

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.1636
(06/2003)

**Modelos básicos de referencia y parámetros
de calidad de la transmisión por red de
paquetes de Protocolo Internet en el
servicio móvil por satélite**

Serie M

**Servicios móviles, de radiodeterminación,
de aficionados y otros servicios
por satélite conexos**



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión sonora
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radio astronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2010

© UIT 2010

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1636

Modelos básicos de referencia y parámetros de calidad de la transmisión por red de paquetes de Protocolo Internet en el servicio móvil por satélite

(Cuestiones UIT-R 85/8, UIT-R 87/8, UIT-R 112/8 y UIT-R 233/8)

(2003)

Resumen

Esta Recomendación ofrece los modelos básicos de referencia y las definiciones de los parámetros de calidad de la transmisión por redes de paquetes de Protocolo Internet en el SMS. Los modelos de referencia y los parámetros de calidad definidos servirán como base técnica para la elaboración de los objetivos de calidad y de disponibilidad, junto con las características técnicas y operativas de la transmisión por redes de paquetes en el SMS.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la transmisión de paquetes de Protocolo Internet (IP) ha pasado a ser uno de los servicios importantes de las redes modernas de comunicación, incluidos los sistemas móviles por satélite;
- b) que en una serie de las Recomendaciones actuales se han estipulado los circuitos ficticios de referencia, las características técnicas, los objetivos de calidad y los requisitos de disponibilidad del SMS convencional;
- c) que las características técnicas y la calidad deben definirse sobre la base de las capas de paquetes IP, además de la calidad de transmisión digital de los enlaces portadores del SMS;
- d) que se necesitan definiciones de los modelos de referencia, las características técnicas y los parámetros de calidad como soporte técnico para el desarrollo de la transmisión de paquetes IP en el SMS;
- e) que continúan los estudios sobre calidad y disponibilidad de la transmisión de paquetes IP en otros foros del UIT-T y el UIT-R;
- f) que cuando se debatan los objetivos de calidad y los requisitos de disponibilidad de la transmisión por redes de paquetes IP deben tenerse en cuenta las propiedades inherentes al SMS;
- g) que los estudios efectuados utilizando un modelo básico de referencia de la transmisión de datos por paquetes IP son significativos, aunque se necesitan modelos de referencia perfeccionados para efectuar estudios sobre la transmisión avanzada de datos por paquetes IP en el SMS,

recomienda

- 1** que se apliquen los modelos básicos de referencia del Anexo 1 como conjunto mínimo de sistema de transmisión de paquetes IP en el SMS;
- 2** que se utilicen las características técnicas del Anexo 2 para los estudios y la definición de los parámetros de calidad y la disponibilidad en las aplicaciones de paquetes IP en el SMS que se definen en el Anexo 1;

3 que se empleen los parámetros de calidad y las definiciones del Anexo 3 para la transmisión de paquetes IP en el SMS que se define en el Anexo 1.

Anexo 1

Modelos básicos de referencia de la transmisión de paquetes IP en el SMS

1 Introducción

Los sistemas del SMS dan a las aplicaciones móviles cobertura mundial. Recientemente, se ha introducido la transmisión de paquetes IP en algunos sistemas del SMS. Sin embargo, las redes de transmisión de paquetes IP no están formalmente estructuradas. Todavía no se ha definido bien una conexión ficticia de referencia para las redes de transmisión de paquetes IP. Es por ello importante definir la utilización de los enlaces del SMS en los servicios de transmisión de paquetes IP y establecer un modelo de referencia a partir del cual puedan examinarse las características y la calidad para el SMS.

2 Modelo básico de referencia para la transmisión de paquetes IP en el SMS

Los enlaces del SMS no se utilizarán como enlaces medulares de gran velocidad de las redes centrales IP. Están pensados para formar parte del tramo de acceso de un encaminador de extremo, en la red IP mundial. Se consideran dos aplicaciones de los enlaces del SMS. La primera es una conexión de acceso entre terminal de usuario y encaminador (R), tal como se representa en la Fig. 1. La segunda considera una conexión de gran capacidad entre una red de área local (LAN) móvil y un encaminador de extremo, tal como se ilustra en la Fig. 2.

