

RECOMENDACIÓN UIT-R F.697-2*

OBJETIVOS DE CARACTERÍSTICA DE ERRORES Y DE DISPONIBILIDAD PARA EL TRAMO DE GRADO LOCAL EN CADA EXTREMO DE UNA CONEXIÓN DE RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS A UNA VELOCIDAD BINARIA INFERIOR A LA VELOCIDAD PRIMARIA QUE UTILIZA SISTEMAS DE RELEVADORES RADIOELÉCTRICOS DIGITALES

(1990-1991-1997)

Alcance

En esta Recomendación se facilitan objetivos de característica de errores y de disponibilidad para el tramo de grado local en cada extremo de una conexión de red digital de servicios integrados a una velocidad binaria inferior a la velocidad primaria que utiliza sistemas de relevadores radioeléctricos digitales. Esta Recomendación también facilita en su Anexo 1 el estudio de los objetivos de no disponibilidad de grado local.

También debe señalarse que esta Recomendación sólo podía utilizarse para sistemas concebidos antes de la aprobación de la Recomendación UIT-R F.1668 en 2004.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que deben definirse los objetivos de característica de errores y de disponibilidad para los sistemas radioeléctricos digitales que constituyen la totalidad de un tramo de grado local de una conexión de red digital de servicios integrados (RDSI) a una velocidad binaria inferior a la velocidad primaria (conexiones entre el punto de referencia T de acuerdo con la Fig. B-3 de la Recomendación UIT-T G.960 y la central local), como se especifica en la Fig. 1 de la Recomendación UIT-T G.821 (véase la Nota 1);
- b) que los objetivos de característica de errores para una conexión digital internacional que forme parte de una RDSI han sido especificados por el UIT-T en la Recomendación UIT-T G.821, y que esta última incluye los objetivos de calidad para el tramo de grado local de la red;
- c) que en la Recomendación UIT-R F.1189, basada en la Recomendación UIT-T G.826, figuran los objetivos de característica de errores para trayectos digitales de velocidad binaria constante a velocidades binarias iguales o superiores a la velocidad primaria transmitidos por sistemas de relevadores radioeléctricos digitales que pueden formar parte del tramo nacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km;
- d) que los efectos de la propagación y las interferencias sugieren que los objetivos de calidad y disponibilidad deberían expresarse estadísticamente como una fracción de tiempo;
- e) que los sistemas radioeléctricos digitales en la red de grado local pueden funcionar tanto por encima como por debajo de 10 GHz, y que, por tanto, los diversos fenómenos de propagación anómala pueden afectar a la calidad en términos de errores;
- f) que las mediciones de la proporción de bits erróneos requieren cierto tiempo que depende de la magnitud de dicha proporción;
- g) que la aparición de periodos de indisponibilidad debidos a condiciones de propagación anómalas, interferencias, averías del equipo y otros efectos es lo suficientemente variable para que sea necesario definir unos objetivos promediados durante un periodo largo,

recomienda

- 1 que la característica de errores se evalúe en términos de segundos con error (ES) y segundos con muchos errores (SES) y de parámetros proporción de segundos con error (ESR) y proporción de segundos con muchos errores (SESR), definidos en la Recomendación UIT-T G.821 (véase también la Recomendación UIT-R F.594);
- 2 que los siguientes objetivos de característica de errores se apliquen a cada sentido de un sistema de relevadores radioeléctricos digitales y para cada canal de $N \times 64$ kbit/s ($1 \leq N < 24$ ($0 < 32$, respectivamente)) (véase la Nota 9), utilizado para constituir el conjunto del tramo de grado local a ambos lados de una conexión RDSI (véase la Nota 2), que tienen en cuenta el desvanecimiento, la interferencia a largo y corto plazo (véase la Nota 3) y todas las demás fuentes de

* La Comisión de Estudio 5 de Radiocomunicaciones introdujo cambios de edición en la presente Recomendación en 2012, con arreglo a lo dispuesto en la Resolución UIT-R 1.

degradación de la calidad (véase la Nota 4), durante periodos en los que se considera que el sistema está disponible (véanse las Notas 2 y 5);

- 2.1 que la proporción de segundos con muchos errores no exceda 0,00015 en cualquier mes (véase la Nota 6);
- 2.2 que la proporción de segundos con error no exceda 0,012 en cualquier mes (véanse las Notas 6 y 9);
- 3 que la indisponibilidad bidireccional total (véase la Nota 2) del circuito de grado local debido a todas las causas se sitúe entre $A\%$ y $B\%$. Los valores de $A\%$ y $B\%$ y el periodo de medición están actualmente en estudio;
- 4 que se utilice el Anexo 1 como orientación con respecto a los objetivos de indisponibilidad de grado local.

