

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1181

OBJETIVOS MÍNIMOS DE CALIDAD DE LOS CANALES DIGITALES DE BANDA ESTRECHA QUE UTILIZAN SATÉLITES GEOESTACIONARIOS PARA DAR SERVICIO A ESTACIONES TERRENAS MÓVILES PORTÁTILES Y DE VEHÍCULOS EN LA GAMA 1-3 GHz QUE NO FORMAN PARTE DE LA RDSI

(Cuestión UIT-R 112/8)

(1995)

Resumen

Esta Recomendación estipula los objetivos mínimos de calidad en términos de proporción de bits erróneos para los sistemas geoestacionarios del servicio móvil por satélite (SMS) en modo vocal y modo de datos.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los objetivos de calidad de los canales digitales del servicio móvil por satélite que utilizan la modulación de banda estrecha y satélites geoestacionarios deben incluir un margen para los niveles de interferencia entre sistemas que funcionan en la gama de 1-3 GHz y dentro de éstos, y cumplir los requisitos de usuario en cuanto a calidad;
- b) que los canales digitales «polivalentes» de los sistemas móviles por satélite que pueden utilizar las estaciones terrenas móviles terrestres, marítimas y aeronáuticas están concebidos para funcionar alternativamente en los modos de transmisión de datos o de voz o en modos de señalización en banda, utilizando las mismas frecuencias durante una misma sesión de comunicaciones;
- c) que la recepción de las señales transmitidas a las estaciones terrenas móviles y desde éstas en la mayoría de los emplazamientos puede verse disminuida considerablemente a causa de degradaciones de la propagación de la señal que depende del emplazamiento y la orientación, las cuales determinan las características espaciales;
- d) que los canales digitales de sistemas móviles por satélite para la mensajería de «almacenamiento y retransmisión» que utilizan satélites geoestacionarios no suelen ser sensibles a los retardos y, por tanto, son capaces de utilizar un entrelazado casi perfecto para aliviar las ráfagas de errores binarios en el canal que se producen por los efectos de propagación multitrayecto y enmascaramiento y que de esta manera pueden funcionar cumpliendo los objetivos de calidad especificados aquí;
- e) que los canales digitales de los sistemas móviles por satélite pueden utilizarse en haces de cobertura mundial o puntual formando parte del SMS mundial en cuyo caso cabe esperar limitaciones estrictas en la potencia del satélite combinados con un ángulo mínimo de elevación al satélite de 5°,

recomienda

1 que para ambos sentidos de transmisión en los enlaces de servicio y de conexión, los objetivos combinados de calidad mínima del enlace radioeléctrico de los canales digitales utilizados por los satélites geoestacionarios para dar servicio a estaciones terrenas móviles portátiles o de vehículos en el SMS sean los siguientes:

1.1 para un canal digital «polivalente» del SMS (velocidades de usuario de hasta 9,6 kbit/s):

1.1.1 provisionalmente, una proporción de bits erróneos (BER) en el canal mejor de 4×10^{-2} en el modo vocal durante no menos del 90% del tiempo disponible;

1.1.2 provisionalmente, una BER mejor de 1×10^{-5} en el modo de datos y de señalización, tras la corrección de errores, durante no menos del 90% del tiempo disponible;

1.2 para un canal digital del sistema móvil por satélite que dé servicio a un equipo portátil (velocidades de usuario de hasta 16 kbit/s);

- 1.2.1** una BER en el canal mejor de 1×10^{-2} en el modo vocal durante no menos del 95% del tiempo disponible;
- 1.2.2** una BER mejor de 1×10^{-5} en los modos de datos y de señalización, tras la corrección de errores, durante no menos del 95% del tiempo disponible;
- 1.3** para los canales digitales de sistemas móviles por satélite dedicados a la mensajería de «almacenamiento y retransmisión» (velocidades de usuario de hasta 600 bit/s):
- una BER mejor de 4×10^{-5} tras la corrección de errores durante no menos del 95% del tiempo disponible;

siendo el tiempo disponible el tiempo total durante el que el enlace radioeléctrico está atribuido al usuario y éste dispone de él;

2 que los enlaces ascendentes y descendentes individuales estén diseñados de forma que el porcentaje de tiempo total durante el que el enlace está disponible venga en gran medida determinado por el enlace de servicio. En el Anexo 2 se describe un método para atribuir el porcentaje total de tiempo entre los enlaces de servicio y de conexión, como orientación para el diseñador del sistema;

3 que las condiciones adicionales especificadas en las notas siguientes formen parte de los objetivos de calidad especificados en los § 1 y 2.

