

**Reemplazada por una versión más reciente**



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**CCITT**

**E.524 (rev.1)**

COMITÉ CONSULTIVO  
INTERNACIONAL  
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

(06/92)

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

---

**APROXIMACIONES DEL TRÁFICO DE  
DESBORDAMIENTO PARA FLUJOS  
DE TRÁFICO NO ALEATORIOS**

**Recomendación E.524 (rev.1)**

Reemplazada por una versión más reciente

---



Ginebra, 1992

# Reemplazada por una versión más reciente

## PREFACIO

El CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) 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 Asamblea Plenaria del CCITT, que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiarse y aprueba las Recomendaciones preparadas por sus Comisiones de Estudio. La aprobación de Recomendaciones por los miembros del CCITT entre las Asambleas Plenarias de éste es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 2 del CCITT (Melbourne, 1988).

La Recomendación E.524 ha sido preparada por la Comisión de Estudio II y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 2 el 16 de junio de 1992.

---

## NOTA DEL CCITT

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

© UIT 1992

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

## Recomendación E.524

### APROXIMACIONES DEL TRÁFICO DE DESBORDAMIENTO PARA FLUJOS DE TRÁFICO NO ALEATORIOS

(revisada en 1992)

## 1 Introducción

Esta Recomendación describe métodos de aproximación para calcular las probabilidades de bloqueo de los flujos de tráfico de un haz de circuitos. Se basa en contribuciones presentadas en el periodo de estudios 1984-1988 y se espera que se modifique y amplíe en el futuro (con los últimos adelantos de los métodos).

Los métodos considerados son complementos necesarios de los métodos que figuran en la actual Recomendación E.521 cuando hay que tener en cuenta conceptos tales como la ingeniería de agrupación con igualación del servicio, la protección del servicio y el grado de servicio de extremo a extremo. En este caso, la Recomendación E.521 es insuficiente porque trata al grado de servicio sólo para un flujo de tráfico no aleatorio en un haz de circuitos.

Los métodos de diseño relativos a los conceptos mencionados se estudiarán ulteriormente tomando como base la presente Recomendación cuando en el futuro complementen o sustituyan a la Recomendación E.521.

Los métodos propuestos en esta Recomendación se evalúan en función de los criterios siguientes: exactitud, tiempo de tratamiento, capacidad de memoria y programación necesarios. Pueden resultar pertinentes otros criterios y añadirse en el futuro.

En el § 2 se describen brevemente los métodos propuestos. En el § 3 figura un conjunto de ejemplos de disposiciones de haces de circuitos para las cuales se han calculado exactamente las probabilidades de bloqueo (solución exacta de las ecuaciones de estado) que permiten comparar los resultados de los métodos. Estos resultados se resumen en el cuadro 2/E.524, donde para cada método se indican los criterios importantes. Al final de esta Recomendación figuran las referencias para cada método, con información detallada sobre los fundamentos matemáticos de dichos métodos.

## 2 Métodos propuestos

Se consideran los siguientes métodos:

- a) Método del proceso de Poisson interrumpido (IPP, *interrupted Poisson process*)
- b) Método de la capacidad equivalente (EC, *equivalent capacity*)
- c) Método de aproximación de Wilkinson Wallström (AWW, *approximative Wilkinson Wallström*)

### 2.1 Método del proceso de Poisson interrumpido (IPP)

El método IPP es un proceso de Poisson interrumpido por un conmutador aleatorio. La duración del ciclo de trabajo (plazos cerrado/abierto) del conmutador aleatorio tiene una distribución exponencial negativa. El tráfico que desborda de un haz de circuitos puede aproximarse con exactitud mediante un IPP, porque este proceso puede representar las características globales del tráfico de desbordamiento. El IPP está caracterizado por tres parámetros, a saber, la intensidad del tráfico durante el periodo cerrado del conmutador, y las duraciones medias del ciclo de trabajo. Para aproximar el tráfico de desbordamiento mediante el IPP se determinan estos tres parámetros, de modo que algunos momentos del tráfico de desbordamiento coinciden con los del IPP.

