

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1330-1*

LÍMITES DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LAS PARTES DE TRAYECTOS Y SECCIONES INTERNACIONALES DE TRANSMISIÓN DE JERARQUÍA DIGITAL PLESIÓCRONA Y SÍNCRONA IMPLEMENTADOS POR SISTEMAS DE RADIOENLACES DIGITALES

(Cuestión UIT-R 161/9)

(1997-1999)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se están diseñando sistemas de radioenlaces digitales para su utilización en trayectos digitales a velocidad binaria constante o superior a la velocidad primaria en la parte internacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km;
- b) que los objetivos de calidad de funcionamiento para planificar sistemas de radioenlaces se especifican separadamente para los trayectos digitales ficticios de referencia y los enlaces digitales reales;
- c) que se hace sentir la necesidad de especificar los límites de calidad de funcionamiento de puesta en servicio (BIS, *bringing into service*) en el caso de los sistemas de radioenlaces digitales;
- d) que el UIT-T ha preparado límites de calidad de funcionamiento de la BIS y el mantenimiento de los trayectos, secciones y sistemas de transmisión de jerarquía digital plesiócrona (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*) consignados en la Recomendación UIT-T M.2100, así como de los trayectos de jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy* (JDS en los textos del BR)) internacionales y las secciones de multiplexión SDH internacionales que figuran en la Recomendación UIT-T M.2101, ambos basados en la Recomendación UIT-T G.826;
- e) que en la Recomendación UIT-T M.2110 se estipulan procedimientos para la BIS de secciones, trayectos y sistemas de transmisión digitales internacionales sin y con supervisión en funcionamiento (ISM, *in-service monitoring*);
- f) que el UIT-R aprobó las Recomendaciones UIT-R F.1092 y UIT-R F.1189, relativas a los objetivos de característica de error de los trayectos digitales a velocidad binaria constante o superior a la velocidad primaria transportados por enlaces radioeléctricos, tanto en la porción internacional como nacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km;
- g) que las condiciones de propagación pueden afectar adversamente los procedimientos de BIS de los sistemas de radioenlaces digitales;
- h) que la influencia de las condiciones de propagación en los procedimientos de la BIS de los sistemas de radioenlaces digitales se examina en la Cuestión UIT-R 203/9 y se encuentra actualmente en estudio en la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones;
- j) que deben definirse los límites y procedimientos de calidad de funcionamiento para la BIS de trayectos y secciones PDH y SDH a velocidad binaria constante, basados en sistemas de radioenlaces digitales;
- k) que en los objetivos de calidad de funcionamiento de la BIS (BISPO, *bringing into service performance objectives*) debe tomarse en consideración un margen adecuado para reducir a un mínimo las ulteriores intervenciones de mantenimiento;
- l) que habría que tener en cuenta debidamente las condiciones de propagación al emprender mediciones de la BIS;
- m) que los límites y procedimientos de calidad de funcionamiento aplicables a las actividades de mantenimiento deberían ser objeto de una Recomendación independiente,

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 3 y 4 de Radiocomunicaciones, así como a la de las Comisiones de Estudio 4 y 13 de Normalización de las Telecomunicaciones.

recomienda

1 que a los efectos de asignar objetivos de calidad de funcionamiento para la porción internacional de un trayecto a velocidad binaria constante o superior a la velocidad primaria, utilizando sistemas de radioenlaces digitales, se divida un trayecto digital internacional en partes geográficas, porciones que se han denominado elementos núcleo de trayecto (PCE, *path core elements*). Se utilizarían dos tipos de PCE internacionales:

- un elemento núcleo de trayecto internacional (IPCE, *international path core element*) entre una central de cabecera internacional y una estación fronteriza de un país de terminación, o entre estaciones fronterizas de un país de tránsito (véase la Nota 1);
- un elemento núcleo de trayecto entre países (ICPCE, *inter-country path core element*) entre las estaciones fronterizas adyacentes de los dos países de que se trate. El ICPCE corresponde al trayecto digital de orden superior transportado en un sistema de transmisiones digitales que enlaza a esos dos países;

2 que los límites de BIS se basen en los objetivos de calidad de funcionamiento de referencia (RPO, *reference performance objectives*) de extremo a extremo indicados en el Cuadro 1, así como en las asignaciones que pueden verse en el Cuadro 2;

CUADRO 1 (Véase la Nota 2)

