



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

E.528

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(02/96)

**RED TELEFÓNICA Y RED DIGITAL
DE SERVICIOS INTEGRADOS**

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

**DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS
DE EQUIPOS DE MULTIPLICACIÓN
DE CIRCUITOS DIGITALES**

Recomendación UIT-T E.528

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) 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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T E.528 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 2 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 19 de febrero de 1996.

NOTA

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

© UIT 1996

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.

ÍNDICE

		<i>Página</i>
1	Alcance.....	1
2	Referencias.....	1
3	Definiciones.....	2
4	Abreviaturas.....	2
5	Elementos de dimensionado.....	3
5.1	Determinación de los parámetros calidad de servicio (QOS) y grado de servicio (GOS).....	3
5.2	Principios generales del método de dimensionado.....	3
5.3	Parámetros aplicables al cálculo de dimensiones.....	3
5.3.1	Parámetros generales.....	3
5.3.2	Modo MICDA para codificación a baja velocidad.....	4
5.3.3	Interpolación digital de la palabra.....	4
5.4	Determinación de la ganancia de DCME (conforme a la Recomendación G.766).....	4
5.4.1	Ganancia de DCME para voz, G_v	4
6	Método de dimensionado de enlaces DCME y cálculo de la ganancia.....	5
7	Determinación del número de enlaces DCME.....	5
7.1	Determinación de las probabilidades de bloqueo para enlaces DCME punto a punto.....	5
7.2	Configuración de sistema múltiple.....	6
Anexo A	6
A.1	Efectos de los parámetros seleccionados específicamente en el dimensionado de DCME.....	6
A.2	Ejemplo de cálculo de dimensiones de DCME.....	10
Anexo B	12
Apéndice I – Dimensionado de los sistemas de equipos de multiplicación de circuitos digitales.....		12
I.1	Funcionalidad del control dinámico de carga.....	12
I.2	Ganancia vocal máxima alcanzable.....	12
I.3	Porcentaje máximo permisible de llamadas VBD.....	13
I.4	Determinación de las probabilidades de bloqueo para el dimensionado de enlaces punto a punto que incluyen DCME.....	13
I.4.1	Activación y desactivación del DLC.....	13
I.4.2	Condiciones de carga del canal portador.....	14
Referencias	14
Apéndice II	15

RESUMEN

Los equipos de multiplicación de circuitos digitales (DCME) permiten obtener un alto grado de utilización de los circuitos digitales en las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) y en las redes digitales de servicios integrados (RDSI) que integran el tráfico vocal, de datos en la banda vocal (VBD) y la parte facsímil del tráfico VBD.

El método de dimensionado de sistemas DCME expuesto en esta Recomendación se aplica al haz troncal (haz de circuitos, definido en la Recomendación E.600) entre dos conmutadores, en donde se utilizan equipos DCME para obtener una ganancia de multiplexación estadística.

Esta Recomendación define también los parámetros de GOS que intervienen en el cálculo de la ganancia producida por los DCME.

Esta Recomendación se refiere a una configuración operacional de DCME punto a punto monohaz. El dimensionado de los sistemas DCME del tipo multihaz/multidestino complejos queda en estudio.

DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS DE EQUIPOS DE MULTIPLICACIÓN DE CIRCUITOS DIGITALES

(Ginebra, 1996)

1 Alcance

Los equipos de multiplicación de circuitos digitales (DCME, *digital circuit multiplication equipment*) permiten obtener un alto grado de utilización de los circuitos digitales en las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) y en las redes digitales de servicios integrados (RDSI) que integran el tráfico vocal, de datos en la banda vocal (VBD, voiceband data) y la parte facsímil del tráfico VBD.

El método de dimensionado de sistemas DCME expuesto en esta Recomendación se aplica al haz troncal (haz de circuitos, definido en la Recomendación E.600) entre dos conmutadores, en que se utilizan equipos DCME para obtener una ganancia de multiplexión estadística. El objeto del método de dimensionado es determinar la capacidad del haz troncal, el número y las propiedades de los canales DCME salientes (portadores) y el número de equipos DCME que conviene utilizar para combinaciones específicas de tráfico (vocal, VBD y facsímil) a fin de alcanzar de forma rentable un grado de servicio (GOS, *grade of service*) satisfactorio.

Además, esta Recomendación define los parámetros de GOS que intervienen en el cálculo de la ganancia producida por los DCME. Esta ganancia DCME se define en la presente Recomendación como la relación entre el número de canales troncales y el número de canales portadores disponibles, y sirve para determinar la disponibilidad y ciertas propiedades de los canales portadores DCME.

Esta Recomendación se refiere a una configuración operacional de DCME punto a punto monohaz. El dimensionado de los sistemas DCME del tipo multihaz/multidestino complejos queda en estudio.

2 Referencias

Las Recomendaciones y demás referencias siguientes contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y demás referencias son objeto de revisiones, por lo que se preconiza que todos los usuarios de la presente Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y demás referencias citadas a continuación. Se publica regularmente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación G.766 del CCITT (1992), *Especificación para la función de demodulación/remodulación facsímil para equipo de multiplicación de circuitos digitales.*
- Recomendación UIT-T G.763 (1994), *Equipo de multiplicación de circuitos digitales que emplea modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa a 32 kbit/s e interpolación digital de la palabra.*
- Recomendación G.726 del CCITT (1990), *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa a 40/32/24/16 kbit/s.*
- Recomendación UIT-T E.301 (1993), *Repercusión de las aplicaciones de servicios no vocales sobre la red telefónica.*
- Recomendación E.520 del CCITT (1988), *Determinación del número de circuitos necesarios en explotación automática y/o semiautomática sin posibilidad de desbordamiento.*
- Recomendación E.721 del CCITT (1991), *Parámetros y valores objetivo de grado de servicio de red para servicios con conmutación de circuitos en la red digital de servicios integrados en evolución.*
- Recomendación UIT-T P.84 (1993), *Método de pruebas de escucha subjetiva para la evaluación de equipos de multiplicación de circuitos digitales y de sistemas de voz por paquetes.*
- Recomendación UIT-T Q.50 (1993), *Señalización entre equipos de multiplicación de circuitos y centros de conmutación internacional.*

3 Definiciones

Los siguientes términos, aplicables a los DCME, se definen en la cláusula 2/G.763, definiciones relativas al equipo de multiplicación de circuitos digitales (DCME).

Estas definiciones se utilizan a lo largo del texto de la presente Recomendación.

- 3.1 Velocidad media de codificación – Número promedio de bits por muestra (bits/muestra) (ABS, *average bits per sample*).
- 3.2 Canal portador (BC, *bearer channel*).
- 3.3 Canal troncal (TC, *trunk channel*).
- 3.4 Haz (de canales portadores, llamado también «clique»).
- 3.5 Ganancia del DCME.
- 3.6 Ganancia de interpolación digital de la palabra (DSI, *digital speech interpolation*).
- 3.7 Demodulación/remodulación facsímil.
- 3.8 Exclusión por ocupación.
- 3.9 Fracción de exclusión por ocupación.
- 3.10 Ganancia de codificación a baja velocidad (LRE, *low rate encoding*).
- 3.11 Factor de actividad (AF, *activity factor*) vocal.
- 3.12 Velocidad binaria variable (VBR, *variable bit rate*).