# Reemplazada por una versión más reciente

En esta Recomendación se examinan los dos métodos siguientes de adaptación de momentos:

- el método de adaptación de tres momentos [1], donde los parámetros del IPP se determinan de modo que los tres primeros momentos del IPP coincidan con los del tráfico de desbordamiento;
- el método de adaptación de relaciones de cuatro momentos [2], donde los parámetros del IPP se determinan de modo que el primer momento y las relaciones de los momentos binomiales segundo/tercero y séptimo/octavo del IPP coincidan con los del tráfico de desbordamiento.

Para analizar un haz de circuitos por el que se encaminan simultáneamente varios flujos de Poisson y de tráfico de desbordamiento, cada flujo de tráfico de desbordamiento se aproxima por un IPP. El método IPP es perfectamente adecuado para el cálculo por computador. Las ecuaciones de transición de estado de un haz de circuitos con flujos de entrada IPP pueden resolverse directamente sin que sea necesario introducir modelos equivalentes. Las características del tráfico del desbordamiento pueden obtenerse resolviendo las ecuaciones de transición de estados. La principal característica del método IPP es que pueden resolverse las medias y las varianzas para cada flujo de tráfico de desbordamiento.

## 2.2 Método de la capacidad equivalente (EC)

El método de la capacidad equivalente [3] no utiliza los momentos del tráfico sino el comportamiento transitorio del tráfico primario, introduciendo una cierta función  $\rho(n)$  de la capacidad equivalente ( $n$ ) del tráfico de desbordamiento parcial, definido por el proceso recurrente:

$$\text{Error!} \quad (2-1)$$

si  $n$  es un número entero positivo y si no, se aproxima por interpolación lineal.

En una aproximación práctica, si se consideran sólo los estados predominantes de congestión del tráfico de desbordamiento se llega a las ecuaciones:

$$\text{Error!} \quad (2-2)$$

con:

$$D_i(n) = 1 + a_i [\rho_i(n) - \rho_i(n-1)] \quad (2-3)$$

que definen la capacidad equivalente ( $n_i$ ) del tráfico de desbordamiento parcial denominado  $i$ , en función de la dependencia mutua entre los flujos parciales de tráfico de desbordamiento.

# Reemplazada por una versión más reciente

El valor medio del segundo flujo parcial de desbordamiento es:

$$O_i = a_i \pi \rho_i(n_i) \quad (2-4)$$

donde  $\pi$  es la congestión temporal del haz de desbordamiento.

La igualdad parcial del grado de servicio se cumple si:

$$\rho_i(n_i) = C \quad (2-5)$$

siendo  $C$  una constante que ha de elegirse.

## 2.3 Método AWW

El método de aproximación de Wilkinson Wallström (AWW) utiliza un modelo de tráfico aleatorio equivalente (ERT, *equivalent random traffic*) basado en una mejora de la aproximación de Rapp. El desbordamiento total de tráfico se desglosa en las partes individuales mediante una sencilla expresión [véanse las ecuaciones (2-7) y (2-9)]. Para calcular el tráfico de desbordamiento total, puede utilizarse cualquier método. En [4] se indica un cálculo aproximado por la fórmula de Erlang en el que la velocidad es independiente del tamaño del haz de circuitos calculado.

Se utilizan las siguientes notaciones:

$M$  es la media del tráfico ofrecido total;

$V$  es la varianza del tráfico ofrecido total;

$Z$   $V/M$ ;

$B$  es el bloqueo medio del haz estudiado;

$m_i, v_i, z_i, b_i$  son las magnitudes correspondientes de un determinado flujo de tráfico;

$\sim$  se utiliza para magnitudes de desbordamiento.

