

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1491-2*

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

(Cuestión UIT-R 210/9)

(2000-2001-2002)

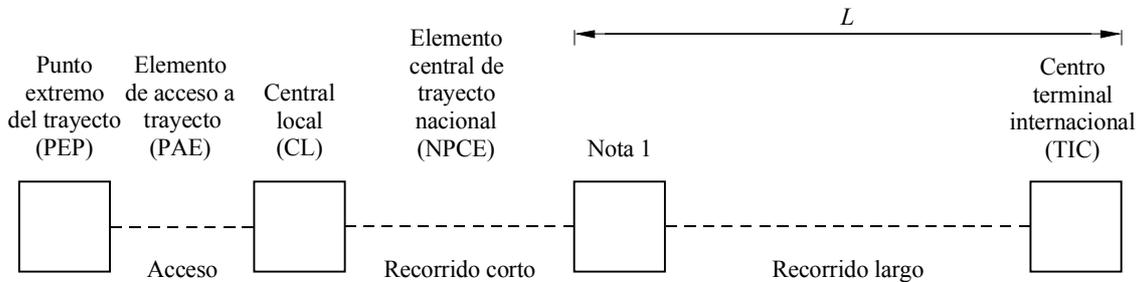
La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el UIT-T ha especificado en la Recomendación UIT-T G.826 los parámetros y objetivos de la característica de error para los trayectos digitales nacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores y en la Recomendación UIT-T G.828 para los trayectos digitales nacionales síncronos que funcionan a velocidad binaria constante;
- b) que el UIT-T ha especificado los eventos de característica de error y las estructuras de bloque para las secciones múltiplex y de regenerador con jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*) en la Recomendación UIT-T G.829;
- c) que la Recomendación UIT-R F.1397 proporciona los 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 que funcionan a velocidad primaria o superior;
- d) que cualquier trayecto/enlace real para las transmisiones de datos digitales a velocidad primaria o superior puede realizarse utilizando una topología lineal y/o redundante, dependiendo de las necesidades de los suministradores de red;
- e) que es necesario establecer los objetivos de calidad de funcionamiento para los radioenlaces digitales reales a fin de diseñar adecuadamente dichos radioenlaces;
- f) que a efectos de esta Recomendación, el tramo nacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km puede subdividirse en tres secciones básicas (véase la Fig. 1),

* Esta Recomendación sustituye a la Recomendación UIT-R F.1189 que queda suprimida.

FIGURA 1
Secciones básicas del tramo nacional de un trayecto ficticio de referencia



Nota 1 – Dependiendo de la arquitectura de red del país, este centro puede coincidir con un centro primario (PC), uno secundario (SC) o uno 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 o transconector (central local) corresponde al PAE.

Recorrido corto: Sección de red de recorrido corto entre centrales, incluye las conexiones entre un subrepartidor/centro de conmutación de acceso local y un PC, SC o TC (dependiendo de la arquitectura de la red).

Recorrido largo: Sección de red de recorrido largo entre centrales que incluye las conexiones entre un PC, un SC o un TIC (dependiendo de la arquitectura de la red) y la cabecera internacional correspondiente.

Nota 2 – El TIC, el PAE y el NPCE se definen en la Recomendación UIT-T M.1010.

1491-01

recomienda

1 que los objetivos de característica de error para las secciones de acceso y de recorrido corto utilicen únicamente la contribución de asignación de bloques especificada en las Recomendaciones UIT-T G.826 y UIT-T G.828 para el tramo nacional y que la sección de recorrido largo utilice la asignación basada en distancia y parte de la asignación de margen de bloques fijo;

2 que para los objetivos de característica de error aplicables en cada sentido de cualquier radioenlace real de longitud, L_{enlace} , perteneciente a las secciones de red de recorrido largo entre centrales del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia se apliquen los valores indicados en el Cuadro 1a para los sistemas SDH diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828 y en el Cuadro 1b 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 $L_{min} = 50$ km.