Las siguientes definiciones son específicas del dimensionado de los DCME que se describe en la presente Recomendación.

3.13 mutilación: La mutilación es una alteración del extremo frontal de una ráfaga de señales vocales debida a que el tiempo disponible para procesarla es insuficiente. En la mayoría de los casos se produce por efecto de las funciones de procesamiento de los detectores de señales vocales empleados por los sistemas de interpolación digital de la palabra (DSI), cuando los detectores tratan de procesar el extremo frontal de una ráfaga de señales vocales pero carecen de tiempo suficiente para llevar a cabo la operación. La mutilación de sobrecarga es la degradación producida por la estrategia de control de la superposición que hace posible la exclusión por ocupación cuando los canales portadores no están disponibles temporalmente.

3.14 ganancia de DCME para voz, G_v : G_v es el producto de los factores de ganancia de la codificación a baja velocidad (LRE) y la interpolación digital de la palabra (DSI).

3.15 enlace DCME: Número de canales portadores entre dos DCME que transmiten información concentrada en cada sentido.

3.16 cuarteto: El término cuarteto (nibble) designa a un canal codificado de 4 bits por muestra y corresponde a una velocidad de datos de 32 kbit/s. Está siempre vinculado a la capacidad de un canal portador. El término canal portador completo designa a un canal que consta de 61 cuartetos, sin contar el intervalo de tiempo cero, y un cuarteto único reservado al canal de mensaje de asignación (AMC).

3.17 intervalo de tiempo (TS): El término intervalo de tiempo (TS) (*time slot*) designa a un canal codificado de 8 bits por muestra y corresponde a una velocidad de datos de 64 kbit/s. Se utiliza también para referirse a un canal troncal.

3.18 modo punto a punto: Modo operativo del DCME en el cual el tráfico se intercambia entre dos DCME correspondientes y el tráfico de canal troncal se interpola en los canales portadores disponibles para un solo destino en cada sentido.

4 Abreviaturas

A los efectos de la presente Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas:

ABS	Promedio de bits por muestra (<i>average bits per sample</i>)
AF	Factor de actividad (<i>activity factor</i>)
CME	Equipo de multiplicación de circuitos (<i>circuit multiplication equipment</i>)

DCME	Equipo de multiplicación de circuitos digitales (<i>digital circuit multiplication equipment</i>)
DLC	Control dinámico de carga (<i>dynamic load control</i>)
DSI	Interpolación digital de la palabra (<i>digital speech interpolation</i>)
FEC	Corrección de errores sin canal de retorno (<i>forward error correction</i>)
G3	Facsímil del grupo 3 (<i>group 3 fax</i>)
GOS	Grado de servicio (<i>grade of service</i>)
G _v	Ganancia para voz (<i>gain for voice</i>)
LRE	Codificación a baja velocidad (<i>low rate encoding</i>)
MICDA	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa
RDSI	Red digital de servicios integrados
RTPC	Red telefónica pública conmutada
TS	Intervalo de tiempo (<i>time slot</i>)
QOS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
VBD	Datos en banda vocal (<i>voice band data</i>)

5 Elementos de dimensionado

5.1 Determinación de los parámetros calidad de servicio (QOS) y grado de servicio (GOS)

El tráfico ofrecido a redes que contienen DCME se determina de acuerdo con los métodos especificados en las Recomendaciones de la serie E.500. La determinación de una ganancia adecuada, como requisito previo para el dimensionado del DCME, requiere una distinción (conforme a la Recomendación E.301) entre tráfico vocal y tráfico de VBD (no facsímil y facsímil) dentro de la carga de tráfico compuesto total. La determinación del GOS y de la QOS proporcionará unos datos iniciales para el dimensionado de los DCME; en el caso de RDSI, la Recomendación E.721 debe proporcionar las directrices necesarias con respecto a los parámetros de GOS. Para dimensionar sistemas de DCME se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- QOS:
 - grado de mutilación del extremo frontal;
 - número tolerado de bits por muestra para la codificación de la conversación.
- GOS:
 - probabilidad de bloqueo de la llamada.

5.2 Principios generales del método de dimensionado

El método de dimensionado de DCME descrito en esta Recomendación se rige por los principios siguientes:

- Un enlace de un sistema DCME punto a punto se dimensiona calculando la ganancia de DCME para las señales vocales, el número de cuartetos necesarios (tamaño del canal portador) y la ganancia de DCME para la capacidad troncal y la mezcla de tráfico supuestas.
- Seguidamente, se determina el número necesario de enlaces DCME para el grupo troncal dado, con el fin de alcanzar los objetivos requeridos de probabilidad de bloqueo de llamada.

5.3 Parámetros aplicables al cálculo de dimensiones

5.3.1 Parámetros generales

- Número de canales troncales frente al de canales portadores.
- Ocupación del canal troncal y actividad de señales vocales. Suelen considerarse valores entre el 35% y el 40% de actividad de señales vocales, según el tipo de idioma utilizado. Fuera de las horas de rutas cargadas, la ocupación de los canales troncales es menor que durante las horas punta. Esto exige reducir el factor de actividad de las señales vocales a aproximadamente el 27% fuera de las horas punta, para permitir un máximo del 40% durante dichas horas.

- Tráfico de VBD. Un factor que ha de considerarse es el porcentaje de tráfico de VBD, que puede variar según la ruta y la hora del día.
- Relación de VBD de semidúplex a dúplex.
- La señalización entre los DCME puede retener canales activos durante periodos de tiempo considerables, impidiendo cualquier interpolación mientras se procesan las señales.
- Tráfico de canal despejado a 64 kbit/s. Un factor importante es el número requerido de canales despejados a 64 kbit/s, cada uno de los cuales absorbe dos canales portadores a 32 kbit/s.
- Calidad mínima aceptable de las señales vocales. Viene determinada por la velocidad de codificación del proceso LRE y el grado de atenuación de la señal vocal mientras los canales vocales recién activados se conectan a los canales portadores. Si el número de dichos canales que concurren es muy grande, es más probable que se mutile el comienzo de una ráfaga de señales vocales, en tanto que si los canales troncales activos son relativamente pocos, puede congelarse una parte de la ráfaga de señales vocales.

5.3.2 Modo MICDA para codificación a baja velocidad

Está previsto que el método de modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) se utilice para codificar señales vocales a velocidades inferiores a 64 kbit/s (por ejemplo, 32 kbit/s). Suele utilizarse esta técnica en los DCME para aumentar la capacidad del circuito. El método MICDA incrementa la ocupación del canal, ya que codifica menos bits por muestra que la modulación por impulsos codificados (MIC). Una MIC simple codifica un canal vocal a 64 kbit/s utilizando una velocidad de 8 bits por muestra. La codificación mediante MICDA tiene en cuenta la naturaleza de la señal y es capaz de reducir la velocidad de codificación como sigue:

- 5 bits por muestra para señal VBD a una velocidad de datos de 40 kbit/s;
- 4 bits por muestra para señal vocal ordinaria a una velocidad de datos de 32 kbit/s;
- 3 ó 2 bits por muestra para señal vocal sobrecargada, lo que corresponde a unas velocidades de datos de 24 kbit/s y 16 kbit/s.

