



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**Serie G**

**Suplemento 38**

(10/98)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

---

**Cálculos de velocidad binaria variable para los  
equipos de multiplicación de circuitos digitales  
de la Recomendación UIT-T G.767**

Suplemento 38 a las  
Recomendaciones de la serie G del UIT-T

(Anteriormente Recomendaciones del CCITT)

---

RECOMENDACIONES DE LA SERIE G DEL UIT-T  
**SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES**

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
<b>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</b>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
<b>EQUIPOS DE PRUEBAS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>	G.600–G.699
<b>SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL</b>	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

## **SUPLEMENTO 38 A LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE G DEL UIT-T**

### **CÁLCULOS DE VELOCIDAD BINARIA VARIABLE PARA LOS EQUIPOS DE MULTIPLICACIÓN DE CIRCUITOS DIGITALES DE LA RECOMENDACIÓN UIT-T G.767**

#### **Orígenes**

El Suplemento 38 a las Recomendaciones de la serie G del UIT-T, ha sido preparado por la Comisión de Estudio 15 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobado por el procedimiento de la Resolución N.º 5 de la CMNT el 13 de octubre de 1998.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la 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.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## 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.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido/no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 1999

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.

## Suplemento 38 a las Recomendaciones de la serie G

### CÁLCULOS DE VELOCIDAD BINARIA VARIABLE PARA LOS EQUIPOS DE MULTIPLICACIÓN DE CIRCUITOS DIGITALES DE LA RECOMENDACIÓN UIT-T G.767

(Ginebra, 1998)

Este Suplemento explica cómo se obtuvieron las ecuaciones de VBR. Se utilizan aquí las mismas notaciones de la Recomendación G.767. Se utilizará la notación (X, Y, Z) para señalar que  $N_{16} = X$ ,  $N_{12,8} = Y$  y  $N_{9,6} = Z$ , es decir, X QB del portador transportan tráfico a 16 kbit/s, Y QB a 12,8 kbit/s y Z QB a 9,6 kbit/s.

En esta combinación se utilizan  $X+Y+Z$  QB para soportar tráfico desde hasta  $X + \frac{5}{4}Y + \frac{5}{3}Z$  BC.

Si  $N_v$  es mayor que  $N_{QB}$ , se requiere entonces VBR para crear los canales de sobrecarga adicionales. La creación de los canales extraordinarios puede efectuarse utilizando varias combinaciones de  $N_{16}$ ,  $N_{12,8}$  y  $N_{9,6}$ .

Si hay por ejemplo, 19 BC que necesitan recursos portadores y 15 QB disponibles, existen varias combinaciones que utilizan los recursos disponibles y soportan este tráfico. Algunas combinaciones crean más BC de los necesarios, como en (2, 4, 9) que crea 22 BC o en (1, 8, 6) que crea 21 BC. Estas combinaciones soportan todo el tráfico de todos los BC, pero la velocidad binaria media no es óptima, ya que se crean BC adicionales no utilizados. Evidentemente, una combinación que crea demasiado pocos BC no es aceptable. Otras combinaciones no utilizan todos los QB disponibles, pero siguen soportando todo el tráfico, como (4, 4, 6) que utiliza sólo 14 QB de la lista para crear 19 BC, pero una vez más estas combinaciones rebajan la velocidad binaria, ya que no se utilizan óptimamente los recursos portadores.

Un caso excepcional necesita especial atención: Si  $N_{QB}$  es múltiplo de 3 y también  $N_v = \frac{5}{3}N_{QB} - 1$ , no hay ninguna combinación que cree exactamente  $N_v$  BC, y debe crearse un BC no utilizado adicional. Por ejemplo, si  $N_{QB} = 3$  es posible crear 3 canales (cada QB transporta un canal vocal a 16 kbit/s) ó 5 canales (los 3 QB transportan 5 canales a 9,6 kbit/s), pero no es posible crear exactamente 4 canales.

A este efecto, una combinación optimizada es la que proporciona la velocidad binaria y la utilización más elevadas que soportan tráfico de todos los BC en la lista vocal. Esto significa que no se crean BC adicionales innecesarios y que se utilizan todos los QB de la lista.

