



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

E.712

(10/92)

RED TELEFÓNICA Y RDSI

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

**MODELADO DEL TRÁFICO DEL PLANO
DE USUARIO**



Recomendación E.712

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.712 ha sido preparada por la Comisión de Estudio II y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 2 el 30 de octubre de 1992.

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 reconocida de telecomunicaciones.
- 2) En el anexo A, figura la lista de abreviaturas utilizadas en la presente Recomendación.

© UIT 1993

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.

MODELADO DEL TRÁFICO DEL PLANO DE USUARIO

(1992)

1 Introducción

En la Recomendación E.711 la demanda del usuario se caracteriza por sus demandas de llamada y por la descripción de cada tipo de demanda de llamada. A partir de la información proporcionada por esa caracterización del usuario, la Recomendación E.712 determina los valores de los parámetros de tráfico necesarios para dimensionar los recursos de las capas 1 a 3 del plano del usuario de la RDSI.

Los recursos empleados por el tráfico del plano del usuario son los siguientes:

- accesos de cliente (básico, primario y sus múltiplex): canales B y D;
- recursos de las centrales RDSI: redes de conmutación, manejadores de paquetes, etc.;
- grupos de enlaces.

2 Planteamiento general

En la RDSI las demandas de llamada con características de conexión diferentes pueden ofrecerse al mismo grupo de recursos. Según el tipo de recursos, el dimensionado puede exigir el caracterizar por separado las componentes de tráfico correspondientes a las demandas de llamada con algunas características de conexión diferentes.

En primer lugar, se distinguen las dos componentes principales del tráfico según la característica de conexión «modo de transferencia de información». Cada una de esas dos componentes (con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes) puede dividirse de nuevo en otras componentes, según las otras características de conexión de sus demandas de llamada.

Así pues, los pasos para modelar el tráfico ofrecido a un grupo de recursos son los siguientes:

- identificar las demandas de llamada que utilizan este grupo de recursos;
- identificar las características de conexión que conllevan la división en componentes del tráfico debido a esas demandas de llamada;
- describir y cuantificar esas componentes de tráfico mediante un conjunto de parámetros obtenido a partir de los parámetros definidos en la Recomendación E.711.

Este planteamiento se seguirá en el § 3 para modelar el tráfico con conmutación de circuitos y en el § 4 para el tráfico con conmutación de paquetes.

3 Modelado del tráfico con conmutación de circuitos

3.1 Observaciones relativas al concepto de grupo de recursos

En las primeras implementaciones de la RDSI, el número de canales o circuitos reservados por llamadas será el mismo en ambos sentidos del flujo de información. Este número viene dado para cada llamada por la dirección en que la velocidad de transferencia de información es mayor. En este caso, los canales B de un acceso RDSI o los canales (intervalos) de un grupo de enlaces se denominan grupo de recursos, independientemente del sentido del flujo de información.

En las futuras implementaciones de la RDSI, cuando la característica de conexión «simetría» del patrón de llamada toma los valores unidireccional o bidireccional asimétrico, el número de canales reservados por llamada puede ser distinto en cada sentido del flujo de información. En este caso, los canales que cursan el flujo de información en cada sentido deben dimensionarse por separado (el dimensionado final viene determinado por el sentido en que el número requerido de canales es mayor). Así pues, los canales de cada sentido pueden considerarse, en el contexto de esta Recomendación, como un grupo distinto de recursos.

3.2 *Identificación de las demandas de llamada que utilizan un grupo de recursos*

Para identificar las demandas de llamada que utilizan un grupo de recursos deberán considerarse las características de conexión siguientes:

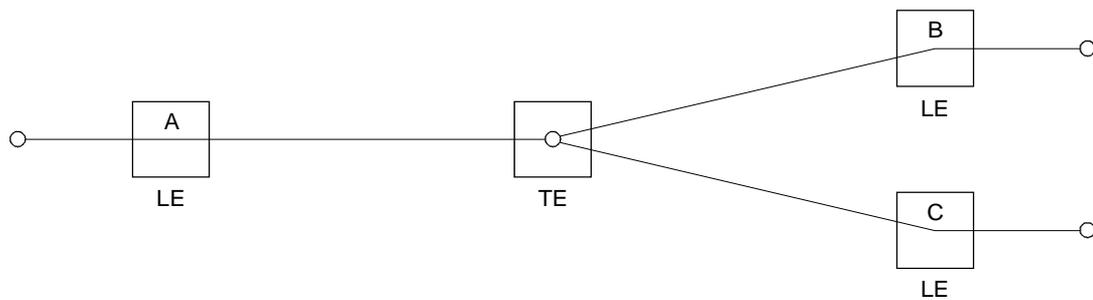
- configuración de la comunicación: en el sentido amplio considerado en el § 2.2 de la Recomendación E.711, esta característica define la posición de los puntos extremos de la comunicación; esto junto a la estrategia de encaminamiento determina si un determinado grupo de recursos puede ser empleado por una demanda de llamada;
- capacidad de transferencia de información;
- establecimiento de la comunicación;
- velocidad de transferencia de información.

Estas tres últimas características han de tenerse en cuenta, ya que puede haber grupos de recursos dedicados sólo a demandas de llamada con determinados valores de esas características de conexión (por ejemplo, recursos dedicados únicamente a conexiones monocanal o solamente a tráfico por demanda).