### 2.3.1 Bloqueo del tráfico de desbordamiento

Para los cálculos de desbordamiento se utiliza un modelo de ERT aproximado. Investigaciones numéricas han demostrado una considerable mejora de la aproximación clásica de Rapp para el tráfico ficticio. El error añadido por la aproximación es pequeño comparado con el error del modelo de ERT. Se sabe que el ERT subestima los pequeños bloqueos cuando se mezclan tráficos con factores de irregularidad diferentes [2]. La fórmula que se dio en [4], aunque con un error de impresión, es para  $Z > 1$ :

$$A^* \approx V + Z(Z - 1) (2 + \gamma^\beta)$$

donde

$$\gamma = (2,36 Z - 2,17) \log \{1 + (Z - 1)/[M(Z + 1,5)]\}$$

y

$$\beta = Z/(1,5 M + 2 Z - 1,3) \quad (2-6)$$

# Reemplazada por una versión más reciente

## 2.3.2 Fórmula de Wallström para bloqueo individual

Ha sido grande el interés por encontrar una fórmula sencilla y precisa para el tráfico con bloqueo individual  $\tilde{m}_i$ . Ya en 1967, Katz [5] propuso una fórmula del tipo

$$\tilde{m}_i = m_i B(1 - w + wz_i/Z) \quad (2-7)$$

siendo  $w$  una expresión adecuada. Wallström propuso una muy sencilla pero con resultados razonables [6], [2]:

$$w = 1 - B \quad (2-8)$$

Un problema práctico es, sin embargo, que un pequeño subflujo con crestas irregulares podría tener un bloqueo  $b_i > 1$  con esta fórmula. Para evitar estos resultados poco razonables, se aplica una modificación en este caso. Sea  $z_{\text{máx}}$  la mayor  $z_i$  individual. Entonces el valor utilizado es:

$$w = \{ 1 - B; \text{ si } z_{\text{máx}} < Z(1 + B)/B; Z(1 - B)/(B(z_{\text{máx}} - Z)); \text{ en los demás casos} \} \quad (2-9)$$

## 2.3.3 Tratamiento de las varianzas de desbordamiento

Para el cálculo de una gran red sería muy pesado seguir la pista a todas las covarianzas. El caso normal es que el tráfico de desbordamiento para un haz de circuitos o bien se pierde o es ofrecido a un haz de segunda elección sin desglosarlo. Por tanto, es práctico incluir covarianzas en los distintos parámetros de desbordamiento  $\tilde{v}_i$  para que se sumen a la varianza total. Las magnitudes  $\tilde{v}_i$  se obtienen a partir de la varianza de desbordamiento total  $\tilde{V}$  mediante una sencilla fórmula de desglose.

$$\tilde{v}_i = \tilde{V} v_i / V \quad (2-10)$$

Puede demostrarse que la fórmula de desglose de Wallström (2-8) y la fórmula (2-10), en unión del modelo de ERT cumplen un cierto requisito de coherencia. Se obtendrán los mismos valores para el tráfico con bloqueo si el cálculo se hiciese primero para los  $N_1 + N_2$  circuitos como si el cálculo se hiciese primero para los  $N_1$  circuitos y luego se ofreciese el desbordamiento a los  $N_2$  circuitos.