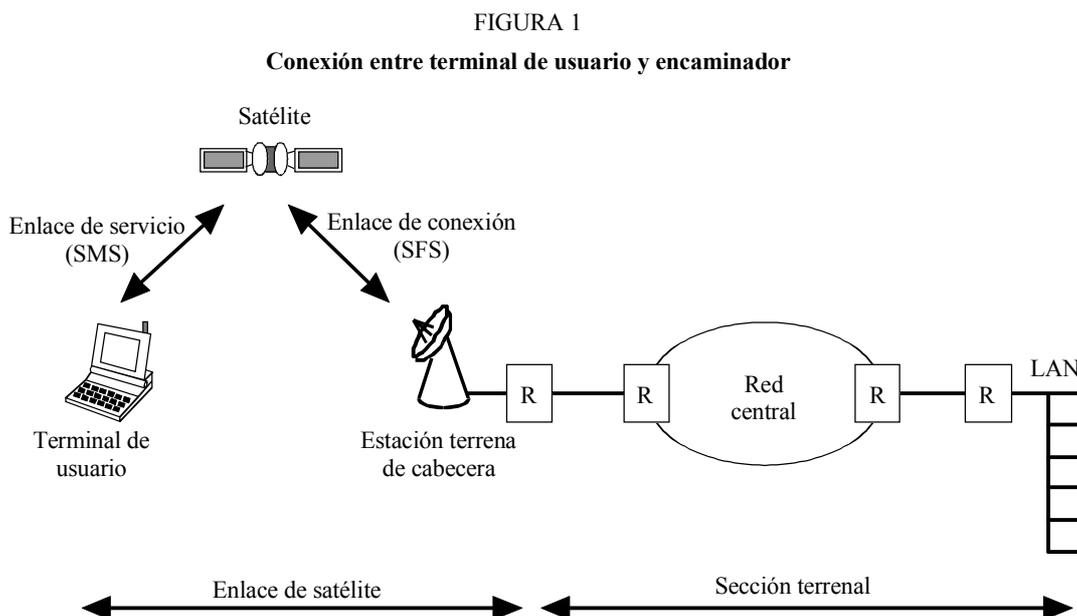
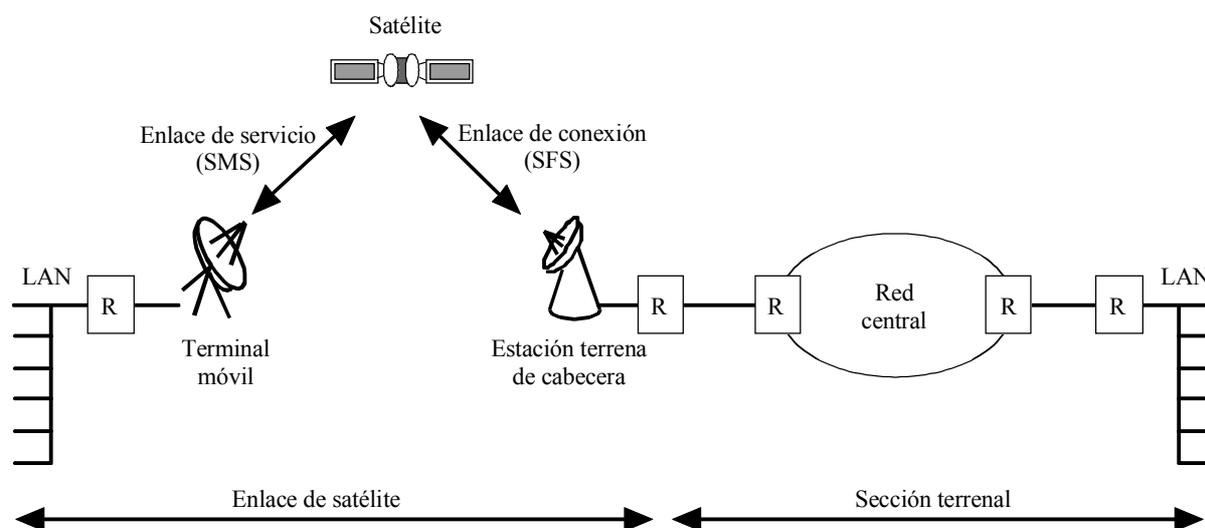


FIGURA 2
Conexión entre la LAN y el encaminador



1636-02

2.1 Modelos de referencia

El Cuadro 1 muestra la clasificación de las topologías SMS y la Fig. 3 representa el encaminamiento correspondiente. Esta Recomendación se refiere a los modelos de referencia denominados «Y» en el Cuadro 1.

Se incluyen los sistemas de satélite OSG y no OSG. Los sistemas no OSG incluyen los satélites en órbita terrestre baja (LEO) y en órbita terrestre media (MEO), pero no los satélites en órbita terrestre alta (HEO). Se suponen sistemas de guías acodado, porque el procesamiento de a bordo añade tiempo de procesamiento adicional y los enlaces entre satélites (EES) requieren un retardo de propagación adicional.

