



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**E.522**

**RED TELEFÓNICA Y RDSI  
CALIDAD DE SERVICIO, GESTIÓN DE LA RED  
E INGENIERÍA DE TRÁFICO**

---

**NÚMERO DE CIRCUITOS EN UN HAZ  
DE GRAN UTILIZACIÓN**

**Recomendación UIT-T E.522**

(Extracto del *Libro Azul*)

---

## NOTAS

1 La Recomendación UIT-T E.522 se publicó en el fascículo II.3 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (Véase a continuación).

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 1988, 1993

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.

NÚMERO DE CIRCUITOS EN UN HAZ DE GRAN UTILIZACIÓN

1 Introducción

En el estudio económico del plan de una red con encaminamiento alternativo, el número de circuitos de un haz de gran utilización debe determinarse de forma que las cargas anuales correspondientes al conjunto de la red sean mínimas y se respeten al mismo tiempo determinadas condiciones relativas al grado de servicio. En una disposición óptima, el coste por erlang del encaminamiento de un volumen de tráfico marginal por la ruta de gran utilización o por la de encaminamiento alternativo es el mismo.

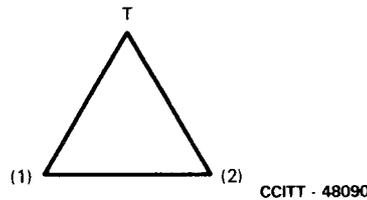


FIGURA 1/E.522

En consecuencia, el número óptimo de circuitos de gran utilización,  $n$ , entre una central (1) y otra central (2) lo da la expresión siguiente, cuando el tráfico de desbordamiento se encamina por un centro de tránsito T (ruta 1-T-2), véase la figura 1/E.522:

$$F_n(A) = A[E_{1,n}(A) - E_{1,(n+1)}(A)] = M \times \frac{\text{cargas financieras anuales (1-2)}}{\text{cargas financieras anuales (1-T-2)}}$$

A es la intensidad del tráfico ofrecido a la relación “1-2” en la fórmula de llamadas perdidas de Erlang para un haz de accesibilidad perfecta. La expresión  $F_n(A)$  da la ocupación marginal<sup>1)</sup> (función de mejora) del haz de gran utilización cuando se le agrega un circuito suplementario.

M es el *factor de utilización marginal*<sup>2)</sup> para la ruta final “1-T-2” (que no tiene nada que ver con la relación de costes) cuando se agrega un circuito suplementario. Las cargas financieras anuales son las cargas anuales marginales correspondientes a la adición de un circuito suplementario en la ruta “1-2” y en la ruta “1-T-2”.

La planificación de una red de encaminamiento alternativo ha sido objeto de abundante literatura técnica [1] a [10].

La carga anual, a los efectos de esta Recomendación, indica los costes de inversión.

2 Método práctico recomendado

2.1 Campo de aplicación

Hay que tener en cuenta que las condiciones aplicables al encaminamiento alternativo varían mucho según se trate de la red continental o de la red intercontinental. Se pueden observar concretamente notables diferencias en lo que respecta a la longitud y al coste de los circuitos, al tráfico y a las horas cargadas. El método descrito más adelante trata de tener en cuenta estos factores en la medida en que puede hacerse en el marco de un procedimiento simplificado.

2.2 Estadísticas de tráfico

Conviene subrayar la importancia de las estimaciones fiables del tráfico. Para cada una de las relaciones de que se trate, es indispensable disponer de evaluaciones del tráfico para la hora cargada de la relación y para la hora cargada de cada sección de las rutas de desbordamiento. Estos valores pueden ser modificados por las disposiciones finalmente

1) La ocupación marginal suele llamarse capacidad del último circuito (*last trunk capacity, LTC*).

2) El factor de utilización marginal suele llamarse capacidad del circuito adicional (*additional trunk capacity, ATC*).

adoptadas para los circuitos de gran utilización y, para ello, hay que disponer de evaluaciones de tráfico para cada relación y para la mayoría de las horas significativas del día. Esto se aplica especialmente a la red intercontinental, en la que las rutas finales encaminan elementos de tráfico que tienen horas cargadas muy diversas.