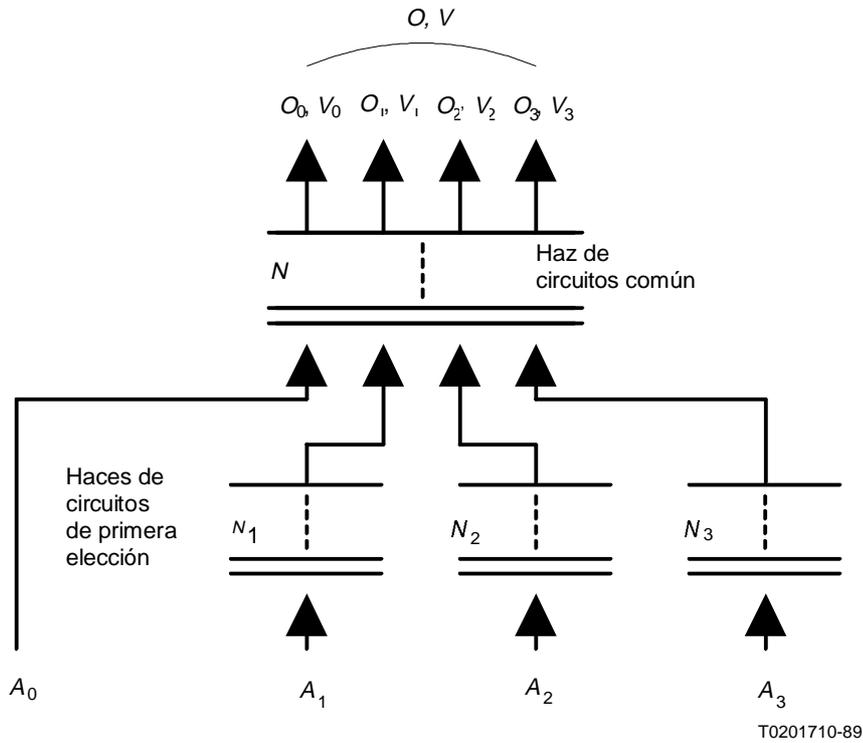
Como las distintas varianzas se tratan de este modo, no son comparables con los resultados recogidos en el cuadro 2/E.524.

## 3 Ejemplos y criterios de comparación

Los métodos definidos se prueban calculando los ejemplos dados en el cuadro 1/E.524.

El modelo de cálculo se muestra en la figura 1/E.524.

# Reemplazada por una versión más reciente



- $A_i$ : Volumen de tráfico de Poisson ofrecido
- $N_i$ : Número de haces de circuitos de primera elección
- $N$ : Número de haces de circuitos comunes
- $O_i$ : Media del tráfico de desbordamiento individual procedente del haz de circuitos común
- $V_i$ : Varianza del tráfico de desbordamiento individual procedente del haz de circuitos común
- $O$ : Media del tráfico de desbordamiento total procedente del haz de circuitos común
- $V$ : Varianza del tráfico de desbordamiento total procedente del haz de circuitos común

FIGURA 1/E.524

## Modelo de cálculo

Para hacer la comparación, se establecen los siguientes criterios:

i) *Error en el tráfico de desbordamiento*

– *Precisión de las medias y las varianzas de los distintos tráficos de desbordamiento*

– *Error medio*

**Error!**

**Error!**

# Reemplazada por una versión más reciente

– *Desviación típica del error*

**Error!**

**Error!**

donde

$$\delta_O^i = (O_i - \bar{O}_i) / \bar{O}_i$$

$$\delta_V^i = (V_i - \bar{V}_i) / \bar{V}_i$$

$O_i, V_i$  : Media y varianza individuales calculadas por el método aproximado.

$\bar{O}_i, \bar{V}_i$  : Media y varianza individuales calculadas exactamente.

$M$  : Número de flujos de entrada al haz de circuitos común.

– *Precisión de la media y la varianza del tráfico de desbordamiento total*

– *Error medio*

**Error!**

**Error!**

# Reemplazada por una versión más reciente

– *Desviación típica del error*

**Error!**

**Error!**

donde

$$\delta_O = (O - \bar{O})/\bar{O}$$

$$\delta_V = (V - \bar{V})/\bar{V}$$

$O, V$ : Media y varianza totales calculadas por el método aproximado.

$\bar{O}, \bar{V}$ : Media y varianza totales calculadas con precisión.

## ii) *Exigencias del cálculo*

– *Tiempo relativo del procesador*

$C =$

**Error!**

– *Requisitos de memoria*

$M =$

**Error!**

– *Tamaño del programa*

$S =$

**Error!**

*Nota 1* –  $C, M$  y  $S$ , para un método de aproximación específico, deben basarse en el mismo procesador, lenguaje y algoritmos de soporte.

