

## RECOMENDACIÓN UIT-R F.1668-1

**Objetivos de característica de error para los enlaces inalámbricos fijos digitales utilizados en las conexiones ficticias de referencia y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km**

(Cuestión UIT-R 210/9)

(2004-2007)

**Cometido**

Esta Recomendación presenta información actualizada sobre los objetivos de característica de error para enlaces inalámbricos fijos digitales reales utilizados en conexiones y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km. Es la única Recomendación en que se definen los objetivos de característica de error para todos los enlaces inalámbricos fijos digitales reales. En la Recomendación UIT-T G.821, y en las Recomendaciones UIT-R F.634, UIT-R F.696 y UIT-R F.697 se presentan los sucesos y objetivos de característica de error para las conexiones que utilizan equipos diseñados con anterioridad a la aprobación de la Recomendación UIT-T G.826, en diciembre de 2002. Esta Recomendación sustituye a las Recomendaciones UIT-R F.1397 y UIT-R F.1491. En el Anexo 1 se presenta un ejemplo de conexión, trayecto, enlace y salto. En el Anexo 2 aparecen definiciones de los sucesos de característica de error deducidos de las Recomendaciones UIT-T G.826 y UIT-T G.828. En el Anexo 3 figuran ejemplos de cálculo de los parámetros de característica de error.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que el UIT-T ha especificado los parámetros y objetivos de característica de error de las conexiones y los trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante en la Recomendación UIT-T G.826<sup>1</sup>, y de los trayectos digitales síncronos internacionales de velocidad binaria constante en la Recomendación UIT-T G.828<sup>2</sup>;
- b) que el UIT-T ha especificado los sucesos de la característica de error y las estructuras de bloque para las secciones múltiplex y regeneradoras de jerarquía digital síncrona (SDH) en la Recomendación UIT-T G.829;
- c) que cualquier enlace de trayecto real para transmisión de datos digital puede realizarse utilizando una topología lineal y/o redundante, según las necesidades de los proveedores de redes;

---

<sup>1</sup> No es necesario aplicar esta Recomendación a conexiones que funcionan por debajo de la velocidad primaria y utilizan equipos diseñados antes de la aprobación en diciembre de 2002 de la Recomendación UIT-T G.826 – Parámetros y objetivos de las características de error de extremo a extremo para conexiones y trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante. Los sucesos de la característica de error y los objetivos para las conexiones que utilizan equipos diseñados antes de esa fecha figuran en la Recomendación UIT-T G.821 y en las Recomendaciones UIT-R F.634, UIT-R F.696 y UIT-R F.697.

<sup>2</sup> La Recomendación UIT-T G.826 trata sobre las características de error de los trayectos PDH y las de los trayectos SDH que utilizan equipos diseñados antes de la aprobación de la Recomendación UIT-T G.828, en marzo de 2000. La Recomendación UIT-T G.828 trata sobre las características de error de trayectos SDH que utilizan equipos diseñados después de la adopción de la Recomendación G.828, en marzo de 2000.

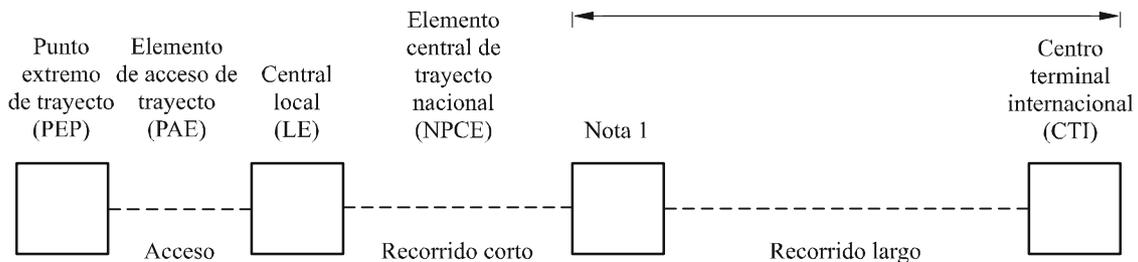
- d) que hace falta establecer los objetivos de calidad de funcionamiento de los radioenlaces digitales reales para poder diseñar adecuadamente los enlaces inalámbricos fijos;
- e) que a efectos de esta Recomendación, el tramo nacional de un trayecto ficticio de referencia o de una conexión ficticia de referencia de 27 500 km puede subdividirse en tres secciones básicas (véase la Fig. 1),

*recomienda*

1 que los objetivos de característica de error (EPO, *error performance objectives*), aplicables a cada sentido de los enlaces inalámbricos fijos reales,  $L_{enlace}$ , de cualquier longitud, utilizados en las conexiones ficticias de referencia y en los trayectos ficticios de referencia de 27 500 km, se obtengan mediante la ecuación (1) y utilizando los valores de los Cuadros 1a y 1b para el diseño de sistemas de SDH de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828 y los valores de los Cuadros 2a y 2b para el diseño de sistemas de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826.

