



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**E.526**

(03/93)

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

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

---

**DIMENSIONAMIENTO DE HACES DE  
CIRCUITOS CON SERVICIOS PORTADORES  
MULTINTERVALO Y SIN ENTRADAS DE  
DESBORDAMIENTO**

**Recomendación UIT-T E.526**

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

---

## PREFACIO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se reúne cada cuatro años, establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que preparan luego Recomendaciones sobre esos temas.

La Recomendación UIT-T E.526, preparada por la Comisión de Estudio II (1988-1993) del UIT-T, fue aprobada por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

---

## NOTAS

1 Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993. En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones.

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1994

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Introducción .....	1
2 Objetivos de grado de servicio .....	1
3 Métodos de dimensionamiento.....	1
3.1 Haz de disponibilidad total .....	1
3.2 Modularidad troncal.....	2
3.3 Protección del servicio.....	2
Anexo A – Probabilidades de bloqueo de un haz de disponibilidad total .....	2
Anexo B – Ejemplo de tabla de capacidad (haz de disponibilidad total) .....	4
Referencias .....	5



# DIMENSIONAMIENTO DE HACES DE CIRCUITOS CON SERVICIOS PORTADORES MULTINTERVALO Y SIN ENTRADAS DE DESBORDAMIENTO

(Helsinki, 1993)

## 1 Introducción

Esta Recomendación describe métodos para calcular el número de circuitos en un haz final de circuitos, que no tenga entradas de desbordamiento, que transporte servicios portadores RDSI con conmutación de circuitos por demanda a diferentes velocidades binarias. Ejemplos de clases de canales y velocidades de transferencia de información para servicios portadores hasta la interfaz a velocidad primaria son los siguientes (véase la Recomendación I.211):

Canal B:	64 kbit/s
Canal H0:	384 kbit/s
Canal H11:	1536 kbit/s
Canal H12:	1920 kbit/s.

Son posibles diversas realizaciones que proporcionen estos servicios, tales como haces de circuitos dedicados para cada clase de canal o haces de circuitos comunes para dos o más clases de canales. La elección de la realización depende de la arquitectura de conmutación disponible, estructura de red, simplicidad y flexibilidad operativa, grado de servicio requerido, demanda de tráfico, exactitud de previsión de la demanda, y otros factores. La Recomendación E.520 da un método de dimensionamiento para un haz de circuitos dedicados. La presente Recomendación trata los métodos de dimensionamiento de un haz de circuitos comunes compartido por los servicios portadores a diferentes velocidades binarias.

### Definición

Un **circuito unitario** se define como un circuito con la velocidad de transferencia de información más baja de entre las clases de servicio portador que comparten un haz de circuitos. Un circuito unitario es la unidad elemental para el dimensionamiento de un haz de circuitos, y en adelante se denominará simplemente «circuito».

Una llamada sencilla para un servicio portador de clase  $i$  requiere  $d_i$  circuitos;  $d_i$  recibe el nombre de factor de anchura de banda de esta clase de servicio  $i$ .

Ejemplo:

Si servicios portadores con velocidades de canal B, H0 y H12 comparten un haz de circuitos, los factores de anchura de banda son 1, 6, y 30.

Si servicios portadores con velocidad de canal H0 y H11 comparten un haz de circuito, los factores de anchura de banda son 1 y 4.

## 2 Objetivos de grado de servicio

Los objetivos de grado de servicio (GOS, *grade of service*) utilizados en una primera aproximación son los siguientes: la probabilidad de bloqueo individual para cada clase de servicio no será superior a 1% para una carga normal y 7% para una carga elevada. Los niveles de carga normal y de carga elevada se definen en la Recomendación E.500. Será conveniente considerar las diferencias de variaciones de tráfico en la hora cargada y de un día a otro para las clases de servicio. Queda en estudio una situación más complicada con normas de GOS diferentes para cada clase de servicio, de  $X_i\%$  e  $Y_i\%$ , respectivamente.

## 3 Métodos de dimensionamiento

### 3.1 Haz de disponibilidad total

Un haz de disponibilidad total se describe como sigue. Si llega una llamada de clase  $i$  cuando hay menos de  $d_i$  circuitos en reposo en el haz, la llamada se pierde; en otro caso, toma  $d_i$  circuitos, aunque no sean adyacentes.

