



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

E.524

(11/1988)

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

Ingeniería de tráfico – Determinación del número de
circuitos necesarios en explotación automática y
semiautomática

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

Reedición de la Recomendación E.524 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo II.3 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación E.524 del CCITT 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.

APROXIMACIONES DEL TRÁFICO DE DESBORDAMIENTO PARA FLUJOS DE TRÁFICO NO ALEATORIOS

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 procesamiento, 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 del § 4, 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 (PPI)
- b) Método de la capacidad equivalente (CE)
- c) Método de aproximación de Wilkinson Wallström (AWW)

2.1 Método del proceso de Poisson interrumpido (PPI)

El método PPI 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 PPI, porque este proceso puede representar las características globales del tráfico de desbordamiento. El PPI 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 PPI se determinan estos tres parámetros, de modo que algunos momentos del tráfico de desbordamiento coinciden con los del PPI.

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

Para analizar un grupo 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 PPI. El método PPI es perfectamente adecuado para el cálculo por computador. Las ecuaciones de transición de estado de un haz de circuitos con flujos de entrada PPI 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 PPI es que pueden resolverse las medias y las varianzas para cada flujo de tráfico de desbordamiento.

2.2 Método de la capacidad equivalente (CE)

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:

$$\left[\begin{array}{l} \rho(0) = Em(\alpha) \quad [\text{fórmula de las llamadas perdidas de Erlang}] \\ \frac{n}{\rho(n)} = (m + n - a) + \alpha \cdot \rho(n - 1) \end{array} \right. \quad (2-1)$$

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:

$$\frac{n_i}{n} = \frac{a_i \rho_i(n_i) / D_i (n_i + 1)}{\sum_{k=1}^x a_k \rho_k(n_k) / D_k (n_k + 1)} \quad (2-2)$$

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.

El valor medio del segundo flujo parcial de desbordamiento es:

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

donde π es la duración de la congestión 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 AWW (de aproximación de Wilkinson Wallström) utiliza un modelo TAE (de tráfico aleatorio equivalente) 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;

C es la varianza del tráfico ofrecido total;

Z V/M ;

B es el bloqueo medio del haz estudiado;

m_j, v_j, z_j, b_j 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 TAE 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 TAE. Se sabe que el TAE 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

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

y

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

2.3.2 Fórmula de Wallström para individual

Ha sido grande el interés por encontrar una fórmula sencilla y precisa para el tráfico con bloqueo individual. 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:

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

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 circuito 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 Wallströms (2-8) y la fórmula (2-10), en unión del modelo de TAE 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.

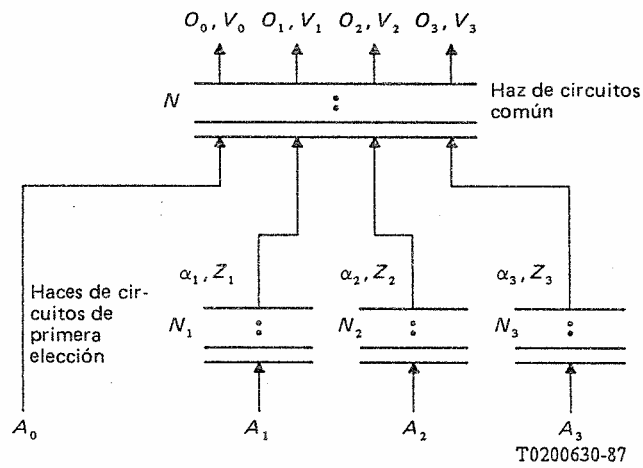
3 Ejemplos y criterios de comparación

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

Para hacer la comparación, se establecen los siguientes criterios:

- exactitud de la media y la varianza del tráfico de desbordamiento (media y desviación típica);
- criterios de cálculo (tiempo del procesador, capacidad de memoria, programación necesaria).