CUADRO 1a

Objetivos de característica de error para radioenlaces SDH reales 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	$5 \times 10^{-5} \times A$				$1 \times 10^{-4} \times A$

BBER: proporción de errores de bloque de fondo (*background block error ratio*)

ESR: proporción de segundos con error (*errored second ratio*)

SESR: proporción de segundos con muchos errores (*severely errored second ratio*)

CUADRO 1b

Objetivos de característica de error para radioenlaces reales que pertenecen a la sección de red de recorrido largo entre centrales del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y que funcionan a velocidad primaria o superior de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826

Velocidad (Mbit/s)	1,5 a 5	>5 a 15	>15 a 55	>55 a 160	>160 a 3 500
ESR	$0,04 A$	$0,05 A$	$0,075 A$	$0,16 A$	Para ulterior estudio
SESR	$0,002 A$	$0,002 A$	$0,002 A$	$0,002 A$	$0,002 A$
BBER	$2 A \times 10^{-4}$ (véase la Nota 10)	$2 A \times 10^{-4}$	$2 A \times 10^{-4}$	$2 A \times 10^{-4}$	$1 A \times 10^{-4}$

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);

3 que para los objetivos de característica de error aplicables a cada sentido de cualquier radioenlace real que formen todas las secciones de una red de largo recorrido del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia, se apliquen los valores del Cuadro 2a para los sistemas SDH diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828 y en el Cuadro 2b para otros sistemas diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826.

CUADRO 2a

Objetivos de característica de error para trayectos de radioenlaces SDH que forman toda la sección de red de recorrido corto 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	$0,01 \times B$	$0,01 \times B$	$0,01 \times B$	$0,02 \times B$	$0,04 \times B$
SESR	$0,002 \times B$				
BBER	$5 \times 10^{-5} \times B$				$1 \times 10^{-4} \times B$

CUADRO 2b

Objetivos de característica de error para radioenlaces que forman toda la sección de red de recorrido corto entre centrales del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y que funcionan a velocidad primaria o superior de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826

Velocidad (Mbit/s)	1,5 a 5	>5 a 15	>15 a 55	>55 a 160	>160 a 3 500
ESR	$0,04 B$	$0,05 B$	$0,075 B$	$0,16 B$	Para ulterior estudio
SESR	$0,002 B$	$0,002 B$	$0,002 B$	$0,002 B$	$0,002 B$
BBER	$2 B \times 10^{-4}$ (véase la Nota 10)	$2 B \times 10^{-4}$	$2 B \times 10^{-4}$	$2 B \times 10^{-4}$	$1 B \times 10^{-4}$

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);

4 que para los objetivos de características de error aplicables en cada sentido de cualquier radioenlace real que forme todas las secciones de red de acceso del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia se apliquen los valores del Cuadro 3a para los sistemas SDH diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828 y en el Cuadro 3b para otros sistemas diseñados de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826.

CUADRO 3a

Objetivos de característica de error para los trayectos de radioenlaces SDH que forman toda la sección de red de acceso del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y que funcionan 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 3b

Objetivos de característica de error para los radioenlaces que forman toda la sección de red de acceso del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y que funcionan a velocidad primaria o superior de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.826 (véase la Nota 6)

Velocidad (Mbit/s)	1,5 a 5	>5 a 15	>15 a 55	>55 a 160	>160 a 3 500
ESR	0,04 <i>C</i>	0,05 <i>C</i>	0,075 <i>C</i>	0,16 <i>C</i>	Para ulterior estudio
SESR	0,002 <i>C</i>	0,002 <i>C</i>	0,002 <i>C</i>	0,002 <i>C</i>	0,002 <i>C</i>
BBER	$2 C \times 10^{-4}$ (véase la Nota 10)	$2 C \times 10^{-4}$	$2 C \times 10^{-4}$	$2 C \times 10^{-4}$	$1 C \times 10^{-4}$

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

5 que para evaluar los objetivos de la característica de error que aparecen en el *recomienda* 1, 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.

En el Anexo 1 aparecen ejemplos de enlaces reales en el tramo nacional del trayecto ficticio de referencia y su aplicación a casos reales.

NOTA 1 – Los objetivos de característica de error 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 la Recomendación UIT-T G.826.

NOTA 2 – Los objetivos indicados en esta Recomendación se entienden como objetivos a largo plazo que deben satisfacerse a lo largo de un periodo de evaluación de 30 días consecutivos (1 mes), normalmente. Estos objetivos deben respetarse en cualquier mes.

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 (CBR, *constant bit rate*) 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 – 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 2a, 2b, 3a y 3b en forma de margen de bloque para los elementos que constituyen la sección de recorrido corto o de red de acceso.

NOTA 7 – 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 entre 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 pertinente.

NOTA 8 – Los eventos ES, SES y BBE y la estructura de bloque de las secciones múltiples y de regeneración de la jerarquía digital síncrona (SDH) se definen en la Recomendación UIT-T G.829, mientras que los eventos ES, SES y BBE y la estructura de bloques de los trayectos se definen en la Recomendación UIT-T G.826 (véase el Anexo B).