FIGURA 1

Secciones básicas del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia



*Nota 1* – Dependiendo de la arquitectura de red del país, este centro puede coincidir con un centro primario (PC), un centro secundario (SC) o un centro terciario (TC) (véase la Recomendación UIT-T G.801).

*Acceso*: Sección de red de acceso, que incluye las conexiones entre el PEP y el centro correspondiente de conmutación de acceso local/interconector (LE). Corresponde al PAE.

*Recorrido corto*: Sección de red de interconexión de recorrido corto, incluidas las conexiones entre el centro de conmutación de acceso local/interconector (LE) y un PC, SC o TC (dependiendo de la arquitectura de la red).

*Recorrido largo*: Sección de red de interconexión de recorrido largo, incluidas las conexiones entre un PC, un SC o un CTI (dependiendo de la arquitectura de la red) y la correspondiente cabecera internacional (IG).

*Nota 2* – El CTI (en el BR: TIC), el PAE y el NPCE se definen en la Recomendación UIT-T M.1010.

1668-01

El límite inferior  $L_{enlace}$  utilizado para adaptar los objetivos al caso real es  $L_{mín} = 50$  km.

$$EPO = B_j \times (L_{enlace} / L_R) + C_j \quad (1)$$

donde:

$j = 1$	para $L_{mín} \leq L_{enlace} \leq 1\,000$ km	para países intermedios
$j = 2$	para $1\,000 \text{ km} < L_{enlace}$	para países intermedios
$j = 3$	para $L_{mín} \leq L_{enlace} \leq 500$ km	para países de terminación
$j = 4$	para $500 \text{ km} < L_{enlace}$	para países de terminación.

EPO se sustituye por los parámetros de proporción de segundos con error (ESR, *errored second ratio*), proporción de segundos con muchos errores (SESR, *severely errored second ratio*) y proporción de errores de bloque de fondo<sup>3</sup> (BBER, *background block error ratio*), según proceda.

$L_R$  es la longitud de referencia,  $L_R = 2\,500$  km

$B_R$  es una gama de tolerancia de bloque,  $B_R = (0 < B_R \leq 1)$ ;

CUADRO 1a

**Parámetros de los EPO para países intermedios de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828**

Parámetro	Velocidad binaria (kbit/s)	$L_{min} \leq L_{enlace} \leq 1\,000$ km		$1\,000$ km $< L_{enlace}$	
		B1	C1	B2	C2
ESR	1 664	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$5 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	2 240	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$5 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	6 848	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$5 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	48 960	$1 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$1 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	150 336	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$2 \times 10^{-3}$	$8 \times 10^{-4} \times B_R$
SESR	1 664-150 336	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$1 \times 10^{-4}$	$4 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1 664-48 960	$2,5 \times 10^{-6} (1 + B_R)$	0	$2,5 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6} \times B_R$
BBER	150 336	$5 \times 10^{-6} (1 + B_R)$	0	$5 \times 10^{-6}$	$2 \times 10^{-6} \times B_R$

CUADRO 1b

**Parámetros de los EPO para países de terminación de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828**

Parámetro	Velocidad binaria (kbit/s)	$L_{min} \leq L_{enlace} \leq 500$ km		$500$ km $< L_{enlace}$	
		B3	C3	B4	C4
ESR	1 664	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$5 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	2 240	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$5 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	6 848	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$5 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	48 960	$1 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$1 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	150 336	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$2 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
SESR	1 664-150 336	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$1 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1 664-48 960	$2,5 \times 10^{-6} (1 + B_R)$	0	$2,5 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^{-7} \times B_R$
BBER	150 336	$5 \times 10^{-6} (1 + B_R)$	0	$5 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6} \times B_R$

<sup>3</sup> El parámetro BBER sólo es aplicable a los trayectos.

CUADRO 2a

**Parámetros de los EPO para países intermedios de acuerdo con la  
Recomendación UIT-T G.826**

Parámetro	Velocidad binaria (Mbit/s)	$L_{min} \leq L_{enlace} \leq 1\ 000\ km$		$1\ 000\ km < L_{enlace}$	
		B1	C1	B2	C2
ESR	<velocidad primaria	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$2 \times 10^{-3}$	$8 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	1,5-5	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$2 \times 10^{-3}$	$8 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	>5-15	$2,5 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$2,5 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>15-55	$3,75 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$3,75 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>55-160	$8 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$8 \times 10^{-3}$	$3,2 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>160-400	No aplicable	No aplicable	No aplicable	No aplicable
SESR	$\leq 400$	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$1 \times 10^{-4}$	$4 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1,5-400	$1 \times 10^{-5} (1 + B_R)$	0	$1 \times 10^{-5}$	$4 \times 10^{-6} \times B_R$

