

Reemplazada por una versión más reciente



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

E.733

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(02/96)

**RED TELEFÓNICA Y RED DIGITAL
DE SERVICIOS INTEGRADOS**

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

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

Recomendación UIT-T E.733

Reemplazada por una versión más reciente

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

Reemplazada por una versión más reciente

PREFACIO

El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (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 (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T E.733 ha sido revisada por la Comisión de Estudio 2 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 19 de febrero de 1996.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

© UIT 1996

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.

Reemplazada por una versión más reciente

ÍNDICE

Página

1	Alcance	1
2	Referencias	1
3	Definiciones.....	1
4	Introducción.....	1
5	Tráfico de referencia.....	2
6	Objetivos de dimensionado	3
6.1	Objetivos de dimensionado de los enlaces de señalización	3
6.1.1	Criterios para determinar $\rho_{m\acute{a}x}$	3
6.1.2	Modelos utilizados para determinar las esperas en cola	5
6.1.3	Elección entre corrección de errores básica y con PCR	6
6.2	Dimensionado de nodos	6
6.2.1	Capacidad	7
6.2.2	Retardo de señalización a través de la central	7
6.2.3	Enlaces de señalización	7
6.2.4	Disponibilidad	7
6.3	Valor de $\rho_{m\acute{a}x}$	7
7	Métodos de dimensionamiento de enlaces de señalización	8
7.1	Cálculo de la carga	8
7.2	Capacidad de un solo enlace	8
7.3	Capacidad de un conjunto de enlaces.....	8
7.4	Método de dimensionado	9
8	Historial de la Recomendación.....	9
	Anexo A – Lista por orden alfabético de las abreviaturas contenidas en esta Recomendación.....	9

Reemplazada por una versión más reciente

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. 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, requieren un estudio ulterior con el fin de obtener aproximaciones adecuadas a efectos del dimensionado de enlaces de señalización.

Reemplazada por una versión más reciente

Recomendación E.733

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

(revisada en 1996)

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, requieren un estudio ulterior con el fin de obtener aproximaciones adecuadas a efectos del dimensionado de enlaces de señalización.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones contienen información pertinente para la presente Recomendación: E.500, E.721, E.723, E.492, Q.703, Q.706, Q.709, Q.766 y Q.776.

3 Definiciones

En esta Recomendación se aplicarán las siguientes definiciones:

3.1 espera en cola: La 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 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 está comprendido en el nivel 2 de control de errores mediante verificación por redundancia cíclica (CRC)).

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 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.

Reemplazada por una versión más reciente

La cláusula 5 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.

5 Tráfico de referencia

5.1 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.

5.2 El periodo de referencia indicado en la Recomendación E.500 es una hora. En las redes del sistema de señalización N.º 7 se considera este periodo demasiado largo porque se supone que los tiempos de servicio y las constantes de tiempo del sistema han de ser mucho más cortos que en el caso de conmutación de circuitos. Se sugiere un periodo de referencia inferior a una hora (por ejemplo, cinco a quince minutos) pero el valor definitivo depende de la variabilidad del tráfico medido, como se ve en 5.4.

5.3 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 consecutivos de referencia de tráfico y se retiene el valor de intensidad más alto de cada día.

La carga de referencia en un periodo o ventana móvil de M días es el promedio de las intensidades punta diarias de los N días, dentro de esos M días, cuyas intensidades punta son las más altas. Un valor provisional para N es 5 días. Los enlaces de señalización deben dimensionarse de manera que puedan manejar las cargas de referencia que se materializan en la red.

[Lo anterior se basa en el método denominado media de la hora punta diaria (ADPH, *average daily peak hour*) propuesto en la Recomendación E.500.]

5.4 Para tener en cuenta la variabilidad de la intensidad de tráfico dentro del periodo de referencia de tráfico, 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 referencia de tráfico 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 referencia de tráfico 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 referencia de tráfico. 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 referencia de tráfico. 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.