- A_i : Volumen de tráfico de Poisson ofrecido
- N_i : Número de haces de circuitos de primera elección
- α_i : Media del tráfico de desbordamiento procedente del haz de circuitos de primera elección
- Z_i : Irregularidad del tráfico de desbordamiento procedente del haz de circuitos de primera elección
- N : Número de haces de circuitos comunes
- O_i : Media del tráfico de desbordamiento procedente de haces de circuitos comunes
- V_i : Varianza del tráfico de desbordamiento procedente de haces de circuitos comunes

FIGURA 1/E.524

Modelo de cálculo

CUADRO 1a/E.524

Media y varianza del tráfico de desbordamiento individual calculadas exactamente - Tres haces de circuitos de primera elección

Caso	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
1	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	-	11	-	0,4337	0,7490	1,091
	5	28	70	1,573	3,022	4,527	-		-	0,7656	2,110	4,441
2	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	-	16	-	0,1149	0,2758	0,4944
	5	28	70	1,573	3,022	4,527	-		-	0,2436	0,7328	1,911
3	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	-	25	-	0,01369	0,02846	0,06627
	5	28	70	1,573	3,022	4,527	-		-	0,02041	0,06461	0,2205
4	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	-	14	-	0,7459	1,262	1,785
	5	6	7	1,573	1,567	1,559	-		-	1,193	2,292	3,624
5	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	-	19	-	0,2884	0,4857	0,6832
	5	6	7	1,573	1,567	1,559	-		-	0,4636	0,9089	1,460
6	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	-	26	-	0,03570	0,05915	0,08237
	5	6	7	1,573	1,567	1,559	-		-	0,05358	0,1026	0,1621
7	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	-	16	-	0,4516	1,176	2,344
	5	31	77	1,573	3,029	4,511	-		-	0,7434	3,466	10,39

CUADRO 1a/E.524 (cont.)

Caso	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
8	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	-	23	-	0,1538	0,4294	0,9739
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			-	0,2427	1,200	4,219
9	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	-	35	-	0,01303	0,03984	0,1006
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			-	0,1841	0,09378	0,3690
10	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	-	15	-	1,157	1,456	1,320
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			-	4,442	4,256	2,850
11	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	-	21	-	0,5564	0,5849	0,4749
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			-	2,026	1,675	1,023
12	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	-	32	-	0,06907	0,05265	0,03848
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			-	0,2167	0,1295	0,07165
13	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	13	0,4064	0,5038	0,8274	1,160
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,5578	0,8566	2,243	4,574
14	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	18	0,1460	0,1840	0,3384	0,5729
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,1992	0,3043	0,8779	2,163

CUADRO 1a/E.524 (cont.)

Caso	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
15	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	28	0,01170	0,01506	0,03086	0,07035
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,01472	0,02218	0,06861	0,2287
16	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	17	0,1253	0,4451	1,156	2,304
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,1392	0,7266	3,366	10,10
17	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	24	0,04250	0,1536	0,4275	0,9674
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,04696	0,2409	1,183	4,148
18	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	35	0,004542	0,01687	0,05106	0,1282
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,004891	0,02398	0,1214	0,4751
19	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	21	1,761	1,251	1,654	1,630
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			3,052	4,517	4,406	3,103
20	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	28	0,6761	0,6501	0,7389	0,6427
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			1,253	2,225	1,956	1,279
21	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	40	0,06219	0,09577	0,07978	0,06069
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			0,1054	0,2884	0,1887	0,1099

CUADRO 1b/E.524

Media y varianza del tráfico de desbordamiento individual calculadas exactamente – Dos haces de circuitos de primera elección

A_1	N_1	A_2	N_2	N	O_1	V_1	O_2	V_2		
8,2	5	30,0	30	10	0,6155	1,1791	1,1393	3,4723		
				5	1,8068	3,2634	2,4656	7,4312		
				21	0,0188	0,0304	0,0485	0,1240		
				14	0,2108	0,3898	0,4624	1,3701		
		14,3	7	42,0	37	22	0,0470	0,0771	0,0929	0,1983
						16	0,3743	0,6602	0,7546	1,7626
						12	0,9282	1,6137	1,8320	4,2120
						7	2,0023	3,2718	4,0953	7,8064
						27	0,0230	0,0354	0,0978	0,2984
						19	0,2136	0,3683	0,8356	2,9450
30,0	30	14,3	7	8	1,4984	2,6161	4,4363	14,6018		
				13	0,6940	1,2375	2,4148	8,4923		
				25	0,0653	0,1613	0,0541	0,1112		
				18	0,4664	1,2990	0,4662	1,0879		
				12	1,3746	3,9321	1,7390	4,0015		
8,2	5	67,9	65	7	2,4255	6,9941	3,8063	7,6277		
				30	0,0160	0,0242	0,0979	0,3548		
				20	0,1839	0,3141	0,9739	4,1953		
				14	0,5385	0,9676	2,4438	10,7208		
51,5	54	14,3	7	8	1,3598	1,4401	4,7035	19,7109		
				27	0,0735	0,2239	0,0399	0,0802		
				19	0,6404	1,2499	0,4699	1,1030		
				13	1,4033	5,0795	1,3609	3,2229		
				7	2,5873	9,6136	3,6744	7,5139		