CUADRO 2b

**Parámetros de los EPO para países de terminación de acuerdo con la  
Recomendación UIT-T G.826**

Parámetro	Velocidad binaria (Mbit/s)	$L_{min} \leq L_{enlace} \leq 500\ km$		$500\ km < L_{enlace}$	
		B3	C3	B4	C4
ESR	<velocidad primaria	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$2 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	1,5-5	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$2 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	>5-15	$2,5 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$2,5 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	>15-55	$3,75 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$3,75 \times 10^{-3}$	$7,5 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	>55-160	$8 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	$8 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>160-400	No aplicable	No aplicable	No aplicable	No aplicable
SESR	$\leq 400$	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	$1 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1,5-400	$1 \times 10^{-5} (1 + B_R)$	0	$1 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-6} \times B_R$

2 que los EPO para las secciones de acceso y de recorrido corto utilicen únicamente la atribución por bloques especificada en las Recomendaciones UIT-T G.826 y UIT-T G.828 para el tramo nacional de una conexión ficticia de referencia y un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km y que la sección de recorrido largo utilice la atribución basada en la distancia y parte de la atribución del margen de bloque fijo;

3 que para los EPO aplicables en cada sentido de cualquier enlace inalámbrico fijo real de longitud  $L_{enlace}$  pertenecientes a las secciones de red de interconexión de recorrido largo del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y de la conexión ficticia de referencia se apliquen los valores indicados en el Cuadro 3a para los sistemas SDH diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828 y los valores indicados en el Cuadro 3b para otros sistemas diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826. El límite inferior de  $L_{enlace}$  utilizado para extrapolar los objetivos al caso real es  $L_{mín} = 50$  km;

CUADRO 3a

**EPO para enlaces inalámbricos fijos reales de SDH que pertenecen a la sección de red de recorrido largo entre centrales del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828**

Velocidad (Mbit/s)	1 664 (VC-11, TC-11)	2 240 (VC-12, TC-12)	6 848 (VC-2, TC-2)	48 960 (VC-3, TC-3)	150 336 (VC-4, TC-4)
ESR	$0,01 \times A$	$0,01 \times A$	$0,01 \times A$	$0,02 \times A$	$0,04 \times A$
SESR	$0,002 \times A$				
BBER	$5 \times 10^{-5} \times A$				$1 \times 10^{-4} \times A$

CUADRO 3b

**EPO para enlaces inalámbricos fijos reales que pertenecen a la sección de red de recorrido largo entre centrales del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y la conexión ficticia de referencia de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826**

Velocidad (Mbit/s)	<velocidad primaria	1,5 a 5	>5 a 15	>15 a 55	>55 a 160	>160 a 400
ESR	$0,04 A$	$0,04 A$	$0,05 A$	$0,075 A$	$0,16 A$	No aplicable
SESR	$0,002 A$	$0,002 A$	$0,002 A$	$0,002 A$	$0,002 A$	$0,002 A$
BBER <sup>(1)</sup>	No aplicable	$2 A \times 10^{-4}$	$1 A \times 10^{-4}$			

<sup>(1)</sup> El parámetro BBER es aplicable únicamente a los trayectos.

siendo:

$$A = (A_1 + 0,002) L_{enlace}/100 \quad \text{para } 50 \text{ km} \leq L_{enlace} \leq 100 \text{ km}$$

$$A = A_1 + 2 \times 10^{-5} L_{enlace} \quad \text{para } 100 \text{ km} < L_{enlace}$$

Se ha acordado provisionalmente que  $A_1$  esté comprendido entre 0,01 y 0,02 (1% y 2%) (véanse las Notas 3 y 4);

4 que para los EPO aplicables en cada sentido de cualquier enlace inalámbrico fijo real que formen todas las secciones de una red de corto recorrido del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y de la conexión ficticia de referencia, se apliquen los valores del Cuadro 4a en el caso de sistemas SDH diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828 y los valores del Cuadro 4b para otros sistemas diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826.

CUADRO 4a

**EPO para enlaces inalámbricos fijos SDH que forman toda la sección de red de recorrido corto entre centrales del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y la conexión ficticia de referencia de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828**

Velocidad (Mbit/s)	1 664 (VC-11, TC-11)	2 240 (VC-12, TC-12)	6 848 (VC-2, TC-2)	48 960 (VC-3, TC-3)	150 336 (VC-4, TC-4)
ESR	$0,01 \times B$	$0,01 \times B$	$0,01 \times B$	$0,02 \times B$	$0,04 \times B$
SESR	$0,002 \times B$				
BBER	$5 \times 10^{-5} \times B$				$1 \times 10^{-4} \times B$

CUADRO 4b

**EPO para enlaces inalámbricos fijos que forman toda la sección de red de recorrido corto entre centrales del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y la conexión ficticia de referencia de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826**

Velocidad (Mbit/s)	<Velocidad primaria	1,5 a 5	>5 a 15	>15 a 55	>55 a 160	>160 a 400
ESR	$0,04 B$	$0,04 B$	$0,05 B$	$0,075 B$	$0,16 B$	No aplicable
SESR	$0,002 B$	$0,002 B$	$0,002 B$	$0,002 B$	$0,002 B$	$0,002 B$
BBER	No aplicable	$2 B \times 10^{-4}$	$1 B \times 10^{-4}$			

Se ha acordado provisionalmente que  $B$  esté comprendido entre 0,075 y 0,085 (7,5% y 8,5%) (véanse las Notas 3 y 4);

**5** que para los EPO aplicables en cada sentido de cualquier enlace inalámbrico fijo real que forme todas las secciones de red de acceso del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y la conexión ficticia de referencia se apliquen los valores del Cuadro 5a para sistemas SDH diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828 y los valores del Cuadro 5b para otros sistemas diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826.

