

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1397-2*

**Objetivos de característica de error para los radioenlaces digitales reales
utilizados en el tramo internacional de un trayecto ficticio de
referencia de 27 500 km a velocidad primaria o superior**

(Cuestión UIT-R 210/9)

(1999-2001-2002)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el UIT-T ha especificado los parámetros y objetivos de característica de error de los trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante igual o superior a la velocidad primaria en la Recomendación UIT-T G.826, y de los trayectos digitales síncronos internacionales de velocidad binaria constante en la Recomendación UIT-T G.828;
- b) que el UIT-T ha especificado los eventos de la característica de error y las estructuras de bloque para las secciones múltiplex y regeneradoras de jerarquía digital síncrona en la Recomendación UIT-T G.829;
- c) que la Recomendación UIT-R F.1491 contiene los objetivos de característica de error de los radioenlaces digitales reales utilizados en el tramo nacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km a velocidad primaria o superior;
- d) que cualquier enlace de trayecto real para transmisión de datos digital a velocidad primaria o superior puede realizarse utilizando una topología lineal y/o redundante, según las necesidades de los proveedores de redes;
- e) que hace falta establecer los objetivos de calidad de funcionamiento de los radioenlaces digitales reales para poder diseñar adecuadamente dichos radioenlaces,

recomienda

1 que los objetivos de característica de error (EPO, *error performance objectives*), aplicables a cada sentido de los radioenlaces reales, L_{enlace} , de cualquier longitud, se obtengan mediante la ecuación (1) y utilizando los valores de los Cuadros 1a y 1b para el diseño de sistemas de jerarquía digital síncrona 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.

El valor inferior de L_{enlace} , utilizado para adaptar los objetivos al caso real, es L_{min} . El valor de L_{min} se establece provisionalmente en 50 km.

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

donde:

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

* Esta Recomendación sustituye a la Recomendación UIT-R F.1092 que queda suprimida.

EPO es reemplazado 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 (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)	$L_{\min} \leq L_{\text{enlace}} \leq 1\,000$ km		$1\,000$ km $< L_{\text{enlace}}$	
		B1	C1	B2	C2
ESR	1 664	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	2 240	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	6 848	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	48 960	$1 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	1×10^{-3}	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	150 336	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-3}	$8 \times 10^{-4} \times B_R$
SESR	1 664-150 336	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	1×10^{-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	5×10^{-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)	$L_{\min} \leq L_{\text{enlace}} \leq 500$ km		500 km $< L_{\text{enlace}}$	
		B3	C3	B4	C4
ESR	1 664	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	2 240	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	6 848	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	48 960	$1 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	1×10^{-3}	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	150 336	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-3}	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
SESR	1 664-150 336	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	1×10^{-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	5×10^{-6}	$1 \times 10^{-6} \times B_R$

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	1,5-5	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-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	8×10^{-3}	$3,2 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>160-3 500	Véase la Nota 6	Véase la Nota 6	Véase la Nota 6	Véase la Nota 6
SESR	1,5-3 500	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	1×10^{-4}	$4 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1,5-3 500	$1 \times 10^{-5} (1 + B_R)$	0	1×10^{-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	1,5-5	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-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	8×10^{-3}	$1,6 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>160-3 500	Véase la Nota 6	Véase la Nota 6	Véase la Nota 6	Véase la Nota 6
SESR	1,5-3 500	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	1×10^{-4}	$2 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1,5-3 500	$1 \times 10^{-5} (1 + B_R)$	0	1×10^{-5}	$2 \times 10^{-6} \times B_R$

2 que para la evaluación de los EPO en el *recomienda* 1, los parámetros de característica de error de los enlaces reales se definen de la siguiente manera:

- ESR: relación entre eventos ES y el total de segundos de tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo;
- SESR: relación entre eventos SES y el total de segundos de tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo;
- BBER: relación entre eventos BBE y el 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.

En el Anexo 1 se muestran algunos ejemplos de aplicación del método propuesto.

En el Anexo 2 se muestra un ejemplo de trayecto real, enlaces y saltos.

En el Anexo 3 se muestra un ejemplo de relación entre proporción de bits erróneos (BER, *bit error ratio*) y bloques con error (EB, *errored blocks*).

NOTA 1 – Los eventos ES, SES y BBE y la estructura de bloque de las secciones múltiplex y de regeneración de la jerarquía digital síncrona se definen en la Recomendación UIT-T G.829, mientras que los eventos ES, SES y BBE y la estructura de bloque de los trayectos se definen en las Recomendaciones UIT-T G.826 y UIT-T G.828.

NOTA 2 – Un enlace real se define como el tramo de trayecto procedente de una partición y se caracteriza por su longitud real L_{enlace} .

