



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

E.711

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

RED TELEFÓNICA Y RDSI

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

**MODELADO DE LA DEMANDA
DE LOS USUARIOS**

Recomendación E.711



Ginebra, 1991

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.711 ha sido preparada por la Comisión de Estudio II y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 2 el 23 de agosto de 1991.

NOTAS DEL CCITT

- 1) En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una Administración de telecomunicaciones como una empresa privada de explotación de telecomunicaciones reconocida.
- 2) En el anexo B, figura la lista de abreviaturas utilizadas en la presente Recomendación.

© UIT 1991

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.

Recomendación E.711

MODELADO DE LA DEMANDA DE LOS USUARIOS

1 Introducción

Los usuarios RDSI tienen necesidades muy diversas en materia de transferencia de información. La demanda de usuario, según se manifiesta en el interfaz usuario/equipo de las instalaciones del cliente [véase la figura 1a)/E.711], se caracteriza por un proceso de llegada y por una duración de la comunicación y/o una cantidad de información asociadas a cada llegada.

Con la mediación del equipo de las instalaciones del cliente (*customer premises equipment* – CPE), las demandas de usuario se traducen en demandas de llamada para servicios concretos de telecomunicación en el interfaz T. En la presente Recomendación se modelan estas demandas de llamada con el fin de permitir la caracterización del tráfico ofrecido a las capas 1 a 3 de la RDSI.

De acuerdo con este modelado de la demanda de llamada, los usuarios vendrán caracterizados por el proceso de generación de sus demandas de llamadas originadas y recibidas.

2 Modelado de una demanda de llamada

2.1 Generalidades

El tráfico ofrecido a las capas 1 a 3 en el interfaz T se modela mediante demandas de llamada [véase la figura 1b)/E.711]. Para ingeniería de tráfico, una demanda de llamada viene definida por un conjunto de características de conexión y un patrón de llamada:

- Las características de conexión se describen mediante los valores de ciertos atributos indicados en la Recomendación I.210. Sólo son significativos algunos de los atributos generales y de las capas bajas. Los valores de cada atributo pueden ser:
 - seleccionados por el usuario;
 - prescritos por el proveedor del servicio;
 - negociados entre ellos.

Este conjunto de atributos deberá ser suficiente para identificar exactamente los recursos de red que exige la demanda de llamada, tanto en el plano de usuario como en el plano de control.

- El patrón de llamada de una demanda de llamada se describe por medio de secuencias de eventos en el interfaz T y de los tiempos transcurridos entre ellos.

El patrón de llamada, junto con las características de conexión, deberán ser suficientes para cuantificar el tráfico ofrecido a los recursos de la red por la demanda de llamada, en el plano de usuario y en el plano de control.

2.2 Características de conexión

Conforme se menciona en el § 2.1, las características de conexión de una demanda de llamada vienen definidas por los valores de aquellos atributos generales y de las capas bajas, de entre los definidos en la Recomendación I.210, que son significativos para ingeniería de tráfico. Los atributos de las capas bajas, significativos para ingeniería de tráfico son los siguientes:

- modo de transferencia de información;
- velocidad de transferencia de información;
- capacidad de transferencia de información;
- establecimiento de la comunicación;
- simetría;
- configuración de la comunicación;

- canal de acceso y velocidad;
- protocolo de acceso a la señalización, capas 1 a 3;
- protocolo de acceso a la información, capas 1 a 3.