El número de circuitos necesarios en el haz puede calcularse como una solución en forma de producto (véase el Anexo A). El Anexo B muestra ejemplos del cuadro de capacidad. Conviene utilizar un computador o un calculador programable. En [1] [2] [5] y [8] se presentan algoritmos de cálculo de las probabilidades de bloqueo de un haz de disponibilidad total. No se dispone actualmente de ninguna evaluación comparativa de diferentes métodos.

### 3.2 Modularidad troncal

De acuerdo con la Recomendación I.211, los servicios portadores multintervalo con atributos «sin restricciones», «estructurado a 8 kHz» requieren integridad de la secuencia de intervalos de tiempo (TSSI, *time slot sequence integrity*). Una técnica de asegurar la TSSI es encaminar todos los intervalos de tiempo de una llamada por los mismos sistemas de transmisión. Esto introduce la restricción de que todos los circuitos  $d_i$  para una llamada de clase  $i$  tienen que ser asignados al mismo módulo troncal (por ejemplo, múltiplex PCM primario). En el caso de dicha restricción, la prestación de bloqueo depende de las estrategias de búsqueda de circuitos.

Ejemplos de estrategias de búsqueda:

- estrategia de búsqueda aleatoria – Las llamadas se cursan por cualquier módulo troncal disponible en orden aleatorio;
- estrategia de búsqueda secuencial – Se buscan los circuitos en reposo en el mismo orden fijo y las llamadas se cursan por el primer módulo troncal disponible que se encuentre;
- estrategia de empaquetamiento de llamadas – Las llamadas se cursan por el módulo troncal disponible más cargado.

La estrategia de búsqueda aleatoria no debe utilizarse, ya que tiene la peor prestación de tráfico, especialmente con llamadas de banda ancha. La estrategia de empaquetamiento de llamadas es teóricamente superior, pero prácticamente no presenta diferencias apreciables con respecto a la simple estrategia de búsqueda secuencial [1].

Se proponen métodos de aproximación de las probabilidades de bloqueo que utilizan la estrategia de búsqueda secuencial para circuitos unidireccionales [1] y bidireccionales [3].

### 3.3 Protección del servicio

En el sistema de disponibilidad total, las distintas probabilidades de bloqueo de cada clase aumentan con el factor de anchura de banda [4]. Para mejorar la prestación de las llamadas de banda ancha, se dispone de los métodos de protección del servicio de la Recomendación E.525.

Si todas las clases deben cumplir las mismas normas de bloqueo, el método más fácil es utilizar la reserva troncal aplicando a todas las clases el mismo límite (factor de anchura de banda máximo –1). Esto significa que las llamadas se pierden si el número de circuitos en reposo en el momento de la llegada es menor que el mayor factor de anchura de banda de todas las clases.

Los métodos de aproximación de las probabilidades de bloqueo que utilizan reserva troncal se proponen en [5] [6] [7] [8].

El Anexo A presenta algunas consideraciones sobre el cálculo de las probabilidades de bloqueo individuales en el caso de reserva troncal.

## Anexo A

### Probabilidades de bloqueo de un haz de disponibilidad total

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

Lista de símbolos

$N$	es el número de circuitos en un haz;
$M$	es el número de clases de servicio;
$a_i$	es el tráfico ofrecido de servicio de clase $i$ , medido para cada anchura de banda;

- $d_i$  es el factor de anchura de banda para un servicio de clase  $i$ ;
- $P(n_1, \dots, n_M)$  es la distribución de probabilidad del número de llamadas para cada una de las clases en un haz de circuitos;
- $B_i$  es la probabilidad de bloqueo para llamadas de clase  $i$ .

Solución en forma de producto:

$$P(n_1, \dots, n_M) = \prod_{i=1}^M \frac{a_i^{n_i}}{n_i!} P(0, \dots, 0)$$

$$P(0, \dots, 0) = \left\{ \sum_{0 \leq d_1 n_1 + \dots + d_M n_M \leq N} \prod_{i=1}^M \frac{a_i^{n_i}}{n_i!} \right\}^{-1}$$

$$B_i = \sum_{d_1 n_1 + \dots + d_M n_M \geq N - d_i + 1} P(n_1, \dots, n_M)$$

Un algoritmo aproximado para cálculos prácticos:

Consideremos ahora el caso de que los  $N$  intervalos de tiempo de un haz troncal compartan los diversos flujos de tráfico multintervalo que han de tratarse, *siendo la accesibilidad total* (sin restricción) para cada flujo de tráfico. Estos flujos de tráfico son poissonianos y se identifican por un índice  $i = 1, 2, \dots, x$ .