NOTA 1 – No se propone ningún trayecto digital ficticio de referencia para las aplicaciones de grado local. Se aconseja a las administraciones que elaboren sus propios modelos de red representativos de acuerdo con el Anexo A a la Recomendación UIT-T G.801 para la evaluación preliminar de la conformidad con las normas internacionales.

El circuito de grado local puede constar de uno o más sistemas de transmisión y/o tramos radioeléctricos. No se ha definido una longitud específica, pero las longitudes del circuito de 10 km o más no son infrecuentes en la actualidad.

NOTA 2 – El concepto de indisponibilidad de un sistema de relevadores radioeléctricos digital se define en el *recomienda* 3 de la Recomendación UIT-R F.557.

La indisponibilidad viene determinada por dos efectos principales: la falta de fiabilidad del equipo y las condiciones adversas de propagación (sobre todo la atenuación producida por la lluvia). La división de los objetivos de indisponibilidad entre el fallo del equipo y los factores de propagación dependerá de las disposiciones específicas de la administración correspondiente, por ejemplo, la utilización de equipo de protección y el tiempo medio de reparación. La diferencia entre dichos factores puede ser mayor que un orden de magnitud.

Por ejemplo, se han propuesto varios valores de indisponibilidad, comprendidos entre 0,01% promediado en un año y 1,0% promediado en uno o más años para un sistema radioeléctrico bidireccional.

Se insta a las administraciones a que proporcionen lo antes posible información al respecto.

NOTA 3 – La interferencia a corto plazo es la interferencia producida por la existencia de unas condiciones anormales de propagación y en general consiste en niveles de interferencia muy elevados que sólo se producen raramente y permanecen durante cortos periodos de tiempo. La interferencia a largo plazo es la que procede de fuentes que se encuentran en la línea de visibilidad directa del receptor en cuestión y es en general de nivel bajo y constante.

NOTA 4 – En el diseño de sistemas, la degradación de la calidad producida por la compartición del espectro con los sistemas por satélite y otros servicios, debe tenerse en cuenta, cuando proceda.

NOTA 5 – Al considerar valores específicos para los objetivos de calidad en términos de errores, las administraciones tal vez deseen tener en cuenta la Nota 5 del Cuadro 2 de la Recomendación UIT-T G.821. (Atribución de un margen en bloque del 30% al tramo de grado local y medio en cada extremo de la conexión fictiva de referencia.)

NOTA 6 – En la Recomendación UIT-R P.581 se define el término «cualquier mes», según se emplea en la presente Recomendación. Cuando se efectúen mediciones para verificar la conformidad con esta Recomendación, deben evaluarse, asimismo, las condiciones de propagación y relacionarse con los datos de propagación representativos de las condiciones de «cualquier mes».

NOTA 7 – Antes de la aprobación de la Recomendación UIT-R F.1189, se diseñaron enlaces de relevadores radioeléctricos digitales reales que forman parte del tramo de grado local en una RDSI aplicando directamente a la velocidad binaria del sistema los objetivos de característica de error de la versión anterior de esta Recomendación (es decir, Recomendación UIT-R F.697-1, publicada en 1994). Como resultado de ello, se propusieron normas de traducción para normalizar los resultados de la medición de la características de error obtenidos en la velocidad binaria del sistema a nivel de 64 kbit/s (véase el Anexo 2 de la Recomendación UIT-R F.634).

NOTA 8 – La asignación correspondiente a segundos con errores comprende todas las degradaciones de calidad distintas de la indisponibilidad.

NOTA 9 – N es inferior a 24 en la jerarquía basada en 1,544 Mbit/s e inferior a 32 en la jerarquía basada en 2,048 Mbit/s.

ANEXO 1

Objetivos de indisponibilidad de grado local**1 Introducción**

Como se indica en la Recomendación UIT-T G.821, por calidad de grado local se entiende la del tramo de la conexión ficticia de referencia comprendido entre el abonado y la central de conmutación local. Actualmente, se dispone de una amplia variedad de diferentes configuraciones y capacidades de sistemas radioeléctricos digitales para su utilización en la red local, comprendiendo tanto sistemas punto a punto como sistemas punto a multipunto que funcionan en muchas bandas de frecuencia diferentes, tanto superiores como inferiores a 10 GHz.

Algunos de estos sistemas se han diseñado específicamente para su empleo en medio urbano, en el que existe una amplia gama de requisitos de tráfico, y donde, en general, se efectúan las comunicaciones en distancias relativamente cortas. Se dispone asimismo de sistemas radioeléctricos para aplicaciones de redes rurales locales, fundamentalmente con fines de transmisión telefónica.

