



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

E.733

(11/98)

SERIE E: EXPLOTACIÓN GENERAL DE LA RED,
SERVICIO TELEFÓNICO, EXPLOTACIÓN DEL
SERVICIO Y FACTORES HUMANOS

Calidad de servicio, gestión de la red e ingeniería de
tráfico – Ingeniería de tráfico – Ingeniería de tráfico
de RDSI

**Métodos de dimensionado de recursos de las
redes con sistema de señalización N.º 7**

Recomendación UIT-T E.733

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES DE LA SERIE E DEL UIT-T

EXPLOTACIÓN GENERAL DE LA RED, SERVICIO TELEFÓNICO, EXPLOTACIÓN DEL SERVICIO Y FACTORES HUMANOS

EXPLOTACIÓN, NUMERACIÓN, ENCAMINAMIENTO Y SERVICIO MÓVIL

EXPLOTACIÓN DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES

Definiciones	E.100–E.103
Disposiciones de carácter general relativas a las Administraciones	E.104–E.119
Disposiciones de carácter general relativas a los usuarios	E.120–E.139
Explotación de las relaciones telefónicas internacionales	E.140–E.159
Plan de numeración del servicio telefónico internacional	E.160–E.169
Plan de encaminamiento internacional	E.170–E.179
Tonos utilizados en los sistemas nacionales de señalización	E.180–E.199
Servicio móvil marítimo y servicio móvil terrestre público	E.200–E.229

DISPOSICIONES OPERACIONALES RELATIVAS A LA TASACIÓN Y A LA CONTABILIDAD EN EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL

Tasación en el servicio internacional	E.230–E.249
Medidas y registro de la duración de las conferencias a efectos de la contabilidad	E.260–E.269

UTILIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA INTERNACIONAL PARA APLICACIONES NO TELEFÓNICAS

Generalidades	E.300–E.319
Telefotografía	E.320–E.329

DISPOSICIONES DE LA RDSI RELATIVAS A LOS USUARIOS

E.330–E.399

CALIDAD DE SERVICIO, GESTIÓN DE LA RED E INGENIERÍA DE TRÁFICO

GESTIÓN DE LA RED TELEFÓNICA INTERNACIONAL

Estadísticas relativas al servicio internacional	E.400–E.409
Gestión de la red internacional	E.410–E.419
Comprobación de la calidad del servicio telefónico internacional	E.420–E.489

INGENIERÍA DE TRÁFICO

Medidas y registro del tráfico	E.490–E.505
Previsiones del tráfico	E.506–E.509
Determinación del número de circuitos necesarios en explotación manual	E.510–E.519
Determinación del número de circuitos necesarios en explotación automática y semiautomática	E.520–E.539
Grado de servicio	E.540–E.599
Definiciones	E.600–E.699

Ingeniería de tráfico de RDSI E.700–E.749

Ingeniería de tráfico de redes móviles	E.750–E.799
--	-------------

CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN: CONCEPTOS, MODELOS, OBJETIVOS, PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO

Términos y definiciones relativos a la calidad de los servicios de telecomunicación	E.800–E.809
Modelos para los servicios de telecomunicación	E.810–E.844
Objetivos para la calidad de servicio y conceptos conexos de los servicios de telecomunicaciones	E.845–E.859
Utilización de los objetivos de calidad de servicio para la planificación de redes de telecomunicaciones.	E.860–E.879
Recopilación y evaluación de datos reales sobre la calidad de funcionamiento de equipos, redes y servicios	E.880–E.899

RECOMENDACIÓN UIT-T E.733

MÉTODOS DE DIMENSIONADO DE RECURSOS DE LAS REDES CON SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7

Resumen

Esta Recomendación indica métodos para dimensionar los recursos en las redes del sistema de señalización N.º 7. Define el tráfico que ha de utilizarse como referencia a efectos del dimensionamiento y expone luego los métodos y objetivos del dimensionamiento de los enlaces y nodos en las redes de señalización. Considera métodos para el dimensionamiento de enlaces y nodos de señalización en redes de sistemas de señalización N.º 7.

Orígenes

La Recomendación UIT-T E.733, ha sido revisada por la Comisión de Estudio 2 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 9 de noviembre de 1998.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *Administración*, *EER* y *correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 1999

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance.....	1
2 Referencias.....	1
3 Definiciones.....	2
4 Abreviaturas.....	2
5 Introducción.....	3
6 Tráfico de referencia.....	3
7 Objetivos de dimensionado.....	5
7.1 Objetivos de dimensionado de los enlaces de señalización.....	5
7.1.1 Criterios para determinar $\rho_{m\acute{a}x}$	5
7.1.2 Modelos utilizados para determinar las esperas en cola.....	7
7.1.3 Elección entre corrección de errores básica y con PCR.....	9
7.2 Dimensionado de nodos.....	10
7.2.1 Capacidad.....	11
7.2.2 Retardo de señalización a través de la central.....	11
7.2.3 Enlaces de señalización.....	12
7.2.4 Disponibilidad.....	12
7.3 Valor de $\rho_{m\acute{a}x}$	12
8 Métodos de dimensionamiento de enlaces de señalización.....	12
8.1 Cálculo de la carga.....	12
8.2 Capacidad de un solo enlace.....	12
8.3 Capacidad de un conjunto de enlaces.....	13
8.4 Método de dimensionado.....	13
9 Historial de la Recomendación.....	13
Anexo A – Resultados analíticos de la comparación de la corrección de errores básica y con PCR.....	14

Recomendación E.733

MÉTODOS DE DIMENSIONADO DE RECURSOS DE LAS REDES CON SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7

(revisada en 1998)

1 Alcance

Los métodos considerados en la presente Recomendación se refieren al dimensionado de enlaces y nodos de señalización en redes del sistema de señalización N.º 7. Algunos casos particulares (como los resultantes de la introducción de nuevos servicios), que implican la segmentación de mensajes largos o la combinación de mensajes muy largos y mensajes breves, quedan en estudio con el fin de obtener aproximaciones adecuadas a efectos del dimensionado de enlaces de señalización.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación UIT-T E.492 (1996), *Periodo de referencia del tráfico*.
- Recomendación UIT-T E.500 (1998), *Principios de medida de la intensidad de tráfico*.
- Recomendación E.713 del CCITT (1992), *Modelado del tráfico del plano de control*.
- Recomendación E.721 del CCITT (1991), *Parámetros y valores objetivo de grado de servicio de red para servicios con conmutación de circuitos en la RDSI en evolución*.
- Recomendación E.723 del CCITT (1992), *Parámetros de grado de servicio para redes del sistema de señalización N.º 7*.
- Recomendación UIT-T E.734 (1996), *Métodos de asignación y dimensionado de los recursos de red inteligente (RI)*.
- Recomendación UIT-T Q.703 (1996), *Enlace de señalización*.
- Recomendación UIT-T Q.706 (1993), *Calidad de señalización de la parte transferencia de mensajes*.
- Recomendación UIT-T Q.709 (1993), *Conexión ficticia de referencia para la señalización*.
- Recomendación UIT-T Q.716 (1993), *Comportamiento de la parte de control de la conexión de señalización*.
- Recomendación UIT-T Q.766 (1993), *Objetivos de funcionamiento en la aplicación de la red digital de servicios integrados*.

