de umbrales*

Hay dos tipos de umbrales, de acuerdo con la duración de la supervisión, T1 o T2.

2.7.1.1 *Umbrales basados en un periodo de evaluación T1*

La duración T1 de la supervisión se pone a un valor de 15 minutos, y se cuentan los ES y SES durante este periodo.

Los valores para los límites de mantenimiento para 15 minutos son valores pragmáticos.

Se produce un informe de umbral cuando se excede un umbral de ES o SES. El informe de umbral de reiniciación, que es opcional, se produce cuando el número de ES y SES es inferior o igual al umbral de reiniciación. Estos principios se explican en el § 2.3 de la Recomendación M.2120 [41].

CUADRO 10/M.2100

Valores de los límites para la puesta en servicio de trayectos digitales internacionales

	ES (4%) 1 día				ES 7 días	SES (0,1%) 1 día				SES 7 días
Asignación de trayecto (%)	RPO	Objetivo de BIS	S1	S2	Objetivo de BIS	RPO	Objetivo de BIS	S1	S2	Objetivo de BIS
0,5	17	9	3	15	60	0	0	0	1	2
1,0	35	17	9	26	121	1	0	0	2	3
1,5	52	26	16	36	181	1	1	0	2	5
2,0	69	35	23	46	242	2	1	0	3	6
2,5	86	43	30	56	302	2	1	0	3	8
3,0	104	52	37	66	363	3	1	0	4	9
3,5	121	60	45	76	423	3	2	0	4	11
4,0	138	69	52	86	484	3	2	0	4	12
4,5	156	78	60	95	544	4	2	0	5	14
5,0	173	88	68	105	605	4	2	0	5	15
5,5	190	95	76	115	665	5	2	0	5	17
6,0	207	104	83	124	726	5	3	0	6	18
6,5	225	112	91	134	786	6	3	0	6	20
7,0	242	121	99	143	847	6	3	0	7	21
7,5	259	130	107	152	907	6	3	0	7	23
8,0	276	138	115	162	968	7	3	0	7	24
8,5	294	147	123	171	1028	7	4	0	8	26
9,0	311	156	131	180	1089	8	4	0	8	27
9,5	328	164	139	190	1149	8	4	0	8	29
10,0	346	173	147	199	1210	9	4	0	8	30
10,5	363	181	155	208	1270	9	5	0	9	32
11,0	380	190	163	218	1331	10	5	0	9	33
11,5	397	199	171	227	1391	10	5	1	9	35
12,0	415	207	179	236	1452	10	5	1	10	36
12,5	432	216	187	245	1512	11	5	1	10	38
13,0	449	225	195	255	1572	11	6	1	10	39
13,5	467	233	203	264	1633	12	6	1	11	41
14,0	484	242	211	273	1693	12	6	1	11	42
14,5	501	251	219	282	1754	13	6	1	11	44
15,0	518	259	227	291	1814	13	6	1	12	45
15,5	536	268	235	301	1875	13	7	2	12	47
16,0	553	276	243	310	1935	14	7	2	12	48
16,5	570	285	251	319	1996	14	7	2	12	50
17,0	588	294	259	328	2056	15	7	2	13	51
17,5	605	302	268	337	2117	15	8	2	13	53
18,0	622	311	276	346	2177	16	8	2	13	54
18,5	639	320	284	355	2238	16	8	2	14	56
19,0	657	328	292	365	2298	16	8	2	14	57
19,5	674	337	300	374	2359	17	8	3	14	59
20,0	691	346	308	383	2419	17	9	3	15	60
20,5	708	354	317	392	2480	18	9	3	15	62
21,0	726	363	325	401	2540	18	9	3	15	64
21,5	743	372	333	410	2601	19	9	3	15	65
22,0	760	380	341	419	2661	19	10	3	16	67
22,5	778	389	349	428	2722	19	10	3	16	68
23,0	795	397	358	437	2782	20	10	4	16	70
23,5	812	406	366	446	2843	20	10	4	17	71

CUADRO 10/M.2100 (*cont.*)

Valores de los límites para la puesta en servicio de trayectos digitales internacionales