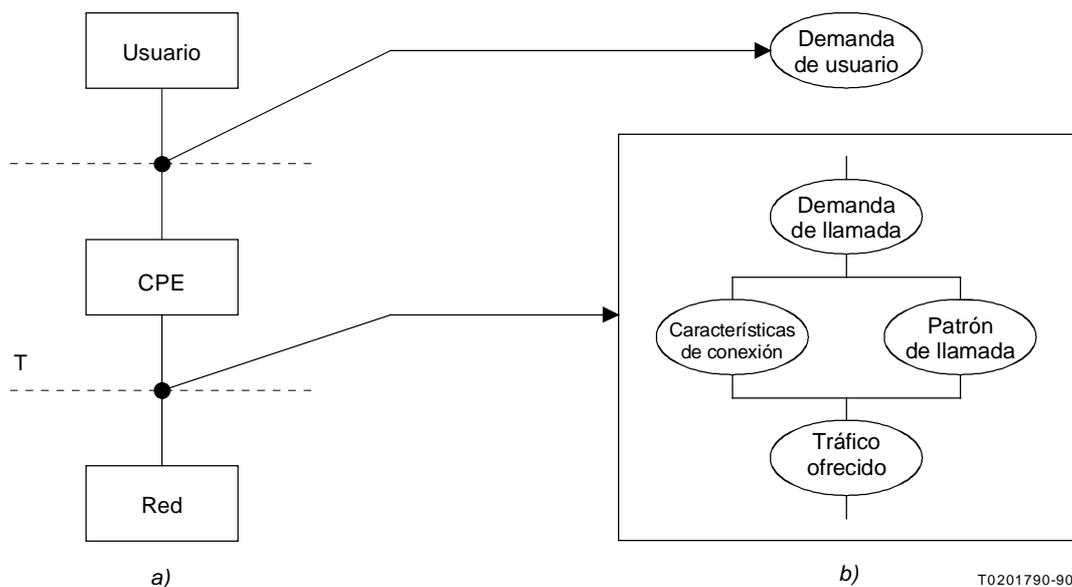
Entre los atributos generales que se siguen estudiando, el atributo «servicios suplementarios» tiene especial importancia para ingeniería de tráfico. La lista de otros atributos generales significativos para ingeniería de tráfico queda para ulterior estudio.

En la práctica, cuando la caracterización de la conexión se efectúa con miras a una determinada tarea de ingeniería de tráfico, sólo son significativos algunos de los atributos mencionados anteriormente.

Por el contrario, algunos de los valores de los atributos indicados en las Recomendaciones de la serie I no son suficientes para ingeniería de tráfico. Por ejemplo, los valores definidos para los atributos de configuración de la comunicación son punto a punto, multipunto y difusión. Para ingeniería de tráfico, ha de especificarse también el número de puntos, su posición y la identificación de cada uno como origen o como destino.

La definición de otras características de conexión, significativas para la ingeniería de tráfico, queda para ulterior estudio.

Nota – Los atributos de capa alta, tales como los protocolos de capa alta, no se consideran como características de conexión ya que, desde el punto de vista del tráfico ofrecido a las capas 1 a 3 de la RDSI, los mensajes de protocolo de capa alta deben considerarse como información de usuario y, por ende, modelarse por medio del patrón de llamada.



CPE Equipo en las instalaciones del cliente
 T Interfaces usuario/red

FIGURA 1/E.711

Modelado de la demanda del usuario por medio de demandas de llamada

2.3 Patrón de llamada y variables de tráfico

Tal como se menciona en el § 2.1, el patrón de llamada de una demanda de llamada se define mediante secuencias de eventos en el interfaz T y los tiempos transcurridos entre ellos.

El patrón de llamada viene definido por un conjunto de variables de tráfico. Estas variables de tráfico se expresan como variables estadísticas, descritas por ciertos parámetros relacionados con sus distribuciones. Esto permite modelar una gran diversidad de demandas de llamada mediante un mismo patrón de llamada. Las demandas de llamada que comprenden los mismos tipos de eventos pero números diferentes de éstos (por ejemplo, número diferente de reintentos) o tiempos diferentes transcurridos entre ellos (por ejemplo, tiempos de ocupación diferentes), pueden modelarse mediante un mismo patrón de llamada.

Cabe distinguir dos clases de variables de tráfico:

- variables de llamada, que describen los eventos que se producen durante las fases de establecimiento de la comunicación y de liberación de la llamada y definen los tiempos transcurridos entre ellos;
- variables de transacción, que describen los eventos que se producen durante la fase de transferencia de información y definen los tiempos transcurridos entre ellos.