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 demora de espera en cola: La demora de espera en cola de un mensaje de señalización en la cola de transmisión de un enlace de señalización se define como el intervalo de tiempo entre la ubicación del último bit del mensaje en el tampón de transmisión y la transmisión del primer bit del mensaje, siempre que el mensaje no sea retransmitido seguidamente para una corrección de error de nivel 2. Nótese que, de acuerdo con esta definición, en caso que un mensaje se retransmita una o varias veces debido a una corrección de error de nivel 2, el retardo de espera en cola incluye también el tiempo necesario hasta lograr una transmisión fructuosa.

3.2 tiempo de emisión: El tiempo de emisión de un mensaje de señalización en un enlace de señalización es el intervalo del tiempo necesario para ubicar todos los bits del mensaje en el medio de transmisión. El tiempo de emisión es igual a la longitud del mensaje (octetos) dividido por la velocidad de transmisión (octetos/segundo).

3.3 tiempo de permanencia: El tiempo de permanencia de un mensaje de señalización enviado a través de un enlace de señalización se define como el intervalo de tiempo entre la ubicación del último bit del mensaje en el tampón de transmisión y la transmisión del último bit del mensaje, siempre que el mensaje no sea retransmitido seguidamente para una corrección de error de nivel 2 (es decir, es la suma de la demora de espera en cola y el tiempo de emisión). El tiempo de permanencia de un mensaje de señalización a través de un trayecto de enlaces de señalización y nodos intermedios es el intervalo de tiempo entre la ubicación del último bit del mensaje en la cola de transmisión del primer enlace de señalización del trayecto y la recepción del último bit del mensaje en el extremo distante del trayecto, siempre que el mensaje haya sido correctamente recibido (es decir, si no falla la verificación por redundancia cíclica (CRC) de nivel 2).

3.4 tiempo de propagación: El tiempo de propagación de un mensaje de señalización recibido correctamente por un enlace de señalización es el intervalo de tiempo entre la ubicación del primer bit del mensaje en el medio de transmisión y la ubicación del primer bit del mensaje en el tampón de recepción en el extremo de recepción del enlace.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
DPP	Periodo diario de punta (<i>daily peak period</i>)
FISU	Unidad de señalización de relleno (<i>fill-in signal unit</i>)
GOS	Grado de servicio (<i>grade of service</i>)
MSU	Unidad de señalización de mensaje (<i>message signalling unit</i>)
MTP	Parte transferencia de mensajes (<i>message transfer part</i>)
PCR	Retransmisión cíclica preventiva (<i>preventive cyclic retransmission</i>)
POTS	Servicio telefónico ordinario (<i>plain old telephone service</i>)
PU-RDSI	Parte usuario de la red digital de servicios integrados
RDSI	Red digital de servicios integrados
RI	Red inteligente
SCCP	Parte control de la conexión de señalización (<i>signalling connection control part</i>)

SLS	Selección de enlaces de señalización (<i>signalling link selection</i>)
SP	Punto de señalización (<i>signalling point</i>)
STP	Punto de transferencia de señalización (<i>signal transfer point</i>)
TCAP	Parte aplicación de capacidades de transacción (<i>transaction capabilities application part</i>)
TUP	Parte usuario de telefonía (<i>telephone user part</i>)

5 Introducción

Esta Recomendación proporciona una metodología para la planificación de redes del sistema de señalización N.º 7, que puede utilizarse tanto para la señalización relacionada con circuitos [por ejemplo, para transmitir mensajes de la parte usuario de telefonía (TUP, *telephone user part*) y la mayoría de los mensajes de la parte usuario de la RDSI (PU-RDSI)] como para la no relacionada con éstos [por ejemplo, para transmitir mensajes de la parte aplicación de capacidades de transacción (TCAP, *transaction capabilities application part*)]. Hacen falta métodos fundamentalmente distintos de los utilizados para planificar redes telefónicas con conmutación de circuitos, puesto que el sistema de señalización N.º 7 es esencialmente un sistema de espera y los tiempos de servicio son mucho más cortos.

La cláusula 6 describe el tráfico de referencia y el periodo de referencia que se han de utilizar para el dimensionado del número de enlaces de señalización y para garantizar que no se exceda la capacidad de los elementos de conmutación de la red. Se indican los factores que determinan la máxima utilización de los enlaces, $\rho_{m\acute{a}x}$, que se ha de considerar en el diseño de la red para asegurar el cumplimiento de los objetivos de demora de extremo a extremo indicados en la Recomendación E.723, para la conexión de referencia en ella descrita. Se dan los valores de $\rho_{m\acute{a}x}$ que se han de utilizar inicialmente y a continuación se indican los procedimientos para determinar el número necesario de enlaces de señalización y la capacidad de conmutación requerida.

Es importante señalar que la principal consideración al planificar las redes de señalización, no debe ser el rendimiento de los enlaces de señalización, sino más bien, la calidad de funcionamiento de la red en casos de fallo y de sobrecarga de tráfico, factores que aquí tienen más importancia que en la planificación de redes telefónicas con conmutación de circuitos.

6 Tráfico de referencia

6.1 Esta cláusula define el tráfico de referencia que ha de servir de base para dimensionar las redes del sistema de señalización N.º 7. Esta Recomendación está basada en las directrices que se dan en la Recomendación E.500, sobre las medidas necesarias para el diseño de redes con conmutación de circuitos.

6.2 La intensidad media de tráfico se mide durante intervalos de tiempo denominados *periodos de lectura* (véase la Recomendación E.492). La longitud del periodo de lectura debe escogerse de modo que se puedan obtener estimaciones aceptables de la intensidad de tráfico. La Recomendación E.500 y 6.4 más adelante recogen las consideraciones específicas que han de tenerse en cuenta en la elección del periodo de lectura.

6.3 El tráfico de referencia recomendado se determina de la siguiente manera:

Se mide la intensidad del tráfico de forma continua a lo largo de un día durante periodos de lectura consecutivos y se retiene el valor de intensidad más alto de cada día.