	ES (4%) 1 día				ES 7 días	SES (0,1%) 1 día				SES 7 días
Asignación de trayecto (%)	RPO	Objetivo de BIS	S1	S2	Objetivo de BIS	RPO	Objetivo de BIS	S1	S2	Objetivo de BIS
24,0	829	415	374	455	2903	21	10	4	17	73
24,5	847	423	382	465	2964	21	11	4	17	74
25,0	864	432	390	474	3024	22	11	4	17	76
25,5	881	441	399	483	3084	22	11	4	18	77
26,0	899	449	407	492	3145	22	11	5	18	79
26,5	916	458	415	501	3205	23	11	5	18	80
27,0	933	467	423	510	3266	23	12	5	18	82
27,5	950	475	432	519	3326	24	12	5	19	83
28,0	968	484	440	528	3387	24	12	5	19	85
28,5	985	492	448	537	3447	25	12	5	19	86
29,0	1002	501	456	546	3508	25	13	5	20	88
29,5	1020	510	465	555	3568	25	13	6	20	89
30,0	1037	518	473	564	3629	26	13	6	20	91
30,5	1054	527	481	573	3689	26	13	6	20	92
31,0	1071	536	489	582	3750	27	13	6	21	94
31,5	1089	544	498	591	3810	27	14	6	21	95
32,0	1106	553	506	600	3871	28	14	6	21	97
32,5	1123	562	514	609	3931	28	14	7	22	98
33,0	1140	570	522	618	3992	29	14	7	22	100
33,5	1158	579	531	627	4052	29	14	7	22	101
34,0	1175	588	539	636	4113	29	15	7	22	103
34,5	1192	596	547	645	4173	30	15	7	23	104
35,0	1210	605	556	654	4234	30	15	7	23	106
35,5	1227	613	564	663	4294	31	15	8	23	107
36,0	1244	622	572	672	4355	31	16	8	23	109
36,5	1261	631	580	681	4415	32	16	8	24	110
37,0	1279	639	589	690	4476	32	16	8	24	112
37,5	1296	648	597	699	4536	32	16	8	24	113
38,0	1313	657	605	708	4596	33	16	8	25	115
38,5	1331	665	614	717	4657	33	17	8	25	116
39,0	1348	674	622	726	4717	34	17	9	25	118
39,5	1365	683	630	735	4778	34	17	9	25	119
40,0	1382	691	639	744	4838	35	17	9	26	121

Nota – Véanse en los § 2.6.1., 2.6.2 y 2.6.3 las directrices para la utilización de los valores de este cuadro.

2.7.1.2 *Umbrales basados en un periodo de evaluación T2*

La duración T2 de la supervisión se pone a un valor de 24 horas.

Se produce un informe de umbral cuando se excede un umbral de ES o SES a lo largo de un periodo de tiempo T2, como se explica en la Recomendación M.2120 [41].

2.7.2 *Valores de los umbrales*

Los umbrales serán programables (tanto para ES como para SES), para adaptarlos a los requisitos operacionales específicos. En particular, la necesidad de una temporización iterativa de los umbrales (en función de la experiencia operacional) se considera como un requisito probable.

Los umbrales por defecto para la ventana de 15 minutos de trayecto internacional se indican en el cuadro 11/M.2100 para diversas asignaciones. Los umbrales para la ventana de 24 horas están en estudio.

CUADRO 11/M.2100

Valores de los límites de mantenimiento de los trayectos digitales internacionales de velocidad primaria

	Umbral para 15 min.		Umbral de reiniciación para 15 min. (opcional)	
Asignación de trayecto (%)	ES	SES	ES	SES
0,5 → 2,5	120	15	0	0
3 → 4,0	120	15	1	0
4,5 → 7,0	120	15	2	0
7,5 → 10,0	120	15	3	0
10,5 → 11,0	120	15	4	0
11,5 → 13,0	150	15	4	0
13,5 → 15,5	150	15	5	0
16,0 → 18,5	150	15	6	0
19,0 → 20,0	150	15	7	0
20,5 → 21,5	180	15	7	0
22,0 → 24,5	180	15	8	0
25,0 → 27,0	180	15	9	0
27,5 → 30,0	180	15	10	0
30,5 → 33,0	180	15	11	0
33,5 → 36,0	180	15	12	0
36,5 → 40,0	180	15	13	0

2.8 *Supervisión/medición de la calidad de funcionamiento a largo plazo*

El historial de la supervisión de la calidad de funcionamiento se deberá conservar durante por lo menos un año (valor provisional).