RPO

PDH	Velocidad primaria	Velocidad secundaria	Velocidad terciaria	Velocidad cuaternaria	
SDH (Mbit/s)	1,5 a 5	> 5 a 15	> 15 a 55	> 55 a 160	> 160 a 3 500
Parámetro	RPO de extremo a extremo (% de tiempo máximo)				
Segundo con errores (SE)	2	2,5	3,75	8	No aplicable
Segundo con muchos errores (SME)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

CUADRO 2

Asignación, a_n

Clasificación PCE (véase la Nota 3)	Asignación (% de los RPO de extremo a extremo)
<p style="text-align: center;"><i>IPCE</i></p> <p>Redes nacionales de terminación/tránsito:</p> <p style="text-align: center;">$d \leq 500$ km</p> <p style="text-align: center;">$500 \text{ km} < d \leq 1\,000$ km</p> <p style="text-align: center;">$1\,000 \text{ km} < d \leq 2\,500$ km</p> <p style="text-align: center;">$2\,500 \text{ km} < d \leq 5\,000$ km</p> <p style="text-align: center;">$5\,000 \text{ km} < d \leq 7\,500$ km</p> <p style="text-align: center;">$d > 7\,500$ km</p>	<p>2,0 (véase la Nota 4)</p> <p>3,0</p> <p>4,0</p> <p>6,0</p> <p>8,0</p> <p>10,0</p>
<p style="text-align: center;"><i>ICPCE</i></p> <p style="text-align: center;">$d \leq 300$ km</p>	0,3
Sección de multiplexión internacional	0,2

3 que el objetivo de calidad de funcionamiento asignado (APO, *allocated performance objective*) y el BISPO para la puesta en servicio del trayecto se calculen como sigue:

$$APO = A\% \times RPO\% \times TP$$

donde:

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

por ejemplo, $A\% = a_1\% + a_2\% + \dots + a_N\%$

a_n : asignación para cada IPCE e ICPCE que forman parte del trayecto

TP : periodo de prueba(s)

$$BISPO = APO/Fm$$

donde Fm es el margen de mantenimiento;

4 que para la definición del BISPO se especifique el siguiente margen de mantenimiento, Fm :

CUADRO 3

Márgenes de mantenimiento, Fm

	Margen de mantenimiento, Fm	
	Para condiciones normales de propagación (véase la Nota 5)	Para condiciones adversas de propagación (véanse las Notas 5 y 6)
Trayectos y secciones PDH Trayectos SDH	2	0,5
Sistemas de transmisión PDH Secciones de multiplexión SDH	10	0,5

5 que los TP para la BIS de sistemas de radioenlaces digitales se diseñen como sigue:

- en el caso de todos los trayectos y secciones del radioenlace, debe efectuarse un periodo de prueba BIS de 24 h y la calidad de funcionamiento debe satisfacer el límite $S1$ calculado para cada parámetro, SE y SME (véase el Anexo 1);
- en el caso de trayectos y secciones del radioenlace con calidad de funcionamiento comprendida entre los límites de calidad de funcionamiento $S1$ y $S2$, durante el periodo de prueba de 24 h y que se supervisen continuamente durante el funcionamiento (con ISM), debe establecerse un periodo de prueba BIS ampliado de 7 días);
- en el caso de trayectos y secciones del radioenlace con calidad de funcionamiento comprendida entre los límites de calidad de funcionamiento $S1$ y $S2$, durante el periodo de prueba de 24 h y que se supervisen durante el funcionamiento (sin ISM), habrá que efectuar una aceptación provisional o realizar una vez más la prueba BIS, si así lo acuerdan las partes;
- en el caso de nuevos trayectos y secciones en rutas en que no estén presentes trayectos o secciones del radioenlace y durante periodos en condiciones adversas de propagación, habrá que establecer un periodo de prueba BIS ampliado de 7 días, y la calidad de funcionamiento debe satisfacer el BISPO calculado para cada parámetro, SE y SME;

6 que el Anexo 1 contenga orientación y detalles adicionales sobre los límites BIS, los procedimientos de prueba y la metodología para calcular el BISPO y sus límites.

NOTA 1 – En la Recomendación UIT-T M.2101 (Parte 1) puede verse la definición de estación de cabecera de línea internacional y de estación fronteriza.

NOTA 2 – Incumbe a cada país diseñar su red de tal modo que sea conforme con su asignación nacional para el trayecto internacional.