### 2.3 Bases del método recomendado

El método se basa en una simplificación de las ecuaciones de cálculo económico de las dimensiones indicadas en la introducción. Las hipótesis que permiten tal simplificación son las siguientes:

- i) Las relaciones entre las cargas anuales correspondientes a las rutas alternativas y a las de gran utilización se agrupan por categorías, y sólo se retiene un valor representativo de cada categoría; esta simplificación es aceptable porque se sabe que el coste total de las redes es relativamente poco sensible a las fluctuaciones en la relación de las cargas anuales.
- ii) El factor de utilización marginal  $M$ , aplicable a las rutas de desbordamiento, se considera constante para una gama de capacidades de los haces de circuitos.

Capacidad del haz (número de circuitos)	Valor de $M$
Menos de 10 . . . . .	0,6
10 o más . . . . .	0,8

- iii) Cada haz de gran utilización se dimensionará con relación a la ruta alternativa menos cara (es decir, que no se tiene en cuenta el efecto de rutas alternativas paralelas).

Si se quiere obtener una mayor precisión en el dimensionamiento de la red o en el de las rutas, se pueden aplicar métodos más complejos [5] y [7].

### 2.4 Determinación de la relación de costes

En el servicio continental e intercontinental, el número de circuitos que ha de preverse para los haces de gran utilización depende de la relación de las cargas financieras anuales evaluada por las Administraciones interesadas. La relación de las cargas financieras anuales (véase el cuadro 1/E.522) se define así:

$$R = \frac{\text{carga anual por un circuito suplementario en la ruta alternativa}}{\text{carga anual por un circuito suplementario en la ruta de gran utilización}}$$

La “carga financiera anual por un circuito suplementario en la ruta alternativa” se calcula sumando:

- la carga anual por circuito de cada sección de la ruta alternativa, y
- la carga anual por conmutación de un circuito en cada centro de conmutación intermedio.

Cuando interviene una tercera Administración, puede ser necesario calcular la carga anual por conmutación en el centro intermedio a partir de la carga por conmutación de tránsito por minuto de ocupación<sup>3)</sup>. Esto puede hacerse del modo siguiente:

Cargas anuales por conmutación =  $M \times 60 \times F \times 26 \times 12 \times$  carga por conmutación de tránsito por minuto de ocupación.

Al calcular el factor de conversión  $F$  de hora cargada a día, debe tenerse en cuenta que éste depende del tráfico ofrecido a la ruta de gran utilización, de la probabilidad de desbordamiento y de la diferencia horaria. A título de orientación, puede utilizarse el cuadro 1/E.522 que está basado en los perfiles de tráfico normal del cuadro 1/E.523.

<sup>3)</sup> Puede ser necesario calcular la carga por conmutación de tránsito por minuto ocupado a partir de la tarifa por minuto de conversación (el factor de eficacia se describe en la Recomendación E.506).