La compresión de la señal mediante MICDA de esta manera puede llegar a duplicar la capacidad del canal.

5.3.3 Interpolación digital de la palabra

Está previsto que el método de interpolación digital de la palabra (DSI, *digital speech interpolation*) se utilice para procesar señales vocales. Esta técnica reduce al mínimo los periodos inactivos durante una conversación, creando una ocupación adicional del canal. La ganancia basada en el procesamiento por DSI se define como la relación entre el número de canales vocales y el número de cuartetos portadores (segmentos de 4 bits) que se necesitan para adaptar los canales vocales a un nivel dado de calidad de la señal vocal (que determina el usuario). Suele producirse una ganancia de hasta 3:1 (como mínimo de 2:1) mediante el tratamiento por DSI, para una actividad de las señales vocales de 30% a 40%.

Se asignan canales vocales interpolados a los canales portadores disponibles. Si no se dispone de capacidad portadora al activar un canal vocal, se produce una mutilación del extremo frontal de la ráfaga de señales vocales. Para reducir las probabilidades de mutilación en condiciones de tráfico cargado, se crean canales portadores de sobrecarga, lo que a su vez exige que se reduzca la velocidad de codificación mediante MICDA de los canales vocales, de un valor normal de 4 bits por muestra a un valor inferior; normalmente, mayor o igual a 3 bits por muestra para situaciones de sobrecarga de bits de 3/4, y mayor o igual a 2 bits por muestra para situaciones de sobrecarga de bits de 2/3.

5.4 Determinación de la ganancia de DCME (conforme a la Recomendación G.766)

5.4.1 Ganancia de DCME para voz, G_v

Las expresiones matemáticas para el cálculo de G_v que figuran en el Anexo B, se han tomado de la Recomendación G.763.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de G_v son empíricas y resultan de un análisis matemático más formal basado en el modelo estadístico de DCME que tiene en cuenta la distribución de Poisson para las llegadas atribuidas a las ráfagas de señales vocales. Los valores de los coeficientes a y b , llamados coeficientes de ajuste de la curva, representan los correspondientes AF para un número de canales troncales inferior a 80. Una guía de usuario para el dimensionado de enlaces DCME existe bajo la forma de un programador de computador que simula diferentes tamaños de grupos de portadores y diferentes mezclas de tráfico, facilitando un cálculo general de la ganancia de DCME para una variedad de casos. En el Apéndice II se dan las informaciones para obtener esta guía.

6 Método de dimensionado de enlaces DCME y cálculo de la ganancia

Al dimensionar los enlaces DCME es necesario calcular el número mínimo de canales portadores (BC) que podrían dar cabida al tráfico troncal programado asegurando, al mismo tiempo, la calidad de transmisión requerida. A continuación se presenta un método apropiado para calcular las repercusiones de volúmenes de llamadas vocales/VBD/datos/facsímil especialmente seleccionados, comprendidos en el cálculo general de ganancia de DCME. En el Anexo B figuran las fórmulas de cálculo. En el Anexo A pueden encontrarse ejemplos de los resultados. El proceso de cálculo de la ganancia se divide en los pasos siguientes:

- a) Determinar el tráfico preasignado: canales preasignados a 64 kbit/s, 40 kbit/s o 32 kbit/s. Si los canales preasignados escogidos son a 40 kbit/s, se crean bancos de bits (un banco de bits contiene 4 bits), a los que se asignan los bits libres. Éstos pueden utilizarse para compensar el déficit de bits que frecuentemente producen los canales de datos cargados dinámicamente.
- b) Determinar el porcentaje de canales troncales de entrada que han de utilizarse como canales de datos.
- c) Determinar el porcentaje de canales troncales de datos que han de utilizarse como canales de facsímil.
- d) Determinar el porcentaje de dichos canales facsímil que han de asignarse a llamadas facsímil del grupo 3 (llamadas facsímil normalizadas a 9,6 kbit/s).
- e) Seleccionar el factor de actividad (AF) de las señales vocales y las velocidades de codificación, es decir, el número de bits por muestra por canal.
- f) A partir de b), se puede deducir el número de canales troncales de entrada para canales de voz y datos.
- g) A partir de c) y f), se puede deducir el número de canales facsímil del troncal.
- h) A partir de g) y d), se puede deducir el número de canales facsímil normalizados del troncal.
- i) A partir de e) y f), aplicando las fórmulas del cuadro A.1, puede calcularse la ganancia de voz, y el número de cuartetos del canal portador.
- j) Calcular el número de cuartetos para llamadas de datos, VBD, facsímil no normalizado y llamadas facsímil normalizadas.
- k) Basándose en la determinación de cuartetos del canal portador para todos los segmentos del tráfico requerido, la ganancia de DCME puede calcularse así: ganancia de DCME = $2 \times$ número de canales troncales de entrada/(número total de cuartetos requeridos en el canal portador + cuartetos suplementarios).

Se resumen en esta cláusula los principios básicos específicos del funcionamiento del DCME, a fin de presentar las hipótesis aplicadas para determinar la ganancia y calcular la capacidad del canal portador conexo:

- Un canal de datos a 40 kbit/s requiere una codificación de 5 bits por muestra. Esto se logra asignando un cuarteto portador de cuatro bits y recuperando el quinto bit de un canal especial que constituye el banco de bits. Un mismo banco de bits puede ser utilizado por cuatro canales de datos.
- Cada llamada de canal despejado (64 kbit/s) requiere dos canales de transmisión a 32 kbit/s.
- Los canales preasignados corresponden a velocidades de datos a 32, 40 y 64 kbit/s. Los bancos de bits creados por los canales preasignados a 40 kbit/s pueden ser compartidos con los canales de datos interpolados.
- La transmisión facsímil incluye un número considerable de llamadas de datos y la mayor parte se transmite en modo semidúplex con un mínimo de informaciones enviadas en el sentido recepción (señal de acuse de recibo). Las especificaciones del DCME responden al hecho de que la actividad del canal facsímil es del 100% en el sentido transmisión y muy escasa en el sentido recepción (eliminación de silencios).

7 Determinación del número de enlaces DCME

7.1 Determinación de las probabilidades de bloqueo para enlaces DCME punto a punto

Si se supone que se produce la activación del control dinámico de carga (DLC) en una configuración de DCME punto a punto simple, ha de considerarse el aumento de la probabilidad de bloqueo de la llamada que se describe en la Recomendación E.301. Para estimar la probabilidad de bloqueo en este caso, se deben tener también en cuenta parámetros tales como el número admisible de llamadas VBD y la velocidad promedio de codificación (ABS), así como el número de bits por muestra que provoca la activación del DLC. El Apéndice A presenta un ejemplo de método analítico para el cálculo de la probabilidad de bloqueo cuando se utiliza la función DLC. Los detalles quedan en estudio.