CUADRO 1

Clasificación de las configuraciones del sistema SMS

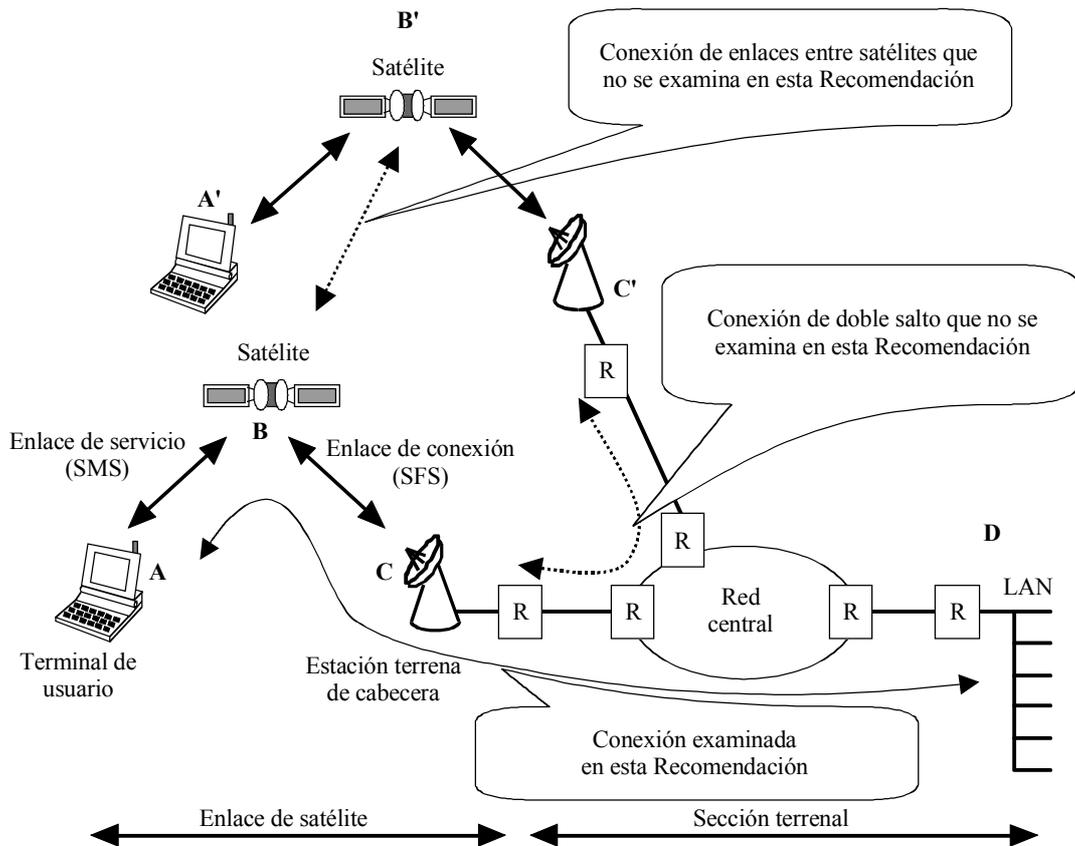
Características	Ruta	OSG	HEO	MEO	LEO
Salto único	A-B-C-D	Y	N	Y	Y
Salto doble – no EES	A-B-C-B-A' o A-B-C-C'-B'-A'	N	N	N	N
Salto doble – a través de EES	A-B-B'-A'	N	N	N	N

Y: sí

N: no

FIGURA 3

Encaminamiento de paquetes examinado en esta Recomendación



1636-03

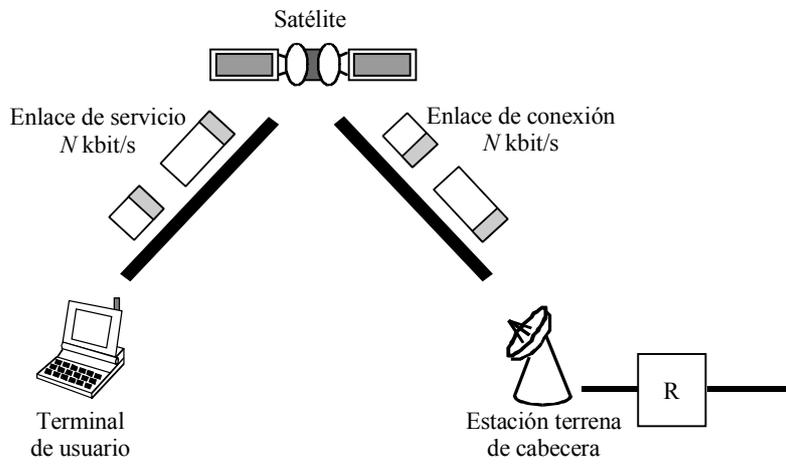
Estos modelos ofrecen definiciones de la sección SMS y de los puntos de interfaz de toda la red de paquetes IP. Debe señalarse que la sección de satélite consta de un enlace de servicio del SMS y de un enlace de conexión considerado como SFS. Todo el análisis de esta Recomendación se basará en estos modelos para el examen de las características técnicas y de la calidad del servicio de paquetes IP en el SMS.