CUADRO 5a

**EPO para enlaces inalámbricos fijos SDH que forman toda la sección de red de acceso del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828 (véase la Nota 6)**

Velocidad (Mbit/s)	1 664 (VC-11, TC-11)	2 240 (VC-12, TC-12)	6 848 (VC-2, TC-2)	48 960 (VC-3, TC-3)	150 336 (VC-4, TC-4)
ESR	$0,01 \times C$	$0,01 \times C$	$0,01 \times C$	$0,02 \times C$	$0,04 \times C$
SESR	$0,002 \times C$				
BBER	$5 \times 10^{-5} \times C$				$1 \times 10^{-4} \times C$

CUADRO 5b

**EPO para enlaces inalámbricos fijos que forman toda la sección de red de acceso del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y la conexión ficticia de referencia de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826 (véase la Nota 6)**

Velocidad (Mbit/s)	<Velocidad primaria	1,5 a 5	>5 a 15	>15 a 55	>55 a 160	>160 a 400
ESR	0,04 $C$	0,04 $C$	0,05 $C$	0,075 $C$	0,16 $C$	No aplicable
SESR	0,002 $C$	0,002 $C$	0,002 $C$	0,002 $C$	0,002 $C$	0,002 $C$
BBER	No aplicable	$2 C \times 10^{-4}$	$1 C \times 10^{-4}$			

Se ha acordado provisionalmente que  $C$  esté comprendida entre 0,075 y 0,085 (7,5% y 8,5%) (véanse las Notas 3 y 4);

**6** que para evaluar los EPO que aparecen en los *recomienda* 1 a 5, se definan los parámetros de característica de error para todo enlace real de la forma siguiente:

- la ESR es la relación entre eventos de segundos con error (ES, *errored second*) y el número total de segundos de tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo;
- la SESR es la relación entre los eventos de segundos con muchos errores (SES, *severely errored second*) y el número total de segundos de tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo;
- la BBER es la relación entre los eventos de errores de bloque de fondo (BBE, *background block error*) y el número total de bloques en el tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo. El cómputo total de bloques excluye todos los bloques durante los SES.

NOTA 1 – Los EPO sólo se aplican cuando el sistema se considera disponible. Los criterios de entrada y salida con respecto al estado de indisponibilidad se definen en el Anexo A a las Recomendaciones UIT-T G.826 y UIT-T G.828.

NOTA 2 – Los objetivos indicados en esta Recomendación se consideran objetivos a largo plazo que deben satisfacerse durante todo un periodo de evaluación de un mes, entendiéndose por tal cualquier periodo de 28 a 31 (normalmente 30) intervalos de 24 h consecutivos. Estos objetivos deben respetarse para cualquier mes (véase la Recomendación UIT-R P.581). Para poder comparar los resultados de las mediciones realizadas por diferentes partes en el mismo trayecto, debe llegarse a un acuerdo en cuanto al instante de inicio y la duración de la evaluación del comportamiento entre las partes interesadas.

NOTA 3 – La suma de los porcentajes  $A_1\% + B\% + C\%$  no debe rebasar el 17,5%, de acuerdo con las asignaciones al tramo nacional de un trayecto internacional de velocidad binaria constante de las Recomendaciones UIT-T G.826 y UIT-T G.828.

NOTA 4 – Los valores provisionales acordados para  $B\% + C\%$  están comprendidos entre el 15,5% y el 16,5%.

NOTA 5 – Dependiendo de las configuraciones de red nacional, las administraciones pueden reatribuir los márgenes por bloques  $A\%$ ,  $B\%$  y  $C\%$  entre las secciones del tramo nacional de un trayecto radioeléctrico.

NOTA 6 – Un enlace real se define como el tramo de un trayecto o conexión procedente de una partición y se caracteriza por su longitud real  $L_{enlace}$ .

NOTA 7 – Hay una gran variedad de arquitecturas de redes de acceso en los distintos países. Si el trayecto radioeléctrico constituye únicamente parte de la sección de recorrido corto o de la red de

acceso, queda a discreción de las administraciones efectuar el reparto adecuado de los objetivos indicados en los Cuadros 4a, 4b, 5a y 5b en forma de margen de bloque para los elementos que constituyen la sección de recorrido corto o de red de acceso.