NOTA 1 – Los Anexos 1 y 2 establecen las bases de los objetivos de calidad especificados anteriormente.

NOTA 2 – Para los canales digitales «polivalentes» de SMS utilizados con estaciones terrenas móviles de vehículos terrestres, la disponibilidad temporal suele ser más crítica que la disponibilidad espacial porque generalmente se eliminan las degradaciones severas de la propagación de la señal cuando la antena de la estación terrena móvil se desplaza una pequeña distancia. Los niveles especificados de disponibilidad temporal y de calidad de la señal están asociados a las operaciones de la estación terrena móvil en zonas libres de enmascaramientos intensos persistentes.

NOTA 3 – El enmascaramiento esporádico y moderado de la señal dirigida a un satélite geoestacionario o procedente de éste se produce con las estaciones terrenas móviles terrestres de la mayoría de las zonas situadas fuera de las áreas urbanas. Estas degradaciones esporádicas pueden reducirse de forma efectiva.

NOTA 4 – Para las comunicaciones vocales pueden preverse técnicas de control de errores como parte integral del algoritmo de procesamiento del codificador/decodificador (códec) vocal, pero también pueden incorporarse en el modulador/demodulador (módem) o alternativamente, repartirse entre los módulos módem y códec. Por esta razón, los objetivos de calidad de las comunicaciones vocales deben tener en cuenta la BER a la entrada del códec.

NOTA 5 – Los objetivos y criterios de calidad de las comunicaciones vocales evolucionarán probablemente a medida que las técnicas de los códec sean más eficaces y a medida que disminuyan las velocidades de transmisión. Por tanto, los objetivos de calidad de las futuras Recomendaciones tal vez se expresen en términos de calidad real de la señal vocal (por ejemplo, en nota media de opinión). Se requieren nuevos estudios sobre la forma de definir el grado de la señal vocal y para seleccionar un método de evaluación de los códec vocales de baja velocidad.

NOTA 6 – Para las comunicaciones de datos, se prevén generalmente técnicas de control de errores como parte integral del módem. Pueden implementarse medidas adicionales de control de errores de extremo a extremo para mejorar la calidad en aplicaciones de usuario específicas. No obstante, en lo que atañe a esta Recomendación, los efectos de estas técnicas de aplicación de usuario no se incluyen en los objetivos de calidad.

NOTA 7 – La calidad espacial se define como la probabilidad acumulada de disponibilidad del enlace a partir de la distribución conjunta de las pérdidas aleatorias en el enlace que dependen del emplazamiento y la orientación. El porcentaje de tiempo disponible refleja la fracción de tiempo en la que el canal no experimenta desvanecimientos derivados de la propagación por trayectos múltiples y de la atenuación debida a la lluvia.

NOTA 8 – La especificación de los objetivos de calidad para el servicio móvil aeronáutico (R) por satélite figura en la Recomendación UIT-R M.1037.

NOTA 9 – En el caso de utilizar un satélite de generación anterior como reserva, deben lograrse los objetivos en cuanto a BER del § 1 durante un porcentaje de tiempo inferior.

NOTA 10 – Deben tenerse en cuenta los efectos de la interferencia agregada procedente de otros sistemas y servicios para garantizar que se cumplen los objetivos de calidad globales en el canal digital del SMS.

NOTA 11 – La necesidad de criterios de calidad a corto plazo para definir los umbrales de BER y los porcentajes de tiempo asociados requiere estudios adicionales.

NOTA 12 – Para los terminales con ángulos de elevación reducidos que funcionan en un canal de satélite «polivalente», los objetivos de calidad en cuanto a BER del § 1 pueden lograrse durante un porcentaje de tiempo inferior.

NOTA 13 – Las especificaciones de los objetivos de calidad de los canales digitales móviles por satélite para mensajería con almacenamiento y retransmisión requieren estudios adicionales.