Seguidamente se describen estas dos clases de variables de tráfico, así como los parámetros necesarios para caracterizarlas. No obstante, es preciso observar que, cuando el modelado de las demandas de llamada se efectúa con miras a una determinada tarea de ingeniería de tráfico, sólo son necesarias algunas de las variables de tráfico indicadas a continuación.

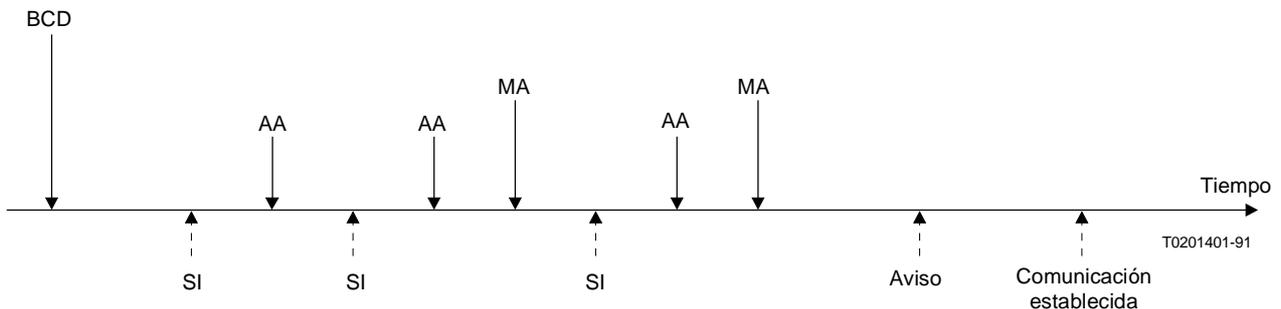
2.3.1 Variables de llamada

2.3.1.1 Proceso de llegada de los intentos (tentativas) de llamada

Es el proceso de intentos (manuales o automáticos) a que puede dar lugar una demanda de llamada (véase la figura 2/E.711). Estos intentos son reconocidos por el sistema como mensajes de establecimiento de la capa 3. Este proceso puede caracterizarse, en particular, por:

- el número medio de reintentos de llamada (tentativas de llamada repetidas) en caso de no completación;
- el tiempo medio transcurrido entre intentos de llamada.

La caracterización más detallada del proceso de llegada de intentos de llamada queda para ulterior estudio.



- BCD Comienzo de la demanda (*beginning of call demand*) (manifestado por el primer intento manual de llamada)
- MA Intento manual de llamada (*manual attempt*)
- AA Intento automático de llamada (*automatic attempt*)
- SI Indicación de estado (*status indication*) señalando no completación de la llamada

FIGURA 2/E.711
Secuencia de intentos de llamada

2.3.1.2 *Tiempos de ocupación de los intentos de llamada*

Para una demanda de llamada revisten interés varios tiempos de ocupación de los intentos de llamada, delimitados por mensajes de la capa 3. Ejemplos de éstos son el tiempo de marcación, el tiempo de tono de llamada y la duración de conversación. La definición de los tiempos de ocupación y de los parámetros de sus distribuciones que los caracterizan queda para ulterior estudio.

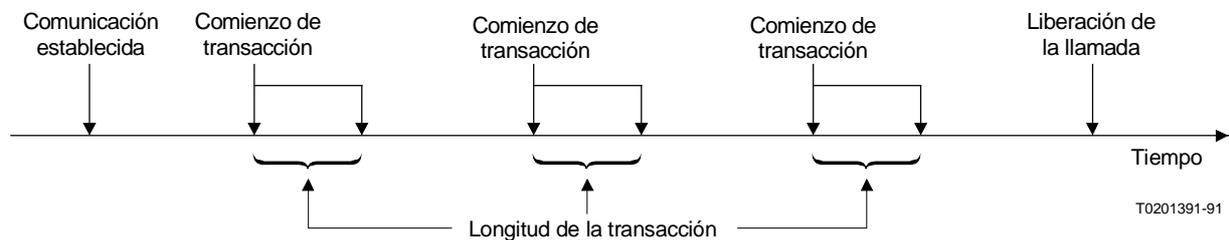
En una primera etapa, puede ser suficiente considerar el tiempo de ocupación medio total.