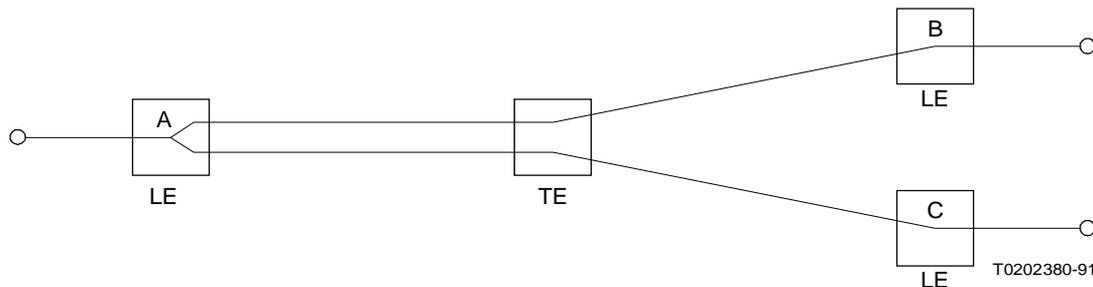
3.3 *División en componentes de tráfico*

Cuando demandas de llamada con características de conexión distintas comparten el mismo grupo de recursos, deben caracterizarse por separado las distintas componentes del tráfico ofrecido. Para el tráfico con conmutación de circuitos esas componentes se distinguen de acuerdo con los criterios siguientes:

- a) el número de recursos requeridos por llamada: las características de conexión de la demanda de llamada que determinan ese número son las siguientes:
 - la velocidad de transferencia de información: en la primera situación mencionada en el § 3.1, la velocidad en el sentido en que ésta es mayor; en la segunda situación, la velocidad en el sentido de que se trate. Cuando esa velocidad es de $n \times 64$ kbit/s, se requieren para cada llamada n canales B del acceso RDSI o n canales de un grupo de circuitos;
 - la configuración de la comunicación: en las conexiones multipunto una llamada puede requerir varios recursos del mismo grupo, según donde se produzca la separación de la información; en la figura 1/E.712 se dan dos ejemplos de comunicación entre tres puntos; si la velocidad de transferencia de información es de $n \times 64$ kbit/s, se requieren n recursos en cada grupo de enlaces en el ejemplo a), mientras que en el ejemplo b) se requieren $2 \times n$ recursos en el grupo de enlaces que conecta la central local A y la central de tránsito, y n recursos en cada uno de los otros dos grupos de enlaces.
- b) la existencia de alguna restricción en la asignación de varios recursos a la misma llamada; se requiere integridad de la secuencia de intervalos de tiempo (TSSI, *time slot sequence integrity*) para las comunicaciones a $n \times 64$ kbit/s cuando el valor de la característica de conexión «capacidad de transferencia de información» sea sin restricciones o estructurado a 8 kHz; una técnica que permite obtener esta integridad consiste en asignar los n canales (intervalos) en el mismo múltiplex MIC primario, o incluso obligar a que los n canales sean contiguos; deberán diferenciarse las componentes de tráfico con restricciones distintas en la asignación;
- c) encaminamiento de la llamada: depende de la estrategia general de encaminamiento de llamadas y de la característica de conexión «configuración de la comunicación» de la demanda de llamada, que define la posición de los puntos terminales involucrados en la comunicación. Las componentes de tráfico ofrecidas en primera elección al grupo de recursos en cuestión deben distinguirse de las que sólo se ofrecen por desbordamiento de grupos anteriores. Entre estas últimas también deben distinguirse las componentes para las que los grupos de elección anteriores son distintos;



a) La información se separa en la central de tránsito



b) La información se separa en la central local A

LE Central local (*local exchange*)
 LE Central de tránsito (*transit exchange*)

FIGURA 1/E.712

Dos ejemplos de realización de una comunicación entre tres puntos

- d) procedimiento para el establecimiento de la comunicación: para los recursos que comparten el tráfico de demandas de llamada con valores distintos de esta característica de conexión las componentes de tráfico por reserva y por demanda deben caracterizarse por separado;
- e) cualquier característica que pueda motivar un tratamiento distinto en cuanto a prioridad o a protección: un tratamiento distinto (por ejemplo, mediante métodos de protección del servicio) de distintas componentes de tráfico puede deberse a algunos de los criterios citados anteriormente, como por ejemplo, llamadas monointervalo o multiintervalo, tráfico de primera elección o tráfico de desbordamiento, llamadas por demanda o llamadas con reserva, etc. Además, otras características pueden también motivar un tratamiento distinto en prioridad o protección, como por ejemplo, componentes de tráfico con objetivos de grado de servicio distintos (correspondientes a valores distintos del atributo general/característica de conexión «calidad de servicio»). Los métodos de protección de servicio también pueden aplicarse entre componentes de tráfico correspondientes a servicios distintos o entre los dos sentidos de establecimiento en grupos de enlaces bidireccionales, aunque dichas componentes de tráfico tengan los mismos objetivos de grado de servicio (GOS, *grade of service*) y los mismos valores de las otras características citadas anteriormente. El motivo de esta protección es evitar que la sobrecarga de una componente de tráfico pueda deteriorar el GOS de las demás. En todos los casos en que se requiera un tratamiento en prioridad o en protección distinto entre componentes de tráfico, cada una de ellas deberá caracterizarse por separado.

La identificación de otros criterios, como por ejemplo distintos servicios suplementarios, que puedan motivar nuevas distinciones entre componentes de tráfico queda en estudio.

3.4 *Parámetros que describen cada componente de tráfico*

Una vez diferenciadas las diversas componentes de tráfico ofrecidas a un grupo de recursos de acuerdo con los criterios del § 3.3, debe caracterizarse cada una de ellas.

Nota – En caso de encaminamiento alternativo, el dimensionado de un grupo de enlaces no sólo requiere la caracterización de las componentes de tráfico que pueden ofrecerse en primera o subsiguientes elecciones al grupo de enlaces en cuestión, sino también la de todas las demás componentes ofrecidas a la agrupación de grupos de enlaces a la que el grupo pertenece.