NOTA 3 – Las longitudes d que se indican en el Cuadro 2 son longitudes de rutas reales o distancias de rutas aéreas multiplicadas por un factor de encaminamiento adecuado, R_f , si estas últimas distancias son más reducidas; tratándose de las secciones de multiplexión, la longitud, d , representa únicamente la distancia real (véase la Recomendación UIT-T M.2100):

$$R_f = 1,5 \quad \text{para } d \leq 1\,000 \text{ km}$$

$$R_f = 1,25 \quad \text{para } d > 1\,000 \text{ km.}$$

NOTA 4 – Para un IPCE con una longitud total inferior a 500 km podría utilizarse un valor inferior, previo acuerdo de las partes interesadas.

NOTA 5 – Los periodos de condiciones de propagación normales y adversas pueden variar de un país a otro y, en consecuencia, incumbe a las partes interesadas llegar a un acuerdo sobre el particular.

NOTA 6 – Si se define que el procedimiento BIS debe realizarse durante X meses (el valor de X es de hasta 3 meses y está sujeto a acuerdo mutuo entre las partes interesadas) antes o después del periodo con condiciones de propagación adversas, las partes interesadas pueden utilizar por mutuo acuerdo el valor $F_m = 1$.

ANEXO 1

Límites y metodología de calidad de funcionamiento para la BIS

1 Procedimientos de prueba BIS

Los procedimientos de prueba BIS para la puesta en servicio de trayectos, secciones y sistemas de transmisión PDH, así como de trayectos y secciones SDH internacionales, incluida la forma de afrontar cualquier periodo de indisponibilidad durante la prueba, se definen en el § 4.2 de la Recomendación UIT-T M.2110 y pueden aplicarse a los trayectos, secciones y sistemas de transmisión por radioenlaces digitales durante los periodos de propagación normal.

No obstante, para tener debidamente en cuenta los efectos de la propagación y los periodos de condiciones adversas de propagación que pueden ejercer influencia en la calidad de funcionamiento de los sistemas de radioenlaces, deben aplicarse los siguientes procedimientos y etapas de prueba BIS. Los procedimientos de prueba se dividen en dos etapas discretas, a saber:

- un periodo de prueba inicial (15 min), para obtener una prueba inicial de la calidad de funcionamiento del sistema de radioenlaces que se examine;
- la prueba BIS para el periodo de prueba considerado en su totalidad, si así lo hace necesario el sistema de radioenlaces objeto de prueba (véase el *recomienda* 5).

1.1 Procedimiento de prueba inicial (Etapa 1)

Las mediciones iniciales deben efectuarse durante un periodo de 15 min, utilizando un instrumento de medición con una secuencia pseudoaleatoria de bits (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) con trama.

Durante este periodo de 15 min no deben producirse errores o eventos de indisponibilidad. Si se observa un error o evento de indisponibilidad, la prueba debe suspenderse y repetirse. La prueba inicial puede repetirse dos veces. En caso de que, durante la tercera (y última) prueba, se detecte un error o un evento de indisponibilidad, debe suspenderse la prueba del sistema de radioenlaces y localizar y corregir la avería.

Se recomienda efectuar pruebas iniciales (15 min) durante el periodo del día en que existan condiciones de propagación con cielo despejado y la probabilidad de que existan condiciones de propagación adversas sea mínima (normalmente, este periodo está comprendido entre las 10.00 y las 14.00 h en tiempo local).

1.2 Procedimiento principal de prueba (Etapa 2)

Una vez superada con éxito la Etapa 1 (procedimiento de prueba inicial), se efectuará una prueba durante un periodo de 24 h. Podría cursarse tráfico real si la ISM está disponible. En caso contrario, la prueba se efectúa en las mismas condiciones que la prueba inicial (esto es, utilizando un instrumento de medición).

Al término del periodo de 24 h, se compararán los resultados de las mediciones con los límites S_1 y S_2 de la BIS (véanse los § 2 y 3).

En caso de que se produzca un evento de indisponibilidad en cualquier momento durante la prueba BIS, se investigará la causa y se programará una nueva prueba BIS. Si ocurre otro evento de indisponibilidad en la segunda prueba BIS, se suspenderá esta prueba hasta que se haya aclarado la causa del evento de indisponibilidad.

Los resultados de las pruebas BIS deben registrarse con propósitos de referencia en el futuro.