2.3.2 *Variables de transacción*

El contenido de información, en el plano de usuario, durante una comunicación puede adoptar la forma de transacciones discretas, es decir, de intervalos durante los cuales el usuario produce constantemente información (véase la figura 3/E.711). Esta subdivisión puede ser significativa desde el punto de vista del tráfico en los servicios con conmutación de paquetes y en ciertos casos de servicios con conmutación de circuitos, por ejemplo, cuando se utiliza equipo de multiplicación de circuitos digitales (*digital circuit multiplication equipment – DCME*).

Nota 1 – En una comunicación concreta, la carga relacionada con cada transacción puede sufrir una o más fases de segmentación. Todo el tema de la segmentación de la carga queda para ulterior estudio.

Nota 2 — En la definición de las variables de transacción, los mensajes de protocolo de capa alta deben considerarse como información de usuario.



Nota – La transferencia de información se produce únicamente durante las transacciones.

FIGURA 3/E.711
Transacciones de una llamada

2.3.2.1 *Proceso de llegada de transacciones*

El proceso de llegada aplicable a las transacciones de una comunicación requiere ulterior estudio. No obstante, en una primera etapa puede ser suficiente considerar el número medio de transacciones por comunicación.

2.3.2.2 *Longitud de una transacción*

La longitud de una transacción, expresada en bits, representa la carga ofrecida por la transacción a través del interfaz T. La distribución de las longitudes de transacción queda para ulterior estudio. En una primera etapa se podría considerar la longitud media de las transacciones.

2.4 Ilustración del modelado de la demanda de llamada

Pueden definirse conjuntos de características de conexión para cada servicio de telecomunicación. Dada una tarea de ingeniería de tráfico determinada, se puede asociar un número limitado de patrones de llamada a cada combinación de servicio de telecomunicación/características de conexión. La gama de patrones de llamada posibles que han de considerarse podría suponerse *a priori*, o deducirse a partir de la caracterización del usuario. El cuadro 1/E.711 presenta un formato estructurado para la enumeración de las características de conexión y los patrones de llamada.

CUADRO 1/E.711

Lista de servicios de telecomunicación, características de conexión y patrones de llamada definidos en el modelado de la demanda de llamada

Servicios de telecomunicación (nombres)	Características de conexión (conjuntos)	Patrones de llamada
ST 1	CX 1,1	EL 1,1,1 EL 1,1,2 EL 1,1,3 . . .
	CX 1,2	EL 1,2,1 EL 1,2,2 . . .
	CX 1,3	EL 1,3,1 EL 1,3,2

ST 2	CX 2,1	EL 2,1,1
	CX 2,2	EL 2,2,1 . . .

.

Los patrones de llamada enumerados asociados a una determinada combinación de servicio de telecomunicación/características de conexión deberán describirse en función de variables de tráfico adecuadas para dicha combinación. En el cuadro 2/E.711 se dan ejemplos de descripciones de características de conexión y de patrones de llamada.

CUADRO 2/E.711

Ejemplo de descripciones de características de conexión y de patrones de llamada

Servicios de telecomunicación	Características de conexión	Patrones de llamada
Telefonía	Conmutación de circuitos 64 kbit/s Voz Por demanda Bidireccional simétrica Punto a punto Puntos en distritos diferentes de la misma ciudad	<i>Variables de llamada</i> Número medio de reintentos Tiempo medio de ocupación <i>Variables de transacción</i> Número medio de mensajes para la señalización de usuario a usuario Longitud media de los mensajes
Datos de comunicación	Conmutación de paquetes 64 kbit/s Digital sin restricción Por demanda Unidireccional Punto a dos puntos Puntos en el mismo distrito Canal de acceso: B Protocolo de acceso: Rec. Q.931	<i>Variables de llamada</i> Número medio de reintentos Las dos conexiones se establecen y liberan simultáneamente Tiempo medio de ocupación <i>Variables de transacción</i> Número medio de mensajes para la señalización de usuario a usuario Longitud media de los mensajes Número medio de transacciones por comunicación Longitud media de las transacciones

