



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.728

Anexo G
Corrigendum 1
(02/00)

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

Sistemas de transmisión digital – Equipos terminales –
Codificación de señales analógicas mediante métodos
diferentes de la MIC

Codificación de señales vocales a 16 kbit/s
utilizando predicción lineal con excitación por
código de bajo retardo

Anexo G: Especificación de coma fija a 16 kbit/s
Corrigendum 1

Recomendación UIT-T G.728 – Anexo G – Corrigendum 1

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

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

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
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
EQUIPOS DE PRUEBAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
Generalidades	G.700–G.709
Codificación de señales analógicas mediante modulación por impulsos codificados (MIC)	G.710–G.719
Codificación de señales analógicas mediante métodos diferentes de la MIC	G.720–G.729
Características principales de los equipos múltiplex primarios	G.730–G.739
Características principales de los equipos múltiplex de segundo orden	G.740–G.749
Características principales de los equipos múltiplex de orden superior	G.750–G.759
Características principales de los transcodificadores y de los equipos de multiplicación de circuitos digitales	G.760–G.769
Características de operación, administración y mantenimiento de los equipos de transmisión	G.770–G.779
Características principales de los equipos múltiplex de la jerarquía digital síncrona	G.780–G.789
Otros equipos terminales	G.790–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.

RECOMENDACIÓN UIT-T G.728

CODIFICACIÓN DE SEÑALES VOCALES A 16 kbit/s UTILIZANDO PREDICCIÓN LINEAL CON EXCITACIÓN POR CÓDIGO DE BAJO RETARDO

ANEXO G

Especificación de coma fija a 16 kbit/s

CORRIGENDUM 1

Orígenes

El corrigendum 1 al anexo G de la Recomendación UIT-T G.728 ha sido preparado por la Comisión de Estudio 16 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobado por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 17 de febrero de 2000.

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 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 2000

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

Recomendación G.728

CODIFICACIÓN DE SEÑALES VOCALES A 16 kbit/s UTILIZANDO PREDICCIÓN LINEAL CON EXCITACIÓN POR CÓDIGO DE BAJO RETARDO

ANEXO G

Especificación de coma fija a 16 kbit/s

CORRIGENDUM 1

(Ginebra, 2000)

1) Subcláusula G.1.3.4

Suprímense las siguientes frases del segundo y tercer párrafos como sigue:

G.1.3.4 División

La división se utiliza con mucha menos frecuencia que la adición o la multiplicación. Las únicas divisiones utilizadas son divisiones con coma flotante escalar. El numerador y el denominador se representan en formato normalizado, al igual que el cociente. El NLS del cociente se calcula sustrayendo el NLS del denominador del NLS del numerador y añadiendo 14. Para comprender esta adición de 14 considérese el caso en que el numerador fuese ligeramente mayor que el denominador y ambos tuvieran un NLS igual a 0. El cociente tendría entonces un NLS igual a 14 y sería normalizado convenientemente. Si la mantisa del numerador fuese inferior a la del denominador, el numerador debería ser desplazado un bit a la derecha y su NLS incrementado en 1 para calcular el NLS del cociente. Así se garantiza que la mantisa del cociente estará en formato normalizado.

~~La división se produce en la recursión de Durbin; una rutina que exige una precisión de 16 bits total en el resultado, por lo que las rutinas de división aproximada no son suficientes. La mantisa del resultado ha de tener una precisión de 16 bits total, incluido el redondeo del resultado de 17 bits. El seudocódigo para una división como ésta se da un poco más adelante.~~

~~Si el numerador o el denominador no están almacenados inicialmente con coma flotante escalar, ha de procederse en primer lugar a su conversión a ese formato. En el seudocódigo la función FLOAT(.) se utiliza para representar esa conversión. El argumento puede ser de coma fija de precisión simple o de precisión doble.~~

2) Subcláusula G.2.1

a) Modifíquese el final del segundo párrafo como sigue:

G.2.1 Cambios en el adaptador de ganancia vectorial hacia atrás (bloque 20)

NOTA – Esta subcláusula se refiere a 3.8/G.728. Los lectores deben familiarizarse con 3.8/G.728 antes de intentar comprender esta subcláusula. Los cambios que aquí se indican corresponden a los cálculos efectuados una vez por vector para el adaptador de ganancia vectorial hacia atrás. Cuando ha sido posible se ha utilizado la misma notación que en la Recomendación G.728.

En esta subcláusula se describen, de manera sucinta, las operaciones del adaptador de ganancia vectorial hacia atrás una vez por vector de la Recomendación G.728 aplicado en coma flotante. A continuación se describe un método matemáticamente equivalente que puede aplicarse más fácilmente y con mayor exactitud en los procesadores de coma fija. En el ~~addendum al presente anexo G.5~~ figuran cuadros con los valores requeridos por este método alternativo.

