

**Reemplazada por una versión más reciente**



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.728**

**Anexo H**

(07/97)

**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 H: Operaciones de LD-CELP a velocidad  
binaria variable, especialmente para equipos  
digitales de multiplicación de circuitos a  
velocidades inferiores a 16 kbit/s**

Recomendación UIT-T G.728 – Anexo H  
Reemplazada por una versión más reciente

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

# Reemplazada por una versión más reciente

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 SATELITE 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>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>	
<b>SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL</b>	
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
<b>Codificación de señales analógicas mediante métodos diferentes de la MIC</b>	<b>G.720–G.729</b>
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.

# **Reemplazada por una versión más reciente**

**RECOMENDACIÓN UIT-T G.728**

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

**ANEXO H**

**OPERACIONES DE LD-CELP A VELOCIDAD BINARIA VARIABLE,  
ESPECIALMENTE PARA EQUIPOS DIGITALES DE MULTIPLICACIÓN  
DE CIRCUITOS A VELOCIDADES INFERIORES A 16 kbit/s**

## **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.728, anexo H ha sido preparada por la Comisión de Estudio 16 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 10 de julio de 1997.

# Reemplazada por una versión más reciente

## 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 1997

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.

# Reemplazada por una versión más reciente

## ÍNDICE

### Página

Anexo H – Operaciones de LD-CELP a velocidad binaria variable, especialmente para equipos digitales de multiplicación de circuitos a velocidades inferiores a 16 kbit/s	1
H.1 Introducción .....	1
H.2 Principios de funcionamiento .....	1
H.2.1 Procedimiento para reducir la velocidad binaria de codificación .....	1
H.2.2 Principio de funcionamiento a 12,8 kbit/s .....	2
H.2.3 Principio de funcionamiento a 9,6 kbit/s .....	2
H.3 Modificaciones que requiere el funcionamiento a 12,8 kbit/s .....	2
H.3.1 Seudocódigo .....	2
H.3.2 Nuevo cuadro adicional de ganancia .....	6
H.3.3 Modificación del parámetro del codificador .....	7
H.4 Modificaciones que requiere el funcionamiento a 9,6 kbit/s .....	7
H.4.1 Seudocódigo .....	7
H.4.2 Nuevo cuadro adicional de ganancia .....	12
H.4.3 Modificación del parámetro del codificador .....	12



# Reemplazada por una versión más reciente

## Recomendación G.728

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

#### ANEXO H<sup>1</sup>

#### OPERACIONES DE LD-CELP A VELOCIDAD BINARIA VARIABLE, ESPECIALMENTE PARA EQUIPOS DIGITALES DE MULTIPLICACIÓN DE CIRCUITOS A VELOCIDADES INFERIORES A 16 kbit/s

(Ginebra, 1997)

### H.1 Introducción

El presente anexo contiene las modificaciones que es preciso introducir al algoritmo de codificación de señales vocales para la predicción lineal con excitación por código de bajo retardo (LD-CELP, *low-delay code excited linear prediction*) según la Recomendación G.728, de modo que pueda reducirse la velocidad binaria de codificación a 12,8 y 9,6 kbit/s. Entre dichas modificaciones figuran también las que se refieren a los códigos cifrados de forma y de ganancia.

Este anexo está redactado considerando que el lector ya se ha familiarizado con las especificaciones de la Recomendación G.728. El algoritmo definido en la Recomendación G.728 no será abordado, describiéndose únicamente las modificaciones a dicha Recomendación.

El anexo se compone de cuatro subcláusulas. La subcláusula H.2 desarrolla los principios de funcionamiento para reducir la velocidad binaria. La subcláusula H.3 describe las modificaciones necesarias para el funcionamiento a 12,8 kbit/s. La subcláusula H.4 describe las modificaciones necesarias para el funcionamiento a 9,6 kbit/s.