Cada componente de tráfico se caracteriza por lo siguiente:

- Las características de conexión de interés de la componente: son las mismas que, de acuerdo con el § 3.3, pueden motivar una caracterización distinta de la componente, es decir, número de recursos requeridos por llamada, restricciones en la asignación de recursos, encaminamiento de la llamada, establecimiento de la comunicación y objetivo de GOS.
- El valor del tráfico ofrecido por la componente y su proceso de generación: el proceso de generación queda en estudio; no obstante, en un primera etapa puede considerarse el tráfico poissoniano, desde el punto de vista del proceso de llegada de llamadas, cuando se ofrece a los recursos de primera elección. El valor del tráfico ofrecido se examina en el § 3.5.
- Parámetros de tráfico adicionales específicos de ciertas componentes de tráfico: por ejemplo, en caso de reserva de tráfico, se requiere la cuantificación de varios parámetros relacionados con el tiempo de reserva (intervalo entre la petición de reserva y el inicio del tiempo reservado) y con el tiempo reservado. La descripción de estos parámetros queda en estudio. También pueden necesitarse parámetros de tráfico adicionales para describir algunos servicios suplementarios. Estos parámetros también quedan en estudio.

3.5 Cuantificación del tráfico ofrecido

El tráfico ofrecido a un grupo de recursos debido a la componente de tráfico m viene dado por:

$$A_m = A'_m \cdot d_m \quad \text{siendo } A'_m = \lambda_m \cdot h_m$$

donde:

- λ_m es la tasa de llegada de demandas de llamada de la componente de tráfico m ;
- h_m es el tiempo medio de ocupación de los recursos por demanda de llamada de la componente de tráfico m ;
- d_m es el número de recursos requeridos por cada demanda de llamada de la componente de tráfico m .

A'_m describe el tráfico ofrecido desde el punto de vista del número de llamadas simultáneas, mientras que A_m describe el tráfico ofrecido desde el punto de vista del número de recursos simultáneamente ocupados. En caso de tráfico ofrecido a recursos de primera elección, A'_m puede considerarse tráfico poissoniano, mientras que A_m ha de considerarse tráfico con llegada en lotes con un tamaño de lote igual a d_m . Así, ni A'_m solo ni A_m solo describen totalmente el proceso de tráfico. Cualquiera de ellos tendrá que complementarse con el valor de d_m .

A partir de la caracterización de los usuarios realizada en la Recomendación E.711, el valor de A'_m (y por tanto $A_m = A'_m \cdot d_m$) puede obtenerse como sigue.

3.5.1 Accesos RDSI

Para los canales B de los accesos RDSI de un equipo en las instalaciones del cliente (CPE, *customer premises equipment*), A'_m viene dado por:

$$A'_m = \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f_m(i,j) \cdot h(i,j,k)$$

donde:

- $rc(i,j,k)$, definido y calculado en el § 3.2 de la Recomendación E.711, es la tasa de demandas de llamada originadas por o destinadas al grupo de usuarios del CPE (grupo de usuarios CPE) correspondientes al servicio de telecomunicación i , conjunto de características de conexión j patrón de llamada k ;

- $f_m(i,j)$ es un factor que toma los valores 1 ó 0 según que las llamadas de los tipos i,j pertenezcan o no a la componente de tráfico m ;
- $h(i,j,k)$ es el tiempo medio total de ocupación de los canales B por demanda de llamada del tipo i,j,k .

Las tasas $rc(i,j,k)$ deben referirse al periodo de referencia. La definición del periodo de referencia queda en estudio.

$h(i,j,k)$ debe incluir el tiempo de ocupación de los canales B debido a todos los intentos de la demanda de llamada. Debe estimarse el número medio de intentos de llamada no completados que hay por cada demanda de llamada completada y por cada demanda de llamada no completada así como el tiempo de ocupación por intento de llamada no completado y completado. Estos parámetros se obtienen a partir de las variables de llamada definidas en el § 2.3.1 de la Recomendación E.711.

3.5.2 Otros grupos de recursos

En el caso de los recursos de las centrales RDSI o de grupos de enlace, lo primero que hay que hacer es identificar los usuarios que pueden ofrecer tráfico al grupo de recursos. Como en una demanda de llamada participan dos o más usuarios, pueden seguirse dos criterios para identificar al usuario que ofrece tráfico a esos recursos:

- Elegir, entre los usuarios que participan en una demanda de llamada, el usuario al que se considera que ofrece tráfico al grupo de recursos según con un criterio de situación, como por ejemplo, la proximidad al grupo de recursos. Este criterio es el más habitual cuando el usuario más cercano puede identificarse claramente, como por ejemplo, en un grupo de enlaces que conecta una central local y una central de tránsito, en cuyo caso el usuario más cercano es el de la central local. Con este criterio el tráfico ofrecido al grupo de recursos se obtiene a partir de las demandas de llamada originadas y destinadas a los usuarios más cercanos.
- Suponer que, entre los usuarios que participan en una demanda de llamada, el que ofrece el tráfico al grupo de recursos es el que origina la llamada. Este criterio puede ser práctico, por ejemplo, para evaluar el tráfico ofrecido a un grupo de enlaces que conecta dos centrales locales. Siguiendo este criterio, el tráfico ofrecido al grupo de recursos se obtiene a partir de las demandas de llamada originadas por los usuarios de ambas centrales.