Las ventajas específicas de los sistemas radioeléctricos en aplicaciones de red local son su versatilidad y la rapidez de provisión del servicio, sin embargo, éstas pueden contrarrestarse por su mayor costo en comparación con otros medios, sobre todo cuando el equipo radioeléctrico presta servicio a uno o pocos abonados solamente. Por este motivo, se emplean normalmente diseños de sistemas radioeléctricos eficaces, sencillos y económicos, a menudo sin conmutación de protección. Para los sistemas punto a multipunto, se utiliza a menudo la conmutación de protección en el nodo central, tipo reserva activa.

2 Objetivos de indisponibilidad de grado local

El concepto de indisponibilidad de un sistema de relevadores radioeléctricos digital está definido en el *recomienda* 3 de la Recomendación UIT-R F.557. Hasta el presente, ni el UIT-T ni el UIT-R han elaborado normas con respecto a la indisponibilidad de grado local.

En los sistemas radioeléctricos de grado local, la indisponibilidad se determina por dos efectos principales: la falta de fiabilidad del equipo y las condiciones adversas de propagación (principalmente por la atenuación producida por la lluvia).

La indisponibilidad debida a la atenuación causada por la lluvia comprenderá normalmente cierto número de fenómenos que se producirán todos los años, por lo que es posible obtener una cifra de indisponibilidad anual para este efecto, que puede ser útil como parámetros de diseño para la concepción y realización de enlaces. La indisponibilidad debida a un fallo del equipo ocurre menos frecuentemente (por ejemplo, cada 3 años en promedio para valores de tiempo medio entre fallos (MTBF) típicos), pero da lugar a interrupciones más largas. En estos casos, la reanudación del servicio depende de la organización del mantenimiento. No obstante, cuando se consideren áreas geográficas donde las precipitaciones de lluvia resulten insignificantes, las variaciones anuales deberían ser consideradas. Por lo tanto, se debe adoptar un periodo de estimación mínimo similar de 3 años.

En lo que respecta a la indisponibilidad debida al equipo, debe tenerse en cuenta que el equipo radioeléctrico para aplicaciones en la red local es generalmente simple y totalmente de estado sólido, de media o baja potencia. Para un transceptor único se puede esperar un MTBF de al menos 50 000 h.

Las aplicaciones típicas comprenden un tramo bidireccional y dos transceptores, lo que arroja un MTBF del enlace de 25 000 h como mínimo. Por razones económicas, no se utiliza normalmente conmutación de protección en los sistemas radioeléctricos punto a punto de grado local.

La indisponibilidad debida a la falta de fiabilidad del equipo viene dada por la expresión:

$$\text{Indisponibilidad \%} = \left(1 - \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100\% \right)$$

donde:

MTBF: tiempo medio entre fallos del equipo (h)

MTTR: tiempo medio de reparación (en el servicio) (h).

En la Fig. 1 se muestra la indisponibilidad resultante en función del MTTR.

Debido a los diferentes entornos de explotación, el MTTR variará en una amplia gama. Se han sugerido valores de 6 a 48 h correspondientes a indisponibilidades comprendidas entre 0,01% y 0,200%. Sin embargo, con la transportabilidad del tipo de equipo utilizado en redes de grado local podrían las unidades averiadas, reemplazarse rápida y fácilmente de manera que el MTTR no sea excesivo en el entorno urbano. El MTTR puede diferir mucho cuando se trata de entornos rurales.