*Nota 2* – Según el tipo de método de aproximación (cálculo directo o recursivo) puede llegarse a diferentes compromisos entre  $C, M$  y  $S$ , por ejemplo, mayor memoria frente a menos tiempo, programa pequeño frente a más tiempo, etc.

# Reemplazada por una versión más reciente

CUADRO 1a/E.524

Media y varianza de los distintos tráficos de desbordamiento calculadas con precisión –  
Tres haces de circuitos de primera elección

Caso	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_0$	$O_0$	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O$
	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N$	$V_0$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V$
1	7,036	26,688	64,169	–	–	0,4337	0,7490	1,091	2,274
	5	28	70	11	–	0,7656	2,111	4,441	10,51
2	7,036	26,688	64,169	–	–	0,1449	0,2758	0,4944	0,9150
	5	28	70	16	–	0,2436	0,7328	1,911	4,293
3	7,036	26,688	64,169	–	–	0,01369	0,02846	0,06628	0,1084
	5	28	70	25	–	0,02041	0,06461	0,2205	0,4464
4	7,036	10,176	13,250	–	–	0,7459	1,262	1,785	3,792
	5	6	7	14	–	1,193	2,292	3,625	11,28
5	7,036	10,176	13,250	–	–	0,2888	0,4857	0,6832	1,458
	5	6	7	19	–	0,4636	0,9089	1,460	4,754
6	7,036	10,176	13,250	–	–	0,03570	0,05915	0,08237	0,1772
	5	6	7	26	–	0,05358	0,1026	0,1621	0,5249
7	7,036	32,395	77,617	–	–	0,4516	1,176	2,344	3,972
	5	31	77	16	–	0,7434	3,466	10,39	21,41
8	7,036	32,395	77,617	–	–	0,1538	0,4294	0,9739	1,557
	5	31	77	23	–	0,2427	1,200	4,219	8,558
9	7,036	32,395	77,617	–	–	0,01303	0,03984	0,1006	0,1535
	5	31	77	35	–	0,01841	0,09378	0,3690	0,7124
10	64,169	32,395	13,250	–	–	1,157	1,455	1,320	3,933
	70	31	7	15	–	4,442	4,256	2,849	18,28
11	64,169	32,395	13,250	–	–	0,5564	0,5849	0,4749	1,616
	70	31	7	21	–	2,026	1,675	1,023	8,008
12	64,169	32,395	13,250	–	–	0,06907	0,05265	0,03848	0,1602
	70	31	7	32	–	0,2167	0,1295	0,07165	0,7075
13	7,036	26,688	64,169	3,000	0,4064	0,5038	0,8274	1,160	2,897
	5	28	70	13	0,5578	0,8566	2,243	4,574	13,16
14	7,036	26,688	64,169	3,000	0,1460	0,1840	0,3384	0,5729	1,241
	5	28	70	18	0,1992	0,3043	0,8779	2,163	5,893
15	7,036	26,688	64,169	3,000	0,01170	0,01506	0,03086	0,07035	0,1280
	5	28	70	28	0,01472	0,02218	0,06861	0,2287	0,5374
16	7,036	32,395	77,617	1,000	0,1253	0,4451	1,156	2,304	4,031
	5	31	77	17	0,1392	0,7266	3,366	10,10	21,77
17	7,036	32,395	77,617	1,000	0,04250	0,1536	0,4275	0,9674	1,591
	5	31	77	24	0,04696	0,2409	1,183	4,148	8,775
18	7,036	32,395	77,617	1,000	0,004542	0,01687	0,05106	0,1282	0,2006
	5	31	77	35	0,004891	0,02398	0,1214	0,4751	0,9548
19	64,169	32,395	13,250	9,000	1,761	1,251	1,654	1,630	6,295
	70	31	7	21	3,052	4,517	4,406	3,103	27,73
20	64,169	32,395	13,250	9,000	0,6761	0,6501	0,7389	0,6427	2,708
	70	31	7	28	1,253	2,225	1,956	1,279	13,61
21	64,169	32,395	13,250	9,000	0,06219	0,09577	0,07978	0,06069	0,2984
	70	31	7	40	0,1054	0,2884	0,1887	0,1099	1,409