### Notaciones

- Flujo de tráfico N.º  $i$  ! Intensidad de tráfico por cada intervalo de tiempo:  $b_i$
- ! Número de intervalos de tiempo simultáneos:  $d_i$
- ! Congestión de llamadas:  $B_i$
- ! Congestión de tiempo:  $\Pi$
- Parámetros globales ! Flujo de tráfico total ofrecido (en llamadas):  $b = \sum_{i=1}^x b_i$
- !
- !
- !
- ! Flujo de tráfico total ofrecido (en circuitos):  $M = \sum_{i=1}^x b_i d_i$

$$V = \sum_{i=1}^x b_i d_i^2, \quad Z = V/M, \quad K = [N/M]^{1/Z} \tag{A-1}$$

En [5] encontramos un algoritmo que permite una evaluación de la congestión de llamadas  $B_i$ . A partir de [8] podemos aplicar el «método de la red reducida» y utilizar la sencillísima expresión aproximada siguiente:

$$B_i = B_1 H_i, \text{ con: } H_i = \frac{K^{d_i} - 1}{K - 1} \tag{A-2}$$

donde  $i = 1$  corresponde al caso de llamadas ordinarias:  $d_1 = 1$ .

Además, tenemos:

$$B_1 = \Pi \approx (1/Z) E_{N/Z}(M/Z) \tag{A-3}$$

donde  $E_m(a)$  es la fórmula de pérdida en erlangs para un  $m$  fraccionario.

Tenemos:

$$B_i > B_1 \text{ si } d_i > 1$$

Con el método de la «reserva de circuitos» de la Recomendación E.525, la evaluación de  $H_i$  es mucho más compleja, y depende de las duraciones de toma medias asociadas con cada flujo de tráfico. Sin embargo, si estas duraciones medias aumentan con el valor dado hasta ( $d_i$ ), los valores  $B_i$  correspondientes decrecen con relación al caso de que todas estas duraciones medias fueran iguales. Además, el citado método de la reserva de circuitos persigue disminuir la diferencia entre los valores  $B_i$ . Para los valores superiores de ( $d_i$ ), los valores  $B_i$ , correspondientes disminuyen ligeramente, mientras que  $B_1$  aumenta apreciablemente hasta aproximarse a los valores  $B_i$  más elevados.

Por último, las fórmulas (A-2) y (A-3) antes citadas, para los valores superiores de ( $d_i$ ), arrojan valores en exceso estimados de  $B_i$  en el caso de una equalización aproximada de los valores  $B_i$ .

## Anexo B

### Ejemplo de tabla de capacidad (haz de disponibilidad total)

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

Sea

$p$  = probabilidad de bloqueo

$y_i$  = tráfico ofrecido individual =  $d_i a_i$

$r$  = razón de la mezcla de tráfico = ( $y_1 : y_2 : \dots : y_M$ )

$y$  = tráfico ofrecido total =  $\sum_{i=1}^M y_i$

$N$  = número de circuitos unitarios

$p = X\%$

	$r = ?$
$N$	$y$

## Referencias

- [1] CONRADT (J.), BUCHHEISTER (A.): Considerations on loss probability of multi-slot connections, *Proc. 11th ITC*, paper, 4.4B-2, Kyoto, 1985.
- [2] KAUFMAN (J. S.): Blocking in a shared resource environment, *IEEE Trans. Comm.* 29, pp. 1474-1481, 1981.
- [3] MIYAKE (K.): Traffic study on different bit rate calls carried by a trunk group with trunk modularity, *J. of the IEICE*, J71-B, pp. 473-482, 1988.
- [4] GIMPELSON (L. A.): Analysis of mixtures of wide-and narrow-band traffic. *IEEE Trans. Comm.* 13, pp. 258-266, 1965.
- [5] ROBERTS (J. W.): Teletraffic models for the Telecom 1 integrated services network. *Proc. 10th ITC*, paper 1.1.2, Montreal, 1983.
- [6] LINDBERGER (K.): Blocking for multi-slot heterogeneous traffic streams offered to a trunk group with reservation, *5th ITC seminar*, Lago Como, 1987.
- [7] TAKAGI (K.), SAKITA (Y.): Analysis of loss probability equalized by trunk reservation for mixtures of several band width traffic, *Proc. 12th ITC*, paper, 5.1A.5, Turín, 1988.
- [8] FICHE (G.), LE GALL (P.), RICUPERO (S.): Study of blocking for multi-slot connections in digital link systems, *Proc. ITC-11*, paper, 5.48-2, Kyoto, 1985.