

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1397

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)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el UIT-T ha especificado en su Recomendación UIT-T G.826 los parámetros y objetivos de característica de error de los trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante igual o superior a la velocidad primaria;
- b) que el UIT-T ha especificado en su Recomendación UIT-T G.829 los eventos de la característica de error y las estructuras de bloque para las secciones múltiplex y regeneradoras de jerarquía digital síncrona;
- c) que el UIT-R ha definido en su Recomendación UIT-R F.1092 los objetivos de característica de error para los trayectos digitales de velocidad binaria constante que funcionan a velocidad primaria o superior establecidos por sistemas de radioenlaces digitales que pueden formar parte o la totalidad del tramo internacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km;
- 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 se utilicen los valores del Cuadro 1 como objetivos de característica de error aplicables a cada sentido de los radioenlaces reales, L_{enlace} , de cualquier longitud.

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

CUADRO 1

Velocidad (Mbit/s)	1,5 a 5	> 5 a 15	> 15 a 55	> 55 a 160	> 160 a 3 500
Proporción de segundos con error (PSE)	$0,04 \times (F_L + B_L) \times L_{enlace} / L_R$	$0,05 \times (F_L + B_L) \times L_{enlace} / L_R$	$0,075 \times (F_L + B_L) \times L_{enlace} / L_R$	$0,16 \times (F_L + B_L) \times L_{enlace} / L_R$	Véase la Nota 6
Proporción de segundos con muchos errores (PSME)	$0,002 \times (F_L + B_L) \times L_{enlace} / L_R$				
Proporción de errores de bloque de fondo (BBLER – background block error ratio)	$2 \times 10^{-4} \times (F_L + B_L) \times L_{enlace} / L_R$ (Véase la Nota 8)	$2 \times 10^{-4} \times (F_L + B_L) \times L_{enlace} / L_R$			

Donde:

factor de asignación por distancia: $F_L = 0,01 \times L_R/500$

factor de tolerancia de bloque, B_L :

– para los países intermedios: $B_L = B_R \times 0,02 \times (L_R/L_{ref})$ para $L_{mín} < L_R \leq L_{ref}$

$B_L = B_R \times 0,02$ para $L_R > L_{ref}$

– para los países de terminación: $B_L = B_R \times 0,01 \times L_R/(L_{ref}/2)$ para $L_{mín} < L_R \leq L_{ref}/2$

$B_L = B_R \times 0,01$ para $L_R > L_{ref}/2$

gama de tolerancia de bloque, B_R : $(0 < B_R \leq 1)$

longitud de referencia, L_{ref} : $L_{ref} = 1\ 000$ km (provisionalmente).

L_R es el valor de L redondeado por exceso al múltiplo más próximo de 500 km;

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

- PSME es la relación entre eventos de segundos con muchos errores (SME) y el total de segundos de tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo;
- BBLER es la relación entre eventos de bloques con errores de fondo (BBLE) 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 SME;
- PSE es la relación entre eventos de segundos con errores (SE) y el total de segundos de tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo.

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

En el Anexo 2 se muestran algunos ejemplos de trayecto real, enlace y salto.

NOTA 1 – Los eventos SME, BBLE y SE 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 SME, BBLE y SE y la estructura de bloques de los trayectos se definen en la Recomendación UIT-T G.826.

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 del Cuadro 1 tienen en cuenta los efectos de la interferencia y todas las demás fuentes de degradación de la calidad de funcionamiento.

NOTA 4 – Los objetivos de característica de error 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 la Recomendación UIT-T G.826, 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 PSE para los trayectos de velocidad binaria más elevada está aún en estudio.

NOTA 7 – El valor provisional de la longitud de referencia L_{ref} se ha escogido de manera que abarque las distancias entre fronteras que existen en la mayoría de los países. El que el valor de la longitud de referencia para los países de terminación sea la mitad del de la longitud de referencia completa L_{ref} , para los países intermedios, se basa en el supuesto de que la distancia entre la frontera de un país y la cabecera internacional es, en promedio para la mayoría de los países, la mitad de la distancia de una frontera a otra de un país.

NOTA 8 – Para los sistemas diseñados antes de 1996, el objetivo de BBLER es 3×10^{-4} .

NOTA 9 – En el caso de enlaces multisalto, los objetivos derivados de la presente Recomendación se aplican a los enlaces considerados como un conjunto; la asignación de los objetivos para cada salto se reserva a los operadores de la red.