### H.2 Principios de funcionamiento

#### H.2.1 Procedimiento para reducir la velocidad binaria de codificación

Es posible disminuir la velocidad binaria sin modificar sustancialmente el algoritmo de codificación reduciendo el tamaño del código cifrado. En el cuerpo central de la Recomendación G.728, el índice de código cifrado consta de 10 bits, correspondientes a 1024 vectores de código cifrado. Reduciendo en 2 bits dicho índice de código cifrado de 10 bits se obtiene una disminución de la velocidad binaria de codificación, de 16 a 12,8 kbit/s; una reducción de 4 bits permite disminuir la velocidad binaria de codificación a 9,6 kbit/s.

El índice de código cifrado (bit 9 a bit 0) se divide en dos partes: 7 bits (bit 9 a bit 3) para el código cifrado de forma y 3 bits (bit 2 a bit 0) para el código cifrado de ganancia. El código cifrado de forma de 7 bits se compone de 128 vectores de código; el código cifrado de ganancia de 3 bits se compone de 8 valores escalares simétricos con respecto a cero.

---

<sup>1</sup> El presente anexo es un agregado opcional a la Recomendación G.728 y no es imprescindible para cumplir correctamente las funciones de codificador y decodificador. Su objetivo es mejorar la calidad de funcionamiento para los parámetros de la Recomendación G.728 en algunas aplicaciones específicas, tales como las que utilizarán equipos de multiplicación de circuitos digitales. Queda a criterio de los operadores la aplicación o no del presente anexo.

## **Reemplazada por una versión más reciente**

El número de vectores contenidos en el código cifrado de forma puede reducirse de la siguiente manera. La probabilidad de vectores contenidos en el código cifrado de forma, calculada a partir de muestras de señales vocales normales, no es de distribución uniforme. Se ha observado que la probabilidad de presencia de números de índice de código cifrado entre 65 y 128 es mucho mayor que entre 1 y 64. Aprovechando que la distribución no es uniforme, es posible limitar el número de vectores de código cifrado sin producir una degradación excesiva de la calidad de señales vocales. Por ejemplo, el bit 9 contenido en el índice de código cifrado de forma es un candidato a la reducción.

Otra forma de reducir las dimensiones del código cifrado de forma consiste en rediseñar el código cifrado optimizado para cada operación de velocidad binaria reducida. No obstante, este método requiere más posiciones en la memoria e importantes modificaciones en la aplicación.

El número de valores de ganancia en el código cifrado de ganancia puede reducirse de la siguiente manera. Para reducir el número de bits utilizados para el código cifrado de ganancia, es mejor rediseñar el código cifrado de ganancia reducido optimizándolo para las operaciones a velocidad binaria reducida, ya que así el código cifrado de ganancia sólo ocupará un espacio pequeño de la memoria. Cada código cifrado de ganancia cuyas dimensiones se hayan reducido deberá optimizarse antes de su cuantificación, en base a la distribución de probabilidad de los valores de ganancia.

En H.2.2 se describe la reducción del número de bits del índice de código cifrado para funcionamiento a 12,8 kbit/s, mientras que el procedimiento para funcionamiento a 9,6 kbit/s aparece en H.2.3.

### **H.2.2 Principio de funcionamiento a 12,8 kbit/s**

Para asegurar el funcionamiento a 12,8 kbit/s, se deben eliminar dos bits del índice de código cifrado de 10 bits. No se utiliza el bit 9 del índice de código cifrado de forma, seleccionándose un código cifrado de ganancia reducido de cuatro valores. La supresión del bit 9 del índice de código cifrado de forma limita los números del índice de código cifrado al intervalo entre 65 y 128. Se optimizan los cuatro valores del código cifrado de ganancia y valores conexos, para funcionar a 12,8 kbit/s; dichos valores aparecen en el cuadro H.1/G.728 (para el cálculo de coma flotante) y en el cuadro H.2/G.728 (para el cálculo de coma fija) correspondientes a H.3.2.

### **H.2.3 Principio de funcionamiento a 9,6 kbit/s**

Para asegurar el funcionamiento a 9,6 kbit/s, es necesario reducir en cuatro bits el índice de código cifrado de 10 bits. Se suprimen los bits 9, 8 y 5 del índice de código cifrado de forma, mientras que el código cifrado de ganancia se reduce de 8 a 4 valores.