7.2 Configuración de sistema múltiple

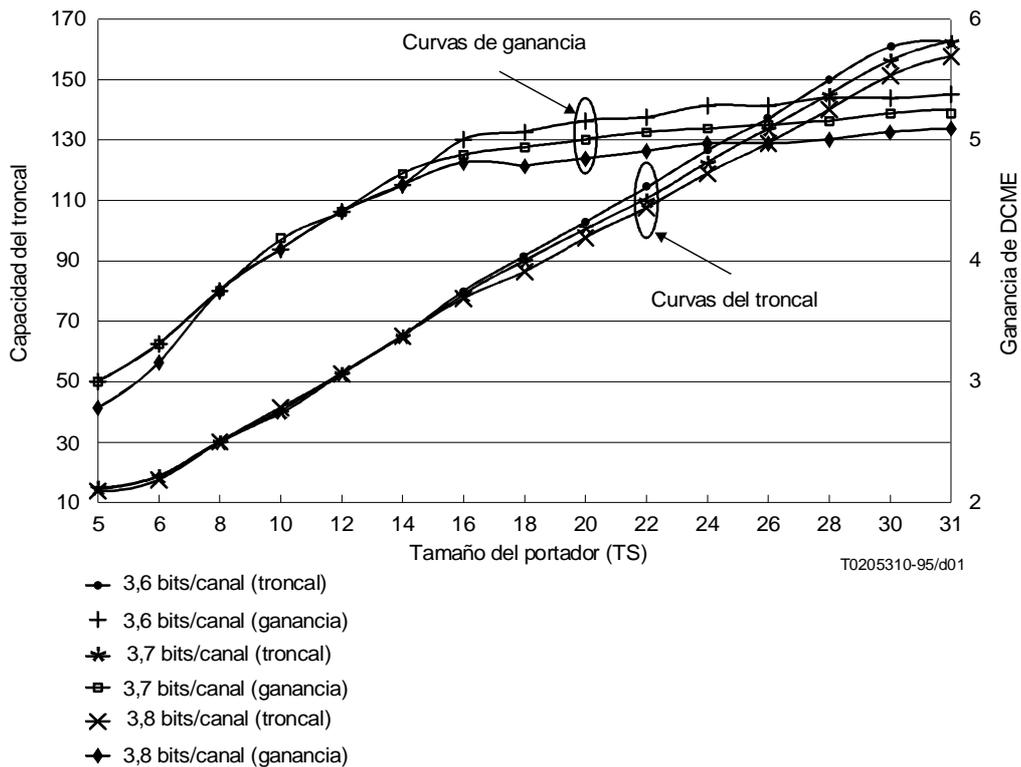
Para alcanzar el objetivo de baja probabilidad de bloqueo de la llamada, deben instalarse enlaces DCME múltiples en un grupo troncal. Puede recurrirse a un método de aproximación sencillo para determinar un número de enlaces DCME tal que cada uno de ellos satisfaga independientemente el objetivo relativo a la probabilidad de bloqueo. En este caso, se parte de la hipótesis de que el tráfico ofrecido se divide aleatoriamente en N flujos homogéneos de tráfico, cada enlace se especializa en uno de los N flujos y no se permite el desbordamiento de un enlace a otro. Los métodos de dimensionado para la configuración de sistemas heterogéneos o basados en reglas específicas de selección de troncales quedan en estudio.

Anexo A

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

A.1 Efectos de los parámetros seleccionados específicamente en el dimensionado de DCME

Las Figuras A.1 y A.2 presentan ejemplos de curvas de ganancia G_v y las capacidades correspondientes de los canales portadores con arreglo a determinadas condiciones de GOS. En ambos casos el tráfico no contiene canales VBD, en particular los VBD que transportan canales facsímil.



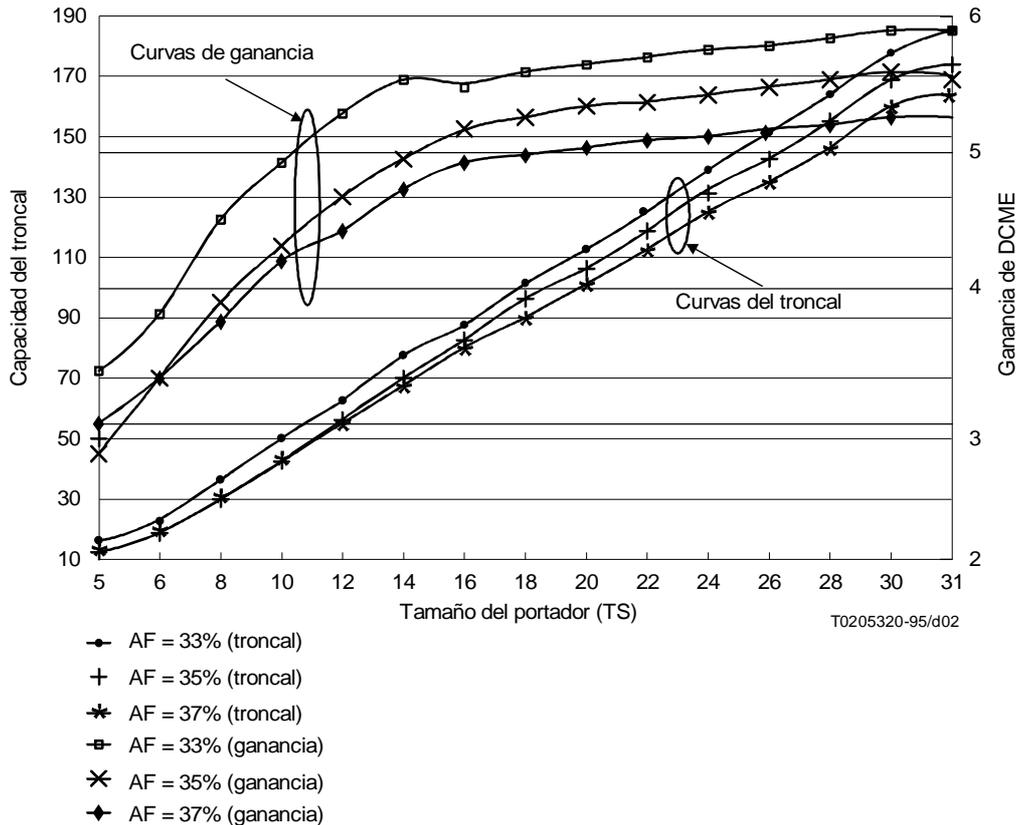
Condiciones: ausencia de VBD, facsímil, demodulación/remodulación y FEC.
 TS = Intervalo de tiempo (*time slot*) (8 bits) = 2 cuartetos (4 bits) AF = 37%.