- b) *Para mantener la uniformidad, complétense los títulos de las figuras con "/G.728", como sigue:*
- 2) $10 \log_{10} P[y_j]$, el valor en dB de la potencia del mejor vector de código de forma seleccionado a partir del código cifrado de forma. (En cierto sentido, esto equivale a un codificador predictivo convencional para la ganancia, pero utilizado en el dominio logarítmico.)

La figura G.1/G.728 muestra el diagrama de bloques de este método matemáticamente equivalente. Puesto que sólo hay cuatro valores posibles de $|g_i|$ y 128 valores posibles de $P[y_j]$; se puede efectuar un cálculo previo de sus valores en dB y almacenarlos en dos tablas de ganancia logarítmica (bloques 93 y 94 de la figura G.1/G.728).

Las unidades de retardo 91 y 92 ponen a disposición los mejores índices de código cifrado de ganancia y de forma elegidos en la búsqueda del código cifrado de excitación del vector anterior. Estos dos índices se utilizan para encontrar los valores de $20 \log_{10} |g_i|$ y $10 \log_{10} P[y_j]$ consultando las tablas de ganancia logarítmica de los bloques 93 y 94. La unidad 95 de retardo de una muestra retiene la ganancia logarítmica predicha (y posiblemente de gama limitada) anterior $\hat{\delta}(n-1)$. El sumador 96 suma la salida de los bloques 93, 94 y 95 produciendo un valor $\hat{\delta}(n-1)$ no recortado de acuerdo con la ecuación (G-14). El limitador 97 aplica entonces la desigualdad en la ecuación (G-9) recortando la salida del sumador 96 a -32 dB, si es inferior a -32 dB.

La salida del limitador 97 equivale matemáticamente a la salida del sumador 42 de la figura 6/G.728, por lo que los bloques 43 a 46 de la figura G.1/G.728 son idénticos a sus correspondientes de la figura 6/G.728. La operación del limitador de ganancia logarítmica 98 es similar a la del limitador 47 de la figura 6/G.728, salvo que la gama permitida ha sido desplazada hacia abajo en 32 dB. El sumador 99 suma el valor de desplazamiento de ganancia logarítmica de 32 dB, almacenado en el bloque 41, a la salida del limitador de ganancia logarítmica 98. El valor de ganancia logarítmica resultante es convertido al dominio logarítmico, a continuación, por el calculador logarítmico inverso 48, que es idéntico a su correspondiente de la figura 6/G.728. De esta manera se completa la descripción del método matemáticamente equivalente para implementación de coma fija.

El método equivalente mostrado en la figura G.1/G.728 tiene dos ventajas importantes con respecto al método original de la figura 6/G.728.

- a) Elimina la necesidad de calcular la función logarítmica (bloque 40 de la figura 6/G.728). En las implementaciones de DSP, la función logarítmica se calcula normalmente utilizando una expansión de serie potencial y, por lo general, exige el cálculo de un gran número de ciclos de instrucción. Por eso, la sustitución del cálculo logarítmico por la consulta de una tabla podría suponer un considerable ahorro de ciclos de DSP. Además, las entradas en la tabla pueden precalcularse con el grado de precisión máxima deseada.
- b) Probablemente dé resultados numéricos más exactos que el método original cuando se utilice un procesador de coma fija. Debido a la adaptación hacia atrás, hay un bucle de realimentación en el proceso de adaptación de ganancia. En la figura 6/G.728, dicho bucle de realimentación es muy largo. Va del calculador logarítmico inverso 48 a la unidad de escalamiento de ganancia 21 (de la figura 2/G.728) y a continuación vuelve a los bloques 67, 39, 40 y 42 a 48. Cuantos más cálculos se hagan en este bucle más probable es que se acumulen errores numéricos debidos a la precisión finita en el bucle de realimentación. Esto es especialmente válido si el procesador de coma fija no alcanza siempre la máxima precisión posible para la función logarítmica. Por el contrario, el bucle de realimentación de la figura G.1/G.728 es lo más compacto posible. Obsérvese que la unidad de escalamiento de ganancia, el cálculo de energía y de potencia de $e(n)$, el calculador logarítmico e incluso el sumador para el restablecimiento del desplazamiento de la ganancia logarítmica están ahora, todos ellos, fuera del bucle de realimentación. Salvo por los bloques 43 a 46, que son

comunes a ambos métodos, el bucle de realimentación sólo implica dos limitadores y dos adiciones, que pueden ser implementados con un grado de precisión muy alto por los procesadores de coma fija.