Una vez que se ha identificado, según uno de los dos criterios anteriores, la población de usuarios o, más específicamente, la población de grupos de usuarios CPE que ofrece tráfico al grupo de recursos en cuestión, esta población se caracteriza de acuerdo con el § 3.3 de la Recomendación E.711. A partir de esta caracterización, A'_m se obtiene por:

$$A'_m = N \cdot \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f_m(i,j) \cdot h(i,j,k)$$

donde:

- N es el número de grupos de usuarios CPE en la población (este número es igual al número de CPE, ya que el grupo de usuarios CPE es el grupo de usuarios que accede a la red a través de un CPE);
- $rc(i,j,k)$ es el valor medio por grupo de usuarios CPE de la población de la tasa de demandas de llamada del tipo i,j,k , calculado, como se indica en el § 3.3 de la Recomendación E.711, como la media ponderada de su valor medio en cada clase de grupos de usuarios CPE. (Deben considerarse tanto las demandas de llamada de origen como las de destino, o solamente las de origen, según el criterio seguido para identificar a los usuarios.);
- $f_m(i,j)$ tiene el mismo significado que en el § 3.5.1;
- $h(i,j,k)$ es el tiempo medio de ocupación total de los recursos del grupo por demanda de llamada del tipo (i,j,k) .

Si el modelado de la demanda de usuario se hace únicamente para cuantificar el tráfico ofrecido a un determinado grupo de recursos, el número de tipos (i,j,k) de demanda de llamada definido deberá ser igual o ligeramente superior al número de componentes de tráfico que han de diferenciarse. A cada componente de tráfico m corresponderá uno o varios tipos de demanda de llamada para los cuales $f_m(i,j)$ es igual a 1.

Cabe observar que el tiempo medio total de ocupación por demanda de llamada puede ser distinto para diferentes grupos de recursos, según los instantes de la llamada en que el recurso o los recursos se toman o liberan. Esta diferencia suele ser mayor para los intentos no completados y para el tiempo de señalización de los intentos completados. En todo caso, estos tiempos de ocupación pueden derivarse de las variables de llamada definidas en el § 2.3.1 de la Recomendación E.711 y de la operación de la red.

Puede ocurrir que los usuarios que ofrecen tráfico a un grupo de recursos estén ubicados en redes o zonas geográficas diferentes con distintas características, bien características generales (por ejemplo, proporciones de clases de grupos de usuarios CPE en la población distintas en cada zona) o bien características relacionadas con el grupo de recursos en cuestión (por ejemplo, para un grupo de enlaces bidireccionales que conecta dos centrales locales, distinta tasa de demandas de llamada por grupo de usuarios CPE de los grupos de usuarios CPE de una y otra central). En estos casos, es más práctico caracterizar por separado a los usuarios de cada zona, evaluar el tráfico ofrecido desde cada una de ellas y, finalmente, sumarlos para obtener el tráfico total ofrecido.

4 Modelado del tráfico con conmutación de paquetes

4.1 Prestación de servicios con conmutación de paquetes en la RDSI

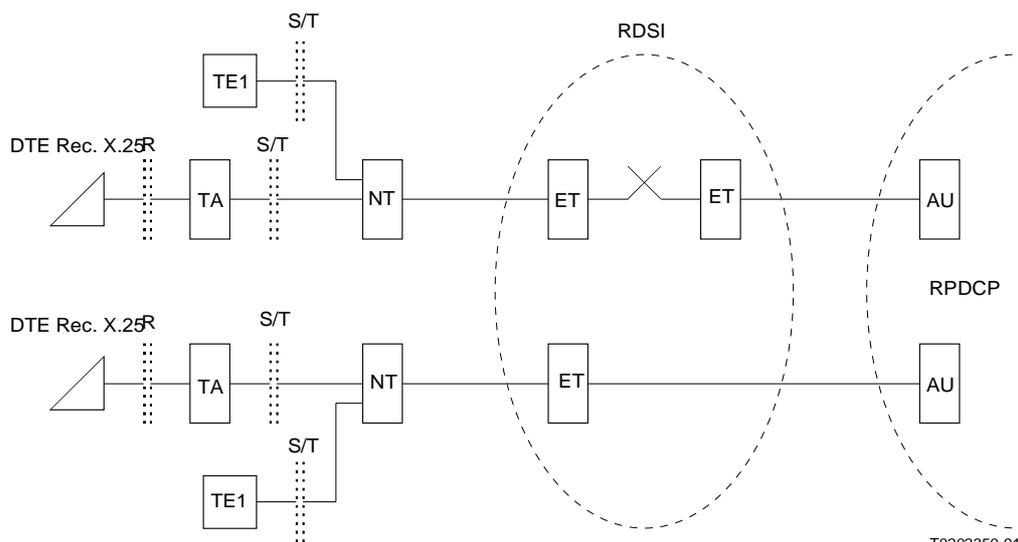
Las Recomendaciones X.31 y Q.931 describen la prestación de servicios con conmutación de paquetes en la RDSI. El objeto de este punto es señalar las características de esta prestación, que son de interés para la ingeniería de tráfico.

Han dos tipos principales de servicios de transmisión de datos con conmutación de paquetes para los terminales en modo paquete conectados a la RDSI, a saber:

- caso A: acceso a la red pública de datos con conmutación de paquetes (RPDCP);
- caso B: utilización de un servicio de circuito virtual RDSI.