Dados  $N_v$  y  $N_{QB}$ , puede no obstante haber más de una combinación que cumpla estos requisitos. Continuando con el ejemplo anterior, (9, 0, 6) y (4, 8, 3) utilizan los 15 QB, no crean BC no utilizados y proporcionan la misma velocidad binaria  $-1,58$  bit/muestra.

Por tanto, se requiere otro criterio para escoger una sola combinación. El criterio será: preferir la creación de los mínimos canales a 9,6 kbit/s posibles. En el ejemplo indicado es favorable la segunda combinación, ya que utiliza menos canales a 9,6 kbit/s, aun cuando también utiliza menos canales de 16 kbit/s que la primera combinación. La motivación para utilizar este criterio es que una disminución lineal de la velocidad binaria podría dar lugar a una deterioración más brusca de la calidad vocal, por lo que, cuando se utilizan más canales a 9,6 kbit/s, aun si se mantiene la velocidad binaria media, disminuye la calidad total.

En resumen, los criterios para elegir una sola combinación de  $N_{16}$ ,  $N_{12,8}$  y  $N_{9,6}$  son:

- Maximizar la velocidad binaria media instantánea del tráfico mientras se utilizan recursos portadores disponibles.
- Crear suficientes canales para todos los BC de la lista vocal.
- Minimizar el número de canales a 9,6 kbit/s.

La representación formal de estos criterios es:

$$a) \quad \text{máx} \left( 16 \times N_{16} + 12,8 \times \frac{5}{4} N_{12,8} + 9,6 \times \frac{5}{3} N_{9,6} \right)$$

$$b) \quad N_{16} + \frac{5}{4} N_{12,8} + \frac{5}{3} N_{9,6} \geq N_V$$

$$c) \quad \text{mín} (N_{9,6})$$

Otro requisito evidente es:

- $N_{16}$  es entero,  
 $N_{12,8}$  es múltiplo de 4, y  
 $N_{9,6}$  es múltiplo de 3.

El primer criterio se satisface cuando se consumen todos los recursos portadores, por lo que:

$$a) \quad N_{16} + N_{12,8} + N_{9,6} = N_{QB}$$

El caso especial, cuando debe crearse un BC no utilizado, se trata de la siguiente manera: si  $N_{QB}$  es

múltiplo de 3 y también  $N_V = \frac{5}{3} N_{QB} - 1$ ,  $N_V$  se ajusta añadiendo 1 a su valor. Después de tratar este caso especial, el segundo criterio se satisface cuando se crea exactamente el número de canales necesarios, con lo que:

$$b) \quad N_{16} + \frac{5}{4} N_{12,8} + \frac{5}{3} N_{9,6} = N_V$$

A fin de encontrar la combinación única, se trata primero el tercer criterio:

$N_{9,6}$  es múltiplo de 3, es decir  $N_{9,6} = 3 \times I_1$  siendo  $I_1$  entero. Se crean por tanto exactamente  $5 \times I_1$  canales a 9,6 kbit/s. El número máximo de canales adicionales que puede crearse se conseguirá si muchos de estos canales adicionales funcionan a 12,8 kbit/s y el resto a 16 kbit/s. El número máximo

de canales a 12,8 kbit/s es  $5 \times \text{int} \left( \frac{N_{QB} - 3 \times I_1}{4} \right)$ , lo que deja  $(N_{QB} - 3 \times I_1) - 4 \times \text{int} \left( \frac{N_{QB} - 3 \times I_1}{4} \right)$  canales a 16 kbit/s. Es necesario que la suma de los canales a 9,6 kbit/s, 12,8 kbit/s y 16 kbit/s sea al menos  $N_V$ :

$$5 \times I_1 + 5 \times \text{int} \left( \frac{N_{QB} - 3 \times I_1}{4} \right) + (N_{QB} - 3 \times I_1) - 4 \times \text{int} \left( \frac{N_{QB} - 3 \times I_1}{4} \right) \geq N_V$$

$$\Rightarrow 2 \times I_1 + N_{QB} + \text{int} \left( \frac{N_{QB} - 3 \times I_1}{4} \right) \geq N_V$$