ANEXO 1

Bases para los objetivos de calidad especificados

1 Introducción

Los objetivos de calidad para los canales de radioenlaces móviles digitales por satélite se basan en los requisitos de usuario correspondientes a cada servicio. Los requisitos varían con las necesidades y funciones operacionales del servicio, con la percepción del usuario en cuanto a calidad de servicio y con las características de dicho servicio (por ejemplo, telefonía, datos en modo circuitos). En este anexo se examinan tres tipos de canales (que sirven para tres servicios diferentes) en línea con lo indicado en el § 1 del *recomienda*:

- canales móviles digitales polivalentes (hasta 9,6 kbit/s), que sirven para la transmisión de señales vocales de baja velocidad y datos en tiempo real, con objetivos de calidad en un nivel equivalente al de la «calidad celular terrenal»;
- canales móviles digitales para equipo portátil (hasta 16 kbit/s), que sirven para la transmisión de señales vocales de velocidad media y datos en tiempo real, con objetivos de calidad próximos a los de «calidad en servicio de pago» terrenal;
- canales móviles digitales de «almacenamiento y retransmisión» (hasta 600 bit/s) que sirven para los servicios de mensajería de datos en los que no se toleran los errores pero en los que puede actuarse sobre el retardo del mensaje.

En los puntos siguientes se examinan los requisitos de usuario correspondientes a cada tipo de canal y se resumen los objetivos correspondientes de calidad supuestos que se proponen para los canales.

2 Canal móvil digital polivalente (hasta 9,6 kbit/s)

2.1 Requisitos de usuario

Los avances en la tecnología de codificación de señales vocales se han traducido en la reducción de la velocidad del códec vocal necesaria para una calidad vocal determinada. El desarrollo de técnicas de corrección de errores ha contribuido también a la «robustez del códec vocal» que funcionan frente a degradaciones del canal. El códec vocal debe proporcionar una calidad vocal aceptable para el usuario en condiciones típicas tales como las de BER variable (errores aleatorios y por ráfagas), condiciones de desvanecimiento, ruido de fondo acústico y nivel de audio. La calidad vocal debe ser compatible con los distintos idiomas y géneros lo cual es especialmente importante para la prestación de un servicio de comunicación polivalente mundial.

Los usuarios confían en que todos los servicios de telefonía inalámbrica tengan la misma calidad vocal, similar como mínimo a la que ofrecen los sistemas celulares terrenales. Por lo general, un sistema debe establecer comunicaciones vocales con una nota media de opinión (MOS) de aproximadamente 3 o superior en una escala de 1 a 5 (equivalente a una MOS de 2, aproximadamente, en una escalala de 0 a 4) a fin de satisfacer estas expectativas.

Para los servicios de comunicaciones de datos, la calidad en cuanto a la BER del canal de datos debe ser compatible con la calidad lograda en las redes terrenales correspondientes. Un canal de datos con una BER no inferior a 1×10^{-5} satisface este criterio. Por lo general, el usuario puede aplicar medidas de control de error externas de extremo a extremo en las aplicaciones que requieren niveles inferiores de BER.

Los usuarios comprenden que los modos inalámbricos de transmisión comportan interrupciones intermitentes debidas a los desvanecimientos por la propagación multirayecto y el enmascaramiento. No obstante, los usuarios no tolerarán tener que volver a marcar para establecer de nuevo las comunicaciones. Así pues, es importante que los enlaces de comunicaciones mantengan la sincronización durante un periodo de tiempo, incluso en condiciones de propagación degradada.

2.2 Objetivos de calidad hipotéticos

2.2.1 Voz

Se supuso un códec de excitación multibanda mejorada (IMBE) con funcionamiento a velocidad de 6,4 kbit/s (incluyendo el control de errores) para evaluar la calidad del modo vocal. Las pruebas subjetivas pusieron de manifiesto un requisito mínimo de BER en el canal de 4×10^{-2} para mantener la calidad vocal necesaria que se describe en el § 1.1.

2.2.2 Datos

Para la transmisión de datos, una BER en banda de base de 1×10^{-5} (tras la codificación de corrección de errores en el canal) permite la interpretación correcta de prácticamente todos los mensajes sin medidas especiales de control de errores. Cuando se utilizan esquemas adicionales de detección de errores y retransmisión, una BER en el canal de 1×10^{-5} se traduciría en pocas retransmisiones y en una eficacia elevada del caudal.

2.2.3 Señalización

Para las transmisiones con señalización en banda, una BER media en banda de base de 1×10^{-3} asegura una probabilidad de error reducida en el mensaje de señalización y los protocolos de señalización pueden reducir de forma eficaz los posibles errores. El diseño de los modos vocal y de datos debe asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad de la señalización en condiciones del enlace correspondientes a los objetivos de calidad mínimos del canal.