3 Característica de error para la velocidad n de la PDH

En estudio.

4 Calidad de funcionamiento de la temporización

La calidad de funcionamiento de la red puede resultar afectado por los dos siguientes factores de degradación de la temporización:

– el primero, denominado deslizamiento controlado, es causado por la diferencia de fase a largo plazo entre dos señales de temporización en el equipo de terminación del trayecto de velocidad primaria. El número de deslizamientos controlados (que producen la pérdida o duplicación de un octeto en el nivel de 64 kbit/s) debe cumplir los requisitos indicados en la Recomendación G.822 [2];

– el segundo, denominado fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase, está relacionado con las fluctuaciones de la señal de temporización. Los límites de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase están definidos en las Recomendaciones G.823 [35] y G.824 [36]. Estos límites están fijados de tal forma que un equipo de red puede tener aplicado a su entrada un determinado nivel de fluctuación de fase sin que ello provoque errores o una fluctuación de fase excesiva en su salida.

Por consiguiente, a efectos de mantenimiento los requisitos de características de error son suficientes para el tratamiento de estos factores de degradación de la temporización.

5 Disponibilidad a 64 kbit/s y a velocidades binarias superiores

5.1 *Definiciones de estados de disponibilidad e indisponibilidad*

5.1.1 *64 kbit/s*

Cuando se está en el estado de disponibilidad, se declara una transición al estado de indisponibilidad cuando se observan diez SES consecutivos; se considera que estos diez segundos forman parte del tiempo de indisponibilidad.

Cuando se está en el estado de indisponibilidad, se declara una transición al estado de disponibilidad cuando se observan diez segundos consecutivos que no son SES; se considera que estos diez segundos forman parte del tiempo de disponibilidad.

5.1.2 *Velocidad primaria*

Los segundos de indisponibilidad del trayecto representan una cuenta de los intervalos de un segundo durante los que el trayecto está indisponible. Se dice que el trayecto está indisponible al comienzo de P SES consecutivos (o en una condición de fallo para la jerarquía de 1,5 Mbit/s). El trayecto que está indisponible pasa a estar disponible al comienzo de Q segundos consecutivos que no son SES. El cómputo del parámetro segundos de indisponibilidad incluye el periodo de transición inicial de P segundos pero no el periodo de transición final de Q segundos.

La inclusión de las condiciones de avería AIS y LOF en el parámetro segundos de indisponibilidad se consigue por medio de una operación lógica OR de dichas condiciones, con los SES consecutivos anteriormente citados. El cómputo del parámetro segundos de indisponibilidad resultante incluye el tiempo inicial (en segundos) para detectar la avería pero no el tiempo final (segundos) para eliminar la avería.

Los valores de P y Q deben ser menores o iguales a 10 segundos.

5.1.3 *Velocidades binarias superiores*

En estudio.

5.2 *Inhibición de la supervisión de la calidad de funcionamiento durante el tiempo de indisponibilidad (y condiciones de avería)*

La figura 5/M.2100 ilustra las reglas para la determinación del parámetro segundos de indisponibilidad y para la inhibición del cómputo de otros parámetros. Leyendo hacia abajo y de izquierda a derecha, la primera fila representa la condición de la señal y muestra las condiciones momentánea y persistente. La segunda fila indica si existe una condición de error (S) o no (N). Las condiciones de error incluyen, como se muestra, anomalías, defectos o averías. La tercera fila indica si el trayecto ha fallado (S ó N). Siguiendo hacia abajo y hacia la derecha, se muestran

los segundos de indisponibilidad del trayecto reales y ajustados, y las cuentas del parámetro (por ejemplo, ES y SES). Las líneas continuas de tiempo de estas tres últimas filas indican el procedimiento de cálculo de los segundos de indisponibilidad del trayecto, y de las cuentas de los parámetros de tiempo real y tiempo real ajustado, referidos a las líneas verticales de puntos en la condición de la señal original.

