

RECOMENDACIÓN UIT-R F.700-2*

ALGORITMO PARA MEDIR LA CARACTERÍSTICA DE ERROR Y LA DISPONIBILIDAD DE LOS RADIOENLACES DE SISTEMAS DE RELEVADORES RADIOELÉCTRICOS DIGITALES EN LA INTERFAZ A LA VELOCIDAD BINARIA DEL SISTEMA

(Cuestión UIT-R 139/9)

(1990-1992-1994)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

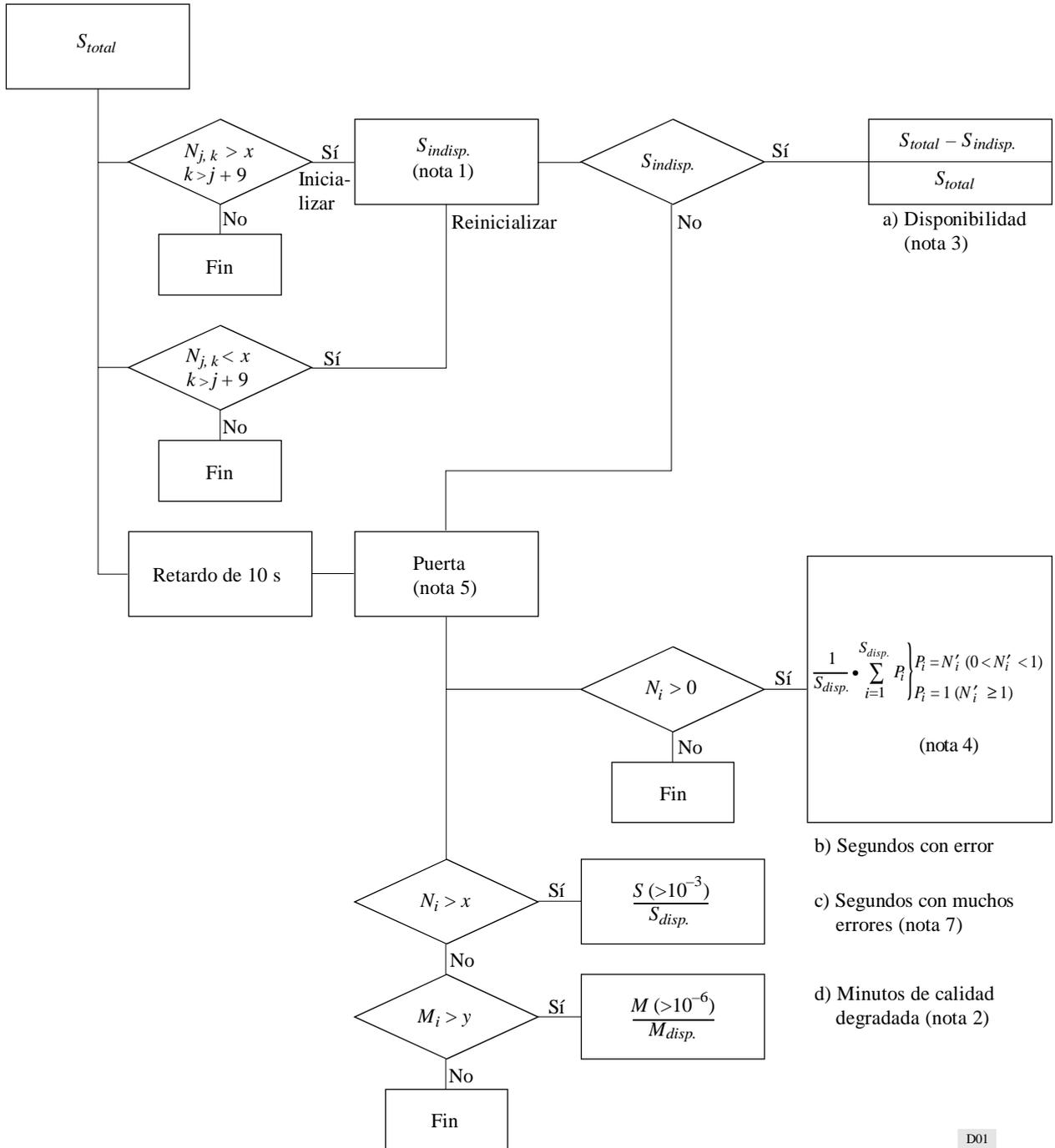
- a) que los objetivos de característica de error a la salida del trayecto y de las secciones digitales ficticias de referencia para sistemas de relevadores radioeléctricos digitales, que pueden formar parte de una RDSI, en el interfaz a 64 kbit/s, se han especificado en la Recomendación UIT-R F.594 y en las Recomendaciones UIT-R F.695, UIT-R F.696 y UIT-R F.697 de conformidad con la Recomendación UIT-T G.821;
- b) que la Recomendación UIT-T G.821 ofrece en su anexo B las orientaciones respecto a la forma de medir los objetivos de característica de error y especifica en su anexo D las conversiones provisionales de las mediciones de la característica de error a velocidades primarias y superiores en parámetros de característica de error a 64 kbit/s;
- c) que la Recomendación UIT-R F.634 especifica los objetivos de característica de error para los radioenlaces de sistemas de relevadores radioeléctricos digitales que forman parte de un circuito de alta calidad de una RDSI, de conformidad con el apartado b) anterior;
- d) que el concepto de indisponibilidad del trayecto digital ficticio de referencia se ha definido en la Recomendación UIT-R F.557;
- e) que es deseable establecer indicadores de la calidad y disponibilidad para radioenlaces de sistemas de relevadores radioeléctricos digitales;
- f) que es deseable normalizar las medidas de la proporción de bits erróneos de sistemas de relevadores radioeléctricos digitales,

