

## RECOMENDACIÓN UIT-R F.1566-1

**Límites de calidad de funcionamiento para el mantenimiento de sistemas inalámbricos fijos digitales que funcionan en trayectos y secciones internacionales basados en las jerarquías digitales plesiócrona y síncrona**

(Cuestión UIT-R 161/9)

(2002-2007)

**Cometido**

En esta Recomendación se especifican límites de calidad de funcionamiento para las secciones y trayectos internacionales de jerarquía digital plesiócrona (PDH) y síncrona (SDH) que son sistemas inalámbricos fijos (FWS). El método es coherente con el método de mantenimiento adoptado por el UIT-T, pero se incluyen algunos aspectos particulares de los medios de FWS. En el Anexo se presenta detalladamente la aplicación de los límites de calidad de funcionamiento para la puesta en servicio (BIS).

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que se están diseñando, operando y manteniendo sistemas inalámbricos fijos FWS digitales destinados a utilizarse en trayectos digitales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores en el tramo internacional de un trayecto ficticio de referencia (TFR) de 27 500 km;
- b) que los objetivos de calidad de funcionamiento para la planificación de FWS se especifican en la práctica para trayectos digitales reales;
- c) que es necesario especificar límites de calidad de funcionamiento para el mantenimiento de los FWS digitales;
- d) que en la Recomendación UIT-T M.2100 el UIT-T ha establecido los límites de calidad de funcionamiento para el mantenimiento y la puesta en servicio (BIS) de trayectos y conexiones internacionales de operadores múltiples basados en la jerarquía digital plesiócrona (PDH), y en la Recomendación UIT-T M.2101 los límites para trayectos internacionales de operadores múltiples basados en la jerarquía digital síncrona (SDH) y secciones múltiplex internacionales SDH, con base en las Recomendaciones UIT-T G.826 y UIT-T G.828, respectivamente;
- e) que la Recomendación UIT-T M.2120 proporciona procedimientos de detección y localización de averías, con y sin supervisión en servicio, para trayectos, secciones y sistemas de transmisión internacional digital de operadores múltiples;
- f) que el UIT-R ha elaborado la Recomendación UIT-R F.1668 sobre los objetivos de características de error de enlaces FWS reales utilizados en trayectos y conexiones ficticios de referencia de 27 500 km;

- g) que el UIT-R estudia actualmente la influencia de las condiciones de propagación sobre los procedimientos de detección y localización de averías para determinar la intervención de mantenimiento en FWS digitales;
- h) que se deben definir los límites de calidad de funcionamiento para el mantenimiento y los procedimientos para la medición de FWS digitales PDH y SDH que transportan señales PDH y/o SDH;
- j) que al definir los límites de calidad de funcionamiento para el mantenimiento de FWS digitales PDH y SDH y con el propósito de identificar posibles intervenciones de mantenimiento, se deben considerar los niveles de los límites de calidad de funcionamiento. Las Recomendaciones UIT-T M.2100 y UIT-T M.2101 identifican y definen niveles de límites de calidad de funcionamiento como calidad degradada, calidad inaceptable y, además, calidad tras la intervención (reparación);
- k) que los límites de calidad de funcionamiento para el mantenimiento pueden ser diferentes de los límites de puesta en funcionamiento, como se define en la Recomendación UIT-R F.1330;
- l) que cuando se efectúan las mediciones relacionadas con los límites de calidad de funcionamiento para el mantenimiento se tome la debida consideración de periodos de fuerte desvanecimiento,

*reconociendo*

- a) que a los fines de atribución de objetivos de calidad de funcionamiento para el tramo internacional de un trayecto de velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores, el trayecto digital internacional se divida en términos geográficos; cada uno de estos tramos se denomina elemento de núcleo de trayecto (PCE, *path core elements*). Se utilizan dos tipos de PCE internacional:
- un elemento de núcleo de trayecto internacional (IPCE) entre una cabecera de línea internacional y una estación fronteriza en un país de terminación, o entre estaciones fronterizas en un país de tránsito<sup>1</sup>;
  - un elemento de núcleo de trayecto entre países (ICPCE) entre las estaciones fronterizas adyacentes de los dos países que intervienen. El ICPCE tiene correspondencia con el trayecto digital de orden superior transportado por el sistema de transmisión digital que vincula los dos países;