CUADRO 1/E.522

Tráfico ofrecido (erlangs)	Probabilidad de desbordamiento (%)	Diferencia horaria													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5	1	2,6	3,2	3,7	3,8	2,7	2,3	2,3	1,7	3,2	2,4	2,2	2,0	2,7	
	10	3,7	4,5	4,8	4,7	3,5	3,1	3,0	2,5	4,1	3,2	2,9	2,8	3,6	
	20	4,5	5,2	5,4	5,3	4,0	3,7	3,5	3,1	4,7	3,8	3,4	3,4	4,2	
	30	5,1	5,8	6,0	5,8	4,6	4,2	4,0	3,7	5,1	4,3	3,9	4,0	4,8	
	40	5,7	6,4	6,5	6,3	5,1	4,7	4,5	4,2	5,6	4,8	4,4	4,6	5,3	
	50	6,3	6,9	7,0	6,8	5,6	5,2	5,0	4,7	6,0	5,3	5,0	5,1	5,8	
10	1	2,1	2,6	3,3	3,5	2,5	2,1	2,1	1,4	2,8	2,0	2,0	1,8	2,4	
	10	3,2	4,0	4,4	4,3	3,1	2,7	2,6	2,1	3,8	2,8	2,6	2,4	3,2	
	20	4,0	4,8	5,1	4,9	3,6	3,3	3,1	2,7	4,3	3,4	3,0	3,0	3,8	
	30	4,7	5,4	5,6	5,4	4,2	3,8	3,6	3,3	4,8	3,9	3,4	3,6	4,4	
	40	5,3	6,0	6,1	5,9	4,7	4,4	4,2	3,8	5,3	4,4	4,0	4,2	4,9	
	50	5,9	6,6	6,7	6,4	5,3	4,9	4,7	4,4	5,7	5,0	4,6	4,8	5,5	
25	1	1,6	2,0	2,8	3,1	2,2	1,8	2,0	1,2	2,4	1,7	1,8	1,6	2,1	
	10	2,7	3,3	3,9	3,9	2,7	2,4	2,3	1,7	3,3	2,4	2,3	2,0	2,7	
	20	3,5	4,2	4,6	4,4	3,2	2,8	2,7	2,2	3,9	3,0	2,6	2,5	3,3	
	30	4,2	5,0	5,2	5,0	3,7	3,4	3,2	2,8	4,4	3,5	3,0	3,1	3,9	
	40	4,8	5,6	5,8	5,5	4,3	3,9	3,8	3,4	4,9	4,0	3,5	3,7	4,5	
	50	5,5	6,2	6,3	6,1	4,9	4,5	4,3	4,0	5,4	4,6	4,1	4,4	5,1	
50	1	1,3	1,7	2,4	2,9	2,1	1,6	2,0	1,1	2,1	1,5	1,6	1,4	2,0	
	10	2,3	2,8	3,5	3,6	2,5	2,2	2,1	1,4	3,1	2,2	2,2	1,8	2,4	
	20	3,1	3,9	4,3	4,2	3,0	2,6	2,4	1,9	3,7	2,7	2,5	2,2	3,0	
	30	3,9	4,7	5,0	4,8	3,4	3,1	2,9	2,5	4,2	3,3	2,8	2,8	3,6	
	40	4,6	5,4	5,6	5,3	4,0	3,7	3,5	3,2	4,7	3,8	3,2	3,5	4,3	
	50	5,3	6,0	6,1	5,9	4,7	4,3	4,2	3,8	5,2	4,3	3,8	4,2	4,9	

Nota – Puede utilizarse interpolación lineal para obtener valores intermedios.

El valor calculado de  $R$  se utilizará entonces para elegir en el cuadro 2/E.522 el valor preciso (o el valor inmediatamente superior) de la relación de las cargas anuales que ha de aplicarse en los cuadros del tráfico. Los valores de las relaciones de las cargas anuales pueden agruparse de la siguiente forma:

- a) En el interior de un mismo continente o de otras extensiones terrestres menos importantes pero estrechamente ligadas, las distancias pueden alcanzar 1600 km (1000 millas), con un tráfico elevado y una explotación frecuentemente unidireccional:

Relación de las cargas anuales:  $R = 1,5; \underline{2,0}; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0$  y  $7,0^4)$

- b) Servicio intercontinental de larga distancia, poco tráfico y explotación generalmente bidireccional:

Relación de las cargas anuales:  $R = 1,1; \underline{1,3}; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0;$  y  $5,0^4)$

4) Estos valores son provisionales. Las gamas y valores representativos de la relación de las cargas anuales requieren ulterior estudio.

## 2.5 *Modo de aplicación del método*

Los circuitos de gran utilización que cursan tráfico aleatorio pueden dimensionarse a partir del cuadro 2/E.522.

*Etapa 1* – Estímese la relación de las cargas anuales,  $R$ , como se indica en el § 2.4. (Hay poca diferencia entre relaciones adyacentes.) Si esta relación es difícil de estimar, empléense los valores subrayados en a) y b) del § 2.4.

*Etapa 2* – Consúltese el cuadro 2/E.522 para determinar el número  $N$  de circuitos de gran utilización.

*Nota* – Cuando se indiquen dos valores para  $N$ , el valor de la derecha se aplica a las rutas alternativas de más de 10 circuitos, y el de la izquierda a haces menos importantes. No se indica el valor de la izquierda cuando la importancia de la ruta alternativa no puede ser reducida.