En el caso A, se provee una conexión con conmutación de circuitos a 64 kbit/s a través de la RDSI para conectar un canal B del acceso de usuario y un puerto de acceso, denominado unidad de acceso (AU, *access unit*), de una RPDCP (véase la figura 2/E.712). El canal D no puede utilizarse en este caso. Sólo un terminal de usuario puede utilizar esta conexión; sin embargo, pueden simultáneamente cursarse varias llamadas virtuales Rec. X.25 entre el terminal y otros usuarios. Esta conexión puede ser permanente o establecida por demanda. En el caso de una conexión por demanda, la conexión de circuito puede ser solicitada por el usuario o por la unidad de acceso (AU). En el caso de petición por el usuario, tiene que proporcionar el número que identifica la AU apropiada utilizando protocolo Rec. Q.931. En el caso inverso, la AU proporciona el número que identifica el terminal de usuario. Cuando se ha establecido la conexión de circuito, se utiliza un protocolo Rec. X.25 para establecer la(s) llamada(s) virtual(es), siendo la RDSI transparente a este procedimiento. En el caso de conexión por demanda, el usuario o la AU tienen que pedir su liberación cuando termina la última llamada virtual.

En el caso B, la RDSI proporciona el servicio de circuito virtual. A tal fin, se incorporan en la RDSI las funciones de tratamiento de paquetes (PH, *packet handling*). En este caso, puede utilizarse un canal B o D en el acceso de usuario. En el caso de un canal B, el usuario llamante pide directamente el servicio con conmutación de paquetes utilizando el protocolo Rec. Q.931, y la red proporciona una conexión a la función de tratamiento de paquetes. Después de eso, la llamada progresa utilizando el protocolo Rec. X.25. En el caso de utilización de un canal D, la llamada progresa directamente utilizando el protocolo Rec. X.25. En ambos casos, se utiliza una conexión de circuito a 64 kbit/s, ya sea por demanda o permanente, entre la terminación de central (ET, *exchange termination*) y la función PH. Si las partes llamante y llamada son ambos usuarios RDSI, podrían conectarse a diferentes funciones PH. Estas funciones PH podrían interconectarse a través de la RPDCP.



Se utiliza el canal B

- AU Unidad de acceso
- TA Adaptador de terminal (*terminal adaptor*)
- NT Terminación de red 2 y/o 1
- ET Terminación de central
- TE1 Equipo terminal 1
- DTE Equipo terminal de datos (*data terminal equipment*)
- ⋮ Puntos de referencia (vease la Recomendación I.411)
- ⋮

Nota 1 – La figura es sólo un ejemplo de muchas posibles configuraciones, y se incluye como ayuda al texto.

Nota 2 – Las conexiones de trazo continuo representan conexiones con conmutación de circuitos.

FIGURA 2/E.712
Acceso a una RPDCP

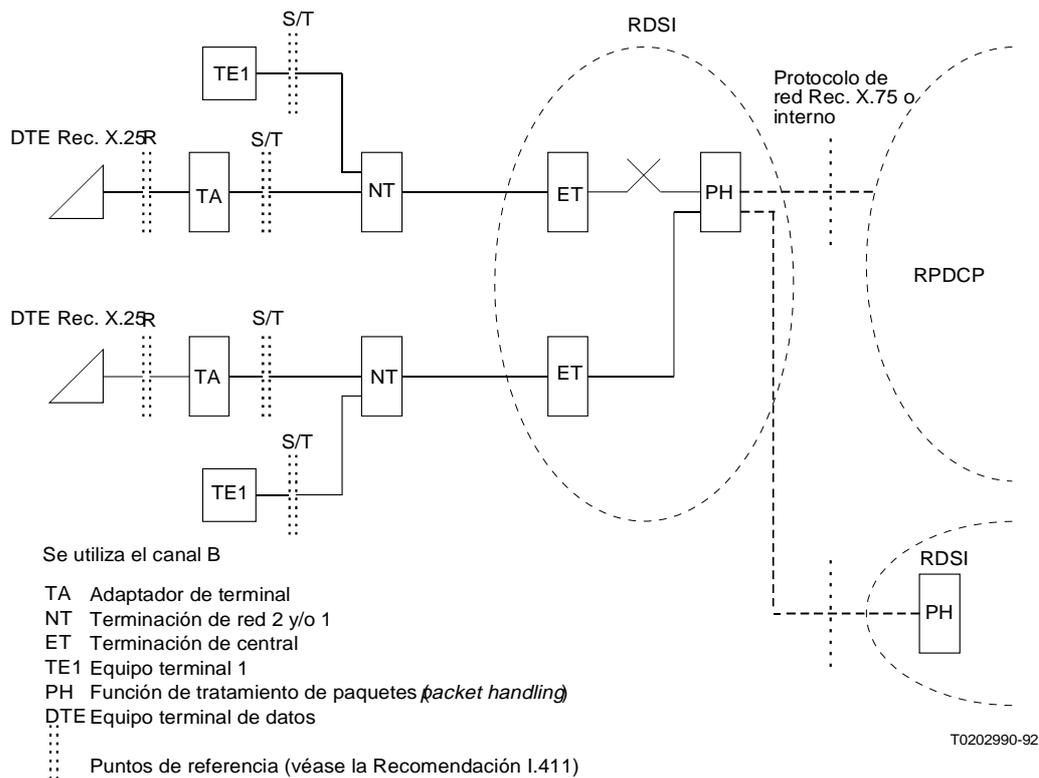
Las posibilidades de multiplexación dependen de que se utilice el canal B o D:

- en el caso de utilización del canal B (véase la figura 3/E.712), el canal y el circuito a 64 kbit/s que lo conecta a la PH pueden ser simultáneamente utilizados únicamente por las llamadas virtuales de un solo terminal. Por tanto, desde el punto de vista del tráfico este caso es similar al caso A;
- en el caso de utilización del canal D (véase la figura 4/E.172), el canal D puede ser utilizado simultáneamente por las llamadas virtuales de varios terminales de usuario. Podría además proveerse un concentrador de tramas para realizar una multiplexación estadística de las llamadas cursadas por un grupo de canales D en un número reducido de circuitos a 64 kbit/s conectados a las funciones PH.