*recomienda*

**1** que los límites para el mantenimiento se basen en los objetivos de calidad de funcionamiento de referencia (RPO, *reference performance objectives*) de extremo a extremo aplicable a cada sentido de cualquier enlace FWS digital real de longitud  $d$  y que se calculan utilizando los valores de los Cuadros 1a y 1b, así como las atribuciones que figuran en el Cuadro 2;

---

<sup>1</sup> En la Recomendación UIT-T M.2101 también figuran las definiciones de pasarela internacional y de estación fronteriza.

CUADRO 1a  
(véase la Nota 1)

**RPO para trayectos digitales internacionales extremo a extremo**

PDH	Primario (Nota 3)	Secundario	Terciario	Cuaternario	
SDH (Mbit/s)	1,5 a 5	> 5 a 15	> 15 a 55	> 55 a 160	> 160 a 3 500
Parámetro	RPO extremo a extremo				
ESR para trayectos conformes a la Rec. UIT-T G.826	0,02	0,025	0,0375	0,08	No aplicable
ESR para trayectos conformes a la Rec. UIT-T G.828	0,005	0,005	0,01	0,02	No aplicable
BBER para trayectos SDH conformes a la Rec. UIT-T G.828	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$
SESR	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

ESR: tasa de segundos con errores

BBER: tasa de bloques con errores de fondo

SESR: tasa de segundos con muchos errores

CUADRO 1b  
(véase la Nota 1)

**RPO para secciones múltiplex SDH internacionales extremo a extremo**

Tasa	STM-0	STM-1	STM-4
Bloques	64 000	192 000	768 000
ESR (de conformidad con la Rec. UIT-T G.826)	0,0375	0,08	No aplicable
ESR (de conformidad con la Rec. UIT-T G.828)	0,01	0,02	No aplicable
SESR	0,001	0,001	0,001
BBER (de conformidad con la Rec. UIT-T G.826)	No aplicable	No aplicable	No aplicable
BBER (de conformidad con la Rec. UIT-T G.828)	$2,5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$

CUADRO 2  
Atribución ( $a_n$ )

Clasificación PCE (km)	Atribución (% de RPO de extremo a extremo)
<b>IPCE</b>	
<b>Red nacional de terminación/tránsito:</b>	
$d \leq 100$	1,2
$100 < d \leq 200$	1,4
$200 < d \leq 300$	1,6
$300 < d \leq 400$	1,8
$400 < d \leq 500$	2
$500 < d \leq 1000$	3
$1000 < d \leq 2500$	4
$2500 < d \leq 5000$	6
$5000 < d \leq 7500$	8
$d > 7500$	10
<b>ICPCE<sup>(1)</sup></b>	
$d < 300$	0,3
<b>Sección múltiple internacional</b>	0,2

<sup>(1)</sup> Las atribuciones de ICPCE se deben establecer independientemente de cuántas secciones múltiple comprende el ICPCE.

2 que el objetivo de calidad de funcionamiento atribuido (APO, *allocated performance objective*) y el límite de calidad de funcionamiento de mantenimiento (MPL, *maintenance performance limit*) pertinente para el mantenimiento de un trayecto o sección múltiple se calcule como sigue:

Para un trayecto:

$$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa)}$$

$$APO_{ses} = A\% \times RPO_{ses} \times TP \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 2\,000 \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa – VC-1 y 2)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 8\,000 \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa – VC-3 y 4 y VC-4-Xc)}$$

Para una sección múltiple:

$$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa)}$$

$$APO_{ses} = A\% \times RPO_{ses} \times TP \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 64\,000 \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa – STM-0)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 192\,000 \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa – STM-1)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 768\,000 \div 100 \text{ (convertir } A\% \text{ a una tasa – STM-4)}$$

donde:

$$A\% = \sum_1^N a_n\% \text{ para un trayecto}$$

es decir,  $A\% = a_1\% + a_2\% + \dots + a_N\%$

$a_n$ : atribución a cada IPCE e ICPCE que conforman el trayecto

$A\% = a\%$  para una sección múltiplex

$TP$ : periodo de prueba (s).