Reemplazada por una versión más reciente

Para un tamaño de ventana w , el intervalo punta es el intervalo con la mayor carga media de los t_{ref}/w intervalos, donde t_{ref} es la duración del periodo de referencia de tráfico. Se considera por tanto que el intervalo punta es el percentil $(1 - w/t_{ref}) \times 100$ 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_{ref}/M , donde L_{ref} es la carga de tráfico media medida (octetos/segundo) a lo largo del periodo de referencia de tráfico 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_{ref} y cuya varianza es $(M/w)L_{ref}$. 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 $(1 - w/t_{ref}) \times 100$ de la distribución normal con media unidad y varianza $M/(w L_{ref})$. Si se utiliza la distribución de Poisson para N_w , la relación valor de cresta/valor medio poissoniana esperada será $M/(w L_{ref})$ veces el percentil $(1 - w/t_{ref}) \times 100$ del valor de N_w .

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

6 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.

6.1 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 5.

6.1.1 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 utiliza las siguientes notaciones:

- | | |
|-----------|--|
| \bar{m} | es la longitud media de la unidad de señalización de mensaje (MSU, <i>message signal unit</i>); |
| \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; |

Reemplazada por una versión más reciente

- $Q(\rho)$ 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 .

6.1.1.1 Condiciones normales de error

Se supone que las condiciones normales de error en un enlace de datos de señalización (capa 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 $D_1 = \text{M\acute{a}x}(40, 0,4T_L)$ ms (valor provisional)
- b) $Q^{99}(2\rho_{m\acute{a}x}) < D_1^{99}$ donde $D_1^{99} = \text{M\acute{a}x}(200, 2T_L)$ ms (valor provisional)
- c) **Error!** $< L_1$ donde $L_1 = 200$ ms/erlang (valor provisional)
- d) **Error!** $< L_1^{99}$ donde $L_1^{99} = 1000$ ms/erlang (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.

6.1.1.2 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:

Error!

donde

Error!

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

$$P_m = 0,004 [\rho_{eff} + (1 - \rho_{eff})m/6]$$

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 $D_2^{99} = \text{M\acute{a}x}(300, 3T_L)$ ms (valor provisional)
- c) **Error!** $< L_2$ donde $L_2 = 300$ ms/erlang (valor provisional)
- d) **Error!** $< L_2^{99}$ donde $L_2^{99} = 1500$ ms/erlang (valor provisional)

Reemplazada por una versión más reciente

6.1.1.3 Condiciones transitorias

Cuando un enlace de señalización empieza a tener una tasa de error excesiva o pasa a reserva, aparece una situación transitoria en las memorias tampón de los enlaces de señalización próximas.

$\rho_{m\acute{a}x}$ 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 excesiva o el paso a reserva del enlace de señalización.

6.1.2 Modelos utilizados para determinar las esperas en cola

6.1.2.1 Condiciones para la utilización de los modelos M/G/1

Al aplicar los criterios anteriores, $Q(\cdot)$ y $Q^{99}(\cdot)$ pueden evaluarse mediante un modelo analítico o mediante simulación. **Error!** y **Error!** pueden evaluarse a partir de $Q(\cdot)$ y $Q^{99}(\cdot)$ empleando métodos gráficos.

En la Recomendación Q.706 figuran los modelos M/G/1 para la corrección de errores básica y con PCR. Estos modelos suponen un proceso de llegadas de mensajes que sigue la distribución de Poisson. En las redes reales este supuesto no se cumple con precisión pero el modelo sigue siendo una aproximación aceptable cuando se dan las condiciones siguientes:

- 1) Un proceso de llegada de llamadas de Poisson es una buena aproximación del proceso de llegada de llamadas original real.
- 2) El tiempo de separación entre mensajes asociados a la misma llamada en el mismo sentido es superior a 1 segundo para la mayoría de las llamadas. Esta condición es necesaria para que la correlación de mensajes de señalización conocida no altere de manera significativa el comportamiento de colas con relación al modelo M/G/1.
- 3) El procesamiento del punto de transferencia de señalización (STP, *signal transfer point*) no distorsiona de manera significativa los tiempos entre llegadas de los mensajes (es decir, no provoca una significativa agrupación o distribución uniforme de los mensajes en el tiempo).