2 Metodología de cálculo de los límites de la calidad de funcionamiento de la BIS

Habrán que seguir los siguientes pasos para obtener límites de calidad de funcionamiento del trayecto:

- Identificar la velocidad binaria del trayecto.
- Consultar en el Cuadro 1 los RPO correspondientes a la velocidad binaria apropiada para los SE y los SME.
- Identificar todos los PCE para el trayecto considerado en su totalidad, y establecer N = el número total de PCE.
- Identificar la longitud, d , de cada PCE. n ($n = 1$ a N). La longitud, d , es la longitud real del trayecto o puede estimarse mediante la longitud según el círculo máximo entre los puntos extremos del trayecto, multiplicada por el factor idóneo de encaminamiento R_f (véase la Nota 3).
- Tomar del Cuadro 2 la asignación, $a_n\%$, (como porcentaje del RPO de extremo a extremo) para los PCE. n ($n = 1$ a N). Hay que señalar que las asignaciones del Cuadro 2 son valores máximos y que pueden utilizarse valores más estrictos mediante acuerdo bilateral o multilateral.
- Calcular la asignación de trayecto, $A\%$, donde:

$$A\% = \sum_{1}^{N} a_n\%$$

- Determinar el TP requerido, de conformidad con el *recomienda 5* (24 h o 7 días).

Expresar TP en segundos, por ejemplo, $TP = 86\,400$ s para un TP de 24 h y $TP = 604\,800$ s para un TP de 7 días.

- Calcular los APO para los SE y los SME requeridos a partir de la información ya obtenida:

$$APO = A\% \times RPO\% \times TP$$

- Calcular BISPO para el trayecto:

$$BISPO = APO/F_m$$

donde F_m es el margen de mantenimiento (véase el *recomienda 4*).

- Para $TP = 24$ h, calcular los valores $S1$ y $S2$ en el caso de los objetivos ES y SES:

$$S1 = BISPO - 2 \times \sqrt{BISPO}$$

$$S2 = BISPO + 2 \times \sqrt{BISPO}$$

redondear todos los valores $S1$ y $S2$ al valor entero más próximo.

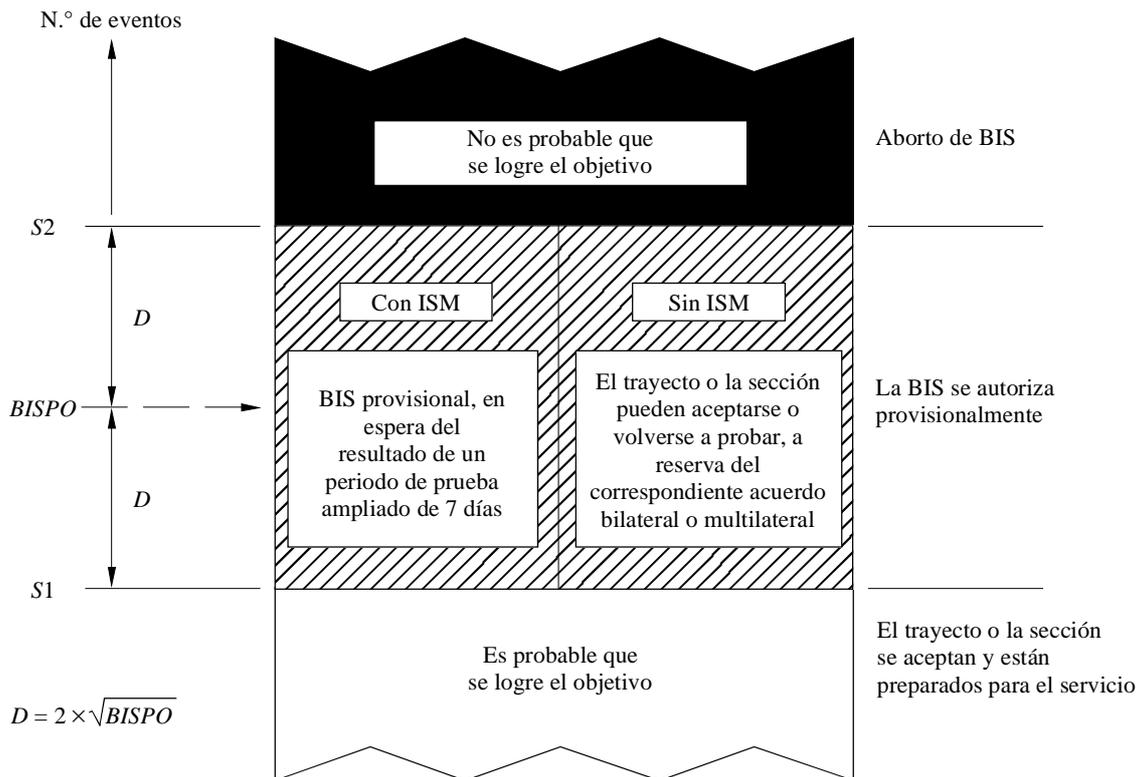
Hay que señalar que si se modifica alguno de los PCE dentro de un trayecto, habrá que repetir todos los cálculos, ya que los valores $S1$ y $S2$ no son lineales.