recomienda

1. que las medidas de característica de error y de disponibilidad a la velocidad del sistema de acuerdo con las normas contenidas en las Recomendaciones del UIT-R precitadas así como en la Recomendación UIT-T G.821, se realicen contando el número de errores a la velocidad binaria del sistema en cada uno de los intervalos de un segundo y procesando los resultados por medio del algoritmo que se muestra en la fig. 1 (véanse las notas 6, 8 y 9).

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 4 de Normalización de las Telecomunicaciones.

FIGURA 1
Algoritmo de medida



Notas relativas a la fig. 1:

———— Flujo de medición de bits erróneos

———— Flujo de información lógica

S_{total} : Número total de segundos medidos: un mes

$S_{indisp.}$: Tiempo de indisponibilidad (s)

$S_{disp.}$: Tiempo de disponibilidad (s)

$M_{disp.}$: Tiempo de disponibilidad (min) = $\frac{S_{total} - S_{indisp.}}{60}$ (El resultado se redondea al número entero superior)

$N_{j, k}$: Número de bits erróneos en intervalos de un segundo a la velocidad binaria del sistema entre el segundo j -ésimo y el segundo k -ésimo inclusive

N_i : Número de bits erróneos en el segundo i -ésimo a la velocidad binaria del sistema

N_i' : $N_i \cdot \frac{64 \times 10^{-3}}{\text{velocidad binaria del sistema (Mbit/s)}}$ (número de bits erróneos normalizado al nivel de 64 kbit/s)

P_i : Probabilidad de que un segundo con errores a nivel de 64 kbit/s sea causado por N_i bits erróneos a la velocidad binaria del sistema (véase la nota 4)

$S(> 10^{-3})$: Tiempo total, en segundos, durante el que la BER excede de 10^{-3} en cada intervalo de segundo (s)

$M(> 10^{-6})$: Tiempo total, en minutos, durante el que la BER excede de 10^{-6} medido en paquetes de 60 intervalos consecutivos de un segundo, y calculado excluyendo cualquiera de los intervalos de un segundo durante los que la BER excede de 10^{-3}

M_i : Número de bits erróneos en el paquete i -ésimo de 60 intervalos consecutivos de un segundo y calculado excluyendo cualquiera de los intervalos de un segundo durante los que la BER excede de 10^{-3}

x : Número de errores (redondeado al entero superior) que corresponden a una BER de 10^{-3} en un intervalo de un segundo a la velocidad binaria del sistema ($x = 10^3 \times \text{velocidad binaria del sistema (Mbit/s)}$)

y : Número de errores (redondeado al entero superior) correspondiente a una BER de 10^{-6} en 60 intervalos de un segundo a la velocidad binaria del sistema ($y = 60 \times \text{velocidad binaria del sistema (Mbit/s)}$)

Nota 1 – Con el algoritmo indicado se produce una pequeña imprecisión si la medición se detiene durante un periodo de indisponibilidad. En este caso faltan los 10 primeros segundos del tiempo de indisponibilidad. Es preciso tener en cuenta ese fenómeno en el algoritmo minucioso realizado en un equipo de supervisión de la calidad de funcionamiento en términos de errores.

Nota 2 – El último paquete que puede estar incompleto se trata como si fuese un paquete completo, aplicando las mismas reglas (véase el anexo B de la Recomendación UIT-T G.821).

Nota 3 – La cifra de disponibilidad calculada de esta manera se refiere únicamente a uno de los sentidos de transmisión del radioenlace del sistema de relevadores radioeléctricos, mientras que el concepto de disponibilidad de la Recomendación UIT-R F.557 especifica los objetivos teniendo en cuenta el comportamiento de los dos sentidos de transmisión simultáneamente. Para comparar los resultados con estos objetivos es necesario un tratamiento ulterior (véase la Recomendación UIT-R F.557).

Nota 4 – La conversión de segundos con errores a la velocidad binaria del sistema en estadísticas de segundos con errores a 64 kbit/s sigue una ley lineal, como se propone provisionalmente en el anexo D a la Recomendación UIT-T G.821 y en la Recomendación UIT-R F.634. Están actualmente en estudio otros métodos (véase el anexo 1).