NOTA 8 – En el caso de enlaces multisalto los objetivos obtenidos de acuerdo con esta Recomendación se aplican a todos los enlaces (independientemente de la fecha en que fue puesto en servicio cada salto y del número de operadores independientes implicados); la asignación de objetivos a cada salto es responsabilidad de los operadores de la red.

NOTA 9 – Los sucesos ES, SES y BBE y la estructura de bloques de las secciones múltiplex y de regeneración de la SDH se definen en la Recomendación UIT-T G.829, mientras que los sucesos ES, SES y BBE y la estructura de bloques de los trayectos y conexiones se definen en la Recomendación UIT-T G.826 (véase el Anexo A a la Recomendación UIT-T G.826).

NOTA 10 – En los Cuadros 1 a 5 aparecen los efectos de la interferencia y de cualquier otra fuente de degradación de la calidad de funcionamiento.

NOTA 11 – En el contexto de esta Recomendación, el enlace consta de secciones y/o trayectos o conexiones.

NOTA 12 – Los Anexos 1, 2 y 3 pueden utilizarse como orientación adicional al aplicar la presente Recomendación.

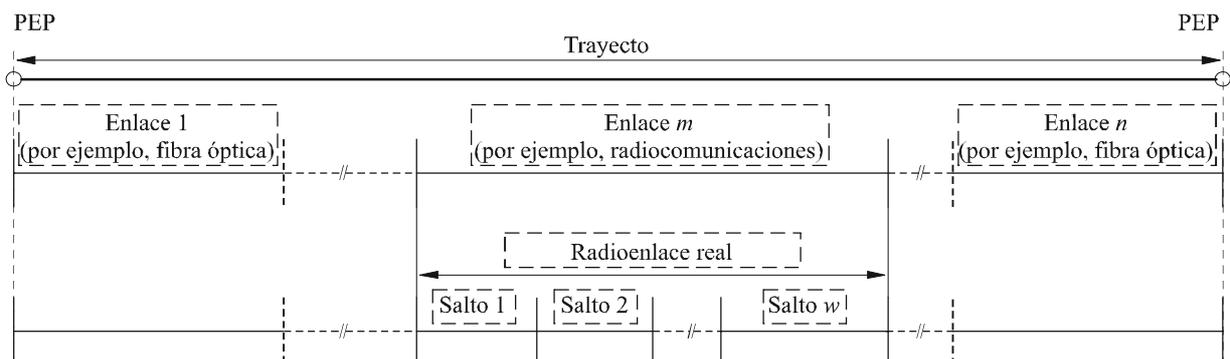
## Anexo 1

### Ejemplo de conexión, trayecto, enlace y salto

El presente Anexo aclara el significado de algunos términos relacionados con la conexión utilizados en el texto de la Recomendación.

La definición de trayecto es la que figura en la Recomendación UIT-T G.826; la Fig. 2 muestra un ejemplo de enlace inalámbrico fijo que forma un tramo de trayecto.

FIGURA 2  
Ejemplo de un tramo de trayecto



## Anexo 2

### Sucesos de característica de error para distintas configuraciones de enlaces inalámbricos fijos con SDH

#### 1 Introducción

En un enlace inalámbrico fijo, los puntos extremos del enlace, representados por el terminal inalámbrico fijo en los dos lados del enlace, pueden ser la terminación de un trayecto, de una sección múltiplex y de una sección de regenerador. Todas las configuraciones son posibles de acuerdo con la definición que aparecen en la Recomendación UIT-T G.783 y en la Recomendación UIT-R F.750. Los ejemplos de este Anexo muestran la relación entre la configuración realizable principal para el enlace con SDH y la estimación de los sucesos de característica de error (ES, SES y BBE). La comprobación técnica de la calidad de funcionamiento específica inalámbrica fija en presencia de una conmutación de protección se define en la Recomendación UIT-R F.750.

#### 2 Los puntos extremos del enlace son puntos extremos del trayecto con y sin diversidad en frecuencia

Los bytes B3 o V5, relativos al trayecto de orden elevado y al trayecto de orden bajo respectivamente, se calculan/evalúan en ambos puntos extremos del enlace.

Los eventos de característica de error se definen en la Recomendación UIT-T G.829.

#### 3 Los puntos extremos del enlace son puntos extremos de la sección múltiplex con SDH

##### 3.1 Sección múltiplex de un salto sin protección por diversidad en frecuencia

El byte B2 se calcula/evalúa en ambos puntos extremos del enlace mientras que los bytes B3 y V5 atraviesan de forma transparente los puntos extremos del enlace sin modificación.

Los eventos de característica de error se definen en la Recomendación UIT-T G.829. La comparación de los valores de los parámetros de característica de error relativa obtenidos mediante el byte B2 de acuerdo con las Recomendaciones UIT-T G.829 y UIT-T G.783 con los objetivos definidos en esta Recomendación pueden considerarse como una estimación. La precisión depende del número de errores por ráfaga.