- c) *Añádase "P" en la primera columna de la segunda fila y añádase "AA0" en la nota al cuadro para variables del Bloque 50:*

La tabla siguiente contiene la relación de todas las variables del seudocódigo anterior, con su formato de representación para facilitar su referencia.

Variable	Formato	Tamaño	Temp./perm.	Antigua/nueva
AA0, AA1, AA2, P	DP-entero	1	temp.	nueva
ALPHATMP	SFL	1	temp.	antigua
ATMP	Q13/Q14/Q15	51	Perm.	antigua
IB	entero	1	temp.	antigua
ILLCOND	lógico	1	Perm.	nueva
ILLCONDP	lógico	1	Perm.	nueva
IP	entero	1	temp.	antigua
LP	entero	1	temp.	nueva
MH	entero	1	temp.	antigua
MINC	entero	1	temp.	antigua
NLSATMP	entero	1	temp.	nueva
NRS	entero	1	temp.	nueva
NUM	entero	1	temp.	nueva
RC	Q15	1	temp.	nueva
RC1	Q15	1	temp.	nueva
RTMP	Q15	51	Perm.	antigua
SIGN	entero	1	temp.	nueva
SFL	Coma flotante escalar de 16 bits			
DP entero	Registro de 32 bits, tal como un acumulador o los registradores de productos (AA0, AA1, AA2 & P)			
Entero	Entero de 16 bits			
Q13/Q14/Q15	Entero de 16 bits con una de estas representaciones			

3) Subcláusula G.3.2

Corrija una ecuación del pseudocódigo como sigue:

```
L = 6 - K
J = LPC
AA0 = 0
For LL = 1, ..., L, do the next 3 lines
    AA0 = AA0 - STATELPC(J) * A(J + 1) | Multiplicar - adicionar
    STATELPC(J) = STATELPC(J - 1) | Cambio de memoria
    J = J - 1
NLS = NLSSTATE(I) - NLSSTATE(11)
AA1 = AA0 >> NLS

For I = 2, ..., 10, do the next 8 lines
    AA0 = 0
    For LL = 1, 2, ..., IDIM, do the next 3 lines
        AA0 = AA0 - STATELPC(J) * A(J + 1)
        STATELPC(J) = STATELPC(J - 1) | STATELPC(0) = garbage si J = 1;
        it is OK
        J = J - 1
    NLS = NLSSTATE(I) - NLSSTATE(11)
    AA0 = AA0 >> NLS | Cambiar para alinear
    AA1 = AA1 + AA0

If K = 1, go to SHIFT2
L = K - 1
AA0 = 0
For LL = 1, 2, ..., L, do the next 3 lines
    AA0 = AA0 - STATELPC(J) * A(J + 1)
```

4) Subcláusula G.3.12

a) *Suprímase un argumento no utilizado "N3" de FINDNLS como sigue:*

G.3.12 Bloque 36 – Seudocódigo para el módulo de ventanización híbrida

En esta subcláusula se dan tanto el pseudocódigo de coma flotante como el de coma fija para el bloque 36. Primero se presenta el pseudocódigo de coma flotante.

```
For N = 1, 2, ..., N2, do the next line
    SBW(N) = SBW(N + NFRSZ) | Cambiar la antigua memoria
                            | intermedia de señal

For N = 1, 2, ..., NFRSZ, do the next line
    SBW(N2 + N) = STMP(N) | SBW(N3) es la muestra más
                            | reciente
                            | Todas las SBW están en Q2 y se
                            | representan con una precisión
                            | de 15 bits
                            | Encontrar el número de
                            | desplazamientos a la izquierda
                            | necesarios en el próximo bucle
                            | para obtener un margen de
                            | 2 bits
                            | En realidad no es necesario
                            | efectuar el escalamiento
                            | Se utiliza simplemente NLS

Call FINDNLS(SBW, N3, N3, 14, NLS)
```

b) En el cuadro para variables, el tamaño de "R" debe ser "11" en vez de "1".

Variable	Formato	Tamaño	Temp./perm.	Antigua/nueva
NLS	entero	1	temp.	nueva
NLSREXPW	entero	1	perm.	nueva
NLSTMP	entero	1	temp.	nueva
REXPW	BFL	11	perm.	antigua
R	BFL	<u>11</u>	perm.	antigua
SBW	Q2	60	perm.	antigua
STMP	Q2	20	perm.	antigua
WS	BFL	60	temp.	antigua
BFL	Coma flotante de bloque			
Entero	Entero de 16 bits			

5) Subcláusula G.3.14

Suprímase un argumento no utilizado "N3" de FINDNLS como sigue:

G.3.14 Bloque 43 – Módulo de ventanización híbrida

En esta subcláusula se dan el seudocódigo de coma flotante y el de coma fija para el bloque 43. Primero se presenta el seudocódigo de coma flotante.

```

For N = 1, 2, ..., N2, do the next line
    SBLG(N) = SBLG(N + NUPDATE) | Cambiar la antigua memoria intermedia
                                | de señal
For N = 1, 2, ..., NUPDATE, do the next line
    SBLG(N2 + N) = GTMP(N)      | SBLG(N3) es la muestra más reciente
                                | Todas las SBLG están en Q9 y se
                                | representan con una precisión
                                | de 16 bits
Call FINDNLS(SBLG, N3, N3, 14, NLS) | Encontrar el número de
NLSTMP = NLS - 1                 | desplazamientos a la izquierda
                                | necesarios en el próximo bucle para
                                | un margen futuro de 2 bits

```

6) Subcláusula G.3.17

En una línea de comentario, sustitúyase "NLSWS" con "NLSTMP":

G.3.17 Bloque 49 – Módulo de ventana híbrida para filtro de síntesis

```

For N = 1, 2, ..., N2, do the next line
    SB(N) = SB(N + NFRSZ)      | Cambiar la parte antigua
                                | del SB de la memoria
                                | intermedia
For N = 1, 2, ..., N6, do the next line
    NLSSB(N) = NLSSB(N + N5)  | Cambiar el NLSSB antiguo
For N = 1, 2, ..., NFRSZ, do the next line
    SB(N2 + N) = STTMP(N)     | Introducir la parte nueva
                                | del SB

```

For N = 1, 2, ..., N5, do the next line

NLSSB(N6 + N) = NLSSTMP(N)

| Introducir el NLSSB nuevo

| Encontrar ahora el NLSSB
| mínimo, con lo que se determina
| NLSWSTMP

NLSTMP Min{NLSSB(1), NLSSB(2), ..., NLSSB(N4)}

7) Subcláusula G.3.18

Añádase un signo negativo "-" como sigue:

G.3.18 HWMCORE – Núcleo del módulo de ventana híbrida

For I = 1, 2, ..., LPO, do the next 11 lines

AA0 = 0

| Calcular la parte

| recursiva de RREC(I + 1)

For N = LPO + 1, ..., N1, do the next 2 lines

P = WS(N) * WS(N - I)

AA0 = AA0 + P

AA0 = AA0 >> 1

AA1 = RREC(I + 1) << NLSATT

| Escalar RREC por 3/4 ó 1/2

AA1 = AA1 + (RREC(I + 1) << 16)

AA1 = AA1 >> IR

AA0 = AA0 + AA1

AA0 = AA0 << NLSRE

RREC(I + 1) = RND(AA0)

| Guardados los 16 bits más

| altos de AA0

Go to FIN_RECUR

8) Subcláusula G.3.20

Sustitúyase la variable "AA0" de una ecuación con "AA1" como sigue:

G.3.20 Bloques 71 y 72 – Posfiltros de largo plazo y de corto plazo

Los bloques 71 y 72 se combinan para preservar la precisión de la variable intermedia TEMP, que se pasó entre ellos en el seudocódigo de coma flotante. En primer lugar se indica el seudocódigo de coma flotante para ambos bloques.

For J = 10, 9, ..., 3, 2, do the next 2 lines

AA1 = AA1 - STPFIIR(J) * AP(J + 1)

| Efectuar ahora la parte IIR del
| filtro

| AP está en Q14, STPFIIR(J) está
| en Q2

STPFIIR(J) = STPFIIR(J - 1)

AA1 = AA1 - STPFIIR(1) * AP(2)

AA0 = AA0 >> 14

| Comprobar ahora si hay saturación

If AA0 > 32767, set AA0 = 32767

If AA0 < -32768, set AA0 = -32768

STPFIIR(1) = AA0

| Hacer ahora el filtro de
| compensación de inclinación
| espectral

9) Subcláusula G.4

Para mantener la uniformidad, complétense los títulos de los cuadros con "/G.728" como sigue:

G.4 Representaciones de variables internas de LD-CELP

En esta subcláusula se presentan versiones actualizadas de los cuadros 1/G.728 y 2/G.728. El cuadro G.1/G.728 es una versión abreviada del cuadro 1/G.728. Las constantes cuya relación figura en el mismo son sólo aquellas que no son enteros inherentemente y no se dan en ningún otro sitio de la presente Recomendación. Se han suprimido las columnas Símbolo equivalente y Valor inicial del cuadro 1/G.728 para dejar sitio para el formato de coma fija y la representación requerida de cada variable. El cuadro G.2/G.728 es la versión entera del cuadro 2/G.728. Se han suprimido las columnas Símbolo equivalente y Valor inicial del cuadro 2/G.728 para presentar el formato de coma fija. En la relación de variables figuran algunas variables nuevas que están relacionadas solamente con la especificación de coma fija.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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