Nota 5 – La finalidad de la puerta consiste en descontar los periodos de tiempo de indisponibilidad del cálculo de los segundos con error, los segundos con muchos errores y los minutos degradados.

Nota 6 – La medición de la BER-R está en estudio (véase la Recomendación UIT-R F.634).

Nota 7 – El porcentaje de segundos con muchos errores normalizados a 64 kbit/s puede evaluarse a partir de las mediciones efectuadas a la velocidad binaria del sistema (véase el anexo 1 a la Recomendación UIT-R F.634).

Nota 8 – Para aplicar esta Recomendación deberán emplearse las directrices adicionales recogidas en el anexo 1.

Nota 9 – Se está estudiando el algoritmo para medir la característica de error y la disponibilidad de los radioenlaces para los objetivos de calidad de funcionamiento en trayectos digitales de velocidad binaria constante, a velocidad primaria o superior transportados por sistemas de relevadores radioeléctricos basados en la Recomendación UIT-T G.826. Se ha propuesto suprimir de la Recomendación UIT-T G.821 la cláusula relativa a los minutos de calidad degradada. Si se suprime, será necesario modificar la presente Recomendación.

ANEXO 1

1. Criterios básicos para la evaluación de los bits erróneos

El parámetro utilizado para describir la calidad de funcionamiento del sistema digital es la probabilidad de bits erróneos, es decir, la probabilidad de recepción incorrecta de un solo bit. El parámetro más usado experimentalmente es el conocido como proporción de errores, que se define como:

$$\text{Proporción de errores} = \frac{N_e}{N_t} = \frac{N_e}{B t_0}$$

donde:

- N_e : número de bits erróneos en el intervalo de tiempo t_0
- N_t : número total de bits transmitidos en el intervalo de tiempo t_0
- B : velocidad de bits de las señales en el punto en que se realiza la medición
- t_0 : tiempo de medición (duración del cómputo de errores).

Cuando el proceso de generación de errores es aleatorio y estacionario y los errores se cuentan durante un periodo suficientemente largo, t_0 , la expresión (1) puede dar una estimación de la probabilidad de errores. La precisión de esta estimación aumenta con N_e , pero generalmente las necesidades prácticas en cuanto al periodo de tiempo de medición limitan los valores de N_e .

El valor mínimo aceptable de N_e parece ser de aproximadamente 10, y en este caso la probabilidad real de error está contenida en un intervalo de $\pm 50\%$ alrededor de N_e/N_t con un coeficiente de confianza del 90%.

2. Relación entre los objetivos de calidad a la velocidad binaria del sistema y en un canal de 64 kbit/s

Las mediciones de los objetivos de calidad suelen realizarse a la velocidad binaria del sistema, mientras que los objetivos en materia de características de error indicados en las Recomendaciones UIT-T G.821 y G.921 y en la Recomendación UIT-R F.594, así como el objetivo de segundos con error de la Recomendación UIT-R F.634, se refieren al canal de 64 kbit/s.

Esta Recomendación utiliza los mismos algoritmos de transformación provisional para segundos con error, segundos con muchos errores y minutos de calidad degradada que los usados en el anexo D a la Recomendación UIT-T G.821.

Para evaluar los objetivos en materia de características de error normalizados a 64 kbit/s sobre la base de los resultados de mediciones obtenidas a la velocidad binaria de un sistema digital de orden primario o de sistemas de orden superior, puede emplearse el método siguiente:

- se forma un subflujo de errores correspondiente al canal de 64 kbit/s por demultiplexación selectiva, a partir del flujo de errores extraído de la señal transmitida por el sistema;
- la señal de error del canal de 64 kbit/s obtenida de este modo se procesa de conformidad con el algoritmo indicado en el anexo B a la Recomendación UIT-T G.821.

El método de demultiplexación selectiva del flujo de errores se puede utilizar también para evaluar los objetivos de calidad de los diversos servicios con velocidades binarias de más de 64 kbit/s (por ejemplo, radiodifusión sonora o de televisión), que son partes componentes de una señal de alta velocidad binaria.

3. Mediciones en servicio y fuera de servicio

El algoritmo de medición expuesto en la Recomendación UIT-T G.821 puede emplearse en las mediciones de establecimiento y de puesta en servicio empleando objetivos e intervalos de medición distintos de los mencionados en la citada Recomendación.

El algoritmo también puede emplearse en pruebas de mantenimiento. Si se emplea fuera de servicio, la prueba deberá durar lo menos posible.

Los resultados de las mediciones en servicio efectuadas basándose en violaciones del bit de paridad pueden ser distintos de los obtenidos en mediciones de secuencia binaria pseudoaleatoria (SBSA). Este particular debe tenerse en cuenta al emplear el citado algoritmo para una medición en servicio.