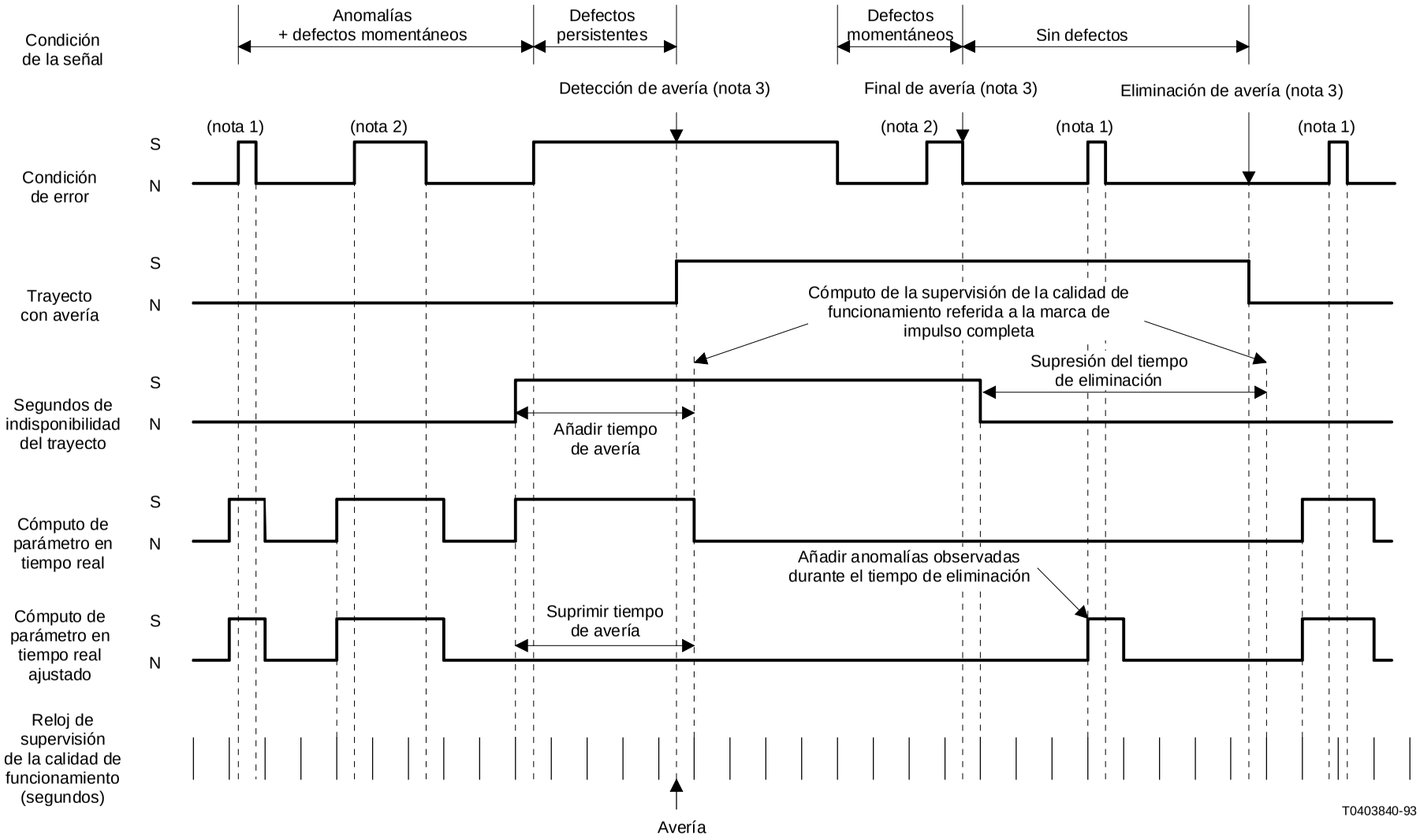
Se registran en función del tiempo tres eventos: declaración de una avería, final de una avería y eliminación de una avería, para mostrar:

- El momento de la declaración, finalización y eliminación de una avería.
- La presencia persistente de eventos de defecto que conducen a la avería y la ausencia de eventos de defecto durante el periodo de eliminación.
- La corrección del contador de segundos de indisponibilidad.
- Las reglas para eliminar o sumar incrementos de tiempo en el contador de segundos de indisponibilidad. Se trata, respectivamente, del tiempo que toma la eliminación, y del tiempo añadido al contador de segundos de indisponibilidad que representa la porción de la condición de error persistente que ocasiona la declaración de avería.
- La cuenta de anomalías durante el intervalo de tiempo de eliminación.