2.2 Utilización de una conexión física para las conexiones lógicas

Dado el carácter de acceso múltiple del SMS por una serie de usuarios, puede haber muchos casos de utilización de un circuito portador de satélite por usuario de las conexiones IP. El caso más sencillo es el de una utilización específica de un circuito portador de satélite para una única conexión IP por un solo usuario (Fig. 4a). En este caso, se considera que el circuito portador de satélite tiene una capacidad de transmisión fija. Hay otro caso en el que múltiples usuarios comparten la capacidad de un circuito portador de satélite. En esta circunstancia, se asigna una parte de la capacidad fija del circuito portador de satélite a cada uno de los múltiples usuarios (Fig. 4b). Desde el punto de vista de cada usuario, es teóricamente posible, en el caso de la Fig. 4c, modificar dinámicamente la capacidad asignada durante la utilización por múltiples usuarios, sobre la base del concepto de «mejor servicio posible». En esta Recomendación se tiene en cuenta la atribución dinámica de la capacidad. En ese contexto, un «usuario» se refiere a un terminal móvil de usuario para el enlace de satélite. Una salida de LAN que esté conectada al enlace de satélite es por tanto un usuario, aun cuando la LAN dé cabida a múltiples usuarios de servicio IP.

FIGURA 4a

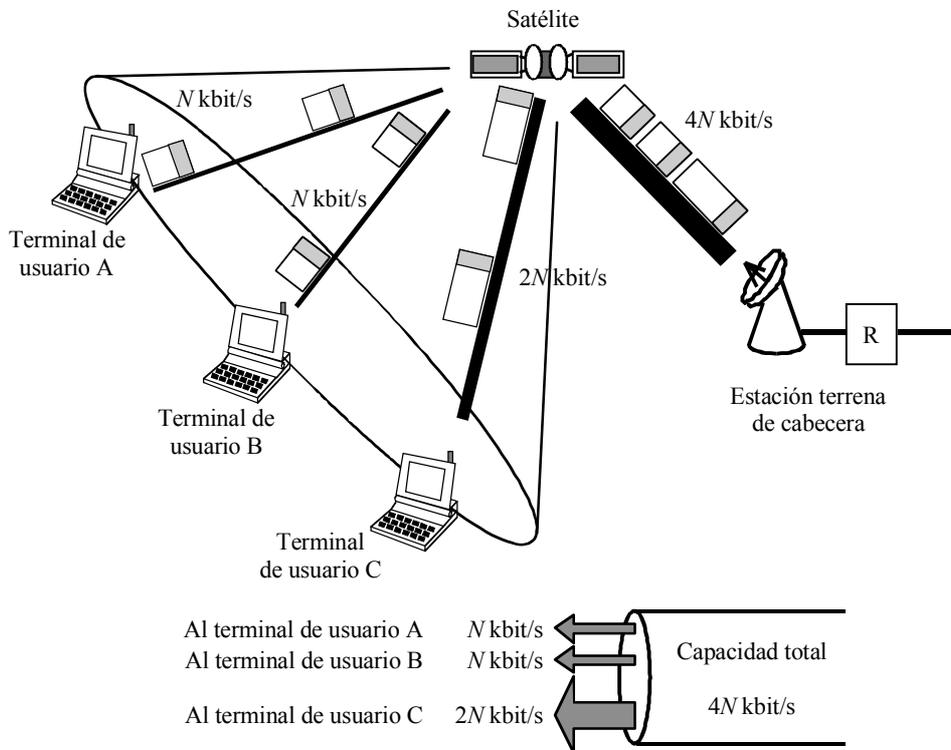
Enlace de satélite para conexión de usuario único