El método de medida de la intensidad de tráfico diario recomendado es el que recoge la Recomendación E.492, denominado el método del periodo diario de punta (DPP, *daily peak period*). En dicho método la intensidad de tráfico se mide durante periodos de lectura consecutivos todos los días, anotándose la intensidad máxima del tráfico de cada día. La Recomendación E.500 describe las posibles variantes de este método de medida de tráfico.

La carga de tráfico de referencia para el dimensionado se define en un intervalo de tiempo mensual. Se escoge un conjunto de días (por ejemplo, días laborables) que sean aproximadamente homogéneos desde el punto de vista estadístico. Las cargas de referencia *normal* y *elevada* se determinan ejecutando los siguientes pasos:

- 1) Se ordenan los días escogidos de menor a mayor intensidad medida de tráfico punta diario.
- 2) Se toma como carga de referencia normal la correspondiente al *cuarto* valor (de mayor a menor) de intensidad de tráfico punta medida y como carga de referencia alta la correspondiente al *segundo* valor.

El dimensionamiento de la red de señalización puede realizarse tanto con cargas normales como elevadas. Los objetivos de dimensionamiento señalados en 7.1.1.1, 7.1.1.2 y 7.1.1.3 se establecieron suponiendo la utilización de cargas normales. Si se utilizan cargas elevadas hay que escoger otros objetivos de calidad (menos estrictos).

6.4 Para tener en cuenta la variabilidad de la intensidad de tráfico dentro del periodo de lectura, es útil introducir un factor K que multiplique la carga de referencia para determinar la carga utilizada para dimensionar los enlaces de señalización. El factor K representa la medida en la cual la intensidad de tráfico real es mayor que el tráfico poissoniano estacionario.

El factor K debe calcularse mediante estudios especiales en los que se efectúen mediciones del tráfico durante intervalos de tiempo más cortos, para determinar su variabilidad del tráfico dentro de un periodo de lectura para la red que se considera. Los diferentes estudios han mostrado que este factor varía considerablemente entre redes (por ejemplo, entre 1,08 y 1,23 según dos estudios de los que se ha recibido notificación), por lo que no se puede recomendar un valor único para todas las redes.

Un método empleado para calcular el factor K es el siguiente:

Se utiliza una ventana móvil cuya anchura w varía entre 1 y 100 segundos. Para cada periodo de lectura considerado, se calcula la carga media en la ventana móvil cuando ésta está situada en los intervalos $(0, w)$, $(w, 2w)$, etc. Para cada tamaño de ventana, w , se determina la carga media máxima de la ventana móvil y la relación entre dicha carga y la carga media durante el periodo de lectura. A esta relación se le denomina relación valor de cresta/valor medio medida para el tamaño de ventana w .

El factor K se determina comparando las relaciones valor de cresta/valor medio medidas para diferentes tamaños de ventana con las relaciones correspondientes esperadas, suponiendo que el proceso de llegada de mensajes es un proceso poissoniano estacionario y que la intensidad de tráfico es igual a la carga media medida durante el periodo de lectura. El factor K para el tamaño de ventana w , K_w , es el cociente entre la relación valor de cresta/valor medio medida y la relación valor de cresta/valor medio poissoniana esperada. El factor K es, entonces, el K_w máximo de los tamaños de ventana w considerados. A continuación se describe un método para determinar las relaciones valor de cresta/valor medio poissonianas esperadas.

Para un tamaño de ventana w , el intervalo punta es el intervalo con la mayor carga media de los t_{ro}/w intervalos, donde t_{ro} es la duración del periodo de lectura. Se considera por tanto que el intervalo punta es el percentil $(1 - w/t_{ro}) \times 100$ de la distribución para la carga media a lo largo de un intervalo de duración w . La carga media en un intervalo de anchura w es una variable aleatoria cuya descripción más conveniente se hace en términos de la variable aleatoria N_w , que es el número de

llegadas de mensajes en un periodo de duración w . Si el proceso de llegada es poissoniano, N_w tiene una distribución de Poisson con media y varianza wL_{ro}/M , donde L_{ro} es la carga de tráfico media medida (octetos/segundo) a lo largo del periodo de lectura y M es la longitud media de los mensajes. La carga media en un intervalo de duración w puede expresarse como la variable aleatoria $(M/w)N_w$, cuyo valor medio es L_{ro} y cuya varianza es $(M/w)L_{ro}$. Cuando la variable aleatoria poissoniana N_w se aproxima mediante una distribución normal, la relación valor de cresta/valor medio poissoniana se calcula mediante el percentil $(1 - w/t_{ro}) \times 100$ de la distribución normal con media unidad y varianza $M/(w L_{ro})$. Si se utiliza la distribución de Poisson para N_w , la relación valor de cresta/valor medio poissoniana esperada será $M/(w L_{ro})$ veces el percentil $(1 - w/t_{ro}) \times 100$ del valor de N_w .

Si la duración del periodo de lectura, t_{ro} , es tal que el valor K es elevado (por ejemplo, mayor que 1,3) se recomienda reducir t_{ro} , de modo que las cargas medidas sean más precisas y haya menos dependencia en la estimación del valor K .

7 Objetivos de dimensionado

En esta cláusula se exponen los objetivos que se han de utilizar en el dimensionamiento de enlaces y nodos de las redes del sistema de señalización N.º 7.

Las redes de señalización aseguran la gran disponibilidad necesaria (véase la Recomendación Q.709) mediante la provisión de capacidad extra para el tratamiento de la carga de cualquier componente en fallo. La capacidad redundante depende de la arquitectura de la red de señalización. Los nodos y enlaces deben dimensionarse de modo que satisfagan los objetivos especificados en las condiciones de fallo, en las que se utiliza plenamente la capacidad redundante.

7.1 Objetivos de dimensionado de los enlaces de señalización

Los enlaces de señalización deben dimensionarse de manera que la utilización (o carga) de los mismos, ρ , no supere un valor máximo, $\rho_{m\acute{a}x}$, cuando no hay fallos en la red. Para hacer frente a los fallos, el enlace debe poder admitir una utilización de $2\rho_{m\acute{a}x}$. La carga de señalización que determina la utilización del enlace, ρ , se obtiene como se indica en la cláusula 6.

7.1.1 Criterios para determinar $\rho_{m\acute{a}x}$

$\rho_{m\acute{a}x}$ se determina de modo que los criterios de calidad de funcionamiento de los enlaces satisfagan en las siguientes condiciones de la red:

- condiciones normales de error;
- condiciones extremas de error;
- condiciones transitorias.

El modo que se describe más adelante para determinar $\rho_{m\acute{a}x}$ supone que de $\rho_{m\acute{a}x}$ obtenido no se excede la capacidad de procesamiento de señalización en el terminal de señalización receptor.