Téngase en cuenta que la transición de la condición de señal, o el instante de declaración, es independiente de las fronteras de segundo del reloj de supervisión de la calidad de funcionamiento. Esto queda de manifiesto observando la situación de esos instantes (líneas verticales de puntos) en relación con las marcas de tiempo de un segundo.

5.3 *Límites de indisponibilidad*

Por el momento, los límites de indisponibilidad se determinan por negociación. Este asunto queda en estudio.



Nota 1 – Anomalía (o anomalías).

Nota 2 – Defecto (o defectos).

Nota 3 – Una declaración de eventos de avería es independiente de las fronteras de segundo del reloj de tiempo de supervisión de la calidad de funcionamiento.

FIGURA 5/M.2100

Ilustración de la inhibición de la supervisión de la calidad de funcionamiento durante el tiempo de indisponibilidad y condiciones de fallo

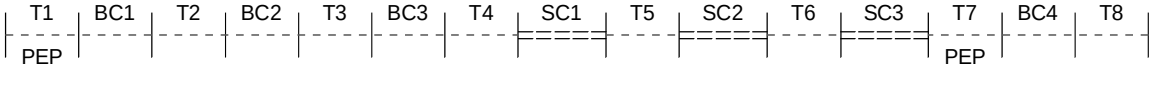
ANEXO A

(a la Recomendación M.2100)

Ejemplo de aplicaciones de asignación de los objetivos de calidad de funcionamiento de referencia

El presente anexo presenta dos ejemplos para mostrar la aplicación de la tabla de asignación de los RPO que figura en el § 2.3. El primer ejemplo se refiere a un trayecto de velocidad primaria extremadamente largo y que, en consecuencia, no admite la conexión en cascada de trayectos adicionales para ampliar el trayecto de 64 kbit/s. El segundo ejemplo es el de una red compleja en la que un trayecto de 64 kbit/s se encamina por tres trayectos de velocidad primaria conectados en cascada. El objeto de estos ejemplos es mostrar claramente que el diseño de trayectos de velocidad primaria individuales puede dar lugar a una amplia variación en los límites de la calidad de funcionamiento. En consecuencia, debe tenerse en cuenta esta circunstancia cuando se diseña un trayecto de 64 kbit/s de forma que no se rebase la asignación del 40% para el tramo internacional de grado alto.

Ejemplo 1



T0402380-91

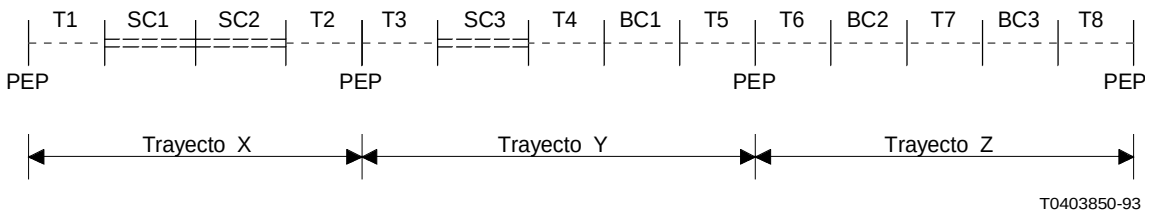
T	IPCE de terminación o tránsito		
BC	ICPCE de cruce frontera		
SC	ICPCE de cable submarino		
T1, T8	IPCE (de terminación)	1000 km-2500 km	2 × 4,0% = 8,0%
T2-T5	IPCE (de tránsito)	500 km-1000 km	4 × 3,0% = 12,0%
T6	IPCE (de tránsito)	< 500 km	1 × 2,0% = 2,0%
T7	IPCE (de tránsito)	> 5000 km	1 × 8,0% = 8,0%
SC1-SC3	ICPCE (en cable óptico submarino)	> 500 km	3 × 2,5% = 7,5%
BC1-BC4	ICPCE (terrenal)		4 × 0,5% = 2,0%
		Asignación total al trayecto de velocidad primaria = 39,5%	

Este trayecto es adecuado para trayectos de 64 kbit/s que no exigen una conexión internacional adicional de velocidad primaria para permitir que el tráfico de mensajes sea conmutado directamente hacia otro destino internacional.