## 3 **Perfiles de tráfico durante 24 horas**

El valor de tráfico utilizado en el método explicado en el § 2 debe ser el del tráfico ofrecido a la ruta de gran utilización durante la hora cargada de la ruta final. En caso de que ciertas horas cargadas de los haces de circuitos o enlaces que constituyen una ruta alternativa no coincidan con la hora cargada de la relación, ha de aplicarse el método que se expone a continuación, a fin de tener en cuenta los perfiles de tráfico durante 24 horas [6], [8] y [9].

El método consiste en los tres pasos básicos siguientes:

- i) determinar la demanda de tráfico horario en la que ha de basarse el dimensionamiento;
- ii) dimensionar todos los haces de circuitos, de gran utilización y finales, para una demanda de tráfico horario dada;
- iii) repetir el proceso indicado en ii) para cada matriz horaria adicional.

### 3.1 *Determinación de la demanda de tráfico horario*

Cada Administración reúne los datos históricos del tráfico horario de conformidad con las Recomendaciones E.500 y E.523. Sobre la base de esos datos históricos y de la información contenida en la Recomendación E.506 se formulan previsiones de la demanda de tráfico horario con las que se obtiene una serie de valores horarios de la demanda entre centrales.

### 3.2 *Dimensionamiento de los haces de circuitos para una demanda de tráfico horario*

Aplicando los métodos indicados en el § 2 y en la Recomendación E.521 se dimensionan los haces de circuitos para la demanda de tráfico de la primera hora considerada, prescindiendo de los otros valores de la demanda de tráfico horario.

CUADRO 2/E.522

Número de circuitos de gran utilización necesarios según la importancia del tráfico ofrecido, de la relación de las cargas anuales y de los haces de desbordamiento

Tráfico ofrecido durante la hora cargada de la red (erlangs)	Relación de las cargas anuales									Número de circuitos si no hay ruta de desbordamiento para $p = 0,01$
	1,1	1,3	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	
	Ocupación mínima de los circuitos para tráfico de gran utilización									
	0,545/0,727	0,46/0,615	0,4/0,53	0,3/0,4	0,2/0,26	0,15/0,2	0,12/0,16	0,1/0,13	0,085/0,114	
<i>N</i> , número de circuitos <i>A/B</i> de gran utilización, donde <i>A</i> es para menos de 10 circuitos del haz de desbordamiento ( $M = 0,6$ ) <i>B</i> es para 10 o más circuitos del haz de desbordamiento ( $M = 0,8$ )										
1,5	1/0	1/0	2/1	2/2	3/2	3/3	4/3	4/3	4/4	6
1,75	1/0	2/1	2/1	3/2	3/3	4/3	4/4	4/4	4/4	6
2,0	1/0	2/1	2/2	3/2	4/3	4/4	4/4	5/4	5/5	7
2,25	2/0	2/1	3/2	3/3	4/4	5/4	5/4	5/5	5/5	7
2,5	2/0	3/1	3/2	4/3	5/4	5/5	5/5	6/5	6/5	7
2,75	2/1	3/2	3/2	4/3	5/4	5/5	6/5	6/6	6/6	8
3,0	3/1	3/2	4/3	4/4	5/5	6/5	6/6	6/6	7/6	8
3,5	3/1	4/2	4/3	5/4	6/5	7/6	7/6	7/7	7/7	9
4,0	4/2	4/3	5/4	6/5	7/6	7/7	8/7	8/7	8/8	10
4,5	4/2	5/3	6/4	6/6	7/7	8/7	8/8	9/8	9/8	10
5,0	5/3	6/4	6/5	7/6	8/7	9/8	9/9	9/9	10/9	11
5,5	5/3	6/5	7/5	8/7	9/8	9/9	10/9	10/10	10/10	12
6,0	6/3	7/5	7/6	8/7	9/9	10/9	11/10	11/10	11/11	13
7,0	7/4	8/6	8/7	10/8	11/10	11/11	12/11	12/12	13/12	14
8,0	8/5	9/7	10/8	11/10	12/11	13/12	13/13	14/13	14/13	15
9,0	/6	/8	/9	/11	/12	/13	/14	/14	/15	17
10,0	/7	/9	/10	/12	/14	/15	/15	/16	/16	18
12,0	/9	/11	/12	/14	/16	/17	/18	/18	/19	20
15,0	/12	/14	/16	/18	/20	/21	/21	/22	/22	24
20,0	/16	/19	/21	/23	/25	/33	/28	/28	/29	30
25,0	/21	/24	/26	/29	/31	/38	/33	/34	/35	36
30,0	/26	/29	/31	/34	/37	/50	/39	/40	/41	42
40,0	/36	/39	/42	/45	/48	/61	/51	/52	/52	53
50,0	/45	/49	/52	/55	/59	/72	/62	/63		64
60,0	/55	/60	/62	/66	/70	/94	/73			75
80,0	/74	/80	/83	/87	/92	/116	/95			96
100,0	/94	/100	/103	/108	/113	/137				117
120,0	/113	/120	/124	/129	/134	/169	Los haces de circuitos finales directos son económicos dentro de esta zona.			138
150,0	/143	/150	/154	/160	/166					170
200,0	/192	/200	/205	/212	/219					221
250,0	/241	/250	/256	/263	/271					273
300,0	/290	/300	/306	/315	/323					324