1636-04a

FIGURA 4b

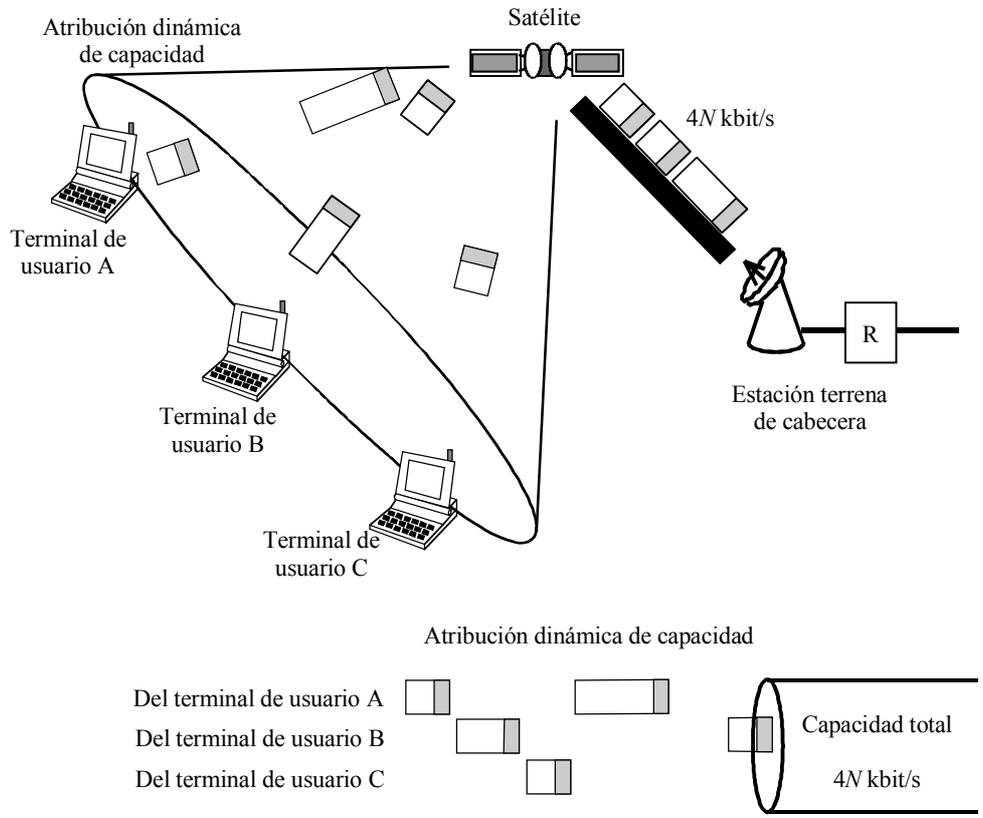
Enlace de satélite compartido entre conexiones de múltiples usuarios con atribución fija de capacidad



1636-04b

FIGURA 4c

**Enlace de satélite compartido entre conexiones de múltiples usuarios
con atribución dinámica de capacidad**



1636-04c

Anexo 2

Características técnicas que apoyan las capas inferiores de la transmisión de paquetes IP en el SMS

1 Características técnicas y parámetros de transmisión

Como la aplicación de transmisión de paquetes IP se efectúa por un enlace digital del SMS, es natural describir las características técnicas centrándose en los parámetros de transmisión. Los parámetros indicados a continuación son información fundamental que caracteriza el enlace digital del SMS por el que se efectúa la transmisión de paquetes IP. Se suponen definiciones convencionales para dichos parámetros.

- a) *Características de la transmisión portadora*
- tipo de modulación;
 - velocidad de transmisión (bit/s);
 - esquema de la corrección de errores en recepción sin canal de retorno (FEC);
 - valor umbral de la BER;
 - porcentaje de tiempo en el que se mejora el umbral de la BER.

- b) *Características de la transmisión de paquetes para la Capa 2*
- descripción general del protocolo de Capa 2;
 - estructura de trama para el enlace de satélite del SMS y la adaptación de paquetes a la trama;
 - longitud del paquete;
 - estructura del encabezamiento de paquete;
 - control de errores y capacidad de retransmisión de la Capa 2;
 - esquema de control de colisión de paquetes, si es necesario;
 - conversión de pila de protocolos para el enlace de satélite del SMS.
- c) *Características del retardo*
- Retardo de propagación (ms)
En el caso de sistemas de satélite OSG, el retardo de propagación depende del emplazamiento del móvil respecto a la posición orbital del satélite, y se considera constante para cada móvil estacionario, si se desprecia una ligera fluctuación. Por otro lado, en el caso de sistemas de satélite de órbita circular intermedia de MEO, el retardo de propagación más pequeño en el punto subsatelital es de 69 ms y el retardo de propagación máximo en el extremo de la cobertura del satélite es de 103 ms. El retardo de propagación será inferior en el caso de sistemas de satélite LEO.
 - Salto del retraso en el traspaso de satélite (ms)
Puede producirse un cambio brusco del retardo de propagación como resultado del traspaso de un satélite a otro en la constelación de satélites no OSG u OSG. La probabilidad de traspaso entre satélites es diferente para los sistemas de satélite no OSG y los OSG. En el caso de sistemas OSG, sólo puede producirse en los terminales móviles no estacionarios, debido a la reubicación o bloqueo que causa la infraestructura.
En el caso de sistemas de satélite de órbita circular intermedia de MEO, el valor máximo del salto del retardo será el resultado del traspaso del satélite desde uno situado en la elevación inferior con el retardo de propagación máximo (103 ms) a otro con el retardo de propagación mínimo (69 ms). El salto del retardo máximo será de 34 ms en este caso.