FIGURA A.1/E.528

Repercusión en la ganancia de DCME de las velocidades de codificación, bits/muestra por canal

La Figura A.1 ilustra la repercusión de las velocidades de codificación por canal (bits/muestra por canal) en la ganancia total de DCME con un factor de actividad de las señales vocales fijo, en este caso AF = 37%. En el ejemplo citado, la ganancia máxima tiene lugar a la velocidad mínima de codificación de 3,6 bits/muestra por canal. La separación entre los valores de ganancia correspondientes a las distintas velocidades de la muestra se hace perceptible al alcanzarse un tamaño concreto de canal portador; en este ejemplo, a 14 intervalos de tiempo (TS). Puede verse también que, a medida que aumentan las velocidades de codificación, disminuye la ganancia de DCME.

La Figura A.2 representa la repercusión de un factor variable de actividad de las señales vocales, AF, en la ganancia de DCME para una velocidad constante de codificación; en este ejemplo, 3,7 bits/muestra.

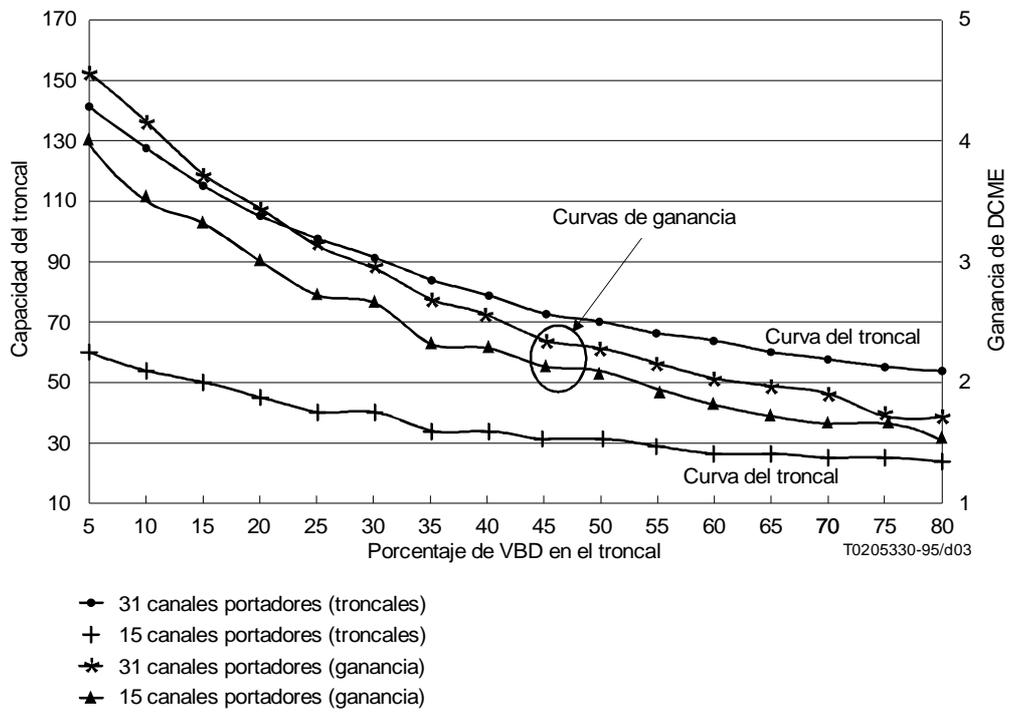


Condiciones: ausencia de VBD, facsímil, demodulación/remodulación y FEC.
 TS = Intervalo de tiempo (*time slot*) (8 bits) = 2 cuartetos (4 bits). Velocidad de codificación: bits/muestra por canal = 3,7.

FIGURA A.2/E.528
Repercusión en la ganancia de DCME del factor de actividad de las señales vocales

Las variaciones de AF pueden corresponder a una ganancia de DCME potencialmente mayor que en el ejemplo anterior, citado en la Figura A.1. La ganancia para 33% de AF, la menor de este ejemplo, varía entre 3,2 y 5,9, mientras que la menor velocidad de codificación, 3,6 bits/muestra por canal (según la Figura A.1), corresponde a una ganancia entre 3 y 5,5.

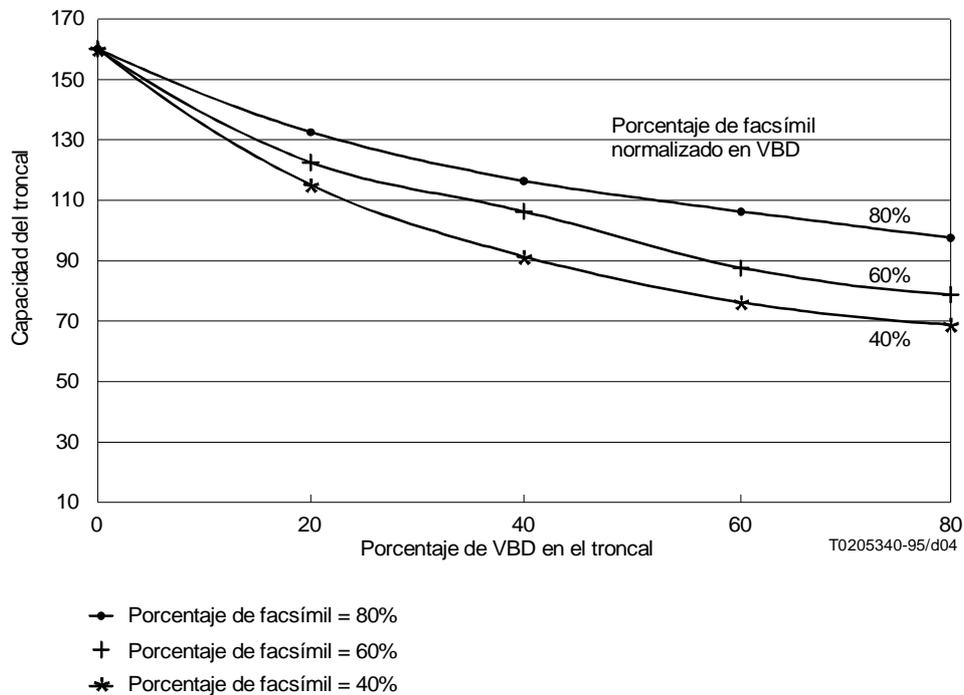
Las Figuras A.3 y A.4 presentan la repercusión de diversos porcentajes de carga de tráfico de VBD en las entradas (líneas troncales) de DCME, en la ganancia de DCME.



Condiciones: sólo VBD, ausencia de remodulación/demodulación de facsímil, FEC desactivada.

FIGURA A.3/E.528

Repercusión de diversas cargas de tráfico VBD (porcentajes de tráfico) en la ganancia de DCME



Condiciones: factor de actividad de las señales vocales (AF) = 37%, velocidad de codificación: bits/muestra por canal = 3,7, FEC activada, canal portador = 31 canales = CEPT.