4.2 Identificación de las demandas de llamada que utilizan un grupo de recursos

Las características de la conexión de una demanda de llamada, definidas en la Recomendación E.711, determinan si una demanda de llamada utiliza un cierto grupo de recursos.

La primera característica de la conexión a considerar es el modo de transferencia de información: conmutación de circuitos en el caso A y conmutación de paquetes en el caso B.



Nota 1 – La figura es sólo un ejemplo de muchas posibles configuraciones, y se incluye como ayuda al texto.

Nota 2 – Las conexiones de trazo continuo representan conexiones con conmutación de circuitos y las de trazo discontinuo conexiones con conmutación de paquetes.

FIGURA 3/E.712

Servicio de circuito virtual – Acceso por el canal B

En el caso A, también tiene que considerarse las siguientes características de la conexión:

- configuración de la comunicación: define la posición del usuario y de la AU que intervienen en la comunicación;
- capacidad de transferencia de información (digital sin o con restricciones);
- establecimiento de la comunicación.

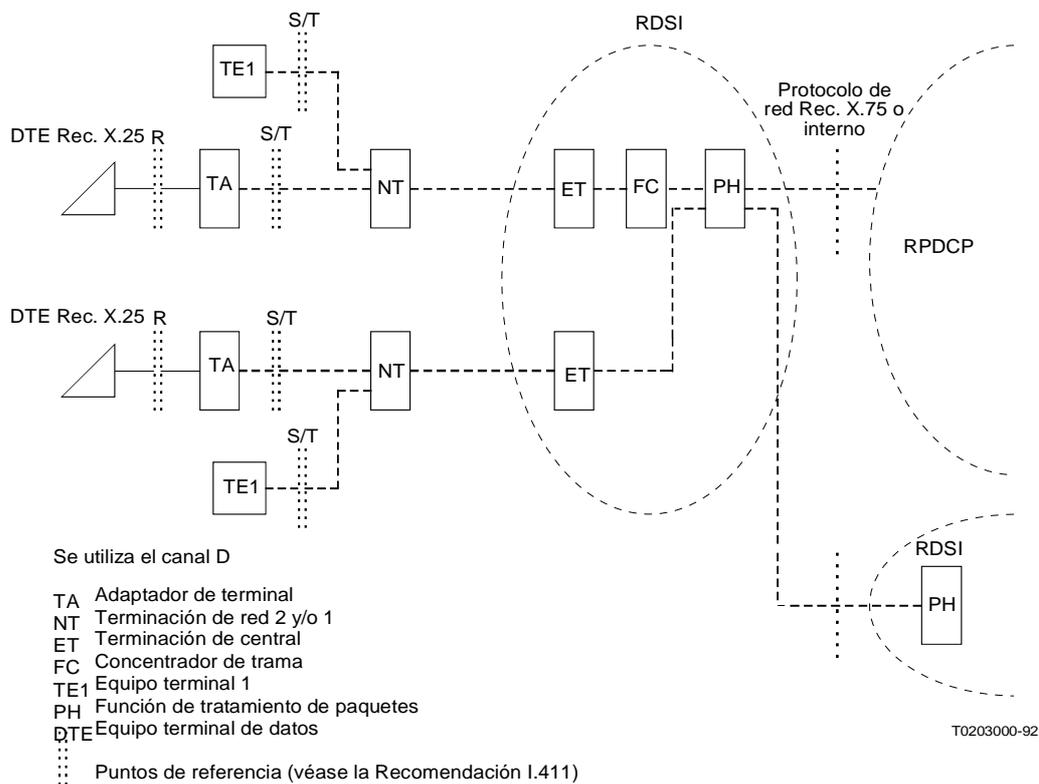
En el caso B, las características de la conexión a considerar son:

- canal de acceso (B o D);
- configuración de la comunicación: define la posición de los usuarios finales.

Otras características la conexión a considerar, sea en el caso A o B, quedan en estudio.

4.3 *Componentes de tráfico y sus parámetros*

En el tráfico con conmutación de paquetes, las componentes y los correspondientes parámetros a considerar para fines de dimensionado dependen del tipo de recursos utilizados en el acceso y en la red.



Nota 1 – La figura es sólo un ejemplo de muchas posibles configuraciones, y se incluye como ayuda al texto.

Nota 2 – En algunas realizaciones, la función PH, lógicamente perteneciente a la RDSI, puede residir físicamente en un nodo de la RPDCP. El servicio proporcionado sigue siendo el servicio de circuito virtual.

Nota 3 – Las conexiones de trazo discontinuo representan conexiones con conmutación de paquetes.

FIGURA 4/E.712

Servicio de circuito virtual – Acceso por el canal D

4.3.1 *Accesos RDSI*

4.3.1.1 *Canales B*

El tráfico ofrecido a los canales B de los accesos a la RDSI del equipo de las instalaciones del cliente (CPE) debido a las componentes de tráfico con conmutación de paquetes viene dado por el tráfico que realiza el acceso según los casos A o B anteriormente descritos. Desde el punto de vista del tráfico, cuando el acceso es un canal B, el caso A y el caso B tienen que tratarse del mismo modo.

Teniendo en cuenta que el canal B se utiliza en modo conmutación de circuitos en ambos casos A y B, y que no es necesario distinguir los dos sentidos de transmisión, los parámetros a considerar para caracterizar el tráfico son:

- la tasa de demandas de llamada (virtual);
- la duración de las llamadas (virtuales);
- el coeficiente de multiplexación de llamadas virtuales, dado por el número medio de llamadas de origen o de destino que tienen simultáneamente un mismo terminal de usuario cuando está activo (es decir, cuando está conectado a través de un canal B a una AU o a un PH).