NOTA 9 – El efecto de interferencia y todas las otras fuentes de degradaciones de la calidad de funcionamiento se incluyen en los Cuadros 1, 2 y 3.

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

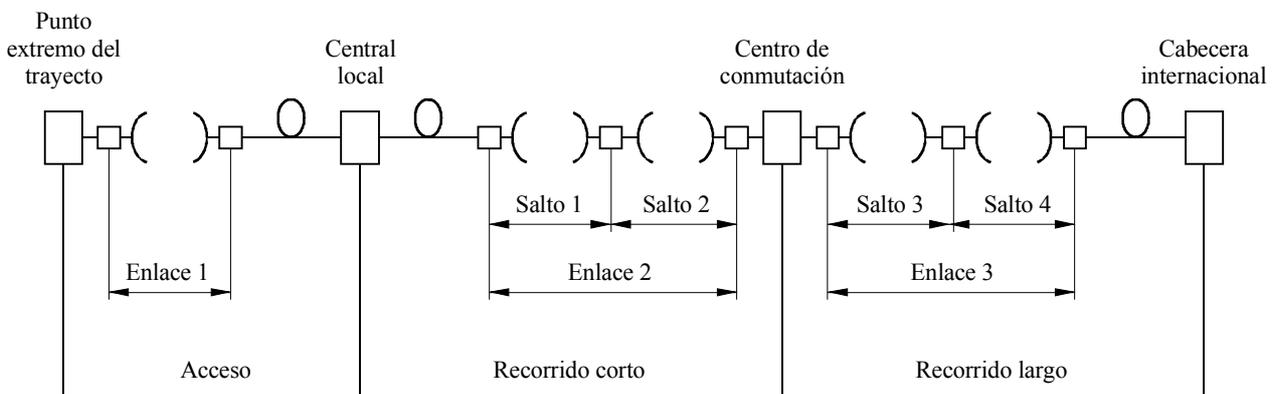
NOTA 11 – En el contexto de la presente Recomendación, el enlace consiste en sección(es) y/o trayecto(s).

ANEXO 1

Ejemplos de cálculo para enlaces reales

Los ejemplos de cálculo que aparecen a continuación se refieren a una configuración genérica del tramo nacional, como la que se muestra en la Fig. 2.

FIGURA 2
Configuración genérica del plano nacional



Ejemplo 1: El tramo de acceso de la red tiene 20 km de longitud y está constituido por un solo enlace:

Enlace $L_1 = 20$ 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 4*), se obtiene:

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

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

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

EB: bloque con errores.

Ejemplo 2: 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 3*), se obtiene:

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

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

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

Ejemplo 3: Enlace real en el tramo de recorrido largo de la red, diseñado de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.828:

Enlace $L_3 = 75$ km

Velocidad de transmisión de la SDH (VC-4): 150,336 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 dependen de la longitud; en el Cuadro 4 aparecen los límites mínimo y máximo ($A_1 = 0,01$ y $A_1 = 0,02$):

CUADRO 4

Valores de los objetivos

Valor A_1	ESR	SESR	BBER
0,01	36×10^{-5} (= 932 ES/mes)	18×10^{-6} (= 47 SES/mes)	9×10^{-7} (= 18 662 EB/mes)
0,02	66×10^{-5} (= 1 709 ES/mes)	33×10^{-6} (= 85 SES/mes)	$1,65 \times 10^{-6}$ (= 34 214 EB/mes)

NOTA 1 – Los resultados fraccionarios han sido redondeados al entero más próximo.

ANEXO 2

Eventos de característica de error para distintas configuraciones de radioenlaces de la SDH**1 Introducción**

En un radioenlace, los puntos extremos del enlace, representados por el terminal radioeléctrico en los dos lados del enlace, pueden ser la terminación de un trayecto, una sección múltiplex y una sección de regenerador. Todas las configuraciones son posibles de acuerdo con la definición dada en la Recomendación UIT-T G.783 y en la Recomendación UIT-R F.750.

Los ejemplos que aparecen a continuación muestran la relación entre la configuración realizable principal para el enlace con SDH y la estimación de los eventos de característica de error (ES, SES, BBE). La comprobación técnica de la calidad de funcionamiento específica radioeléctrica 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 radioeléctrica de la jerarquía digital síncrona, 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 radioeléctrica 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 radioeléctrica protegida mediante un sistema de supervisión no invasivo de los bytes B3 y dejar que el 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 sistema de gestión la calidad real de la sección radioeléctrica 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 radioeléctrica de una conmutación de protección.

4 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.