Si bien cabe aplicar un procedimiento similar para los sistemas de transmisión PDH y las secciones de multiplexión SDH, el F_m debería adoptarse de conformidad con el *recomienda 4*.

3 Límites y condiciones de la BIS

La evaluación de los resultados de la prueba BIS, utilizando los límites de calidad de funcionamiento $S1$ y $S2$ que se calcularon aplicando la metodología consignada en el § 2, se detalla a continuación en los § 3.1, 3.2 y 3.3, así como en la Fig. 1.

FIGURA 1



1330-01

3.1 BIS de trayectos y secciones radioeléctricos no supervisados durante el funcionamiento (sin ISM)

Las dos etapas del procedimiento de prueba BIS antes descritas deben efectuarse utilizando un instrumento de medición. Al término de la Etapa 2 de prueba, pueden plantearse los siguientes escenarios:

- si SE y SME son ambos inferiores o iguales a sus respectivos valores S1, el trayecto o sección radioeléctricos se aceptan y pasan a estar preparados para el servicio;
- si SE o SME (o ambos) son mayores o iguales a sus respectivos valores S2, el trayecto o sección radioeléctricos se rechazan, y se inician los correspondientes procedimientos de localización de averías;
- si SE o SME (o ambos) son superiores a sus respectivos valores S1, pero ambos son inferiores a sus respectivos valores S2, el trayecto o la sección radioeléctricos pueden aceptarse provisionalmente, o volverse a probar, a reserva del acuerdo bilateral o multilateral del caso.

3.2 BIS de trayectos y secciones del radioenlace supervisados continuamente durante el funcionamiento (con ISM)

Deben efectuarse las dos etapas del procedimiento de prueba BIS descritas en los § 1.1 y 1.2. Al término de la Etapa 2, pueden plantearse los siguientes escenarios:

- si SE y SME son ambos inferiores o iguales a sus respectivos valores S1, el trayecto o sección del radioenlace se aceptan y pasan a estar preparados para el servicio;
- si SE o SME (o ambos) son superiores o iguales a sus respectivos valores S2, el trayecto o sección del radioenlace se rechazan y se inician los correspondientes procedimientos de localización de averías;
- si SE o SME (o ambos) son superiores a sus respectivos valores S1, pero ambos son inferiores a sus respectivos valores S2, puede aceptarse provisionalmente el trayecto o la sección del radioenlace, en espera de los resultados de un periodo de prueba BIS ampliado de 7 días.

3.3 Descripción del periodo de prueba BIS ampliado de 7 días

El periodo de prueba BIS ampliado de 7 días puede aplicarse a los trayectos o secciones del radioenlace:

- que funcionan en condiciones de propagación normales, con funciones de supervisión en funcionamiento disponibles y que hayan presentado una calidad de funcionamiento marginal en la prueba de 24 h, esto es, que SE o SME (o ambos) sean superiores a sus respectivos valores $S1$, pero ambos inferiores a sus respectivos valores $S2$;
- a lo largo de nuevas rutas en que no estén presentes trayectos o secciones del radioenlace y durante periodos caracterizados por condiciones de propagación adversas.

Al efectuar una prueba BIS ampliada de 7 días, debe incluirse el primer periodo de 24 h (Etapa 2) en el periodo de prueba de 7 días. En el caso de condiciones de propagación adversas, debe establecerse un periodo de prueba ampliado de 7 días en relación con todos los trayectos radioeléctricos sometidos a la prueba BIS.

Al término de este periodo de prueba, la medición no debe exceder el BISPO de 7 días, según hayan quedado determinados mediante el método de cálculo del § 2. Pueden plantearse dos escenarios:

- si SE y SME son inferiores o iguales a su respectivo BISPO de 7 días, el trayecto radioeléctrico se acepta y pasa a estar preparado para el servicio;
- si el BISPO de SE o SME (o ambos) de 7 días son excedidos durante las condiciones de propagación normales, el trayecto radioeléctrico no está listo para el servicio y se inicia al correspondiente procedimiento de investigación y/o localización de averías.

Si no se detectan condiciones anormales, se rechaza el trayecto.

NOTA 1 – Si el BISPO de SE o SME (o ambos) de 7 días son excedidos, pero no más de dos veces durante el periodo con condiciones de propagación adversas, las partes interesadas pueden utilizar, por acuerdo mutuo, el siguiente periodo de prueba de 7 días para determinar si el trayecto o la sección están listos para el servicio.