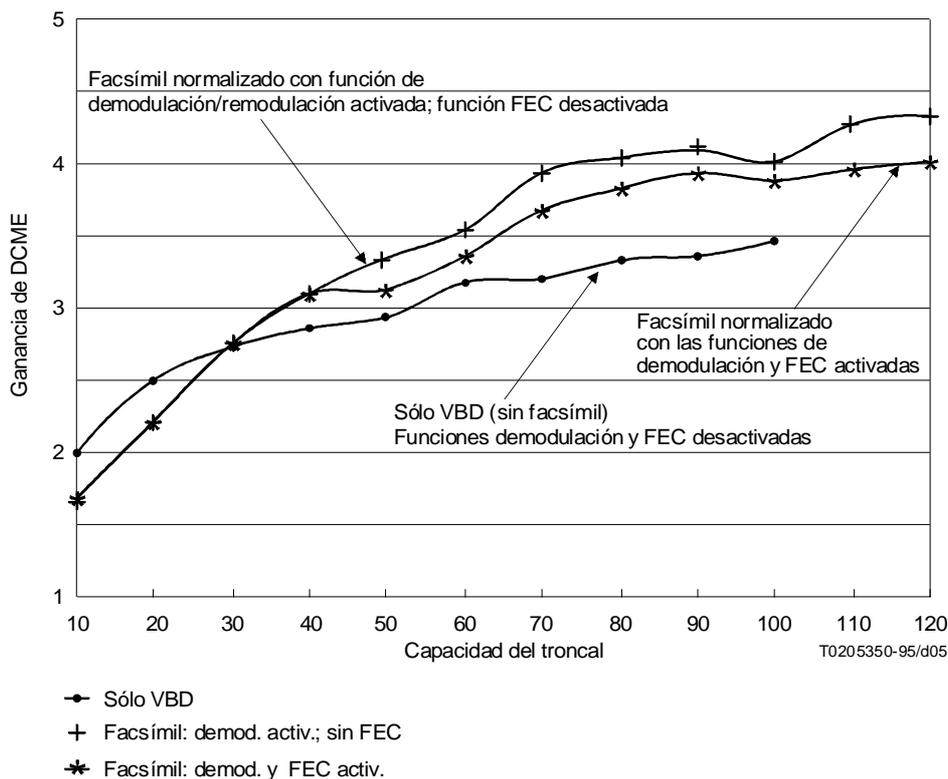
FIGURA A.4/E.528

Variaciones de la carga de facsímil normalizado en canales VBD

Se supone en el ejemplo de la Figura A.3 que el tráfico no contiene llamadas facsímil en el modo VBD y que se han desactivado las funciones asociadas al facsímil: demodulación y corrección de errores sin canal de retorno (FEC, *forward error correction*).

El tráfico de VBD del ejemplo de la Figura A.4 contiene diversos porcentajes de llamadas facsímil (80%, 60% y 40%), con las funciones conexas, demodulación/remodulación y corrección de errores sin canal de retorno (FEC), activadas. Se han elegido valores constantes de AF y de velocidad de codificación, respectivamente el 37% y 3,7 bits/muestra. En este ejemplo el DCME se conecta a todo el canal portador (CEPT).

La Figura A.5 que sigue presenta la repercusión de las llamadas facsímil y de sus funciones conexas, demodulación/remodulación y corrección de errores en recepción, en la ganancia de DCME. El facsímil normalizado corresponde al grupo 3 y se transmite a 9,6 kbit/s.



Condiciones: 20% de canales troncales en VBD, 90% de canales troncales VBD como canales facsímil, 80% de canales facsímil normalizados, AF de facsímil = 37%. Velocidad de codificación: bits/muestra por canal = 3,7.

FIGURA A.5/E.528

Repercusión de la aplicación de las funciones demodulación/remodulación y FEC en el tráfico de facsímil normalizado y VBD

La figura muestra claramente que las llamadas facsímil con activación de las funciones de demodulación/remodulación producen mayor ganancia que las que se transportan por trayecto de MICDA. El gráfico indica también el efecto de la función FEC en la ganancia. Cuando se activa la función FEC la ganancia de DCME para llamadas facsímil normalizadas es algo inferior, ya que la función FEC ocupa parte de la capacidad del portador.

La Figura A.5 ilustra asimismo las consecuencias en la ganancia de DCME de las variaciones en el porcentaje de llamadas facsímil normalizadas (a 9,6 kbit/s) para una compartición del 20% de los canales troncales de datos. La ganancia mejora al aumentar el porcentaje de llamadas facsímil normalizadas. Las mejoras se producen cuando son más las llamadas facsímil encaminadas a través de trayectos facsímil a 9,6 kbit/s que a través de los trayectos de MICDA.

A.2 Ejemplo de cálculo de dimensiones de DCME

Se incluye en la presente Recomendación un ejemplo de dimensionado de enlaces DCME. Las fórmulas utilizadas para el cálculo se especifican en el Cuadro A.1 y son conformes a la Recomendación G.763. El ejemplo considera dos casos. El primero es de tráfico DCME de voz únicamente. En el segundo caso se incluyen mezclas de tráfico preasignado, carga dinámica de voz, banda vocal, facsímil no normalizado y normalizado con funciones de demodulación/remodulación y FEC.

En ambos casos, los cálculos se efectuaron para un AF de 37% y 3,7 bits/muestra, pero con arreglo a diferentes mezclas de tráfico. Los Cuadros A.1 y A.2 presentan por su orden las etapas del cálculo de la ganancia total de DCME para las mezclas de tráfico especificadas.

CUADRO A.1/E.528

Cálculo de ganancia de DCME para tamaños de troncales de 161 a 105 con diversas mezclas de tráfico

Descripción	Caso N.º 1	Caso N.º 2
Entrada: Hipótesis relativas a los troncales		
Número total de troncales: N	161	105
Número de canales preasignados a 64 kbit/s: P ₆₄	0	1
Número de canales preasignados a 40 kbit/s: P ₄₀	0	5
Número de canales preasignados a 32 kbit/s: P ₃₀	0	1
Porcentaje de troncales para canales VBD: p _{VBD}	0	20%
Porcentaje de troncales VBD para canales de facsímil: p _{fax}	0	90%
Porcentaje de troncales de canales de facsímil para facsímil normalizado: p _{stdfax}	0	80%
Factor de actividad de las señales vocales: AF	37%	37%
Velocidades de muestreo de un canal (bits/muestra)	3,7	3,7
Cálculo para la atribución de canales troncales		
Número de troncales para canales de datos: N _{data} N _{data} = p _d × N	0	21
Número de troncales para canales vocales: N _{voice} N _{voice} = N - N _{data} = (1 - p _d) × N	161	84
Número de canales VBD para canales facsímil: N _{fax} N _{fax} = N _{data} × P _{fax}	0	19
Número de canales facsímil para facsímil normalizado: N _{stdfax} N _{stdfax} = N _{fax} × P _{stdfax}	0	15
Número de canales facsímil para facsímil no normalizado (MICDA): N _{adpcmfax} N _{adpcmfax} = N _{fax} - N _{stdfax}	0	4
Número de troncales para canales VBD: N _{vbd} N _{vbd} = N _{data} - N _{fax}	0	2
Consideración de los canales portadores suplementarios (cuartetos), hipótesis relativas a los canales portadores		
Demodulación de facsímil activ./desactiv.: Si activ., número de bancos de facsímil suplementarios, N _{faxbk} = 2 + 1, incluye el canal de control de facsímil (FCC); Si desactiv., número de bancos facsímil suplementarios, N _{faxbk} = 0, en cuartetos	0	3
FEC activ./desactiv. Si FEC activ., FEC = k/n = 21/32 (páginas 5 a 10 de Rec. G.766, definición de velocidades para FEC) Si FEC desactiv., FEC = 1	1	21/32
Banco de bits para canales preasignados a 40 kbit/s: B _{bankp40}	0	2
Canal de asignación (AMC) = 1 cuarteto	1	1
Total de canales suplementarios requeridos (cuartetos) en el canal portador (OVCH): OVCH = AMC + FCC + N _{faxbank} + B _{bankp40}	1	6