Asignación al trayecto internacional de 64 kbit/s: 16,0% + 10,0% + 10,0% = 36,0%

La asignación total para tramo internacional de alto grado de un trayecto de 64 kbit/s entre los países de terminación T1 y T8 es del 36,0%, valor que se encuentra dentro del objetivo del 40%. Dado que la menor asignación posible para un trayecto de velocidad primaria es 4,5% (dos IPCE de terminación < 500 km y un ICPCE terrenal), al añadirse un cuarto trayecto de velocidad primaria se rebasaría el objetivo del 40%.

Ejemplo 2



T	IPCE de terminación o tránsito
BC	ICPCE de cruce de frontera
SC	ICPCE en cable submarino

Trayecto X

T1	IPCE (de terminación)	500 km-1000 km	1 × 3,0% = 3,0%
T2	IPCE (de terminación)	> 5000 km	1 × 8,0% = 8,0%
SC1-SC2	ICPCE (en cable óptico submarino)	> 500 km	2 × 2,5% = 5,0%
		Asignación total al trayecto de velocidad primaria = 16,0%	

Trayecto Y

T3, T5	IPCE (de terminación)	> 500 km	2 × 2,0% = 4,0%
T4	IPCE (de tránsito)	500 km-1000 km	1 × 3,0% = 3,0%
SC3	ICPCE (en cable óptico submarino)	> 500 km	1 × 2,5% = 2,5%
BC1	ICPCE (terrenal)		1 × 0,5% = 0,5%
		Asignación total al trayecto de velocidad primaria = 10,0%	

Trayecto Z

T6	IPCE (de terminación)	500-1000 km	1 × 3,0% = 3,0%
T7	IPCE (de tránsito)	1000-2500 km	1 × 4,0% = 4,0%
T8	IPCE (de terminación)	< 500 km	1 × 2,0% = 2,0%
BC2, BC3	ICPCE (terrenal)		2 × 0,5% = 1,0%
		Asignación total al trayecto de velocidad primaria = 10,0%	

Asignación al trayecto internacional de 64 kbit/s: 16,0% + 10,0% + 10,0% = 36,0%

Referencias:

[1] Recomendación G.821 del CCITT *Característica de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*.

[2] Recomendación G.822 del CCITT *Objetivos de tasa de deslizamientos controlados en una conexión digital internacional*.

[3] Recomendación I.412 del CCITT *Estructuras del interfaz y capacidades de acceso de los interfaces usuario-red de la RDSI*.

[4] Recomendación G.702 del CCITT *Velocidades binarias de la jerarquía digital*.

[5] Recomendación G.707 del CCITT *Velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona*.

[6] Recomendación G.708 del CCITT *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona*.

[7] Recomendación G.709 del CCITT *Estructura de multiplexación síncrona*.

[8] Recomendación G.703 del CCITT *Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos.*

[9] Recomendación G.706 del CCITT *Procedimientos de alineación de trama y de verificación por redundancia cíclica (VRC) relativos a las estructuras de trama básica definidas en la Recomendación G.704*.

[10] Recomendación G.704 del CCITT *Estructuras de trama síncrona utilizadas en los niveles jerárquicos primario y secundario*.

[11] Recomendación O.162 del CCITT *Aparato para efectuar una monitorización en servicio de las señales de 2048, 8448, 34 368 y 139 264 kbit/s*.

[12] Recomendación H.221 del CCITT *Estructura de trama del canal de 64 kbit/s en teleservicios audiovisuales*.

[13] Recomendación G.724 del CCITT *Características generales de un múltiplex primario de 48 canales con codificación a baja velocidad que funciona a 1544 kbit/s*.

[14] Recomendación G.733 del CCITT *Características del equipo múltiplex MIC primario que funciona a 1544 kbit/s*.

[15] Recomendación G.762 del CCITT *Características generales de un equipo transcodificador de 48 canales*.

[16] Recomendación G.794 del CCITT *Características de los transmultiplexores de 24 canales*.