Anexo 3

Parámetros de calidad y definiciones de la transmisión de paquetes IP en el SMS

1 Introducción

Los parámetros de calidad de un esquema de paquetes IP son fundamentales en el servicio de transmisión de paquetes IP por el SMS. Las definiciones que ofrecen las Recomendaciones UIT-T Y.1540 y UIT-T Y.1541 deben constituir la base para este análisis. Al mismo tiempo, deben tenerse en cuenta ciertos aspectos inherentes al SMS. En las aplicaciones del SMS no conviene prestar demasiada atención al detalle de los parámetros. Las propiedades especiales de los sistemas OSG y no OSG del SMS deben reflejarse adecuadamente en la definición de los parámetros generales. También es importante seleccionar parámetros que sean adecuados para la atribución de los objetivos de calidad a las secciones de una conexión IP, incluyendo el enlace de satélite del SMS.

2 Definiciones de los parámetros de calidad

2.1 Parámetros relacionados con los paquetes IP

Los parámetros indicados a continuación se consideran fundamentales. Se ofrecen definiciones e interpretación del contexto del SMS para cada parámetro. Estos parámetros serán suficientes para caracterizar la transferencia de paquetes IP por un enlace del SMS. Se considera que otros parámetros, tales como la tasa de paquetes IP espurios, son demasiado detallados para su aplicación a los enlaces del SMS.

2.1.1 Retardo de transferencia de paquetes IP (IPTD, *IP packet transfer delay*)

El IPTD es el retardo total de la transmisión en una conexión IP de extremo a extremo. El IPTD puede también definirse para una sección de la conexión de extremo a extremo. El IPTD para la conexión de extremo a extremo se atribuirá adecuadamente a todas las secciones que constituyen dicha conexión de extremo a extremo.

Como algunos ingenieros de normalización consideran que el retardo de transmisión es grande en un enlace de satélite, es fundamental identificar una duración admisible del IPTD en la sección de enlace móvil por satélite, incluyendo los enlaces de conexión y de servicio. Los sistemas de transmisión de paquetes IP se clasifican como sistemas sensibles al retardo y sistemas sensibles al error. Un requisito del sistema es el de decisión de la opción que debe emplearse, sobre la base de la prioridad de la importancia de que haya un menor retardo o un menor error. El IPTD de un enlace del SMS, $IPTD_{sat}$, puede determinarse por separado para cada sistema.

Debe señalarse que el $IPTD_{sat}$ se considera tras el establecimiento de un enlace de satélite, y que el retardo asociado a la transmisión de acceso aleatorio para la atribución dinámica de capacidad podría incluirse en el retardo de procesamiento de la señal para la puesta en trama y adaptación al enlace del SMS, lo que más adelante se denomina $T_{procesamiento}$.

a) *IPTD para sistemas sensibles al retardo*

Para los sistemas sensibles al retardo que no tienen capacidad de retransmisión en la Capa 2, el $IPTD_{sat}$ se define como:

$$IPTD_{sat} = T_{propagación} + T_{procesamiento} + T_{memoria\ intermedia}$$

siendo:

$T_{propagación}$: retardo de propagación de un enlace del SMS

$T_{procesamiento}$: retardo de procesamiento de la señal para la puesta en trama y adaptación al enlace del SMS

$T_{memoria\ intermedia}$: retardo de la etapa memoria intermedia en un encaminador o en una interfaz para la conexión del enlace del SMS a una sección terrenal.

b) *IPTD para los sistemas sensibles a los errores*

Para los sistemas sensibles a los errores que tienen capacidad de retransmisión en la Capa 2, el $IPTD_{sat}$ varía con el número de tiempos de retransmisión. Si se requiere una definición del $IPTD_{sat}$ para los sistemas sensibles a los errores, puede describirse de la siguiente manera:

$$IPTD_{sat} = \sum_{n=1}^{N+1} \{ T_{n, propagación} + T_{n, procesamiento} \} + T_{memoria\ intermedia}$$

siendo:

N : tiempos de retransmisión

$T_{n, propagación}$: $T_{propagación}$ para el instante n -ésimo de transmisión

$T_{n, procesamiento}$: $T_{procesamiento}$ para el instante n -ésimo de transmisión.