##### 3.2 Sección múltiplex de un salto con protección por diversidad en frecuencia

Las funcionalidades de comprobación de la característica de error de la sección protegida, es decir, la sección fuera de la conmutación de protección, dependen de la asignación de bloques de función de conmutación de protección inalámbrica fija de SDH, como se describe en la Recomendación UIT-R F.750.

En el caso de una asignación de tipo C, definida en la Recomendación UIT-R F.750 el byte B1 se calcula/evalúa en ambos puntos extremos del enlace para cada uno de los canales (es decir, canales de funcionamiento y canal de protección). El byte B2 se calcula/evalúa en ambos puntos extremos del enlace fuera de la sección de protección, por lo tanto, proporciona directamente la calidad de funcionamiento de la sección protegida. Los bytes B3 y V5 atraviesan los puntos extremos del enlace sin modificación.

Los eventos de característica de error se definen en la Recomendación UIT-T G.829. La comparación de los valores de los parámetros de característica de error relativa, obtenidos mediante el byte B2 de acuerdo a las Recomendaciones UIT-T G.829 y UIT-T G.783, con los objetivos definidos en esta Recomendación, puede considerarse como una estimación. La precisión depende del número de errores por ráfaga.

En el caso de asignación de tipo B, definida en la Recomendación UIT-R F.750, los bytes B1 y B2 se calculan/evalúan en ambos puntos extremos del enlace para cada uno de los canales (es decir, canales de funcionamiento y canal de protección). Los bytes B3 y V5 atraviesan los puntos extremos del enlace sin modificación.

En este caso pueden aplicarse dos procesos para determinar la calidad de la sección inalámbrica fija protegida:

- el primero consiste en evaluar por separado la calidad de la señal del STM de orden  $N$  (STM- $N$ ) a la entrada y a la salida de la sección inalámbrica fija protegida mediante un sistema de supervisión no invasivo de los bytes B3 y dejar que el o un sistema de gestión indique la diferencia;
- el segundo consiste en retransmitir hacia el terminal del extremo distante la información equivalente de la paridad entrelazada de bits, BIP-8 de los bloques con error a la entrada, mediante un byte dependiente del medio de la tara de sección de regeneración que atraviesa de forma transparente cualquier repetidor intermedio que actúe como sección múltiplex. Dicho terminal puede evaluar la diferencia con respecto a la calidad de la salida y señalar directamente al o a un sistema de gestión la calidad real de la sección inalámbrica fija protegida.

Esta metodología de supervisión de las conexiones en cascada de la sección múltiplex, es en principio similar a la supervisión de las conexiones en cascada de orden elevado definida en las Recomendaciones UIT-T G.707 y UIT-T G.783, pero no precisa ningún algoritmo de recuperación de la paridad, como el del byte N1 de la tara de trayecto del VC-4. En la Recomendación UIT-R F.750 aparecen más detalles sobre la supervisión de la calidad de funcionamiento de la implementación inalámbrica fija de una conmutación de protección.

#### **4 Los Puntos extremos del enlace son puntos extremos de la sección de regenerador de la SDH**

##### **4.1 Sección de regenerador de un salto sin protección por diversidad en frecuencia**

El byte B1 se calcula/evalúa en ambos puntos extremos del enlace mientras que los bytes B2, B3 y V5 atraviesan los puntos extremos del enlace sin modificación.

Los eventos de característica de error se definen en la Recomendación UIT-T G.829.

##### **4.2 Sección de regenerador con conmutación de protección por diversidad en frecuencia**

Las funcionalidades de supervisión de la característica de error de la sección protegida (es decir, la sección fuera de la conmutación de protección), dependen de la asignación de los bloques de función de conmutación de protección radioeléctrica de la SDH, como se describe en la Recomendación UIT-R F.750.

El byte B1 se calcula/evalúa en ambos puntos extremos del enlace para cada uno de los canales (es decir, canales de funcionamiento y canal de protección) mientras que los bytes B2, B3 y V5 atraviesan los puntos extremos del enlace sin modificación.

La supervisión de la característica de error debe realizarse utilizando las mismas metodologías descritas en el § 3.2 basándose en una supervisión no invasiva del byte B2 o mediante una metodología de supervisión de la conexión en cascada de la sección de regenerador.

Los eventos de característica de error se definen en la Recomendación UIT-T G.829. La compatibilidad con esta Recomendación de los valores de los parámetros de la característica de error relativa, obtenidos utilizando uno o los dos métodos anteriores de acuerdo con la Recomendación UIT-R F.750, debe ser objeto de ulterior estudio.

### 4.3 Sección de regenerador multisalto sin protección por diversidad en frecuencia

El byte B1 se calcula/evalúa en ambos puntos extremos del enlace para cada uno de los canales (es decir, canales de funcionamiento y canal de protección), mientras que los bytes B2, B3 y V5 atraviesan los puntos extremos del enlace sin modificación.