Los criterios de calidad de funcionamiento que a continuación se indican garantizan el cumplimiento de los objetivos de grado de servicio (GOS, *grade of service*) de la Recomendación E.723, y proporcionan además una protección adicional contra una calidad de funcionamiento mediocre. Los objetivos de calidad de funcionamiento que se dan más abajo son aplicables tanto con corrección de errores básica como con corrección de errores mediante la retransmisión cíclica preventiva (PCR, *preventive cyclic retransmission*) (véase la Recomendación Q.703).

Se utilizan las siguientes notaciones:

- \bar{m} es la longitud media (en octetos) de la unidad de señalización de mensaje (MSU, *message signal unit*);
- \bar{S} es el tiempo medio de servicio de la MSU;
- T_L es el tiempo de propagación en bucle del enlace de señalización;
- P_b es la probabilidad de bits erróneos;
- P_{SU} es la probabilidad de error en una unidad de señalización;
- ρ es la utilización del enlace;
- $Q(\rho)$ es la espera media en cola de la memoria intermedia de transmisión (sin incluir el tiempo de emisión) en un enlace de señalización que funcione con una utilización ρ ;
- $Q^{(99\%)}(\rho)$ es el percentil 99 de la espera en cola de la memoria intermedia de transmisión en un enlace de señalización que funcione con una utilización ρ .

7.1.1.1 Condiciones normales de error

Se supone que las condiciones normales de error en un enlace de datos de señalización (nivel 1) son aquellas en las que se producen aleatoriamente bits erróneos con una tasa de error de 10^6 en los bits transmitidos. En estas condiciones de error debe cumplirse lo siguiente:

- a) $Q(2\rho_{m\acute{a}x}) < D_1$ donde $D_1 = \text{Máx}(40, 0,4T_L)$ ms (valor provisional);
- b) $Q^{(99\%)}(2\rho_{m\acute{a}x}) < D_1^{(99\%)}$ donde $D_1^{(99\%)} = \text{Máx}(200, 2T_L)$ ms (valor provisional);
- c) $\frac{dQ}{d\rho}(2\rho_{m\acute{a}x}) < L_1$ donde $L_1 = 200$ ms/unidad de utilización (valor provisional);
- d) $\frac{dQ^{(99\%)}}{d\rho}(2\rho_{m\acute{a}x}) < L_1^{(99\%)}$ donde $L_1^{(99\%)} = 1000$ ms/unidad de utilización (valor provisional);

en estas expresiones $Q(\rho)$ y $Q^{(99\%)}(\rho)$ son la media y el percentil 99 de la espera en cola en un enlace de señalización que funcione con una utilización ρ . Para deducir ambos valores de la espera se combinan todas las corrientes de tráfico ofrecidas al enlace considerado.

Es importante señalar que los límites de espera indicados se aplican en condiciones de carga extremadamente elevada. En condiciones normales la carga será igual o inferior a $\rho_{m\acute{a}x}$ y las esperas serán mucho menores.

7.1.1.2 Condiciones extremas de error

Se dice que existen condiciones extremas de error cuando el enlace de señalización está funcionando con una tasa de error que lo sitúa en el límite del paso a enlace de reserva, lo que ocurre cuando la probabilidad de error en una señalización es $P_{SU} = 0,004$ (véase la Recomendación Q.706). Si un enlace funciona con una utilización $2\rho_{m\acute{a}x}$ y PCR, no enviará unidades de señalización de relleno (FISU, *fill-in signal units*) cuando la tasa de error sea elevada, por lo que todas las unidades de señalización serán unidades de señalización de mensaje (MSU) nuevas o retransmitidas. En consecuencia, la probabilidad de errores en las MSU, P_m , será igual a P_{SU} . En la corrección de errores básica están presentes las FISU y las probabilidades de bits erróneos, P_b , y de errores en una unidad de señalización, P_{SU} , están relacionadas mediante la siguiente expresión:

$$P_b = \frac{1}{8} \left(\frac{1 - \rho_{eff}}{6} + \frac{\rho_{eff}}{m} \right) P_{su}$$

donde:

$$\rho_{eff} = \rho \left(\frac{1 + P_m T_L / \bar{S}}{1 - P_m} \right)$$

Por consiguiente, en el caso de condiciones extremas de error:

$$P_m = 0,004 \left(\rho_{eff} + (1 - \rho_{eff}) \frac{\bar{m}}{6} \right)$$

En las condiciones extremas de error antes definidas ha de cumplirse lo siguiente:

- a) $Q(2\rho_{m\acute{a}x}) < D_2$ donde $D_2 = \text{M\acute{a}x}(60, 0,6T_L)$ ms (valor provisional);
- b) $Q^{(99\%)}(2\rho_{m\acute{a}x}) < D_2^{(99\%)}$ donde $D_1^{(99\%)} = \text{M\acute{a}x}(300, 3T_L)$ ms (valor provisional);
- c) $\frac{dQ}{d\rho}(2\rho_{m\acute{a}x}) < L_2$ donde $L_2 = 300$ ms/unidad de utilizaci3n (valor provisional);
- d) $\frac{dQ^{(99\%)}}{d\rho}(2\rho_{m\acute{a}x}) < L_2^{(99\%)}$ donde $L_2^{(99\%)} = 1500$ ms/unidad de utilizaci3n (valor provisional);

7.1.1.3 Condiciones transitorias

Cuando un enlace de se\~nalizaci3n empieza a tener una tasa de error excesiva o pasa a reserva, aparece una situaci3n transitoria en las memorias tamp3n de los enlaces de se\~nalizaci3n pr3ximas.

$\rho_{m\acute{a}x}$ debe elegirse de manera que, durante tales situaciones transitorias, la espera media en cola en los enlaces activos sea inferior a $D_3 = 500$ ms (valor provisional), si todos los enlaces funcionaban a $\rho_{m\acute{a}x}$ antes de que se produjese la tasa de error excesivo o el paso a reserva del enlace de se\~nalizaci3n.

7.1.2 Modelos utilizados para determinar las esperas en cola

7.1.2.1 Condiciones para la utilizaci3n de los modelos M/G/1

Al aplicar los criterios anteriores, $Q(\cdot)$ y $Q^{(99\%)}(\cdot)$ pueden evaluarse mediante un modelo anal\~tico o

mediante simulaci3n. $\frac{dQ}{d\rho}(\cdot)$ y $\frac{dQ^{(99\%)}}{d\rho}(\cdot)$ pueden evaluarse a partir de $Q(\cdot)$ y $Q^{(99\%)}(\cdot)$ empleando m\~etodos gr\~aficos.