NOTA 3 – Los valores de los Cuadros 1a y 1b tienen en cuenta los efectos de la interferencia y todas las demás fuentes de degradación de la calidad de funcionamiento.

NOTA 4 – Los EPO sólo se aplican cuando el sistema se considera disponible. Los criterios de entrada y salida del estado de indisponibilidad se definen en las Recomendaciones pertinentes (véase la Recomendación UIT-T G.826).

NOTA 5 – Según las Recomendaciones UIT-T G.826 y UIT-T G.828, el periodo de evaluación propuesto es de un mes para cualquier parámetro. En los radioenlaces estos objetivos se deben cumplir durante cualquier mes (véase la Recomendación UIT-R P.581).

NOTA 6 – El objetivo de ESR para los trayectos de velocidad binaria más elevada está aún en estudio.

NOTA 7 – El enlace no cumple el requisito de característica de error si no se cumplen algunos de los objetivos.

NOTA 8 – En el contexto de la presente Recomendación, el enlace está formado por una o varias secciones y/o uno o varios trayectos.

NOTA 9 – En el caso de enlaces multisalto, los objetivos derivados de esta Recomendación se aplican a los enlaces considerados como un conjunto (independientemente de la fecha en la que entró en servicio cada salto y del número de operadores independientes implicados); la asignación de los objetivos para cada salto se reserva a los operadores de la red pertinente.

NOTA 10 – Los Anexos 1, 2 y 3 pueden utilizarse como orientación adicional para la aplicación de la presente Recomendación.

ANEXO 1

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

Este Anexo presenta ejemplos de la aplicación de la presente Recomendación a enlaces reales, para calcular los objetivos.

Se efectúa el cálculo de ESR, la SESR y la BBER para una longitud de enlace, L_{enlace} , de 105 km.

Además:

Se supone que se trata de un país intermedio.

Se supone que el valor de B_R es 1.

El tiempo de evaluación es de 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 mediante la fórmula (1) y con B1 y C1 del Cuadro 1a.

$ESR = 2 \times 10^{-3} (1 + 1) \times 105/2\,500 + 0 = 168 \times 10^{-6}$	Número de ES/mes = 435
$SESR = 1 \times 10^{-4} (1 + 1) \times 105/2\,500 + 0 = 84 \times 10^{-7}$	Número de SES/mes = 22
$BBER = 5 \times 10^{-6} (1 + 1) \times 105/2\,500 + 0 = 4,2 \times 10^{-7}$	Número de BBE/mes = 8 709

Ejemplo 2:

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

Los objetivos se calculan mediante la fórmula (1) y con B1 y C1 del Cuadro 2a.

$ESR = 8 \times 10^{-3} (1 + 1) \times 105/2\,500 + 0 = 672 \times 10^{-6}$	Número de ES/mes = 1 741
$SESR = 1 \times 10^{-4} (1 + 1) \times 105/2\,500 + 0 = 84 \times 10^{-7}$	Número de SES/mes = 22
$BBER = 1 \times 10^{-5} (1 + 1) \times 105/2\,500 + 0 = 8,4 \times 10^{-7}$	Número de BBE/mes = 17 418

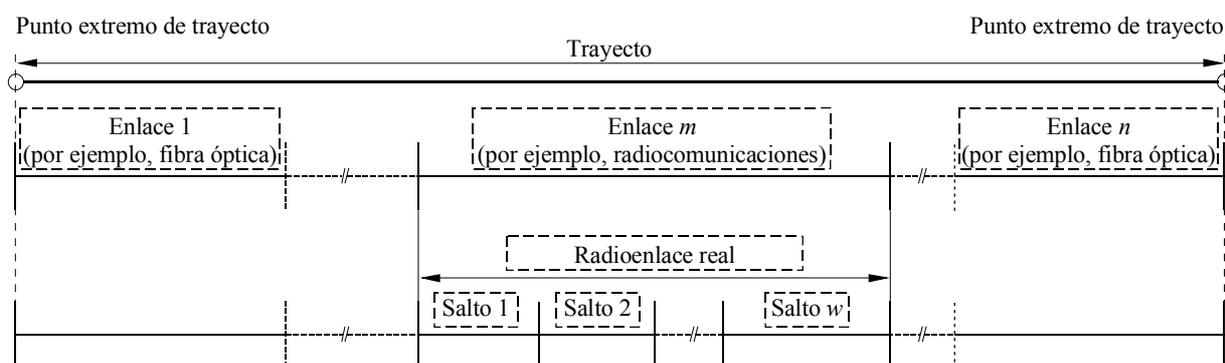
ANEXO 2

Ejemplo de 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. 1 muestra un ejemplo de enlace de radiocomunicaciones que forma un tramo de trayecto.