–  $MPL = APO \times PLF$

donde:

$PLF$ : factor de nivel de calidad de funcionamiento (*performance level factor*);

3 que para la definición de los diversos MPL, se especifiquen los siguientes PLF (véase el Cuadro 3);

CUADRO 3  
PLF y límites\*

Secciones múltiplex SDH Sistemas de transmisión PDH		Trayectos SDH Trayectos y secciones PDH	
Límite (relativo al APO)	Gama del nivel de calidad de funcionamiento	Límite (relativo al APO)	Gama del nivel de calidad de funcionamiento
Calidad de funcionamiento tras la reparación: ESR y BBER = 0,1 SESR = 0,5	Aceptable (< 0,5 APO)	Calidad de funcionamiento tras la reparación = 0,5	Aceptable (< 0,75 APO)
Objetivo de calidad de funcionamiento = 1	Degradado (> 0,5 a < 10 APO)	Objetivo de calidad de funcionamiento = 1	Degradado (> 0,75 a < 10 APO)
	Inaceptable (> 10 APO)		Inaceptable (> 10 APO)

\* Para condiciones de propagación adversas los límites se pueden duplicar.

4 que los TP para la supervisión de calidad de funcionamiento de los FWS digitales se establezcan de la siguiente manera:

- que para la detección de calidad de funcionamiento degradada, se utilice un periodo de prueba de mantenimiento (TPDP) de corto plazo de 24 h de duración, pero para condiciones de propagación adversas se recomienda un periodo de prueba de largo plazo de siete días;
- que para la detección de calidad de funcionamiento inaceptable en condiciones de propagación normales, se utilice un periodo de prueba de mantenimiento de corto plazo (TPUP) de 15 min de duración;

- que para la puesta en servicio de secciones y trayectos radioeléctricos tras una intervención de mantenimiento, se utilice un periodo de pruebas de retorno tras intervención de mantenimiento (TPMI) de largo plazo de siete días de duración, pero en condiciones normales de propagación se utilice un periodo de prueba de corto plazo de 24 h de duración.

Actualmente, la duración del periodo de prueba para cada límite de calidad de funcionamiento de mantenimiento es provisional;

5 que el Anexo 1 contenga directrices y mayores detalles sobre los límites de calidad de funcionamiento, plazo de distribución, metodología y procedimientos de prueba para calcular los MPL.

NOTA 1 – Cada país tiene la responsabilidad de diseñar su red de manera que sea consistente con su atribución de país para el trayecto internacional.

NOTA 2 – Las longitudes  $d$  que se indican en el Cuadro 2 son longitudes de la ruta real o las distancias aire-ruta multiplicadas por un factor de encaminamiento ( $R_f$ , *routing factor*) apropiado, cualquiera sea menor; para secciones múltiplex la longitud  $d$  se refiere sólo a la distancia real (véase la Recomendación UIT-T M.2100).

CUADRO 4

**La longitud del círculo máximo del PCE y el factor de encaminamiento**

Longitud del círculo máximo del PCE (km)	Factor de encaminamiento ( $R_f$ )	Longitud calculada del PCE (km)
$d < 1\ 000$	1,5	$1,5 \times d$
$1\ 000 \leq d < 1\ 200$	$1\ 500/d$	1 500
$d \geq 1\ 200$	1,25	$1,25 \times d$

NOTA 3 – En el caso de las conexiones internacionales de operadores múltiples que utilicen equipos conformes a la Recomendación revisada UIT-T G.826 es posible utilizar los RPO definidos para sistemas PDH de velocidad primaria.

NOTA 4 – Los periodos de condiciones de propagación normales y adversas podrían cambiar de un país a otro. Por lo tanto, las partes interesadas deben ponerse de acuerdo.

## Anexo 1

### Los MPL y la metodología de cálculo

#### 1 Procedimiento de prueba de mantenimiento

Los procedimientos de prueba para la detección y localización de averías con y sin supervisión en servicio de secciones y trayectos de PDH/SDH, que incluyen la forma de encarar todo periodo de indisponibilidad durante la prueba, se definen en la Recomendación UIT-T M.2120 y se pueden utilizar para trayectos, secciones y sistemas de transmisión FWS digitales durante periodos con actividades de desvanecimiento limitadas. Los procedimientos de prueba para actividades de desvanecimiento considerables y/o fuertes se encuentran en estudio.