En la Recomendaci3n Q.706 figuran los modelos M/G/1 para la correcci3n de errores b\~asica y con PCR. Estos modelos suponen un proceso de llegadas de mensajes que sigue la distribuci3n de Poisson. En las redes reales este supuesto no se cumple con precisi3n pero el modelo sigue siendo una aproximaci3n aceptable cuando se dan las condiciones siguientes:

- 1) Un proceso de llegada de llamadas de Poisson es una buena aproximaci3n del proceso de llegada de llamadas original real.
- 2) El tiempo de separaci3n entre mensajes asociados a la misma llamada en el mismo sentido es superior a 1 segundo para la mayor\~a de las llamadas. Esta condici3n es necesaria para que la correlaci3n de mensajes de se\~nalizaci3n conocida no altere de manera significativa el comportamiento de colas con relaci3n al modelo M/G/1.
- 3) El procesamiento del punto de se\~nalizaci3n no distorsiona de manera significativa los tiempos entre llegadas de los mensajes (es decir, no provoca una significativa agrupaci3n o distribuci3n uniforme de los mensajes en el tiempo).

Cuando los mensajes de señalización atraviesan varios enlaces antes de entrar en el enlace en cuestión, el modelo M/G/1 puede no resultar preciso en el enlace considerado dependiendo de la arquitectura de la red y de la distribución de las longitudes de los mensajes. Se han realizado simulaciones para estudiar estos efectos y más concretamente los de los mensajes largos. Dichos estudios de simulación se pueden resumir en las siguientes conclusiones:

- Cuando en un enlace de señalización hay una cantidad aceptable de combinación aleatoria de tráfico procedente de otros enlaces de señalización, el modelo M/G/1 da una buena aproximación para el cálculo de las estadísticas de los tiempos de espera en cola.
 - Una "cantidad aceptable de combinación" significa que en ningún caso la carga enviada por un determinado enlace al enlace en cuestión supera el 10 o el 20% y ningún enlace aporta más del 10 o el 20% a la carga total del enlace en cuestión.
 - El modelo M/G/1 "da una buena aproximación" significa que la media y el 95% de los tiempos de espera en cola predichos por dicho modelo están dentro de un margen del 10 al 20% de los valores reales.
- Cuando existen enlaces de señalización con trayectos en cascada (es decir que la mayor parte de la carga de un enlace pasa al siguiente enlace del trayecto), el modelo M/G/1 no resulta preciso.
 - Se producirá un efecto muy marcado de que tras los mensajes largos se generarán lotes de mensajes cortos.
- Cuando hay una repercusión notable de los mensajes largos, el efecto en líneas generales consiste en:
 - hacer que los tiempos de espera en cola de los mensajes largos sean menores que los que predicen los modelos M/G/1;
 - hacer que los tiempos de espera en cola de los mensajes cortos sean superiores a los que predicen los modelos M/G/1, salvo en situaciones excepcionales.
- Las variaciones porcentuales con respecto al comportamiento de los modelos M/G/1 disminuyen al aumentar la utilización del enlace en cuestión.

7.1.2.2 Segmentación de mensajes largos

Cuando se segmenten los mensajes largos para transportarlos a través de una red que utiliza el sistema de señalización N.º 7, los tiempos entre llegadas de los segmentos estarán correlacionados en su desplazamiento por la red de señalización. Por consiguiente, los segmentos de mensaje no pueden tratarse como llegadas independientes y por este motivo los modelos M/G/1 de la Recomendación Q.706 pueden no ser precisos. A medida que los segmentos de un mensaje largo fluyen a través de una red de señalización, los tiempos entre llegadas de los segmentos aumentan debido a la llegada y salida entre los segmentos. Si la separación entre segmentos es lo suficientemente grande, una aproximación aceptable sería un modelo M/G/1 en el que se supone que todas las unidades de señalización de mensaje (MSU, *message signal units*) llegan según la distribución de la ley de Poisson. Esta aproximación se identifica como modelo 1. Por otra parte, si las MSU de un mensaje segmentado permanecen muy juntas, una buena aproximación sería un modelo M/G/1 en el cual el mensaje segmentado se considera como una agrupación de MSU (un mensaje largo). Esta aproximación se identifica como modelo 2.

Estudios de simulación han demostrado que los modelos 1 y 2 se pueden utilizar para determinar los límites superior e inferior de los retardos de espera en cola y los tiempos de permanencia de extremo a extremo cuando se cumplen las condiciones 1) a 3).

Considérense los retardos de espera en cola de las MSU de mensajes no segmentados y la primera MSU de mensajes segmentados. Para los enlaces de señalización en los que todo el tráfico

segmentado sea transportado por un enlace de señalización por primera vez (de modo que la separación temporal entre los segmentos de un mensaje largo sea lo suficientemente corta como para que se reduzca al mínimo la probabilidad de que otras MSU lleguen entre segmentos), se cumplen los supuestos del modelo 2 que, por lo tanto, resulta una buena aproximación. Para los enlaces de señalización en los que todo el tráfico segmentado haya pasado al menos por un enlace de señalización previo, estudios de simulación han mostrado que el modelo 1 es una buena aproximación cuando las utilidades de enlace son algo menores de 0,6. Para utilidades mayores, los retardos de espera en cola se hallan entre el modelo 1 y el modelo 2, no siendo ninguno de ellos una buena aproximación.

Estudios de simulación han demostrado también que los modelos 1 y 2 pueden utilizarse para establecer límites superiores e inferiores a los tiempos de permanencia de extremo a extremo de los mensajes segmentados. El límite inferior del modelo 1 se determina mediante el cálculo del tiempo de permanencia del primer segmento del mensaje largo, utilizando los retardos de espera en cola del modelo 1 (el modelo 2 puede utilizarse para el primer enlace si éste sólo transporta mensajes segmentados ofrecidos por primera vez) y añadiendo a continuación a ese tiempo de permanencia el tiempo de emisión de cada segmento subsiguiente del mensaje largo. El límite superior del modelo 2 se determina tratando el mensaje largo como un solo mensaje y calculando su tiempo de permanencia de extremo a extremo con los retardos de espera en cola del modelo 2. Ninguno de estos dos límites da una buena aproximación, excepto con utilidades de enlace bajas (menos de 0,2 para todos los enlaces), en cuyo caso el límite del modelo 1 sí da una buena aproximación.

7.1.3 Elección entre corrección de errores básica y con PCR

La elección entre corrección básica y con PCR debe basarse en el mayor tiempo de propagación en bucle T_L que quepa esperar en la red. Si se determina que $\rho_{m\acute{a}x}$ satisface los criterios de 7.1.1.1, 7.1.1.2 y 7.1.1.3, la elección entre método básico y método con PCR deberá ser a favor del método con el que se obtenga la mayor $\rho_{m\acute{a}x}$.