### 3.3 *Repetición del proceso para cada una de las demás matrices del tráfico horario*

Al dimensionar los haces de circuitos para la segunda demanda de tráfico horario, se parte de las cantidades de circuitos resultantes del paso anterior, y sólo se introducen modificaciones si es menester aumentar el número de circuitos de un haz, es decir, que si las capacidades de los haces de circuitos para la primera demanda de tráfico horario son mayores que para los de la segunda demanda de tráfico horario, se mantienen las capacidades de los haces de circuitos previstas para la primera demanda de tráfico horario.

Se sigue el mismo procedimiento iterativo para todas las demandas de tráfico horario. Las capacidades de los haces de circuitos resultantes satisfarán las demandas de tráfico para todas las horas consideradas (en el anexo A figura un ejemplo de cálculo).

### 3.4 *Secuencia del proceso*

El proceso puede iniciarse con la demanda de tráfico de la primera hora; no obstante, se ha observado mediante experimentos que puede mejorarse la eficiencia de la red si el proceso se inicia con la hora de menor demanda total de tráfico. Hay que observar que este método ofrece redes subóptimas que pueden mejorarse por procedimientos manuales.

## 4 **Redes de encaminamiento alternativo con desembolso mínimo**

El método indicado a continuación permite que las Administraciones reajusten las redes de encaminamiento alternativo a fin de tener en cuenta los actuales métodos de contabilidad de ingresos.

El método consiste en los pasos siguientes:

- i) Obtener perfiles de tráfico durante 24 horas de conformidad con las Recomendaciones E.500 y E.523.
- ii) Calcular las cantidades y costes de circuitos para una red sin desbordamiento de conformidad con la Recomendación E.520.
- iii) Calcular los minutos de desbordamiento mensuales (tiempo de ocupación) con diversos porcentajes de desbordamiento en la hora cargada. Esto se realiza aplicando tres factores de conversión a los erlangs de desbordamiento de la hora cargada.
  - Relación minutos de ocupación/erlangs: un valor fijo de 60.
  - Relación desbordamiento diario/desbordamiento en la hora cargada: valor que depende del perfil de tráfico durante 24 horas y del grado de desbordamiento.
  - Relación desbordamiento mensual/desbordamiento diario (véase la Recomendación E.506): valor que depende del modelo de variación de un día para otro dentro de un mes y del grado de desbordamiento.
- iv) A partir de la red calculada en el paso ii):
  - Reducir en uno los circuitos de gran utilización.
  - Calcular el desbordamiento hacia el haz final de circuitos.
  - Dimensionar el haz final de circuitos de acuerdo con la Recomendación E.521.
  - Calcular los costes de circuitos y las cargas (tarifas) de tránsito.
- v) Repetir el paso iv) hasta lograr el desembolso mínimo (costes de circuitos más cargas de tránsito) para las Administraciones terminales (para un ejemplo de cálculo, véase el anexo B).