Cálculo de ganancia de DCME para tamaños de troncales de 161 a 105 con diversas mezclas de tráfico

Descripción	Caso N.º 1	Caso N.º 2
Consideración del canal facsímil, hipótesis relativas a los parámetros de facsímil		
Porcentaje de ocupación de 9,6 kbit/s por el canal facsímil del lado de transmisión para la ventaja de eliminación del silencio: (TxSE)	100%	100%
Porcentaje de la velocidad de transmisión de facsímil normalizado: (Tx _{fax})	100%	100%
Ganancia de MICDA (64 000/40 000=8/5): MICDA _{gain} = 1,6	1,6	1,6
Duración media de una señal facsímil de baja velocidad en un sentido (para módem tipo V21): V21 _{time} = 4,81	4,81	4,81
Tiempo de transmisión de una página típica: Page _{time} = 30 s	30	30
Velocidad del canal portador: V21 _{rate} = 3 kbit/s	3 K	3 K
Velocidad del canal portador de 9,6 kbit/s para facsímil normalizado B _{cRate} = f _{dlc} /2 (ms) = 21/2 (ms)	10,5 K	10,5 K
Velocidad binaria media para una llamada simple de 9,6: M _{rate96} M _{rate96} = (V21 _{Rate} × V21 _{time} + B _{cRate} × Page _{Time}) / (V21 _{time} + Page _{Time})	9,46 K	9,46 K
Ganancia para una llamada de facsímil normalizado de 9,6: S _{faxg96} S _{faxg96} = (1/FEC) × (64 000/M _{rate96}) Si FEC activ., FEC = 21/32; Si FEC desactiv., FEC = 1	6,77	10,31
Ventaja de eliminación del silencio: AD _{si} = 1/TX _{fax}	1	1
Cálculo para la atribución de canales portadores (cuartetos)		
Ganancia de canal vocal: G _v	5,3	5,08
Cuartetos portadores para canal vocal: NB _v NB _v = (N _{voice} G _v) × 2	61	34
Cuartetos portadores para canales VBD: NB _{vbd} NB _{vbd} = 2 × N _{vbd} /MICDA _{gain}	0	2
Cuartetos portadores para canal facsímil no normalizado: NB _{adpcmfax} NB _{adpcmfax} = 2 × N _{adpcmfax} /MICDA _{gain} × AD _{si}	0	5
Cuartetos portadores para canal facsímil normalizado: NB _{stdfax} NB _{stdfax} = 2 × N _{stdfax} /S _{fax96} × AD _{si}	0	7
Total de canales portadores requeridos (cuartetos) y cálculo de ganancia de DCME		
Total de canales portadores requeridos (cuartetos): (NB _{total})* NB _{total} = NB _v + NB _{vbd} + NB _{adpcmfax} + NB _{stdfax} + OVHD + P ₆₄ × 2 + P ₄₀ + P ₃₂	62	52
Ganancia de DCME: G _{DCME} = N/NB _{total}	5,19	4,04

Anexo B

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

CUADRO B.1/E.528

Ganancia de DCME para voz (G_v)

Velocidad de muestra (bits/muestra)	Número de troncales (N)	Fórmula	Factor de actividad (AF)		
			33%	35%	37%
3,6	N < 80	$G_v = (a + b \times \ln(N)) \times 2$	a = 0,23 b = 0,61	a = 0,04 b = 0,60	a = 0,30 b = 0,51
	N > 80	$G_v = \frac{1,1388 \times N}{N \times AF + \sqrt{(N \times AF)}} \times 2$	AF = 0,33	AF = 0,35	AF = 0,37
3,7	N < 80	$G_v = (a + b \times \ln(N)) \times 2$	a = 0,23 b = 0,61	a = 0,04 b = 0,60	a = 0,27 b = 0,52
	N > 80	$G_v = \frac{1,1081 \times N}{N \times AF + \sqrt{(N \times AF)}} \times 2$	AF = 0,33	AF = 0,35	AF = 0,37
3,8	N < 80	$G_v = (a + b \times \ln(N)) \times 2$	a = 0,24 b = 0,59	a = 0,01 b = 0,61	a = 0,28 b = 0,51
	N > 80	$G_v = \frac{1,0789 \times N}{N \times AF + \sqrt{(N \times AF)}} \times 2$	AF = 0,33	AF = 0,35	AF = 0,37

Apéndice I

Dimensionado de los sistemas de equipos de multiplicación de circuitos digitales

(Este apéndice no es parte integrante de la presente Recomendación)

I.1 Funcionalidad del control dinámico de carga

La acción DCME clave que limita la congestión en los canales troncales es el control dinámico de carga (DLC), enviado generalmente por el DCME cuando el promedio de bits por muestra (ABS) alcanza un umbral específico predeterminado por el compromiso entre calidad vocal y capacidad portadora e impide que el centro internacional de conmutación (ISC, *international switching centre*) envíe nuevas llamadas. El DLC también se puede activar si el porcentaje de llamadas de datos en banda vocal (VBD) rebasa un límite especificado.

La funcionalidad DLC punto a punto se ilustra en la Figura I.1.

Los elementos clave para el dimensionado de los enlaces punto a punto que contienen DCME son la ganancia vocal máxima alcanzable y el porcentaje máximo permisible de llamadas VBD.

I.2 Ganancia vocal máxima alcanzable

La ganancia del DCME asociada a los canales vocales, G_v , se obtiene mediante una combinación de dos técnicas: la interpolación digital de la palabra (DSI) y la codificación a baja velocidad (LRE), basadas en la MICDA. Una combinación de estos dos métodos permite obtener una capacidad de canal vocal más de cuatro veces superior. Al aumentar la ocupación de los canales portadores, el DCME se ajusta dinámicamente a la baja la velocidad de muestreo de las llamadas vocales mediante el mecanismo de codificación de velocidad variable (VRE, *variable rate encoding*), reduciéndose el ABS de esas llamadas. Al disminuir el ABS, G_v aumenta y queda disponible más capacidad de canales portadores para llamadas vocales. En el momento, determinado por el usuario, en que la disminución del nivel de ABS puede producir una calidad vocal no aceptable y G_v alcanza el valor máximo, el DCME invoca la función DLC que hace que el ISC deje de enviar nuevas llamadas vocales.