Los estudios analíticos y los efectuados sobre las mediciones muestran que para los enlaces que cursan tráfico característico de parte usuario de la RDSI (longitud media del mensaje igual a 23 octetos), y para cualquier otro tráfico de señalización con longitudes medias de mensaje superiores, el método de corrección de errores básico tiene una $\rho_{m\acute{a}x}$ más elevada (si se determina que $\rho_{m\acute{a}x}$ satisface los criterios de 7.1.1.1, 7.1.1.2 y 7.1.1.3) para un tiempo de propagación en bucle, T_L , de hasta 250 ms. Para el tráfico de señalización con longitudes medias de mensaje superiores, el límite de T_L para utilizar el método de corrección de errores básico será mayor que 250 ms. En estos casos hay que realizar un análisis con el fin de calcular $\rho_{m\acute{a}x}$ para los métodos básico y con PCR para las características específicas de tráfico y la T_L máxima esperada, a fin de determinar si hay que utilizar el método básico o con PCR. El anexo A presenta de una manera algo más detallada estudios analíticos de comparación entre los métodos de corrección de errores básico y con PCR.

Dado el carácter provisional de los valores limitadores en las condiciones indicadas en 7.1.1.1, 7.1.1.2 y 7.1.1.3, hay que tener en cuenta que el punto de transición de 250 ms depende mucho de esos valores limitadores. La reducción de los mismos reducirá también el punto de transición.

Si $\rho_{m\acute{a}x}$ se determina por medios distintos de los descritos más arriba, la opción entre método básico y método PCR deberá ser a favor de aquel que reduzca al mínimo el tiempo medio de espera en cola para una determinada utilización del enlace. De ello pueden derivarse resultados diferentes a los anteriores. Puesto que el tiempo de espera en cola depende mucho de los parámetros de tráfico (tasa de errores en los bits y longitud media de mensaje, por ejemplo), deberá efectuarse un análisis en el que se tengan en cuenta las características específicas del tráfico. Si la tasa de errores en los bits es muy baja, la diferencia entre el método de corrección de errores básico y el método con PCR resulta irrelevante. El anexo A contiene una comparación entre el método básico y el método con PCR en condiciones de error extremas.

7.2 Dimensionado de nodos

En esta subcláusula se recomiendan parámetros para el dimensionamiento de nodos desde el punto de vista del proveedor de la red, más bien que desde el del fabricante de los componentes de ésta.

Los criterios más importantes para el dimensionamiento de los nodos son la demora (retardo) y la congestión. Esos criterios han de aplicarse teniendo en cuenta la evolución de la red de señalización, tanto en lo relativo a los volúmenes crecientes de tráfico que ha de tratar como a las características de dichos volúmenes de tráfico. Las características significativas del tráfico son el proceso de llegada de mensajes y la distribución de la longitud de los mensajes. En otras palabras, el dimensionamiento de los nodos no depende sólo del volumen de tráfico previsto, ya que también son importantes las características de los servicios ofrecidos.

Otros factores que han de tenerse en cuenta en el dimensionamiento de los nodos son la fiabilidad, la seguridad y la perdurabilidad. Por ejemplo, dada cierta expansión prevista de la carga de la red de señalización, existen varios planteamientos para la provisión de nodos para esa mayor carga:

- puede aumentarse la capacidad de los nodos existentes;
- pueden añadirse nodos adicionales de mayor capacidad;
- puede reducirse el número de nodos y añadir una capacidad aún mayor en los nodos restantes;
- puede proyectarse un número mayor de nodos más pequeños.

Esta última opción, aunque quizás más costosa, es más segura y fiable y proporciona una mayor perdurabilidad. Es más segura y fiable, por la diversificación de los nodos que ofrece, con lo cual el fallo de un nodo determinado afecta a un menor volumen de tráfico. Proporciona una mayor perdurabilidad, porque en caso de catástrofe natural o de otro origen, será menor la probabilidad de que resulten afectados grandes volúmenes de tráfico. Evidentemente, la cuantificación de esos factores no es sencilla. Los planificadores de la red deben tener en cuenta estos factores al dimensionar los nodos de acuerdo con las circunstancias concretas y los requisitos específicos que deba cumplir cada red. De cualquier modo, al dimensionar los puntos de señalización y sus componentes, hay que tomar en consideración situaciones de fallo en las que enlaces del nodo pueden tener una carga de $2\rho_{máx}$.

Asimismo, ciertas consideraciones sobre la topología de la red tienen consecuencias en el dimensionamiento de los nodos. Por ejemplo, puede influir en ese dimensionamiento la duplicación de ciertos puntos de señalización tales como bases de datos.

Otro factor que complica el problema es el hecho de que en el entorno de las redes inteligentes habrá una variedad de nodos de la red de señalización con diferentes funciones especializadas. Por ejemplo, en las redes del sistema de señalización N.º 7 pueden existir los siguientes tipos de nodos, o un subconjunto de los mismos:

- 1) centrales simples;
- 2) puntos de transferencia de señalización (STP, *signal transfer points*) simples;
- 3) nodos de bases de datos simples;
- 4) nodos con funciones de central y STP;
- 5) nodos con funciones de base de datos y STP (por ejemplo, instalación en el mismo nodo de bases globales de datos de traducción de títulos y STP);
- 6) nodos para fines especiales (por ejemplo, nodos de anuncios);
- 7) nodos con combinaciones de las funciones antes indicadas.

Es evidente que no sería práctico tratar de abarcar todas estas combinaciones con un conjunto único de criterios. Se estima que el modo más práctico de abordar este problema es definir los criterios comunes de dimensionado aplicables a tipos bien conocidos de puntos de señalización. Los criterios más específicos han de ser objeto de estudio cuando se conozcan mejor las funciones concretas de cada tipo de nodo. En la Recomendación E.734 se hacen consideraciones similares respecto al dimensionamiento de los recursos de la red inteligente (RI).

Los criterios comunes de dimensionado de los puntos de señalización son los siguientes:

7.2.1 Capacidad

La capacidad de señalización de un conmutador depende del número de relaciones de señalización y del volumen de tráfico de la señalización relacionada con llamadas y no relacionadas con éstas.

En las centrales, el concepto de capacidad de señalización no es fácilmente separable de la capacidad de la central en cuanto a número de circuitos. Desde el punto de vista de la señalización puede recomendarse que la central tenga suficiente capacidad de señalización para que, en condiciones de funcionamiento con el máximo volumen de llamadas, sea capaz de soportar el proceso de señalización y los enlaces necesarios para admitir los mensajes de señalización y la arquitectura de la red.