3 Caracterización del usuario

3.1 *Generalidades*

Para ingeniería de tráfico, los usuarios que comparten un mismo CPE no deben caracterizarse por separado, sino como un conjunto denominado *conjunto de usuarios de CPE*. El conjunto de usuarios de CPE será el usuario o el conjunto de usuarios que accedan a la red a través de un CPE (con independencia del número de accesos RDSI que tenga el CPE).

Un conjunto de usuarios de CPE se caracteriza por el proceso de generación de sus demandas de llamadas originadas y recibidas. En la fase inicial, este proceso puede aproximarse por la tasa media de cada tipo de demandas de llamada durante un periodo de referencia. Queda para ulterior estudio una caracterización más detallada de este proceso, que incluya momentos estadísticos de orden superior.

La caracterización del usuario ha de hacerse para cada conjunto de usuarios de CPE, con el fin de dimensionar los accesos RDSI de su CPE, y para cada población de conjuntos de usuarios de CPE que pudieran compartir recursos de red.

3.2 Caracterización de un conjunto de usuarios de CPE

La caracterización de un conjunto de usuarios de CPE puede efectuarse en varios pasos, como sigue:

- Se determina la tasa de demandas de llamada, $rt(i)$, para cada servicio de telecomunicación i , en las condiciones de referencia.
- Se determina qué conjuntos de características de conexión (i,j) pide el conjunto de usuarios de CPE, para cada servicio de telecomunicación i .
- Se determina la proporción, $px(i,j)$, que representa cada uno de estos conjuntos de características de conexión.
- Se calculan las tasas, $rx(i,j)$, de cada conjunto de características de conexión, mediante la fórmula:

$$rx(i,j) = rt(i) \times px(i,j)$$

- Se determinan los esquemas de llamada (i,j,k) que utiliza el conjunto de usuarios CPE para cada conjunto de características de conexión (i,j) .
- Se determina la proporción, $pc(i,j,k)$, que representa cada uno de estos patrones de llamada (i,j,k) .
- Por último, se calculan las tasas de patrones de llamada, $rc(i,j,k)$, mediante la fórmula:

$$rc(i,j,k) = rx(i,j) \times pc(i,j,k)$$

3.3 Caracterización de una población de conjuntos de usuarios de CPE

La demanda de una población de conjuntos de usuarios de CPE viene caracterizada por los valores medios, en la población, de las tasas por conjunto de usuarios de CPE definidas en el § 3.2.

Una manera práctica de obtener estos valores consiste en dividir la población de conjuntos de usuarios de CPE en clases de conjuntos de usuarios de CPE, estando compuesta cada clase por conjuntos de usuarios de CPE para los que cabe esperar un comportamiento similar en cuanto al tráfico. Esta clasificación puede basarse en la naturaleza de los usuarios (por ejemplo, particulares, pequeñas empresas, etc.) y/o en sus CPE.

Una vez especificadas las clases de conjuntos de usuarios de CPE, se caracteriza cada clase por la proporción que representa en la población de conjuntos de usuarios de CPE, y por las variables (proporciones y tasas) definidas en el § 3.2.

Por último, se calcula el valor medio de cada tasa por conjunto de usuarios de CPE en toda la población, como el promedio ponderado de sus valores medios en cada clase.

En el anexo A figura un ejemplo de este procedimiento.

4 Historial de la Recomendación

- Publicada por primera vez en 1988, con el título «Demanda de usuario».
- Revisada y publicada de nuevo en 1991.