El coeficiente de multiplexación, que depende del comportamiento del usuario y de las características del terminal, tiene que ser considerado, ya que varias llamadas virtuales simultáneas destinadas a o procedentes de un mismo terminal son transportadas por el mismo canal B.

4.3.1.2 *Canales D*

El tráfico de usuario debido a las componentes conmutación de paquetes que se ofrece (en adición al tráfico del plano de control) a los canales D se caracteriza en términos de:

- tasa de demandas de llamada (virtual);
- número de paquetes por llamada (virtual);
- longitud de los paquetes.

Deben distinguirse los dos sentidos, ya que el flujo de paquetes puede ser distinto en cada uno de ellos.

Pese a las características generales de la ley de llegada de paquetes para cada llamada y para la superposición (multiplexación) de varias llamadas, pueden utilizarse los valores medios en una primera etapa para caracterizar estos tráficos (véase la Recomendación E.711).

4.3.2 *Recursos en la red*

4.3.2.1 *Circuitos de acceso a AU o PH*

Los circuitos utilizados en la red para enlazar los accesos de los usuarios a las AU o los PH están directamente correlacionados con el uso de los canales B y de los canales D.

La central puede o no efectuar una función de concentración para un grupo de canales B (concentración de tipo circuito) o para un grupo de canales D (por ejemplo, un concentrador de tramas).

Si la central no efectúa ninguna función de concentración, entonces corresponderá un circuito a cada canal B y uno a cada canal D.

En cualquier caso, es siempre necesario determinar:

- Cuando se utiliza un canal B, el tráfico total a cada destino; es decir, en el caso A, el tráfico entre los grupos de usuarios y las AU; en el caso B, el tráfico entre los grupos de usuarios y los PH. Igual que se indicó para los canales B en el § 4.3.1, los parámetros a considerar son sólo la tasa de demandas de llamada, la duración de las llamadas y el coeficiente de multiplexación.
- Cuando se utiliza un canal D, el tráfico total entre un grupo de canales D y cada PH. Igual que se indicó para los canales D en el § 4.3.1, los parámetros a considerar fundamentalmente son los relacionados con la tasa total de paquetes a transferir en cada sentido y con su longitud.

4.3.2.2 *Circuitos entre funciones PH*

Hay que determinar el tráfico total entre cada par de PH. Los parámetros a considerar fundamentalmente son los relacionados al número total de paquetes a transferir en cada sentido y a su longitud.

4.3.2.3 *Funciones AU y PH*

Para cada uno de estos recursos, es necesario determinar la tasa total de llamadas, su duración y la tasa de paquetes a tratar. La tasa de llamadas, permite el dimensionado de los procesadores de tratamiento de llamadas y, teniendo en cuenta su duración, permite el dimensionado de los recursos de memoria. La tasa de paquetes permite el dimensionado de los procesadores de tratamiento de paquetes.

4.4 Cuantificación del tráfico ofrecido

Siguiendo la Recomendación E.711, y teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, puede calcularse el volumen total de tráfico ofrecido en el plano de usuario a los diferentes recursos de la red.

4.4.1 Accesos RDSI

4.4.1.1 Canales B

Para los canales B de los accesos RDSI de un CPE, el tráfico debido a la conmutación de paquetes, A_{BP} , viene dado por:

$$A_{BP} = \frac{1}{C_M} \cdot \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f(i,j) \cdot h(i,j,k) \quad (\text{Erlang}) \quad C_M \geq 1$$

donde:

- $rc(i,j,k)$ es la tasa de demandas de llamada de origen o de destino del conjunto de usuarios del CPE (conjunto de usuarios CPE) correspondiente al servicio de telecomunicación i , conjunto de características de la conexión j y patrón de llamada k ;
- $f(i,j)$ es 1 para los tipos i,j de llamada de paquetes que son caso A o caso B con utilización de un canal B; para llamadas del caso B con utilización de un canal D, $f(i,j) = 0$;
- $h(i,j,k)$ es el tiempo medio de ocupación por demanda de llamada del tipo (i,j,k) ;
- C_M es el coeficiente de multiplexación definido en el § 4.3.1. La fórmula anterior supone que C_M es el mismo para todos los terminales del CPE. En caso contrario, la parte de A_{BP} correspondiente a cada terminal debe evaluarse separadamente, obteniéndose el A_{BP} total por adición.

4.4.1.2 Canales D

La carga total medida en bit/s, debida al tráfico con conmutación de paquetes, ofrecida a los canales D de un CPE en cada sentido viene dada por:

$$B_{DP}(d) = \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f(i,j) \cdot p(i,j,k,d) \cdot [l(i,j,k,d) + \alpha(d) \cdot l'] \quad (\text{bit/s})$$

donde:

- $rc(i,j,k)$ es la tasa de demandas de llamada de origen o de destino del tipo i,j,k del conjunto de usuarios del CPE;
- $f(i,j)$ es 1 para los tipos (i,j) de llamada de paquetes que son del caso B con utilización de un canal D; para los demás tipos, $f(i,j) = 0$;
- $p(i,j,k,d)$ es el número medio de paquetes por demanda de llamada del tipo (i,j,k) , incluidos los paquetes de control de capa 3, en el sentido d ($d = 1$ en un sentido y $d = 2$ en el otro);
- $l(i,j,k,d)$ es la longitud media de dichos paquetes, incluidos los bits del protocolo de capa 2;
- $\alpha(d)$ es el número medio de tramas de control de capa 2 por paquete, en el sentido d ;
- l' es la longitud de dichas tramas de control de capa 2.