[17] Recomendación G.734 del CCITT *Características del equipo múltiplex digital síncrono que funciona a 1544 kbit/s*.

[18] Recomendación G.732 del CCITT *Características del equipo múltiplex MIC primario que funciona a 2048 kbit/s*.

[19] Recomendación G.735 del CCITT *Características del equipo múltiplex MIC primario que funciona a 2048 kbit/s y ofrece acceso digital síncrono a 384 kbit/s y/o a 64 kbit/s.*

[20] Recomendación G.736 del CCITT *Características del equipo múltiplex digital síncrono que funciona a 2048 kbit/s*.

[21] Recomendación G.737 del CCITT *Características del equipo de acceso exterior que funciona a 2048 kbit/s y que ofrece acceso digital síncrono a 384 kbit/s y/o a 64 kbit/s.*

[22] Recomendación G.738 del CCITT *Características del equipo múltiplex MIC primario que funciona a 2048 kbit/s y ofrece acceso digital síncrono a 320 kbit/s y/o a 64 kbit/s.*

[23] Recomendación G.739 del CCITT *Características del equipo de acceso exterior que funciona a 2048 kbit/s y que ofrece acceso digital síncrono a 320 kbit/s y/o a 64 kbit/s.*

[24] Recomendación G.761 del CCITT *Características generales de un equipo transcodificador de 60 canales*.

[25] Recomendación G.793 del CCITT *Características de los transmultiplexores de 60 canales*.

[26] Recomendación G.743 del CCITT *Equipo múltiplex digital de segundo orden que funciona a 6321 kbit/s y utiliza justificación positiva*.

[27] Recomendación G.747 del CCITT *Equipo múltiplex digital de segundo orden que funciona a 6312 kbit/s y múltiplexa tres afluentes a 2048 kbit/s*.

[28] Recomendación G.742 del CCITT *Equipo múltiplex digital de segundo orden que funciona a 8448 kbit/s y utiliza justificación positiva*.

[29] Recomendación G.745 del CCITT *Equipo múltiplex digital de segundo orden que funciona a 8448 kbit/s y utiliza justificación positiva/nula/negativa*.

[30] Recomendación G.752 del CCITT *Características de los equipos múltiplex digitales basados en la velocidad binaria de segundo orden de 6312 kbit/s, con justificación positiva*.

[31] Recomendación G.751 del CCITT *Equipos múltiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34 368 kbit/s y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139 264 kbit/s y utilizan justificación positiva*.

[32] Recomendación G.753 del CCITT *Equipo múltiplex digital de tercer orden que funciona a 34 368 kbit/s y utiliza justificación positiva/nula/negativa*.

[33] Recomendación G.754 del CCITT *Equipo múltiplex digital de cuarto orden que funciona a 139 264 kbit/s y utiliza justificación positiva/nula/negativa*.

[34] Recomendación G.755 del CCITT *Equipo múltiplex digital que funciona a 139 264 kbit/s y multiplexa tres afluentes a 44 737 kbit/s*.

[35] Recomendación G.823 del CCITT *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s*.

[36] Recomendación G.824 del CCITT *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía digital de 1544 kbit/s*.

[37] Recomendación M.20 del CCITT *Filosofía de mantenimiento de las redes de telecomunicaciones*.

[38] Recomendación M.32 del CCITT *Principios de la utilización de la información de alarma para el mantenimiento de sistemas y equipos internacionales de transmisión*.

[39] Recomendación M.34 del CCITT *Monitorización de la calidad de funcionamiento de los sistemas y equipos internacionales de transmisión*.

[40] Recomendación M.1300 del CCITT *Sistemas internacionales de transmisión de datos que funcionan a velocidades binarias entre 2,4 kbit/s a 2048 kbit/s*.

[41] Recomendación M.2120 del CCITT *Procedimientos de detección y localización de averías en trayectos, secciones y sistemas de transmisión digitales*.

[42] Recomendación M.2110 del CCITT *Puesta en servicio de los trayectos, secciones y sistemas de transmisión digitales internacionales*.

[43] Recomendación M.35 del CCITT *Principios relativos a los límites de ajuste y mantenimiento*.

Impreso en Suiza

Ginebra, 1993