ANEXO A

(a la Recomendación E.711)

Ejemplo de la caracterización de una población de conjuntos de usuarios de CPE con arreglo a sus demandas de llamada

En el cuadro A-1/E.711 aparece la división de una población en clases de conjuntos de usuarios de CPE. Se definen los servicios de telecomunicación utilizados por cada clase, así como las correspondientes tasas de demanda de llamada.

Para cada clase de conjuntos de usuarios de CPE y cada servicio de telecomunicación es preciso determinar, de la manera expuesta en el § 3, la proporción que representa cada patrón de características de conexión y cada patrón de llamada.

CUADRO A-1/E.711

Ejemplo de clases de conjuntos de usuarios de CPE y de sus tasas de demanda de servicios de telecomunicación

Clases de conjuntos de usuarios de CPE	Proporción de la clase en la población total de conjuntos de usuarios de CPE	Número medio de unidades de acceso (canales B) por CPE	Servicio de telecomunicación	Tasa de demandas de llamada por conjunto de usuarios de CPE en la hora cargada
Particulares	22%	2	Telefonía Videotex interactivo Datos	3,5 0,06 0,8
Pequeñas empresas	65%	2	Telefonía Videotex interactivo Facsimil Teletex Datos	4 0,15 0,08 0,15 4
Empresas medias	12%	3	Telefonía Videotex interactivo Facsimil Teletex Datos	22 0,35 1,15 2 20
Grandes empresas	1%	92	Telefonía Videotex interactivo Facsimil Teletex Datos	920 8 18 25 210

El cuadro A-2/E.711 muestra el resultado del proceso para una clase de conjuntos de usuarios de CPE y un servicio de telecomunicación dados de entre los que figuran en el cuadro A-1/E.711.

Adviértase que el número de conjuntos de características de conexión y el número de patrones de llamada que han de considerarse dependen de la tarea de ingeniería de tráfico de que se trate. En este ejemplo, se supone que la tarea de ingeniería de tráfico requiere solamente un número reducido de parámetros para describir la demanda de llamada.

Debe tenerse presente que la finalidad de este ejemplo es puramente ilustrativa. En los trabajos mencionados en la bibliografía pueden encontrarse otros ejemplos, relacionados con países y redes concretos.

**Demandas de llamada para el servicio de telecomunicación «Datos»
en la clase de clientes «Grandes empresas»**

Tasa de demandas de llamada (por hora)	210		
Conjuntos de características de conexión	Conmutación de circuitos, punto a punto, 64 kbit/s, información de usuario por canal B (Las tasas incluyen llamadas originadas y recibidas)	Conmutación de paquetes, punto a punto, 64 kbit/s, información de usuario por canal D (Las tasas incluyen llamadas originadas y recibidas)	
Proporción	50%	50%	
Tasa de demandas de llamada (por hora)	105		105
Patrones de llamada	$t_m = 60$ s (interactivo)	$t_m = 1,5$ s (transferencia de ficheros)	$t_m = 60$ s 20 transacciones por comunicación Longitud de la transacción = 1000 bits
Proporción	22%	78%	100%
Tasa de demandas de llamada (por hora)	23,1	81,9	105

Bibliografía

BONATTI (M.), GIACOBBO SCAVO (G.), ROVERI (A.), VERRI (L.): Terminal exchange access system for NB-ISDN: Key issues for a traffic reference model. *Proc. 12th ITC*, Turín, 1988.

GRABOWSKI (K.H.), HAGENHAUS (L.): Traffic models for ISDN with Integrated Packet Switching. *Proc. 12th TC*, Turín, 1988.

FICHE (G.), LE PALUD (C.), ETESSE (L.): ISDN traffic assumptions and repercussions for switching system architectures. *Proc. ISS'87*, Phoenix, 1987.

ANEXO B

(a la Recomendación E.711)

**Lista por orden alfabético de las abreviaturas contenidas
en esta Recomendación**

AA	Intento de llamada automática
BCD	Comienzo de la demanda de llamada
CPE	Equipo de las instalaciones del cliente
DCME	Equipo de multiplicación de circuitos digitales
MA	Intento de llamada manual
SI	Indicación de estado