Se señala que un valor elevado del $IPTD_{sat}$ después de diversas tentativas de retransmisión en la Capa 2 por el enlace de satélite, podría no tener significado, porque el esquema de retransmisión en la Capa 4 o en otra superior podría descartar el paquete IP retardado al expirar su plazo. Además, tal vez haya que considerar un término probabilístico en la expresión que apoye un mecanismo de retransmisión. Estos temas han de seguir estudiándose a fin de establecer una definición más adecuada del $IPTD_{sat}$ de los sistemas sensibles al error.

2.1.2 Variación del retardo de paquetes IP (IPDV, *IP packet delay variation*)

El IPTV varía dependiendo de diversos factores que incluyen la congestión en la parte de la red considerada por esta Recomendación, así como la puesta en trama y el control de retransmisión en la Capa 2. La IPDV puede definirse de múltiples formas, tal como se examina en las Recomendaciones sobre ATM, pero a los efectos de esta Recomendación, se supondrá que es la diferencia entre el IPTD máximo y el IPTD mínimo, de la siguiente manera:

Para los sistemas sensibles al retardo, que no tienen capacidad de retransmisión en la Capa 2,

$$IPDV = IPTD_{m\acute{a}x} - IPTD_{m\acute{i}n}$$

siendo:

$IPTD_{m\acute{a}x}$: IPTD máximo

$IPTD_{m\acute{i}n}$: IPTD mínimo.

Para los sistemas sensibles al error que tienen capacidad de retransmisión en la Capa 2, se aplica el método estadístico del Apéndice 2 de la Recomendación UIT-T Y.1541, siendo:

$IPTD_{m\acute{a}x}$: IPTD máximo durante un intervalo de medición

$IPTD_{m\acute{i}n}$: IPTD mínimo durante un intervalo de medición.

Se miden diversos valores de la IPDV a lo largo de un intervalo temporal grande que comprende varios intervalos de medición cortos. El $X\%$ de estas IPDV debe cumplir el objetivo definido. El valor de X está por determinar.

Véase que la fluctuación del retardo de propagación afecta también a la IPDV. En el caso de sistemas de satélite no OSG debe incluirse la variación del retardo de propagación debido al movimiento del satélite. Además, puede producirse un cambio brusco del retardo de propagación como resultado del traspaso de un satélite a otro en una constelación de satélites.

2.1.3 Tasa de pérdida de paquetes IP (IPLR, *IP packet lose ratio*)

La IPLR es la relación entre el número de paquetes IP perdidos y el número total de paquetes IP transmitidos. En los enlaces del SMS, una breve interrupción debida al ensombrecimiento o al bloqueo puede dar lugar a pérdidas de paquetes IP.

2.1.4 Tasa de errores de paquetes IP (IPER, *IP packet error ratio*)

La IPER es la relación entre el número de paquetes IP con errores y el número total de paquetes IP intactos y con errores. Esta definición general es aplicable al enlace del SMS sin ninguna consideración especial en cuanto a la propiedad de los sistemas del SMS.

2.2 Disponibilidad

La disponibilidad del servicio puede definirse a dos niveles. En primer lugar, debe definirse la disponibilidad del enlace del SMS. La Recomendación UIT-R M.828 es la base de esta definición¹.

También es necesario definir la disponibilidad para el nivel IP. Conforme a la Recomendación UIT-T Y.1540, se determina que un enlace de transmisión de paquetes IP no está disponible si la tasa de pérdidas de paquetes IP es superior a un umbral determinado. Generalmente procede aplicar el mismo umbral que en la Recomendación UIT-T Y.1540. Se supone provisionalmente el valor umbral del 75% para la IPLR con la duración de 5 min o superior.

3 Consideración de los objetivos de calidad

Para analizar los parámetros y objetivos de calidad, es necesario tener en cuenta las propiedades de los enlaces del SMS y su capacidad de medición en entornos operativos prácticos. Debe también prestarse una atención especial a la congruencia con las disposiciones convencionales que se describen en las actuales Recomendaciones UIT-R de la Serie M.