FIGURA 1
Ejemplo de un tramo de trayecto



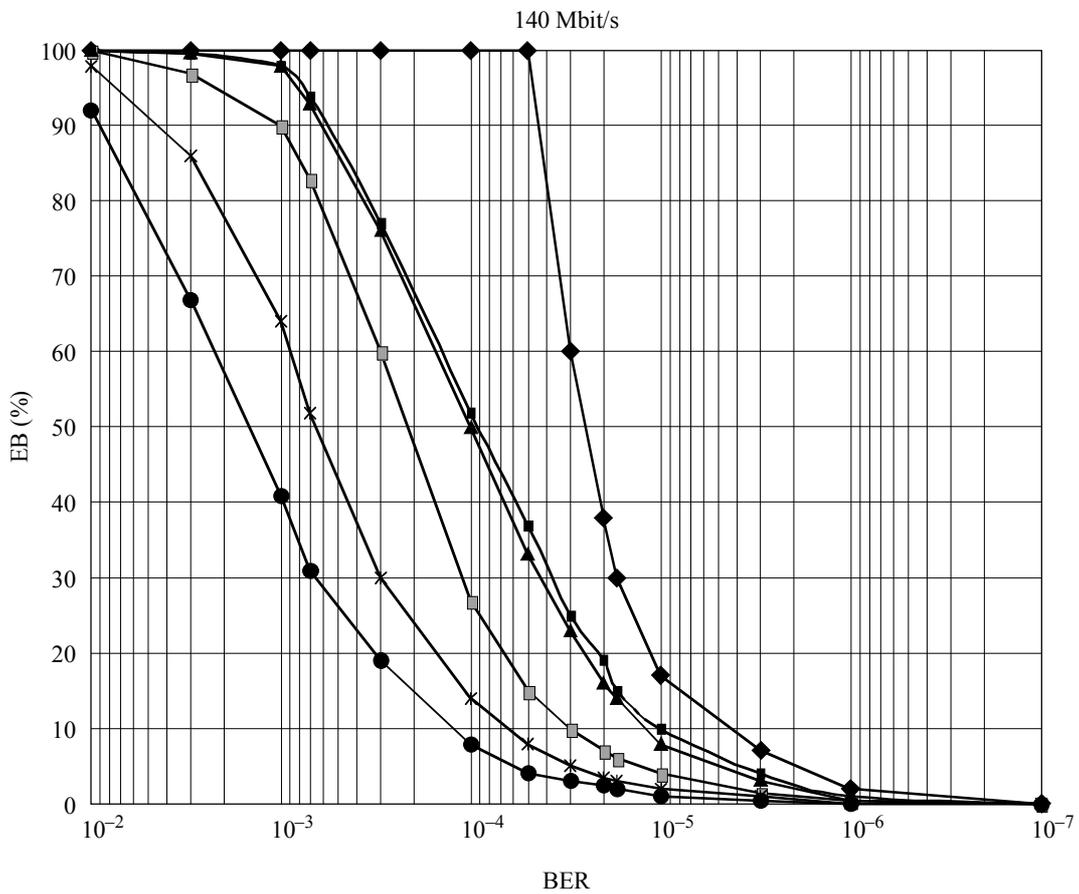
ANEXO 3

Relación entre la BER y los EB

Para obtener la relación entre la BER (Recomendación UIT-T G.821) y el porcentaje de EB (Recomendación UIT-T G.826), se han realizado algunas mediciones sobre diversos sistemas de radioenlaces digitales, con diferentes códigos de modulación.

Los resultados, obtenidos en el laboratorio ajustando los valores de la BER por medio de un atenuador variable para simular el salto, se muestran en la Fig. 2 con la BER en el eje de abscisas y el porcentaje de EB en el de ordenadas.

FIGURA 2
Relación entre BER y EB



- ◆— Gaussian
- MAQ-16, sin corrección de errores hacia adelante
- ▲— MAQ-16
- BCM-16
- *— MAQ-64
- TCM-128

BCM: modulación de código de bloque.

La Fig. 2 muestra el porcentaje de EB correspondiente a la BER de cada sistema, concretamente es posible obtener el valor de la BER correspondiente al umbral de SES definido en la Recomendación UIT-T G.826 (30% de los EB).

En lo que respecta al parámetro SES, el diseño de radioenlaces con arreglo a la presente Recomendación (y a la Recomendación UIT-T G.826) podría realizarse de acuerdo con los métodos tradicionales utilizados hasta la fecha, con tal de que se utilice el valor de la BER correspondiente al 30% de EB en vez del valor de 1×10^{-3} utilizado para la BER en el diseño de los enlaces de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.821.