En el caso de los STP, la capacidad podría definirse como el número de MSU que pueden conmutarse en una unidad de tiempo sin originar congestión en los procesadores ni retardos excesivos a través de la central. Asimismo, debe poder servir al número de enlaces que exija la arquitectura de la red y la carga de tráfico.

Para los puntos de retransmisión de la parte control de la conexión de señalización (SCCP, *signalling connection control part*) la capacidad podría definirse como el número de MSU que pueden retransmitirse por unidad de tiempo sin causar congestión en los procesadores ni retardos excesivos a través de la central. Asimismo, debe estar en condiciones de servir a un número de enlaces suficientes para cursar el tráfico.

Para las bases de datos, la capacidad podría definirse como el número de consultas que podría procesarse por unidad de tiempo sin causar congestión en los procesadores ni retardos excesivos a través de la central. Naturalmente, esta capacidad está estrechamente relacionada con el tipo de aplicación. Asimismo, debe estar en condiciones de servir al número de enlaces que exija la arquitectura de la red y la carga de tráfico.

7.2.2 Retardo de señalización a través de la central

Para una central de tránsito, éste es el intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que el último bit de la MSU entrante se introduce en la memoria tampón de recepción del enlace de entrada y el instante en que el último bit de la MSU se transmite por el enlace de salida. Para las comunicaciones del servicio telefónico ordinario (POTS, *plain old telephone service*) este retardo incluye los retardos debidos al procesamiento de la parte usuario de la RDSI (o TUP) y de la parte transferencia de mensajes (MTP, *message transfer part*). Para los mensajes destinados a bases de datos o procedentes de éstas, este retardo incluye los retardos debidos al procesamiento de la TCAP, la SCCP y la MTP.

En el caso de los STP, es el intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que se introduce en la memoria tampón de recepción del enlace de entrada el último bit de la MSU entrante, y el instante en que el último bit de la MSU se transmite por el enlace de salida.

Para los puntos de retransmisión de la SCCP, es el intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que se introduce en la memoria tampón de recepción del enlace de entrada el último bit de la MSU entrante y el instante en que el último bit de la MSU de respuesta se transmite por el enlace de salida.

Para las bases de datos, es el intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que se introduce en la unidad tampón de recepción del enlace de entrada el último bit de la MSU entrante y el instante en que el último bit de la MSU de respuesta se transmite por el enlace de salida, menos el tiempo necesario para el procesamiento de la aplicación. El retardo está constituido por la suma de retardos debidos al procesamiento de la MTP, la SCCP y la TCAP en ambos sentidos.

En las Recomendaciones Q.706, Q.766 y Q.716 figuran valores de los retardos de señalización a través de la central.

7.2.3 Enlaces de señalización

El número de enlaces de señalización que puede atender un punto de señalización es un parámetro importante en la planificación de la red. Este parámetro es de particular importancia para los STP.

7.2.4 Disponibilidad

La disponibilidad de un punto de señalización se define como la fracción del tiempo en que ese punto está en condiciones de pleno funcionamiento.

7.3 Valor de $\rho_{m\acute{a}x}$

El valor de $\rho_{m\acute{a}x}$ que se utiliza actualmente varía entre 0,2 y 0,4.

8 Métodos de dimensionamiento de enlaces de señalización

8.1 Cálculo de la carga

En la Recomendación E.713 se da el procedimiento de evaluación de la carga de señalización entre dos nodos punto de señalización y/o punto de transferencia de señalización (SP y/o STP) durante un periodo de referencia. Dividiendo esas magnitudes por la duración del periodo de referencia se obtiene para el caso en que no haya condiciones de fallo:

- L' , carga total en bit/s en un sentido;
- L'' , carga total en bit/s en el sentido opuesto.

Para el dimensionado, el parámetro que interesa es el mayor de los dos, puesto que un enlace de señalización es, de hecho, un par de canales unidireccionales:

- $L = \text{Máx}(L', L'')$.

8.2 Capacidad de un solo enlace

Se entiende por capacidad de un solo enlace, C , la máxima velocidad binaria que puede admitir un enlace de señalización sin averías en la red. Se calcula por la siguiente fórmula:

$$C = S_L \rho_{m\acute{a}x}$$

donde:

- S_L es la velocidad del enlace en bit/s; y
- $\rho_{m\acute{a}x}$ es tal como se ha definido en la cláusula 7.

8.3 Capacidad de un conjunto de enlaces

En el sistema de señalización N.º 7 la compartición de carga por un conjunto de enlaces se efectúa utilizando el campo de cuatro bits de selección de enlaces de señalización (SLS, *signalling link selection*) y debido a los efectos de modularidad este procedimiento no siempre permite una distribución de carga plenamente equilibrada entre los enlaces pertenecientes a un conjunto. Como consecuencia, no toda la capacidad de los enlaces de señalización está disponible para su utilización. La capacidad de un conjunto de enlaces es, por tanto, la máxima carga de señalización que es posible compartir sin exceder la capacidad de cualquiera de los enlaces.

El número de bits de SLS de que se dispone para la compartición de carga en un conjunto de enlaces depende de la arquitectura de la red.

En el cuadro 1 se indica la capacidad del conjunto de enlaces, C_m , en función de la capacidad de un solo enlace, C , el número de enlaces del conjunto, m , y el número de bits de SLS disponibles para compartición de carga:

Cuadro 1/E.733

Número de enlaces m	Capacidad de un conjunto de enlaces (C_m)	
	Utilización de 4 bits en SLS	Utilización de 3 bits en SLS
1	C	C
2	$2C$	$2C$
3	$(8/3)C$	$(8/3)C$
4	$4C$	$4C$
5	$4C$	$4C$
6	$(16/3)C$	$4C$
7	$(16/3)C$	$4C$
8	$8C$	$8C$

NOTA – La capacidad del conjunto de enlaces del cuadro 1 es la carga máxima permitida cuando no hay fallos en la red.

Para determinar la capacidad del conjunto de enlaces que figura en el cuadro 1, se ha supuesto que la carga de tráfico de señalización entre cada uno de los pares de puntos de señalización se distribuye de manera uniforme entre los códigos de selección de enlaces de señalización (en términos de intensidad de tráfico y de distribución de longitud de mensaje). De no ser así, es necesario realizar un análisis más detallado que tenga en cuenta las diversas características de tráfico de los distintos códigos de selección de enlaces de señalización.

8.4 Método de dimensionado

Dada la carga L (véase 8.1) y conocida la capacidad de un solo enlace C (véase 8.2), se obtiene a partir del cuadro 1 el número de enlaces m necesarios en el conjunto de enlaces para asegurar que $L \leq C_m$.