#### 2 Metodología para el cálculo de los MPL

Para determinar los límites de calidad de funcionamiento de sección o trayecto PDH/SDH pertinente se han de seguir los siguientes pasos:

*Paso 1:* Identificar la velocidad binaria del trayecto o sección.

*Paso 2:* Determinar los RPO para la velocidad binaria apropiada mediante los Cuadros 1a, 1b o 1c para ESR, SESR y BBER.

*Paso 3:* Identificar todos los PCE para el trayecto o sección completa y determinar  $N$  = número total de PCE.

*Paso 4:* Identificar la longitud  $d$  de cada  $PCE \times n$  ( $n = 1$  a  $N$ ). La longitud,  $d$ , es la longitud de trayecto real o bien se puede estimar por la longitud del círculo grande entre sus puntos extremos multiplicado por el factor de encaminamiento apropiado,  $R_f$  (véase la Nota 2).

*Paso 5:* Establecer la atribución,  $a_n\%$ , (como el porcentaje de RPO de extremo a extremo) para  $PCE \times n$  ( $n = 1$  a  $N$ ) por medio del Cuadro 2. Se debe señalar que las atribuciones que figuran en el Cuadro 2 representan los valores máximos; por acuerdo bilateral o multilateral se pueden utilizar valores más estrictos.

*Paso 6:* Calcular  $A\%$ , la atribución de trayecto, donde:

$$A\% = \sum_1^N a_n\%$$

*Paso 7:* Determinar el TP requerido conforme al *recomienda 5* (15 min, 24 h o siete días). El TP se expresará en segundos, por ejemplo  $TP = 86400$  s para un TP de 24 h y  $TP = 604800$  s para un TP de siete días.

*Paso 8:* Calcular los APO para ES, SES y BBE requeridos a partir de la información ya obtenida:

$$APO = A\% \times RPO \times TP/100;$$

*Paso 9:* Calcular el MPL apropiado para el trayecto o sección para ES y SES:

$$MPL = APO \times PLF;$$

donde el MPL es para:

Límite de calidad de funcionamiento degradada,  $MPL_{DP}$

Límite de calidad de funcionamiento inaceptable,  $MPL_{UP}$

Límite de calidad de funcionamiento tras la reparación,  $MPL_{PAR}$

} véase el *recomienda 3*

NOTA 1 – Si cualquier PCE dentro de un trayecto se modifica, se deberá repetir el proceso de cálculo entero.

### 3 Niveles de calidad de funcionamiento y límites

La Recomendación UIT-T M.20 establece que una entidad puede tener un número limitado de condiciones predefinidas que dependen de su calidad de funcionamiento. Estas condiciones son referidas como niveles de calidad de funcionamiento y se definen como el nivel de calidad de funcionamiento inaceptable, nivel de calidad de funcionamiento degradado y nivel de calidad de funcionamiento aceptable. Las fronteras entre los niveles de calidad de funcionamiento están referidas como los límites de calidad de funcionamiento. Además de estos límites, la Recomendación UIT-T M.35 también define un límite especial referido como calidad de funcionamiento después de la reparación.

Cada uno de los límites de calidad de funcionamiento es una función del APO y estos límites se muestran en el Cuadro 3.

### 4 Umbrales de calidad de funcionamiento y duraciones de los periodos de supervisión

Cuando un límite de calidad de funcionamiento determina un valor específico en términos de ES, SES y/o BBE, cada límite de calidad de funcionamiento ES, SES y/o BBE tendrá que tener una duración de medición asociada. En las Recomendaciones UIT-T M.2100 (PDH) y M.2101 (SDH) se tratan en detalle el concepto de umbrales de calidad de funcionamiento y las duraciones de medición.