## 5 **Consideraciones relativas al servicio**

Un haz mínimo de dos circuitos puede ser económico en el servicio intercontinental cuando la explotación es bidireccional. Diversas consideraciones de servicio pueden militar también en favor de un aumento del número de circuitos directos, especialmente cuando la relación de las cargas anuales se aproxima a la unidad.

Aunque la importancia de los haces de gran utilización esté normalmente determinada por la intensidad del tráfico que ha de cursarse y por la relación de las cargas anuales, hay que reconocer que estos haces forman parte de una red que debe asegurar una cierta calidad de servicio a los abonados. La posibilidad de cursar el tráfico ofrecido con una eficacia aceptable dependerá de las consideraciones relativas a la calidad de servicio en el conjunto de la red.

En un sistema de haces de circuitos de gran utilización y de haces de circuitos finales, la característica esencial, desde el punto de vista de la calidad de servicio, es la ventaja que presentan los circuitos directos con relación a los encaminamientos de varias secciones (conexiones multienlace). Habida cuenta de los factores económicos, el empleo

liberal de haces de circuitos directos de gran utilización asegura al abonado una elevada calidad de servicio. Se recomienda que se creen nuevos haces de gran utilización cada vez que el curso del tráfico y las relaciones de costes no sean determinantes. Esta práctica puede tener como consecuencia la creación de haces directos de gran utilización de dos circuitos o más.

La puesta en servicio de haces de gran utilización mejora el grado general del servicio y las posibilidades de encaminamiento del tráfico en los periodos de cresta o en casos de avería. Si algunas secciones de gran utilización ponen en derivación la ruta final, la puesta en servicio de rutas de gran utilización puede contribuir a evitar los gastos que pudieren ser necesarios para mantener por debajo del máximo el número de secciones en serie. En el futuro, quizá sea necesario multiplicar las medidas de intensidad de tráfico para la contabilidad internacional; estas operaciones podrían verse facilitadas por el empleo de circuitos de gran utilización.

## ANEXO A

(a la Recomendación E.522)

### Ejemplo de dimensionamiento de una red sobre la base de los perfiles de tráfico durante 24 horas

#### A.1 Hipótesis (Véase también la figura A-1/E.522)

Los cálculos se realizan en las condiciones siguientes:

1) Diferencias horarias:

A está nueve horas al Oeste de B  
C está cinco horas al Oeste de A  
B está diez horas al Oeste de C

2) Perfiles de tráfico

Se utilizan los perfiles de tráfico durante 24 horas del cuadro 1/E.523.

3) Tráfico de la hora cargada:

A-B 50 erlangs  
A-C 100 erlangs  
C-B 70 erlangs

4) Relación de costes:

$R = 1,3$

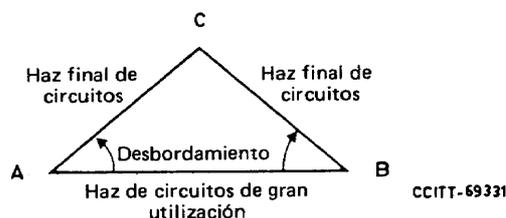


FIGURA A-1/E.522

Red triangular para ejemplos numéricos (ejemplo 1)

## A.2 *Resultados numéricos*

Se tratan las demandas de tráfico durante 24 horas. El orden del tratamiento es desde la hora que tiene la menor demanda de tráfico total hasta la hora que tiene la mayor demanda de tráfico total. Los resultados de los cálculos se indican en el cuadro A-1/E.522.