Los eventos de característica de error se definen en la Recomendación UIT-T G.829. La calidad de todo el enlace puede evaluarse utilizando las mismas metodologías descritas en el § 3.2.

## 5 Los puntos extremos del enlace son combinaciones de los anteriores

La evaluación de los eventos de característica de error es posible únicamente en la sección pertinente terminada por ambos puntos extremos del enlace.

## Anexo 3

### Ejemplos de cálculo de los parámetros de característica de error ESR, SESR y BBER

Este Anexo muestra algunos ejemplos de la aplicación de esta Recomendación a enlaces reales, a fin de obtener los objetivos.

#### I Tramo internacional

Se supone que existe un país intermedio.

La longitud del enlace,  $L_{enlace}$ , es 105 km.

$B_R$  se supone igual a 1.

El tiempo de evaluación es un mes (30 días).

*Ejemplo 1:*

Velocidad binaria: 150 336 kbit/s (VC-4, TC-4); es decir, objetivos de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828.

Los objetivos se calculan a partir de la ecuación (1) y los valores B1 y C1 se obtienen del Cuadro 1a.

$$ESR = 2 \times 10^{-3} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 168 \times 10^{-6}$$

$$\text{Número de ES/mes} = 435$$

$$SESR = 1 \times 10^{-4} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 84 \times 10^{-7}$$

$$\text{Número de SES/mes} = 22$$

$$BBER = 5 \times 10^{-6} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 4,2 \times 10^{-7}$$

$$\text{Número de BBE/mes} = 8709$$

*Ejemplo 2:*

Velocidad binaria: 140 Mbit/s; es decir, objetivos de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826.

Los objetivos se calculan a partir de la ecuación (1) y los valores B1 y C1 se obtienen del Cuadro 2a.

$$\begin{aligned} ESR &= 8 \times 10^{-3} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 672 \times 10^{-6} & \text{Número de ES/mes} &= 1741 \\ SESR &= 1 \times 10^{-4} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 84 \times 10^{-7} & \text{Número de SES/mes} &= 22 \\ BBER &= 1 \times 10^{-5} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 8,4 \times 10^{-7} & \text{Número de BBE/mes} &= 17418 \end{aligned}$$

*Ejemplo 3:*

Velocidad binaria: 64 kbit/s; es decir, objetivos de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826.

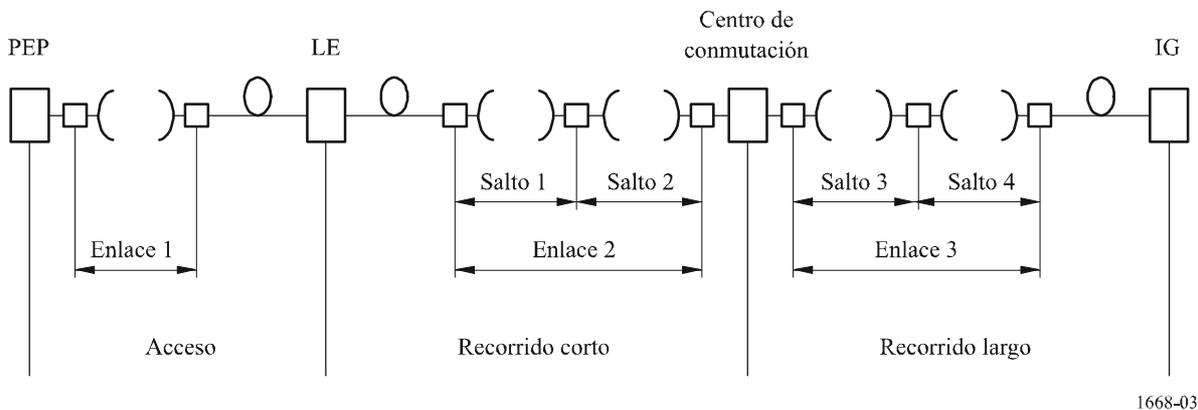
Los objetivos se calculan a partir de la ecuación (1) y los valores de B1 y C1 se obtienen del Cuadro 2a.

$$\begin{aligned} ESR &= 2 \times 10^{-3} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 168 \times 10^{-6} & \text{Número de ES/mes} &= 436 \\ SESR &= 1 \times 10^{-4} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 84 \times 10^{-7} & \text{Número de SES/mes} &= 22 \end{aligned}$$

**II Tramo nacional**

Los ejemplos de cálculo que aparecen a continuación se refieren a una configuración de tramo nacional genérica, como se muestra en la Fig. 3.

FIGURA 3  
Configuración genérica del tramo nacional



1668-03

*Ejemplo 4:* el tramo de acceso de la red tiene una longitud de 20 km y está constituido por un solo enlace:

$$\text{Enlace } L_1 = 20 \text{ km}$$

Capacidad: 2 Mbit/s.