CUADRO 1c/E.524

Media y varianza del tráfico de desbordamiento individual calculadas exactamente – Un haz de circuitos de primera elección

A_1	N_1	A_0	N	O_1	V_1	O_0	V_0
8,2	5	4,0	16	0,0499	0,0872	0,0331	0,0479
			11	0,4859	0,9154	0,3494	0,5382
			9	1,1692	2,1202	0,9011	1,3274
			5	2,1422	3,5883	1,8018	2,3694
30,0	30		20	0,0601	0,1565	0,0167	0,023
			13	0,5804	1,7427	0,1990	0,3062
			9	1,3997	4,2546	0,5988	0,9338
			5	2,5579	5,6196	1,5661	2,1991
51,5	54		22	0,9751	0,2497	0,0144	0,0197
			15	0,5141	1,8924	0,1209	0,1819
			10	1,8820	5,3004	0,4297	0,6790
			5	2,4294	3,2974	1,1450	1,7255

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 Métodos	Entrada	Salida	Comparación							
	Momentos de orden superior necesarios	Momentos de orden más elevado del tráfico de desbordamiento	Error en el tráfico de desbordamiento				Volumen de cálculo necesario			
			Media		Varianza					
			Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Tiempo de procesamiento	Exigencias de memoria	Esfuerzo de programación	
Método PPI										
a) Adaptación de 3 momentos	3	3	-0,0045	0,0585	-0,0210	0,0922				
b) Relación de 4 momentos	8	∞	0,0008	0,0255	-0,0053	0,0373				
Método CE	1	1	-0,0661	0,1527						
Método AWW	2	2	-0,0448	0,1647						

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.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE E
**EXPLOTACIÓN GENERAL DE LA RED, SERVICIO TELEFÓNICO,
EXPLOTACIÓN DEL SERVICIO Y FACTORES HUMANOS**

EXPLOTACIÓN, NUMERACIÓN, ENCAMINAMIENTO Y SERVICIO MÓVIL

EXPLOTACIÓN DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES

Definiciones	E.100–E.103
Disposiciones de carácter general relativas a las Administraciones	E.104–E.119
Disposiciones de carácter general relativas a los usuarios	E.120–E.139
Explotación de las relaciones telefónicas internacionales	E.140–E.159
Plan de numeración del servicio telefónico internacional	E.160–E.169
Plan de encaminamiento internacional	E.170–E.179
Tonos utilizados en los sistemas nacionales de señalización	E.180–E.189
Plan de numeración del servicio telefónico internacional	E.190–E.199
Servicio móvil marítimo y servicio móvil terrestre público	E.200–E.229

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

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

UTILIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA INTERNACIONAL PARA APLICACIONES NO TELEFÓNICAS

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

DISPOSICIONES DE LA RDSI RELATIVAS A LOS USUARIOS

Plan de encaminamiento internacional	E.350–E.399
--------------------------------------	-------------

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

GESTIÓN DE RED

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

INGENIERÍA DE TRÁFICO

Medidas y registro del tráfico	E.490–E.505
Previsiones del tráfico	E.506–E.509
Determinación del número de circuitos necesarios en explotación manual	E.510–E.519

Determinación del número de circuitos necesarios en explotación automática y semiautomática

Grado de servicio	E.540–E.599
Definiciones	E.600–E.649
Ingeniería de tráfico de RDSI	E.700–E.749
Ingeniería de tráfico de redes móviles	E.750–E.799

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

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

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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