**Resultados numéricos**

Hora	Demanda de tráfico horario			Número de circuitos obtenido mediante dimensionamiento basado en una sola hora (sin tener en cuenta límites más bajos impuestos por la etapa iterativa precedente)			Número de circuitos obtenido considerando límites más bajos impuestos por la etapa iterativa precedente			Número de circuitos necesarios para satisfacer múltiples demandas tráfico horario		
	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B
6	17,50	5,00	3,50	17	19	17	17	19	17	17	19	17
7	20,00	5,00	3,50	19	20	18	19	20	18	19	20	18
5	2,50	5,00	28,00	1	14	41	19	11	39	19	20	39
4	2,50	5,00	35,00	1	14	49	19	11	47	19	20	47
8	37,50	5,00	3,50	37	23	22	19	38	37	19	38	47
9	40,00	5,00	3,50	39	24	23	19	41	40	19	41	47
3	2,50	5,00	45,50	1	14	61	19	11	59	19	41	59
18	2,50	50,00	3,50	1	66	12	19	64	9	19	64	59
10	50,00	5,00	3,50	49	26	25	9	61	59	19	64	59
19	2,50	60,00	3,50	1	77	12	19	75	9	19	75	59
20	2,50	60,00	3,50	1	77	12	19	75	9	19	75	59
22	12,50	30,00	24,50	12	45	39	12	45	39	19	75	59
2	2,50	5,00	63,00	1	14	80	19	11	78	19	75	78
17	2,50	70,00	3,50	1	87	12	19	85	9	19	85	78
1	2,50	5,00	70,00	1	14	87	19	11	85	19	85	85
23	20,00	20,00	42,00	19	36	60	19	36	60	19	85	85
11	47,50	25,00	17,50	47	46	38	3	85	77	19	85	85
21	12,50	55,00	24,50	12	73	39	12	73	39	19	85	85
12	42,50	30,00	21,00	42	50	41	3	85	76	19	85	85
16	2,50	90,00	3,50	1	109	12	19	107	9	19	107	85
0	20,00	20,00	66,50	19	36	87	19	36	87	19	107	87
13	30,00	65,00	35,00	29	86	54	5	107	76	19	107	87
15	17,50	100,00	28,00	17	121	44	19	120	43	19	120	87
14	27,50	95,00	38,50	27	117	57	19	124	64	19	124	87

Este ejemplo se refiere a una red intercontinental en la que las horas cargadas de las tres relaciones de tráfico presentan grandes diferencias entre ellas. La hora cargada de la relación A-C, es decir la hora 15, es un periodo de poco tráfico para las relaciones A-B y C-B. La hora cargada de la relación C-B, es decir la hora 1, es un periodo de poco tráfico para las relaciones A-B y A-C. De forma similar, la hora cargada de la relación A-B es decir la hora 10, es un periodo de poco tráfico para las relaciones A-C y C-B.

En este caso no puede aplicarse el método de dimensionamiento para una sola hora, en el cual los datos de tráfico durante la hora cargada del haz final de circuitos se utilizan para el dimensionamiento. Este método conduce a un subdimensionamiento.

Si todos los haces de circuitos se dimensionan como haces finales, los números de circuitos que se necesitan para los haces de circuitos A-B, A-C y C-B son 64, 117 y 85, respectivamente. Mediante el encaminamiento alternativo se ahorra aproximadamente el 14% del número total de circuitos.

## ANEXO B

(a la Recomendación E.522)

### Ejemplo de dimensionamiento de una red por el método de desembolso mínimo

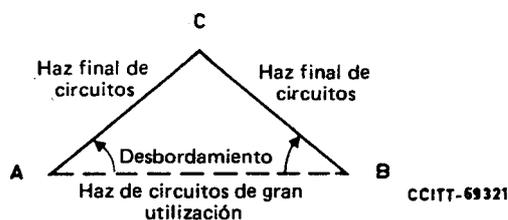


FIGURA B-1/E.522

Red triangular para ejemplos numéricos (ejemplo 2)

#### B.1 Hipótesis (véase también la figura B-1/E.522)

Los cálculos se realizan en las condiciones siguientes:

1) Diferencia horaria:

A está a 3 horas al Oeste de B  
A está a 3 horas al Oeste de C  
No hay diferencia horaria entre B y C

2) Perfiles de tráfico:

Se utilizan los perfiles de tráfico durante 24 horas del cuadro 1/E.523.