En este caso los objetivos son independientes de la longitud; si se supone un valor de  $C = 0,075$  (véase el recomienda 5) se obtiene:

$$ESR = 0,04 C = 3 \times 10^{-3} \text{ (equivalente a 7776 ES/mes)}$$

$$SESR = 0,002 C = 1,5 \times 10^{-4} \text{ (equivalente a 389 SES/mes)}$$

$$BBER = 2 \times 10^{-4} \times C = 1,5 \times 10^{-5} \text{ (equivalente a 77760 bloques con error/mes)}$$

*Ejemplo 5:* el tramo de recorrido corto de la red tiene 80 km de longitud y está constituido por un solo enlace:

Enlace  $L_2 = 80$  km

Capacidad: 34 Mbit/s.

En este caso los objetivos son independientes de la longitud; si se supone un valor de  $B = 0,075$  (véase el *recomienda 4*) se obtiene:

$$ESR = 0,075 B = 5,625 \times 10^{-3} \text{ (equivalente a 14 580 ES/mes)}$$

$$SESR = 0,002 B = 1,5 \times 10^{-4} \text{ (equivalente a 389 SES/mes)}$$

$$BBER = 2 \times 10^{-4} \times B = 1,5 \times 10^{-5} \text{ (equivalente a 311 040 bloques con error/mes)}$$

*Ejemplo 6:* enlace real en el tramo de largo alcance de la red, utilizando equipo diseñado de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826, con anterioridad a la adopción de la Recomendación UIT-T G.828, en marzo de 2000 (véase el *recomienda 3*):

Enlace  $L_3 = 75$  km

Velocidad de transmisión SDH: módulo de transporte síncrono, STM-1 (155,52 Mbit/s):

$$ESR = 0,16 A = 0,16 (A_1 + 0,002) \times 75/100$$

$$SESR = 0,002 A = 0,002 (A_1 + 0,002) \times 75/100$$

$$BBER = 0,0002 A = 0,0002 (A_1 + 0,002) \times 75/100$$

En este caso los objetivos son dependientes de la longitud; en el Cuadro 6 se muestran los límites mínimo y máximo ( $A_1 = 0,01$  y  $A_1 = 0,02$ ):

CUADRO 6

Valores de los objetivos

Valor $A_1$	ESR	SESR	BBER
0,01	$144 \times 10^{-5}$ (= 3 733 ES/mes)	$18 \times 10^{-6}$ (= 47 SES/mes)	$18 \times 10^{-7}$ (= 37 324 bloques con error/mes)
0,02	$264 \times 10^{-5}$ (= 6 843 ES/mes)	$33 \times 10^{-6}$ (= 86 SES/mes)	$33 \times 10^{-7}$ (= 68 429 bloques con error /mes)

NOTA 1 – En los resultados fraccionarios se ha redondeado al entero más próximo.

*Ejemplo 7:* enlace real en el tramo de largo alcance de la red, utilizando equipo diseñado después de adoptada la Recomendación UIT-T G.828, en marzo de 2000 (véase el *recomienda 3*):

Enlace  $L_3 = 75$  km

Velocidad de transmisión SDH: módulo de transporte síncrono, STM-1 (155,52 Mbit/s):

$$ESR = 0,04 A = 0,04 (A_1 + 0,002) \times 75/100$$

$$SESR = 0,002 A = 0,002 (A_1 + 0,002) \times 75/100$$

$$BBER = 0,0001 A = 0,0001 (A_1 + 0,002) \times 75/100$$

En este caso los objetivos son dependientes de la longitud; en el Cuadro 7 se muestran los límites mínimo y máximo ( $A_1 = 0,01$  y  $A_1 = 0,02$ ):

## CUADRO 7

## Valores de los objetivos

Valor $A_1$	ESR	SESR	BBER
0,01	$36 \times 10^{-5}$ (= 933 ES/mes)	$18 \times 10^{-6}$ (= 47 SES/mes)	$9 \times 10^{-7}$ (= 18 662 EB/mes)
0,02	$66 \times 10^{-5}$ (= 1 711 ES/mes)	$33 \times 10^{-6}$ (= 86 SES/mes)	$165 \times 10^{-8}$ (= 34 214 EB/mes)

NOTA 2 – En los resultados fraccionarios se ha redondeado al entero más próximo.

*Ejemplo 8:* la conexión consta de un tramo de acceso de la red constituido por un solo enlace  $L_1$  con una longitud de 10 km y el tramo de recorrido corto de la red constituido por un solo enlace  $L_2$  con una longitud de 100 km:

$$\text{Longitud global de enlace} = L_1 + L_2 = 110 \text{ km}$$

Capacidad: 64 kbit/s.

En este caso los objetivos son independientes de la longitud; si se supone un valor de  $B + C = 0,16$  (véase los *recomienda* 4 y 5 y la Nota 4) se obtiene:

$$ESR = 0,04 (B + C) = 6,4 \times 10^{-3} \text{ (equivalente a 16 589 ES/mes)}$$

$$SESR = 0,002 (B + C) = 3,2 \times 10^{-4} \text{ (equivalente a 830 SES/mes)}$$

---