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 SME y de la PSME

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

Se facilitan los cálculos sólo para los SME; los objetivos de SE y de BBLER se pueden definir utilizando el mismo planteamiento.

Este procedimiento puede dividirse en 2 pasos:

Paso 1: Definición de los objetivos de la Recomendación UIT-R F.1092.

Paso 2: Adaptación de los resultados a la longitud del enlace real.

Paso 1: Partiendo de la Recomendación UIT-R F.1092 tenemos:

Objetivo de la Rec. UIT-R F.1092 = $0,01 \times (L_R/500 + B_R \times 0,02 \times L_R/L_{ref}) \times 0,002$ para $L_{min} < L_R \leq L_{ref}$

Objetivo de la Rec. UIT-R F.1092 = $0,01 \times (L_R/500 + B_R \times 0,02) \times 0,002$ para $L_R > L_{ref}$

Paso 2: En la presente Recomendación encontramos:

$$\text{Objetivo del enlace} = \text{Objetivo de la Rec. UIT-R F.1092} \times L_{enlace}/L_R$$

Si se necesita el número de eventos de SME/mes, puede calcularse de la siguiente manera:

$$E_v = \text{Objetivo del enlace} \times \text{Tiempo}$$

donde (se supone país intermedio):

L_R (L redondeada): se supone que es la longitud del enlace real redondeada por exceso al primer múltiplo de 500 km.

B_R : se supone igual a 1 (definido en la Recomendación UIT-R F.1092)

L_{ref} : se supone igual a 1 000 km (definido en la Recomendación UIT-R F.1092)

L_{enlace} : longitud del enlace real.

Objetivo del enlace: máximo número de eventos por mes en el enlace real

Tiempo: 2 592 000 s (se han supuesto 30 días)

E_v : número de eventos de SME/mes

Se proporcionan tres ejemplos de cálculo para una longitud de enlace de 50, 105 y 1 100 km.

Ejemplo 1: Enlace real de 50 km de longitud.

$$L_{enlace} = 50 \text{ km}$$

En este caso (como la longitud del enlace real es igual a 50 km) $L_R = 500$ km (50 km redondeado por exceso al primer múltiplo de 500).

Objetivo de la Rec. UIT-R F.1092 = $(0,01 \times 500/500 + 0,02 \times 500/1\,000) \times 0,002 = 0,02 \times 0,002 = 4 \times 10^{-5}$ correspondiente a 104 SME/mes.

El objetivo para el enlace en cuestión viene dado por:

Objetivo del enlace = $104 \times 50/500 = 10$ SME/mes.

Ejemplo 2: Enlace real de 105 km de longitud.

$$L_{enlace} = 105 \text{ km.}$$

En este caso (como la longitud del enlace real es igual a 105 km) $L_R = 500$ km (105 km redondeados por exceso al primer múltiplo de 500).

Objetivo de la Rec. UIT-R F.1092 = $(0,01 \times 500/500 + 0,02 \times 500/1\,000) \times 0,002 = 0,02 \times 0,002 = 4 \times 10^{-5}$ correspondiente a 104 SME/mes.

El objetivo para el enlace considerado viene dado por:

Objetivo del enlace = $104 \times 105/500 = 22$ SME/mes.

Ejemplo 3: Enlace real de 1 100 km de longitud.

$$L_{\text{enlace}} = 1\,100 \text{ km}$$

En este caso (como la longitud del enlace real es igual a 1 100 km) L_R es igual a 1 500 km (1 100 km redondeado por exceso al primer múltiplo de 500 km).

Objetivo de la Rec. UIT-R F.1092 = $(0,01 \times 1\,500/500 + 0,02 \times 1) \times 0,002 = 0,05 \times 0,002 = 10^{-4}$ (véase la Nota 1) correspondiente a 259 SME/mes.

El objetivo para el enlace considerado viene dado por:

Objetivo del enlace = $259 \times 1\,100/1\,500 = 190$ SME/mes.

NOTA 1 – Este ejemplo corresponde a $L_R > L_{ref}$.

NOTA 2 – Los resultados fraccionarios se han redondeado al entero más próximo.