3 Canal digital por satélite para equipo móvil portátil (hasta 16 kbit/s)

3.1 Requisitos de usuario

Los requisitos de usuario para este servicio son similares a los del canal digital móvil «polivalente», salvo que, además, los usuarios esperan un alto nivel de fiabilidad del canal (menos interrupciones debidas a degradaciones del enlace de transmisión). Por lo general, el equipo portátil de canal móvil digital es capaz también de funcionar con velocidades de canal más elevadas y con mayor disponibilidad del enlace global, por lo que es más adecuado para la extensión de las opciones de usuario de la red telefónica terrenal.

La utilización de un códec vocal de velocidad superior ofrece mejor calidad vocal y puede ser más resistente a las degradaciones del canal. Además, el códec vocal de codificación predictiva adaptable a 16 kbit/s evaluado presenta la ventaja de ser transparente a la transmisión analógica facsímil y de señalización, así como a los datos en banda vocal de hasta 2,4 kbit/s.

En el caso de comunicaciones de datos, la calidad en términos de la BER del canal de datos debe ser compatible con la calidad lograda en las redes terrenales. Un canal de datos cuya BER sea de 1×10^{-5} cumple este criterio con una velocidad de transmisión de datos de hasta 9,6 kbit/s.

Para las transmisiones de señalización en banda, son suficientes unos requisitos similares a los del canal digital móvil «polivalente» que pueden lograrse en un canal vocal añadiendo una redundancia relativamente simple a los bits del canal.

3.2 Objetivos de calidad hipotéticos

3.2.1 Voz

Se necesita una BER de 1×10^{-2} para lograr el nivel superior de calidad necesario en el códec vocal de velocidad superior.

3.2.2 Datos

BER de 1×10^{-5} .

4 Canales de mensajería digital móvil por satélite de «almacenamiento y retransmisión» (hasta 600 bit/s)

4.1 Requisitos de usuario

El canal de mensajería se diseña como medio para la transferencia de mensajes sin errores utilizando un protocolo de petición automática de repetición (ARQ) a modo de sistema de control de errores de nivel superior. La BER necesaria se selecciona de forma que se minimice la energía total por longitud de mensaje, durante una transacción de transferencia de mensajes. Una BER superior se traduciría en mayor actividad ARQ con lo que aumentaría la energía total necesaria para la transferencia del mensaje. Una BER mejor exigiría una p.i.r.e. superior en el satélite.

4.2 Objetivo de calidad hipotético

BER de 4×10^{-5} .

ANEXO 2

Método para atribuir entre el enlace de servicio y el enlace de conexión el porcentaje total de tiempo durante el que está disponible el enlace

Por lo general, los enlaces ascendentes y descendentes se diseñan de forma que el porcentaje del tiempo total durante el que dicho enlace está disponible viene determinado en gran medida por el enlace de servicio. Ello significa que dicho enlace de servicio está sujeto a una limitación de potencia mucho más estricta.

El porcentaje de tiempo durante el que está disponible el enlace de extremo a extremo puede lograrse atribuyendo porcentajes de tiempo disponible a los enlaces ascendente y descendente, según el Cuadro 1:

CUADRO 1

Sentido de la transmisión	Trayecto radioeléctrico	Porcentaje de tiempo durante el que está disponible el enlace
Directo	Enlace de conexión ascendente	$(1 - (1 - A) \cdot 0,1) \cdot 100$
	Enlace de servicio descendente	$A/A_{f,u}$
Retorno	Enlace de conexión descendente	$(1 - (1 - A) \cdot 0,1) \cdot 100$
	Enlace de servicio ascendente	$A/A_{f,d}$

A : Disponibilidad total de tiempo del enlace radioeléctrico

$A_{f,u}$: Disponibilidad temporal del enlace ascendente de conexión directo

$A_{f,d}$: Disponibilidad temporal del enlace descendente de conexión de retorno.

Por ejemplo, puede lograrse un requisito de disponibilidad del enlace de extremo a extremo del 90% con un requisito de disponibilidad del enlace de servicio del 90,9% y un requisito de disponibilidad del enlace de conexión del 99%.

En el método de atribución descrito, el enlace de conexión se lleva el 10% de la indisponibilidad total del enlace. La atribución de una indisponibilidad superior al enlace de conexión se traducirá en un aumento significativo del requisito de disponibilidad del enlace de servicio. Por el contrario, si se reduce la indisponibilidad atribuida al enlace de conexión no variará, o cambiará muy poco, el requisito del enlace de servicio, es decir, que la disponibilidad del enlace total domina en el enlace de servicio.