3.1 Retardo de propagación de paquetes IP y variación del retardo en el entorno del SMS

Conviene analizar el parámetro $T_{propagación}$ en un enlace del SMS, debido a su amplio retardo de propagación.

El caso más desfavorable se da cuando un enlace OSG tiene un ángulo de elevación reducido respecto al horizonte. Los casos de satélite LEO y MEO pueden ser mejores si hay un gran número de satélites que dan una buena cobertura de la superficie de la Tierra.

El parámetro $T_{propagación}$ depende del emplazamiento de la estación móvil con relación al emplazamiento orbital del satélite y puede considerarse como constante para el caso de cada móvil estacionario en la OSG. Por otro lado, la variación de $T_{propagación}$ es grande en el caso de los sistemas de satélite no OSG. Por ejemplo, en el caso de sistemas de satélite MEO de órbita circular intermedia, el valor mínimo de $T_{propagación}$ en el punto subsatelital es de 69 ms y el valor máximo de $T_{propagación}$ en el extremo de la cobertura del satélite es de 103 ms. La variación de $T_{propagación}$ es hasta de 34 ms. Dicha variación de $T_{propagación}$ será inferior en los casos de sistemas de satélite LEO. En el Cuadro 2 se muestran valores típicos de las características del retardo de propagación en cada entorno del SMS.

CUADRO 2

Valores típicos de las características del retardo de propagación en cada entorno del SMS

	OSG	MEO	LEO
Retardo de propagación máximo (ms)	280	80-120	20-60
Traspaso de satélite durante la llamada	Improbable	Cada 2 h	Cada 10 min
IPDV en el traspaso (ms)	Ninguna	< 34	< 4

¹ La Recomendación UIT-R M.828 da la definición de disponibilidad de un enlace del SMS sobre una base de 10 s. La Recomendación UIT-R M.1476, recomienda para los sistemas SMS que formen parte de la RDSI, que la indisponibilidad combinada del enlace radioeléctrico del SMS debida a la propagación no sea, de forma provisional, superior a más del 0,1% del tiempo.

3.2 IPLR e IPER²

La IPLR y la IPER se determinan en las Recomendaciones UIT-T Y.1541 con los valores de 1×10^{-3} y 1×10^{-4} , respectivamente, para distancias que no se definen. Sería necesario tener en cuenta la calidad de la transmisión digital que se estipula para el SMS en la actual Serie M de las Recomendaciones UIT-R³.

Para información, se considera que puede haber una relación de compromiso entre la reducción del retardo de transferencia y la reducción de los errores de paquetes para un diseño de sistema, de la siguiente manera:

a) *IPLR e IPER para sistemas sensibles al retardo*

En los sistemas sensibles al retardo sin capacidad de retransmisión de Capa 2 que aumente el retardo de transferencia, la IPLR y la IPER se determinan mediante la calidad del canal de satélite. Se considera que el bloqueo del enlace y las estadísticas de desvanecimiento pueden dar lugar a un error de paquetes significativo, dependiendo de la velocidad del canal, los tamaños de bloque de FEC y los márgenes del enlace del sistema.

b) *IPLR e IPER para sistemas sensibles al error*

Puede haber un gran retardo de transferencia debido a la retransmisión en la Capa 2 para los sistemas sensibles al error. No obstante, los errores de paquetes pueden reducirse en la conexión de extremo a extremo por un canal de satélite. Se considera que la IPER viene determinada únicamente por la potencia de los algoritmos de corrección de errores, combinada con toda redundancia en los mecanismos de codificación de paquetes. En la IPLR será normalmente dominante el descarte producido en los desbordamientos de la etapa de memoria intermedia durante la congestión. Ninguno de estos efectos está especialmente vinculado de forma particular con el canal del satélite.

² En la Recomendación UIT-T Y.1540 se señala que los objetivos de calidad tales como el de IPLR se examinarán en relación con el periodo en que el enlace en cuestión está en situación disponible.

³ Por ejemplo, la Recomendación UIT-R M.1181 recomienda que para los enlaces digitales del SMS hasta de 16 kbit/s, la BER sea mejor que 1×10^{-5} tras la corrección de errores, durante no menos del 95% del tiempo disponible. La Recomendación UIT-R M.1476, estipula un objetivo mejor de calidad para el SMS que forma parte de la RDSI, indicando que la BER debe ser mejor que 9×10^{-7} tras la corrección de errores, durante más del 99% del tiempo disponible. Los sistemas recientes avanzados del SMS pueden lograr una calidad mejor, incluso para velocidades de transmisión superiores.