4.4.2 Recursos en la red

Como se indicó en el § 3.5.2, el primer paso para cuantificar el tráfico ofrecido a un grupo de recursos es identificar a los usuarios que pueden ofrecerles tráfico. Pueden seguirse dos criterios para identificar que usuario, entre los que intervienen una demanda de llamada, se considera que ofrece tráfico al grupo de recursos en cuestión:

- El usuario más cercano al grupo de recursos, independientemente del hecho de que este usuario haya originado o recibido la llamada.
- El usuario que ha originado la llamada.

Una vez que se ha identificado la población de usuarios, o, más precisamente, la población de conjuntos de usuarios CPE que ofrecen tráfico al grupo de recursos, según uno de los dos criterios antes mencionados, esta población se caracteriza, según el § 3.3 de la Recomendación E.711, por estas variables:

- N , número de los CPE de la población;
- $rc(i,j,k)$, valor medio por conjunto de usuarios CPE de la población de la tasa de demandas de llamada del tipo i,j,k (tienen que considerarse ambos tipos de demandas de llamada de origen y de destino o sólo el de origen, según el criterio seguido para identificar a los usuarios);
- $f(i,j)$, que toma el valor 1 ó 0 según que las llamadas de los tipos i,j utilicen el grupo de recursos;
- $h(i,j,k)$ es el tiempo medio de ocupación por demanda de llamada del tipo i,j,k ;
- C_M es el coeficiente de multiplexación de los terminales de la población de CPE;
- $p(i,j,k,d)$ es el número medio de paquetes por demanda de llamada del tipo i,j,k , incluidos los paquetes de control de capa 3, en el sentido d ($d = 1$ ó 2);
- $l(i,j,k,d)$ es la longitud media de dichos paquetes, incluidos los bits del protocolo de capa 2;
- $\alpha(d)$ es el número medio de tramas de control de capa 2 por paquete, en el sentido d ;
- l' es la longitud de dichas tramas de control de capa 2.

Nota – Para evaluar el tráfico ofrecido a los circuitos entre canales B y AU o entre canales B y PH, no se necesitan las variables $p(i,j,k,d)$, $l(i,j,k,d)$, $\alpha(d)$ y l' . Para circuitos entre canales D y un PH o entre dos PH, no se necesitan $h(i,j,k)$ ni C_M . Para los AU y PH, no se necesitan C_M , $\alpha(d)$ ni l' .

Sobre la base de las anteriores variables, el tráfico ofrecido a un grupo de recursos se calcula como sigue:

a) Circuitos entre canales B y una AU o entre canales B y PH

$$A = N \frac{1}{C_M} \cdot \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f(i,j) \cdot h(i,j,k) \quad (\text{Erlang}) \quad C_M \geq 1$$

Para circuitos entre canales B y AU, sólo las llamadas del caso A pueden tener $f(i,j) = 1$ y para circuitos entre canales B y un PH, sólo las llamadas del caso B que utilizan canales B pueden tener $f(i,j) = 1$.

La fórmula anterior supone que C_M es el mismo para todos los terminales de la población. En caso contrario, el tráfico ofrecido por cada terminal (o conjunto de terminales con un mismo valor de C_M) tiene que evaluarse separadamente, obteniéndose el tráfico total por adición.

b) *Circuitos entre canales D y un PH o entre dos PH*

La carga en cada sentido, medida en bit/s viene dada por:

$$B(d) = N \cdot \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f(i,j) \cdot p(i,j,k,d) \cdot [l(i,j,k,d) + \alpha(d) \cdot l'] \quad (\text{bit/s})$$

Para circuitos entre canales D y un PH, sólo las llamadas del caso B que utilizan un canal D pueden tener $f(i,j) = 1$, y para circuitos entre dos PH, sólo las llamadas del caso B (ya utilicen canal B o D) pueden tener $f(i,j) = 1$.

c) *Funciones de AU y PH*

El dimensionado de estas funciones requiere conocer:

- la tasa de llamadas tratadas, C :

$$C = N \cdot \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f(i,j) \quad (\text{llamadas/s})$$

- la tasa de los paquetes tratados, P :

$$P = N \cdot \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f(i,j) \cdot [p(i,j,k,1) + p(i,j,k,2)] \quad (\text{paquetes/s})$$

- el número medio de llamadas simultáneas, A :

$$A = N \cdot \sum_{i,j,k} rc(i,j,k) \cdot f(i,j) \cdot h(i,j,k) \quad (\text{Erlang})$$

Para la función AU, sólo las llamadas del caso A pueden tener $f(i,j) = 1$, y para la función PH sólo las llamadas del caso B pueden tener $f(i,j) = 1$.

ANEXO 1

(a la Recomendación E.712)

Lista por orden alfabético de las abreviaturas contenidas en esta Recomendación

AU	Unidad de acceso (<i>access unit</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
DTE	Equipo terminal de datos (<i>data terminal equipment</i>)
ET	Terminación de central (<i>exchange termination</i>)

FC	Concentrador de trama (<i>frame concentrator</i>)
GOS	Grado de servicio (<i>grade of service</i>)
LE	Central local (<i>local exchange</i>)
MIC	Modificación por impulsos codificados
PH	Tratamiento de paquetes (<i>packet handling</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RPDCP	Red pública de datos con conmutación de paquetes
TA	Adaptador de terminal (<i>terminal adaptor</i>)
TE	Central de tránsito (<i>transit exchange</i>)
TE1	Equipo terminal 1 (<i>terminal equipment 1</i>)
TSSI	Integridad de la secuencia de intervalos de tiempo (<i>time-slot sequence integrity</i>)