# Reemplazada por una versión más reciente

CUADRO 1b/E.524

Media y varianza de los distintos tráficos de desbordamiento calculadas con precisión –  
Dos haces de circuitos de primera elección

Caso	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_0$	$O_0$	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O$
	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N$	$V_0$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V$
22	8,200	30,000	–	–	–	0,6153	1,139	–	1,755
	5	30	–	10	–	1,179	3,473	–	6,159
23	8,200	30,000	–	–	–	1,807	2,465	–	4,272
	5	30	–	5	–	3,263	7,431	–	13,00
24	8,200	30,000	–	–	–	0,01866	0,04814	–	0,06680
	5	30	–	21	–	0,03026	0,1233	–	0,1993
25	8,200	30,000	–	–	–	0,2111	0,4629	–	0,6740
	5	30	–	14	–	0,3902	1,372	–	2,355
26	8,200	14,300	–	–	–	0,04699	0,09279	–	0,1398
	5	7	–	22	–	0,07700	0,1980	–	0,3724
27	8,200	14,300	–	–	–	0,3744	0,7547	–	1,129
	5	7	–	16	–	0,6603	1,763	–	3,322
28	8,200	14,300	–	–	–	0,9282	1,892	–	2,820
	5	7	–	12	–	1,614	4,212	–	7,774
29	8,200	14,300	–	–	–	2,002	4,095	–	6,098
	5	7	–	7	–	3,272	7,806	–	13,64
30	8,200	42,000	–	–	–	0,02324	0,09886	–	0,1221
	5	37	–	27	–	0,03602	0,3019	–	0,4197
31	8,200	42,000	–	–	–	0,2136	0,8353	–	1,049
	5	37	–	19	–	0,3682	2,945	–	4,204
32	8,200	42,000	–	–	–	1,499	4,437	–	5,935
	5	37	–	8	–	2,616	14,60	–	21,00
33	8,200	42,000	–	–	–	0,6940	2,416	–	3,110
	5	37	–	13	–	1,237	8,493	–	12,30
34	30,000	14,300	–	–	–	0,06570	0,05450	–	0,1202
	30	7	–	25	–	0,1628	0,1116	–	0,3922
35	30,000	14,300	–	–	–	0,4669	0,4662	–	0,9331
	30	7	–	18	–	1,300	1,088	–	3,461
36	30,000	14,300	–	–	–	1,374	1,739	–	3,113
	30	7	–	12	–	3,932	4,001	–	10,91
37	30,000	14,300	–	–	–	2,425	3,806	–	6,231
	30	7	–	7	–	6,994	7,628	–	18,16
38	8,200	67,900	–	–	–	0,01656	0,1007	–	0,1173
	5	65	–	30	–	0,02497	0,3667	–	0,4658
39	8,200	67,900	–	–	–	0,1835	0,9716	–	1,155
	5	65	–	20	–	0,3132	4,189	–	5,488
40	8,200	67,900	–	–	–	0,5393	2,449	–	2,986
	5	65	–	14	–	0,9685	10,73	–	14,35
41	8,200	67,900	–	–	–	1,361	4,707	–	6,068
	5	65	–	8	–	2,441	19,71	–	26,55
42	51,500	14,300	–	–	–	0,07517	0,04089	–	0,1161
	54	7	–	27	–	0,2290	0,08146	–	0,4339
43	51,500	14,300	–	–	–	0,6402	0,4689	–	1,109
	54	7	–	18	–	2,248	1,101	–	4,799