Las Recomendaciones UIT-T M.2100 y UIT-T M.2101 indican que la estrategia general para la utilización o información de supervisión de la calidad de funcionamiento y los umbrales se describen en las Recomendaciones UIT-T M.20 y UIT-T M.34. Estos umbrales y la información serán comunicados a los sistemas de operaciones a través de la red de gestión de las telecomunicaciones para análisis en tiempo real y en más largo plazo. Cuando los umbrales alcanzan niveles de calidad de funcionamiento degradados o inaceptables, se iniciará la acción de mantenimiento independientemente de las mediciones de la calidad de funcionamiento. Se pueden utilizar otros umbrales para mantenimiento y análisis de calidad de largo plazo. Los sistemas de operaciones utilizarán procesamiento en tiempo real para asignar prioridades de mantenimiento a los rebasamientos de umbral y a la información, utilizando el proceso de supervisión de calidad de funcionamiento descrito en la Recomendación UIT-T M.20.

Para la estrategia general de supervisión de los MPL de FWS digitales, se consideran tres tipos de duraciones de supervisión de umbral; T1, T2 y T3.

#### *Duración de la supervisión de umbral, T1*

La duración de supervisión T1 se fija en un valor de 15 min y en este periodo se computa ES, SES y BBE. El periodo T1 se utiliza para asistir la detección de transición hacia o desde el nivel de calidad de funcionamiento inaceptable durante condiciones de propagación normales.

Un evento de umbral aparece cuando se rebasa el umbral de ES, SES o BBE. El informe de reposición de umbral, que es una prestación opcional, se produce cuando el número de ES, BBE y SES es igual o menor al umbral de reiniciación. Estos principios se explican en la Recomendación UIT-T M.2120.

#### *Duración de la supervisión de umbral, T2*

La duración de supervisión T2 se fija en un valor de 24 h y en ese periodo se computan los eventos ES, SES y BBE.

El periodo T2 se utiliza para asistir a la detección de la transición desde o hacia el nivel de calidad de funcionamiento inaceptable. El informe de umbral se produce toda vez que se rebasa un umbral ES, SES y BBE durante el periodo de tiempo T2.

El periodo T2 también se utiliza cuando se vuelve a poner en servicio algún tramo o sección tras una intervención de mantenimiento aun durante condiciones de propagación normales. El periodo T2 se debe considerar como periodo de prueba inicial para confirmar que el trayecto o sección satisface los límites de calidad de funcionamiento ( $MPL_{PAR}$ ) para trayectos/secciones de retorno al servicio después de la reparación. Tras un periodo de supervisión satisfactorio de duración T2, el trayecto o sección debe continuar siendo supervisado durante siete días como mínimo (periodo T3) para confirmar que la intervención de mantenimiento es satisfactoria (véase la Recomendación UIT-T M.2120, § 5).

#### *Duración de la supervisión de umbral, T3*

La duración de supervisión T3 se fija en un valor de siete días y los eventos ES, BBE y SES se cuentan durante ese periodo. El periodo T3 se utiliza para asistir a la detección de la transición al nivel de calidad de funcionamiento degradado. El informe de umbral se produce toda vez que un umbral ES, BBE o SES ha sido rebasado durante el periodo de tiempo T3.

#### *Supervisión/medición de calidad a largo plazo*

La historia de supervisión de calidad de funcionamiento se debe mantener durante un año como mínimo (sugerido) por el sistema de gestión.

## **5 Disponibilidad e indisponibilidad**

Los criterios de entrada/salida a partir de un estado indisponible, se definen utilizando las Recomendaciones UIT-T M.2100 (§ 8) y UIT-T M.2101 (§ 12). Los criterios para evaluar los eventos de indisponibilidad cuando se establecen límites de calidad de funcionamiento para mediciones de mantenimiento están contenidos en la Recomendación UIT-T M.2120.

Actualmente, los límites de indisponibilidad son materia de negociación y el UIT-T tiene este tema en estudio.

## **6 Evaluación de los parámetros de característica de error**

El procedimiento para la evaluación en servicio y fuera de servicio de los parámetros de característica de error para entidades PDH y SDH se consideran, en detalle, en las Recomendaciones UIT-T M.2100 y M.2101.

La evaluación de los parámetros de característica de error para el mantenimiento de FWS digitales durante condiciones de propagación adversas deben tener en cuenta el efecto de propagación.

---