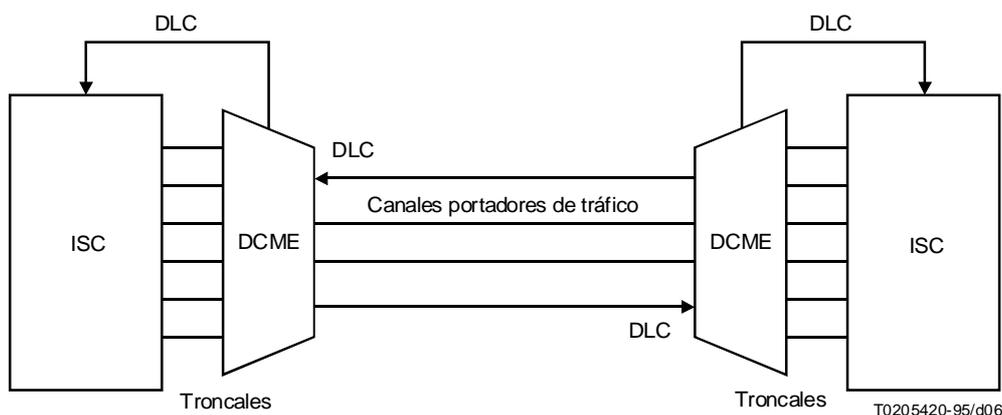


FIGURA I.1/E.528

Funcionalidad DLC para la configuración punto a punto

I.3 Porcentaje máximo permisible de llamadas VBD

La ganancia asociada a VBD se obtiene con la utilización de LRE. La codificación MICDA podría duplicar la ocupación del portador de datos. Si el número de llamadas VBD aumenta, el DCME reaccionará ante la carga creciente y generará una señal DLC que hará que el ISC deje de enviar llamadas VBD al DCME referido. En este instante el porcentaje de llamadas VBD ha alcanzado el límite y se considera que es el máximo que permiten los requisitos de tráfico de una red.

I.4 Determinación de las probabilidades de bloqueo para el dimensionado de enlaces punto a punto que incluyen DCME

I.4.1 Activación y desactivación del DLC

El dimensionado de enlaces simples DCME depende de los objetivos de bloqueo de llamadas de cada flujo de tráfico (vocal y VBD) y del caudal de tráfico total.

La probabilidad de bloqueo de llamadas de un enlace DCME con tamaños de troncal y portador dados para una determinada hipótesis de carga de tráfico, se calcula analizando la distribución de probabilidades de estados de sistemas como se indica en la referencia [2].

En este cálculo, el parámetro principal es $f(j,k,AF,m)$ - una función que define el valor del ABS para codificación vocal- y el resultado es la determinación de los parámetros que activan y desactivan la función DLC. Los parámetros pertinentes son:

- k número de llamadas vocales en curso a través del sistema;
- j número de llamadas VBD en curso a través del sistema;
- m número de canales preasignados sin suministro de DSI (canales despejados);
- AF factor de actividad de las señales vocales.

Otros parámetros pertinentes que se utilizan para estos cálculos son:

- T número máximo permisible de llamadas VBD conectadas a través del sistema. Está de acuerdo con la ocupación del portador de datos;
- w valor mínimo aceptable del ABS;
- i tipo de llamada ($i = 1$ para llamadas vocales e $i = 2$ para llamadas VBD).

Cuando la señal DLC se activa, pasa a ser una función de los valores de T y w como se indica a continuación.

$$g_i(j, k) \begin{cases} 0 & \text{si } f(j, k, AF, m) < w \\ 0 & \text{si } k > T \\ 1 & \text{para todos los demás casos} \end{cases}$$

Cuando las llamadas vocales (k) y las llamadas VBD (j) están en curso y se recibe una llamada de tipo $i = 1$ o $i = 2$, se acepta con la probabilidad de $g_i(j, k)$. Esta probabilidad, en términos del flujo de tráfico dirigido al DCME, representa una función que describe la aceptación o rechazo de nuevas llamadas vocales y VBD que llegan al DCME.

I.4.2 Condiciones de carga del canal portador

La señal DLC, que se ha de enviar al ISC, viene determinada por las condiciones de carga de los canales portadores. En la cláusula 9/G.763 y el Anexo B.1/G.763 figuran ejemplos de las condiciones de carga para voz y VBD.

Si las llamadas vocales no están presentes en la mezcla ($k = 0$), todas las llamadas se codifican a la velocidad máxima de 4 bits/muestra, el valor de ABS no varía y, por tanto, no se activará la función DLC. En este caso, el DLC será activado conforme por el umbral de carga de datos, fijado por el usuario, por ejemplo 80% para el umbral de carga alta (HL, *high load*) y 60% para el umbral de carga baja (LL, *low load*).

Si los canales vocales están presentes ($k > 0$), los resultados del cálculo indicarán el valor de ABS que corresponde a la capacidad de portador dada. En este caso, los umbrales establecidos en base a valores variables de ABS (generalmente 3,6 bits/muestra para el umbral HL y hasta 4 bits/muestra para el umbral LL) activan el DLC.

Las dos condiciones de carga, HL y LL, que activan y desactivan la función DLC figuran en la cláusula 9/G.763.

- El rechazo de nuevas llamadas dirigidas al DCME viene representada por el valor de $g_i(j, k) = 0$ en la condición HL cuando el nivel promedio medido de ABS es inferior al umbral HL (por ejemplo, 3,6 bits/muestra), o cuando la ocupación media medida del portador de datos es superior al umbral de carga alta de datos (por ejemplo, 80%). En ese momento se activa el DLC.
- La aceptación de nuevas llamadas dirigidas al DCME viene representada por el valor de $g_i(j, k) = 1$ en la condición LL cuando el valor medio medido de ABS es superior al umbral LL (por ejemplo, 3,9 bits/muestra) y la ocupación media medida del portador de datos es inferior al umbral de carga baja de datos (por ejemplo, 60%). En ese momento se desactiva el DLC.

Este apéndice no se ocupa de la presencia de canales sin restricciones a 64 kbit/s. La influencia de estos canales en la activación del DLC queda para un ulterior estudio.

Referencias

- [1] Recomendación G.763.
- [2] CHADRAMOHAN (J.): A traffic engineering model for trunk groups with digital multiplication systems, *Teletraffic and Datatraffic in a period of Change, ITC-13A*, Jensen and V. B. Iversen (editors), Elsevier Science Publications. (B. V.), North Holland IAC, páginas 243-246, 1991.
- [3] *Libro Azul* del CCITT, Volumen V, Calidad de transmisión telefónica – Recomendaciones de la serie P.

Apéndice II

(a la Recomendación E.528)

Intelsat ofrece discos flexibles con una versión en pantalla de la guía del usuario.

Este apéndice no es parte de la Recomendación E.528. Para obtenerlo, solicítelo en:

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS SATELLITE ORGANIZATION
(INTELSAT)

3400 International Drive, N.W.
Washington, D.C. 20008-3098
Estados Unidos de América