Cuando los mensajes de señalización atraviesan varios enlaces sucesivos hacia atrás y dichos enlaces llevan una combinación de mensajes largos y breves, el modelo M/G/1 no puede mantener el enlace de señalización considerado si en él hay pocas o ninguna llegada nueva (lo que puede suceder, por ejemplo, en los puntos de transferencia de señalización de una cabeza de línea). Esta eventualidad queda en estudio.

6.1.2.2 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.

Reemplazada por una versión más reciente

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.

6.1.3 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. $\rho_{m\acute{a}x}$ se determina entonces de modo que satisfaga los criterios de 6.1.1.1, 6.1.1.2 y 6.1.1.3. Ha de elegirse el método de corrección de errores, básico o con PCR, con el que se obtenga la mayor $\rho_{m\acute{a}x}$.

6.2 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.

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 futuras habrá una variedad de nodos de la red de señalización con diferentes funciones especializadas. Por ejemplo, en las futuras 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.

Reemplazada por una versión más reciente

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.

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

6.2.1 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. Para la señalización relacionada con llamadas, la noción de capacidad de señalización no es fácilmente separable de la capacidad de la central en términos de número de circuitos. Lo que podría recomendarse desde el punto de vista de la señalización es que la central disponga de capacidad de señalización suficiente para que, cuando esté cursando el número máximo de llamadas para la que está dimensionada, sea capaz de procesar la señalización correspondiente y servir al número de enlaces que sean necesarios de acuerdo con la arquitectura de la red y con la carga de tráfico de señalización.

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.

6.2.2 Retardo de señalización a través de la central

Para las centrales, éste es el intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que el subsistema del sistema de señalización N.º 7 recibe una información determinada de la aplicación de usuario (por ejemplo, procesamiento de llamada) y el instante en que la capa 1 de la parte transferencia de mensajes de la central recibe el último bit del mensaje correspondiente. Para las comunicaciones del servicio telefónico ordinario este retardo incluye los retardos debidos al procesamiento de la parte usuario de la RDSI (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.776 figuran valores de los retardos de señalización a través de la central.

6.2.3 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.

6.2.4 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.

6.3 Valor de $\rho_{\text{máx}}$

El valor de $\rho_{\text{máx}}$ que se utiliza actualmente varía entre 0,2 y 0,4.

Reemplazada por una versión más reciente

7 Métodos de dimensionamiento de enlaces de señalización

7.1 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:

- $L = \text{Máx}(L', L'')$.

7.2 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:

$$C = S_L \rho_{\text{máx}}$$

donde

- S_L es la velocidad del enlace en bit/s, y
- $\rho_{\text{máx}}$ es tal como se ha definido en la cláusula 5.

7.3 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.

Reemplazada por una versión más reciente

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.

7.4 Método de dimensionado

Dada la carga L (véase 7.1) y conocida la capacidad de un solo enlace C (véase 7.2), se obtiene a partir del Cuadro 1 el número de enlaces m necesarios en el conjunto de enlaces para asegurar que $L \leq C_m$.

8 Historial de la Recomendación

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

Anexo A

Lista por orden alfabético de las abreviaturas contenidas en esta Recomendación

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación)

ADPH	Media de la hora punta diaria (<i>average daily peak hour</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 signal unit</i>)
MTP	Parte transferencia de mensajes (<i>message transfer part</i>)
PCR	Retransmisión cíclica preventiva (<i>preventive cyclic retransmission</i>)
PU RDSI	Parte usuario de redes digitales de servicios integrados
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>)
TCA P	Parte aplicación de capacidades de transacción (<i>transaction capabilities application part</i>)
TUP	Parte usuario de telefonía (<i>telephone user part</i>)