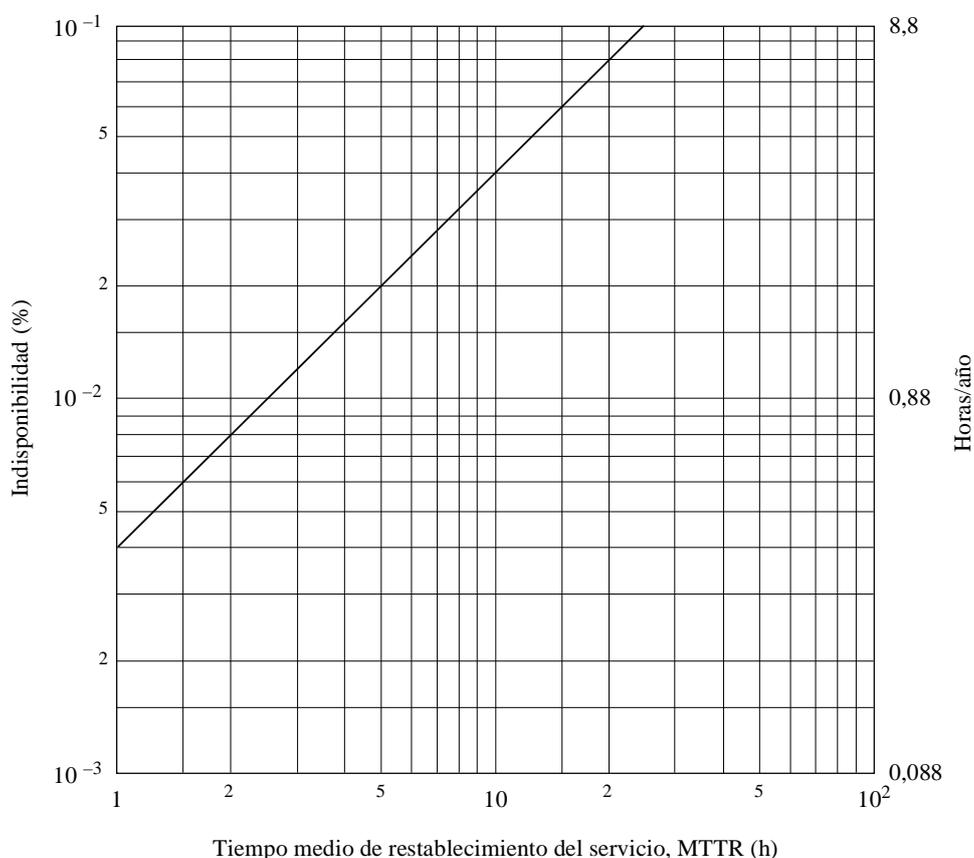
La indisponibilidad debida al fallo del suministro de energía primaria puede controlarse según las condiciones de las instalaciones de los usuarios. En algunos casos, para realizar un enlace muy fiable, puede reducirse la indisponibilidad debida al fallo de energía a una magnitud insignificante mediante el empleo de sistemas de baterías auxiliares en las instalaciones de los usuarios. De no ser así, la indisponibilidad depende en esencia de la fiabilidad del suministro comercial de energía primaria.

3 Consideraciones sobre el sistema radioeléctrico

Las bandas de frecuencia superiores a unos 17 GHz se adaptan bien a sistemas radioeléctricos que funcionan en los tramos de grado local, dado que las longitudes de los tramos necesarios son normalmente bastante cortas, aunque las bandas inferiores a unos 17 GHz también son usadas frecuentemente para estas aplicaciones. Dichas aplicaciones permiten a menudo la rápida prestación de servicios especiales con equipos radioeléctricos instalados algunas veces en locales ajenos al servicio de correos y telecomunicaciones. Estas situaciones agravan las dificultades experimentadas al considerar los factores variables incluidos en los tiempos MTBF y MTTR y en las disposiciones de protección del equipo tratadas en el § 2. Por tanto, es prematuro formular Recomendaciones en firme sobre indisponibilidad, pero puede determinarse la contribución causada por las condiciones de propagación desfavorables, que corresponden en gran medida a la atenuación debida a la lluvia en frecuencias superiores a unos 17 GHz.

FIGURA 1

Indisponibilidad del equipo (enlace bidireccional constituido por dos transeptores con un tiempo medio entre fallos (MTBF) de 50 000 h)



La indisponibilidad debida a la atenuación causada por la lluvia depende de la banda de frecuencias, de las condiciones climáticas y del margen contra el desvanecimiento del sistema de que se dispone, para una determinada longitud del tramo. Pueden respetarse las normas apropiadas mediante la correcta elección de estos parámetros, en relación con la disponibilidad requerida.

En Japón, las bandas de frecuencias en torno a 21 y 26 GHz están utilizándose con un objetivo en materia de disponibilidad causada por la lluvia del 0,004% al 0,0004% por año, como tolerancia global. Cuando se precisa el grado de indisponibilidad bajo del 0,0004%, la longitud del tramo queda limitada a 3,5 km para los sistemas punto a punto y a 2 km para los sistemas punto a multipunto.

En el Reino Unido, la banda de 18 GHz fue utilizada extensamente en redes locales. Los valores de indisponibilidad logrados varían desde 0,001% o mejor para sistemas punto a punto de baja capacidad, hasta 0,01% para sistemas punto a multipunto de baja capacidad y 0,005% para sistemas de alta capacidad.

Se han utilizado también sistemas que funcionan en 28,5 GHz. El estudio de los mismos prueba el efecto del valor elegido para la indisponibilidad en los márgenes contra desvanecimientos que se requieren en el sistema; ello depende de las condiciones de lluvia, que pueden ser más favorables en el Reino Unido que en muchos otros países.