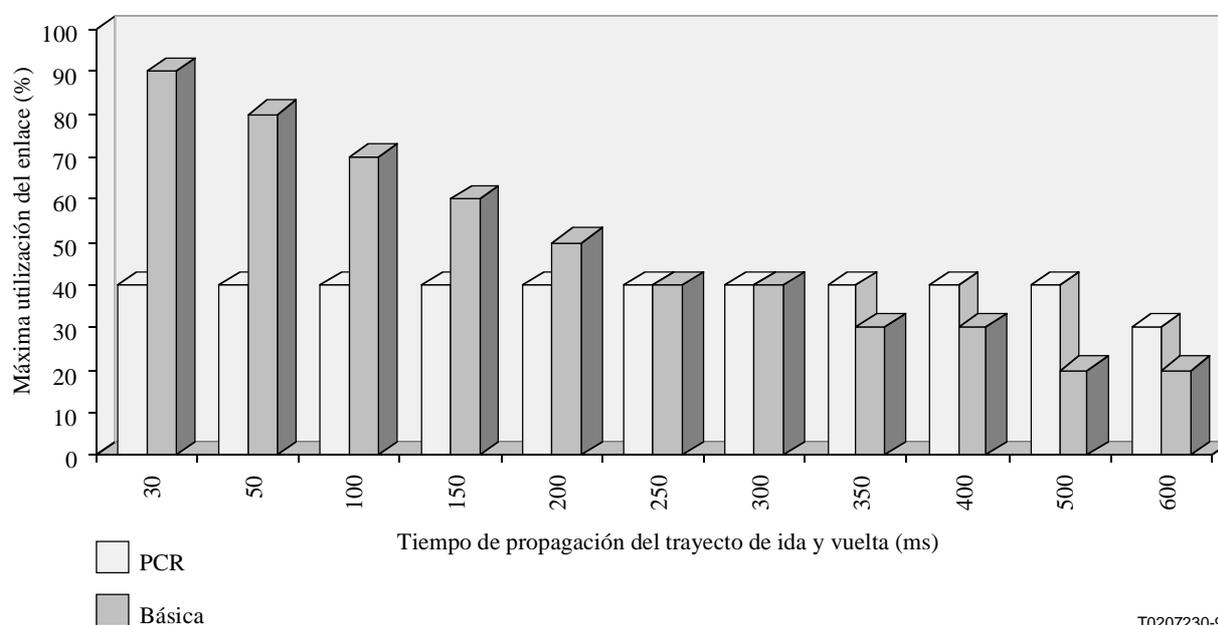
9 Historial de la Recomendación

Recomendación E.733 – Primera edición, 1992, revisada en 1996, revisada en 1998.

ANEXO A

Resultados analíticos de la comparación de la corrección de errores básica y con PCR

Este anexo presenta resultados analíticos que comparan la utilización máxima del enlace, $\rho_{m\acute{a}x}$, al emplear corrección de errores básica y con PCR. Se ha considerado el criterio a) de 7.1.1.2, es decir, las condiciones extremas de error, de modo que la probabilidad de error de la unidad de señal sea 0,004; $\rho_{m\acute{a}x}$ se determina obligando a que el tiempo de espera en cola para una utilización del enlace $2\rho_{m\acute{a}x}$ sea inferior a $\text{M}\acute{a}\text{x}(60, 0,6T_L)$, donde T_L es el tiempo de propagación en bucle. Los tiempos de espera en cola se determinan utilizando las fórmulas de tiempo de espera en cola para la corrección de errores básicas y con PCR del cuadro 2/Q.706. La figura A.1 muestra la comparación de $2\rho_{m\acute{a}x}$ para la corrección de errores básica y con PCR cuando el tráfico de señalización tiene una longitud de mensaje de 23 octetos. El empleo de una distribución típica de longitudes de mensaje con longitud media de mensaje de 23 octetos hace que las opciones entre método básico y método con PCR sean equivalentes.



T0207230-98

NOTA – En el gráfico, los valores de máxima utilización del enlace calculada están redondeados a la baja al múltiplo de 10 más próximo.

Figura A.1/E.733 – Máxima utilización del enlace calculada con retrasos de propagación en bucle variables

En la figura A.2 se comparan los tiempos de espera en cola del método básico y del método con PCR en condiciones de error extremas. Utilizando los mismos supuestos que antes, el tráfico considerado es un tráfico que se distribuye según la ley de Poisson con una longitud de mensajes constante de 23 octetos. Se supone una utilización del enlace del 30%. Se ha representado el tiempo de espera en cola en función del tiempo de propagación en bucle T_L . El método con PCR da lugar a un tiempo de espera en cola menor que el del método básico cuando los tiempos de propagación en bucle son superiores a 30 ms.

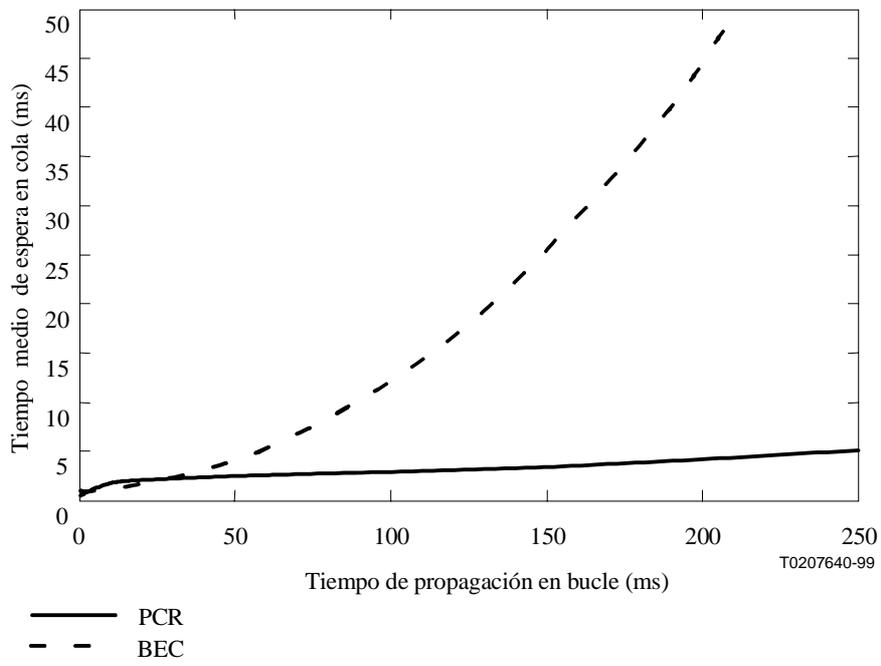


Figura A.2/E.733 – Tiempos medios de espera en cola calculados con tiempos de propagación en bucle variables

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información
Serie Z	Lenguajes de programación