$2 \times I_1$  es entero.  $N_{QB}$  y  $N_V$  son también enteros, por lo que las tres magnitudes pueden pasarse dentro de los paréntesis y la ecuación seguir siendo válida, con lo que obtenemos:

$$\text{int} \left( \frac{5}{4} I_1 + \frac{5}{4} N_{QB} - N_V \right) \geq 0$$

El  $I_1$  mínimo que satisface esta ecuación es:

$$I_1 = \frac{4}{5} N_V - N_{QB}$$

Como  $I_1$  es un número entero, la solución es:

$$I_1 = \text{int}\left(\frac{4}{5} N_V - N_{QB}\right) + \alpha$$

donde  $\alpha = 0$  si  $\frac{4}{5} N_V - N_{QB}$  es entero (porque de este modo el valor entre paréntesis es exactamente cero) o  $\alpha = 1$  en cualquier otro caso.

Si  $I_1$  es menor que cero, se fija entonces a cero, ya que el número de QB no puede ser negativo.

Después de fijar el valor de  $N_{9,6}$ , los dos primeros criterios son simplemente ecuaciones lineales con dos variables, y su solución es:

$$N_{12,8} = 4\left(N_V - N_{QB} - \frac{2}{3} N_{9,6}\right)$$

$$N_{16} = N_{QB} - N_{12,8} - N_{9,6}$$

### Ejemplo N.º 1

Caso de  $N_{QB} = 10$  and  $N_V = 13$

$$I_1 = \frac{4}{5} N_V - N_{QB} = \frac{4}{5} 13 - 10 = 0,4$$

0,4 no es entero, por tanto  $I_1 = 1,4$

$$N_{9,6} = 3 \times \text{int}(I_1) = 3$$

$$N_{12,8} = 4\left(N_V - N_{QB} - \frac{2}{3} N_{9,6}\right) = 4\left(13 - 10 - \frac{2}{3} 3\right) = 4$$

$$N_{16} = N_{QB} - N_{12,8} - N_{9,6} = 10 - 4 - 3 = 3$$

Supóngase que  $IT = 120$  y  $BC = 54$ . Entonces:

$$P_V = (BC + IT) \text{ mod } N_V = (120 + 54) \text{ mod } 13 = 5$$

Y la correspondencia de VBR es la siguiente:

$N_{QB} = 10, N_V = 13$	Número de BC	corresponde al número de QB	a la velocidad [kbit/s]
$N_{9,6} = 3, N_{12,8} = 4, N_{16} = 3$	5	1	16
	6	2	16
$IT = 120, BC = 54$ $P_V = 5$	7	3	16
	8, 9, 10, 11 y 12	4, 5, 6 y 7	12,8
	13, 1, 2, 3 y 4	8, 9 y 10	9,6

## Ejemplo N.º 2

Caso de  $N_{QB} = 15$  y  $N_V = 18$

$$I_1 = \frac{4}{5} N_V - N_{QB} = \frac{4}{5} 18 - 15 = -0,6$$

-0,6 es menor que cero, por lo que  $I_1 = 0$

$N_{9,6} = 3 \times \text{int}(I_1) = 0$  (no se necesita la creación de canales a 9,6 kbit/s)

$$N_{12,8} = 4 \left( N_V - N_{QB} - \frac{2}{3} N_{9,6} \right) = 4 \left( 18 - 15 - \frac{2}{3} 0 \right) = 12$$

$$N_{16} = N_{QB} - N_{12,8} - N_{9,6} = 15 - 12 - 0 = 3$$

Supóngase que  $IT = 79$  y  $BC = 136$ . Entonces:

$$P_V = (BC + IT) \bmod N_V = (79 + 136) \bmod 18 = 17$$

Y la correspondencia de VBR es la siguiente:

	Número de BC	corresponde al número de QB	a la velocidad [kbit/s]
$N_{QB} = 15, N_V = 18$ $N_{9,6} = 0, N_{12,8} = 12, N_{16} = 3$	17	1	16
	18	2	16
	1	3	16
$IT = 79, BC = 136$ $P_V = 17$	2, 3, 4, 5 y 6	4, 5, 6 y 7	12,8
	7, 8, 9, 10 y 11	8, 9, 10 y 11	12,8
	12, 13, 14, 15 y 16	12, 13, 14 y 15	12,8

## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

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