ANEXO 2

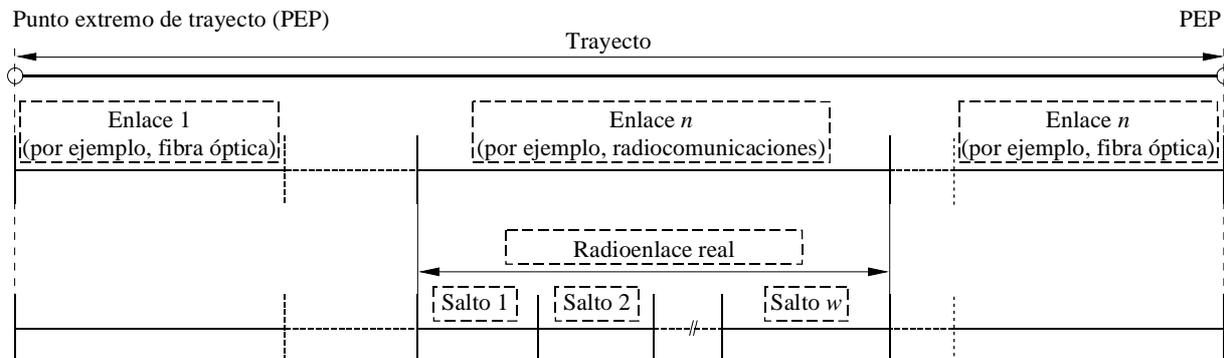
Ejemplo de trayecto, enlace y salto

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



1397-01

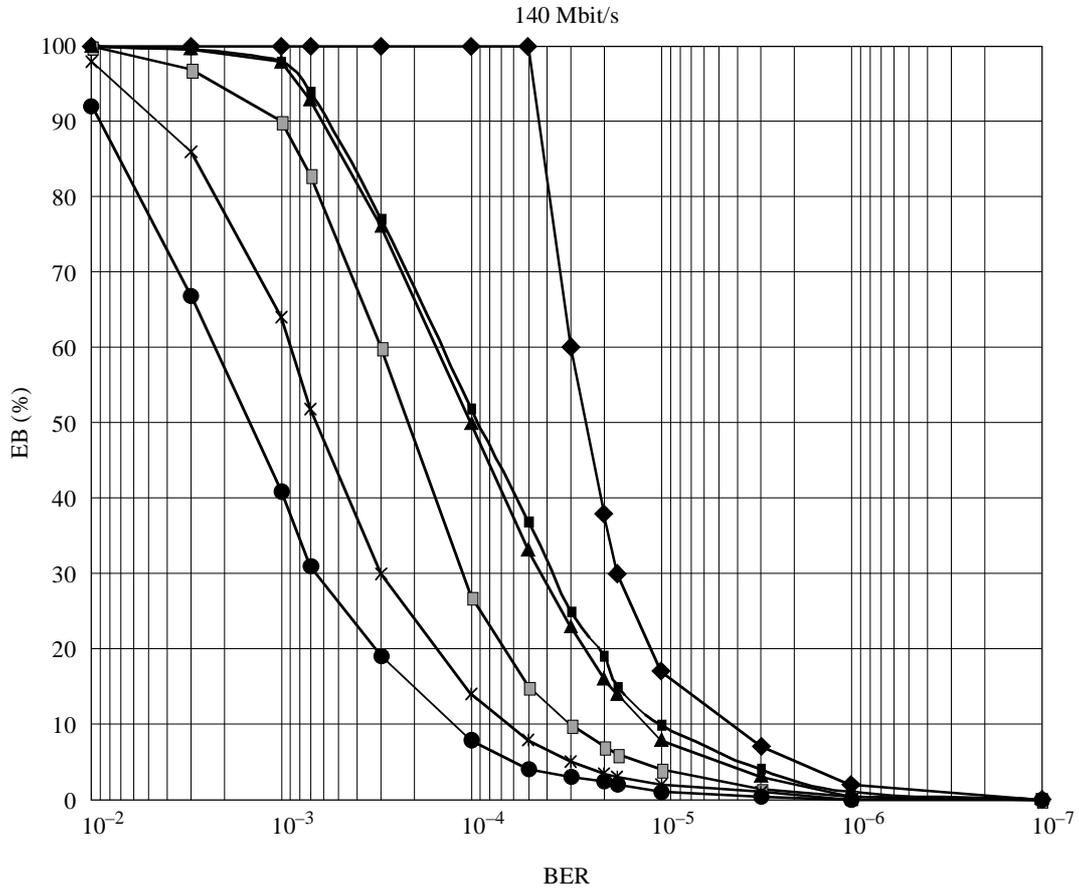
ANEXO 3

Relación entre la proporción de bits erróneos (BER) y los bloques con error (EB – errored blocks)

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



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

BCM: modulación de código de bloque.

1397-02

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 SME definido en la Recomendación UIT-T G.826 (30% de los EB).

En lo que respecta al parámetro SME, 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.