3) Tráfico de la hora cargada:

A-B 16 erlangs  
A-C 33 erlangs  
C-B 33 erlangs

4) Coste mensual por circuito para cada Administración:

A-B 1000 unidades  
A-C 1000 unidades  
C-B 800 unidades

5) Tarifas de tránsito por minuto de ocupación para cada Administración terminal:

½ unidad

6) Factores de conversión:

- i) Minutos de ocupación/erlangs: 60
- ii) Desbordamiento diario/desbordamiento de la hora cargada  
Este factor de conversión ( $F$ ) se calcula de acuerdo con las pautas establecidas en el § 2.4.
- iii) Desbordamiento mensual/desbordamiento diario: 26  
suponiendo un contacto social medio según la Recomendación E.502.

7) Grado de servicio en los haces finales de circuitos: 0,01

#### B.2 Resultados numéricos

Los resultados numéricos se indican en el cuadro B-1/E.522. El número de circuitos C-B no aumenta por causa de la adaptación de perfiles de tráfico durante 24 horas. El número de circuitos A-B de gran utilización en la red de desembolso mínimo es superior al de la red de coste mínimo. El efecto de considerar las tarifas de tránsito en los dimensionamientos es siempre en el sentido de menos desbordamiento.

**Resultados numéricos**

Resultados de la red				Resultados económicos ( x 1000 unidades/mes)								
Probabilidad de desbordamiento en la hora cargada	Número de circuitos			Costes de circuitos			Tarifas de tránsito			Desembolso total		
	A-B	A-C	C-B	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0,0000	25	45	45	70	61	81	-	-	-	70,0	61,0	81,0
0,0090	25	45	45	70	61	81	0,3	0,3	(0,7)	70,3	61,3	80,3
0,0151	24	45	45	69	60	81	0,6	0,6	(1,3)	69,6	60,6	79,7
0,0221	23	45	45	68	59	81	0,9	0,9	(1,9)	68,9	59,9	79,1
0,0331	22	46	45	68	58	82	1,4	1,4	(2,9)	69,4	59,4	79,1
0,0471	21	46	45	67	57	82	2,1	2,1	(4,2)	69,1	59,1	77,8
0,0641	20	46	45	66	56	82	3,0	3,0	(6,0)	69,0	59,0	76,0
0,0861	19	47	45	66	55	83	4,2	4,2	(8,4)	Desembolso mínimo para A y B		
0,1121	18	47	45	65	54	83	5,7	5,7	(11,5)	70,2	59,2	74,5
0,142	17	48	45	65	53	84	7,6	7,6	(15,1)	Red de coste mínimo		
0,175	16	49	45	65	52	85	9,7	9,7	(19,4)	70,7	59,7	71,5
										72,6	60,6	68,9
										74,7	61,7	65,6

**Referencias**

- [1] WILKINSON (R. I.): Theories for toll traffic engineering in the USA, *Bell Syst. Tech. J.*, 1956, No. 35, pp. 421-514.
- [2] WILKINSON (R. I.): Simplified engineering of single stage alternate routing systems, *Fourth International Teletraffic Congress*, Londres, 1964.
- [3] RAPP (Y.): Planning of junction network in a multi-exchange area. 1. General Principles, *Ericsson Tech.*, 1964, No. 20, 1, pp. 77-130.
- [4] LEVINE (S. W.), WERNANDER (M.A.): Modular engineering of trunk groups for traffic requirements, *Fifth International Teletraffic Congress*, Nueva York, 1967.
- [5] PRATT (C. W.): The concept of marginal overflow in alternate routing, *Fifth International Teletraffic Congress*, Nueva York, 1967.
- [6] EISENBERG (M.): Engineering traffic networks for more than one busy hour, *Bell Syst. Tech. J.*, 1977 Vol. 56, pp. 1-20.
- [7] AKIMARU (H.) y otros: Derivatives of Wilkinson formula and their application to optimum design of alternative routing systems, *Ninth International Teletraffic Congress*, Torremolinos, 1979.
- [8] HORN (R. W.): A simple approach to dimensioning a telecommunication network for many hours of traffic demand, *International Conference on Communications*, Denver, 1981.
- [9] BESHAI (M. E.): Traffic data reduction for multiple-hour network dimensioning, *Second International Network Planning Symposium*, Brighton, 1983.
- [10] LINDBERGER (K.): Simple approximations of overflow system quantities for additional demands in the optimization, *Tenth International Teletraffic Congress*, Montreal, 1983.