# Reemplazada por una versión más reciente

CUADRO 1c/E.524

Media y varianza de los distintos tráficos de desbordamiento individual calculadas con precisión –  
Un haz de circuitos de primera elección

Caso	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_0$	$O_0$	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O$
	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N$	$V_0$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V$
44	51,500	14,300	–	–	–	1,403	1,362	–	2,765
	54	7	–	13	–	5,079	3,224	–	11,50
45	51,500	14,300	–	–	–	2,586	3,675	–	6,261
	54	7	–	7	–	9,612	7,513	–	21,11
46	8,200	–	–	4,000	0,03309	0,04990	–	–	0,08299
	5	–	–	16	0,04785	0,08712	–	–	0,1789
47	8,200	–	–	4,000	0,3494	0,4859	–	–	0,8354
	5	–	–	11	0,5382	0,9155	–	–	1,975
48	8,200	–	–	4,000	0,9011	1,169	–	–	2,070
	5	–	–	8	1,327	2,120	–	–	4,554
49	8,200	–	–	4,000	1,802	2,142	–	–	3,944
	5	–	–	5	2,369	3,588	–	–	7,333
50	30,000	–	–	4,000	0,01660	0,05973	–	–	0,07633
	30	–	–	20	0,02296	0,1558	–	–	0,2228
51	30,000	–	–	4,000	0,1991	0,5806	–	–	0,7796
	30	–	–	13	0,3062	1,743	–	–	2,656
52	30,000	–	–	4,000	0,5988	1,400	–	–	1,999
	30	–	–	9	0,9338	4,255	–	–	6,730
53	30,000	–	–	4,000	1,560	2,558	–	–	4,118
	30	–	–	5	2,199	7,620	–	–	12,01
54	51,500	–	–	4,000	0,01445	0,07537	–	–	0,08982
	54	–	–	22	0,01966	0,2413	–	–	0,3131
55	51,500	–	–	4,000	0,1208	0,5143	–	–	0,6351
	54	–	–	15	0,1819	1,893	–	–	2,575
56	51,500	–	–	4,000	0,4286	1,383	–	–	1,812
	54	–	–	10	0,6788	5,300	–	–	7,549
57	51,500	–	–	4,000	1,145	2,429	–	–	3,574
	54	–	–	6	1,726	9,299	–	–	13,55

# Reemplazada por una versión más reciente

## 4 Resumen de los resultados

En el cuadro 2/E.524 se muestran los métodos disponibles y las medidas de calidad de funcionamiento con respecto a los criterios.

CUADRO 2/E.524

### Comparación de diferentes métodos de aproximación

Funciones	Comparación		
	Exigencias de cálculo		
Método	Tiempo del procesador	Capacidad requerida	Exigencias de programación
Método IPP			
Concordancia de tres momentos	400	5	50
Razón de cuatro momentos	1000	5	50
Método EC	40	2	3
Método AWW	3	1,6	3

### Referencias

- [1] MATSUMOTO (J.) y WATANABE (Y): Analysis of individual traffic characteristics for queuing systems with multiple Poisson and overflow inputs, *Proc. 10th ITC*, paper 5.3.1, Montreal, 1983.
- [2] RENEBY (L.): On individual and overall losses in overflow systems, *Proc. 10th ITC*, paper 5.3.5, Montreal, 1983.
- [3] LE GALL (P.): Overflow traffic combination and cluster engineering, *Proc. 11th ITC*, paper 2.2B-1, Kyoto, 1985.
- [4] LINDBERG (P.), NIVERT (K.) y SAGERHOLM (B.): Economy and service aspects of different designs of alternate routing networks, *Proc. 11th ITC*, Kyoto, 1985.
- [5] KATZ (S.): Statistical performance analysis of a switched communications network, *Proc. 5th ITC*, Nueva York, 1967.
- [6] LINDBERGER (K.): Simple approximations of overflow system quantities for additional demands in the optimization, *Proc. 10th ITC*, Montreal, 1983.