La supresión de los bits 9, 8 y 5 del índice de código cifrado de forma limita los números de índice de código cifrado a los intervalos entre 97 y 100, 105 y 108, 113 y 116, y entre 121 y 124. Para el funcionamiento a 9,6 kbit/s se optimizan los cuatro valores del código cifrado de ganancia y valores conexos; dichos valores aparecen en el cuadro H.4/G.728 (para el cálculo de coma flotante) y en el cuadro H.5/G.728 (para el cálculo de coma fija) correspondientes a H.4.2.

## **H.3 Modificaciones que requiere el funcionamiento a 12,8 kbit/s**

### **H.3.1 Seudocódigo**

Sólo se presentan las secuencias de ejecución de bloques; no se describen los detalles de bajo nivel de transferencia de parámetros.

## Reemplazada por una versión más reciente

### H.3.1.1 Bloques 17 y 18 – Calculador de error y selector del mejor índice de código cifrado

En esta subcláusula se describen ambos pseudocódigos, de coma flotante, y coma fija, para los bloques 17 y 18. Dichos códigos se han modificado para funcionar a 12,8 kbit/s y deben reemplazar los bloques 17 y 18 descritos en 5.11 de la Recomendación G.728. Se presenta en primer lugar el pseudocódigo de coma flotante.

Inicializar DISTM para el mayor número representativo del equipo físico

$N1=NG\_128/2$

For  $J=65,66,\dots,NCWD$ , do the following

$J1=(J-1)*IDIM$

$COR=0$ .

For  $K=1,2,\dots,IDIM$ , do the next line

$COR=COR+PN(K)*Y(J1+K)$  | Calcular el producto interno  $p_j$

If  $COR > 0$ , then do the next 3 lines

$IDXG=N1$

If  $COR < GB\_128(1)*Y2(J)$ , do the next line

$IDXG=1$  | Obtención de la mejor ganancia positiva

If  $COR \leq 0$ , then do the next 3 lines

$IDXG=NG\_128$

If  $COR > GB\_128(3)*Y2(J)$ , do the next line

$IDXG=3$  | Obtención de la mejor ganancia negativa

$D=-G2\_128(IDXG)*COR+GSQ\_128(IDXG)*Y2(J)$  | Calcular distorsión  $\hat{D}$

If  $D < DISTM$ , do the next 3 lines

$DISTM=D$  | Conservar la menor distorsión y los mejores

$IG=IDXG$  | índices de código cifrado hasta ahora

$IS=J$  | obtenidos.

Repetir lo anterior para J siguiente

$IS1=IS-NCWD/2$

$ICHAN=(IS1-1)*NG\_128+(IG-1)$  | Concatenar los índices de  
| códigos cifrados de forma y ganancia.

Transmitir ICHAN a través del canal de comunicación. Para una transmisión en serie binaria, ha de transmitirse primero el bit más significativo de ICHAN. Si se representa ICHAN por la palabra de 8 bits  $b_7, b_6, b_5, b_4, b_3, b_2, b_1, b_0$ , el orden de transmisión de los bits deberá ser  $b_7$ , seguido de  $b_6, b_5, b_4, b_3, b_2, b_1, b_0$  (siendo  $b_7$  el bit más significativo).

La versión de coma fija del mismo módulo figura a continuación. Este pseudocódigo de coma fija reemplaza el código de coma fija del bloque original 17 descrito en G.3.9 de la Recomendación G.728.

$DISTM=2147483647$

For  $J=65,66,\dots,NCWD$ , do the following

$J1=(J-1)*IDIM$

$AA0=0$

For  $K=1,2,\dots,IDIM$ , do the next 2 lines

$P=PN(K)*Y(J1+K)$  | Calcular el producto interno  $P_j$

$AA0=AA0+P$  | NLS para AA0 es  $7+11=18$

If  $AA0 < 0$ , set  $AA0=-AA0$  | escoger el valor absoluto

## Reemplazada por una versión más reciente

IDXG=1  
P=GB\_128(1)\*Y2(J) | NLS para P es 13+5=18  
If AA0 ≥ P, set IDXG=IDXG+1  
AA0=AA0 >> 14 | NLS para AA0=4  
If AA0 > 32767, set AA0=32767 | recortar AA0; AA0 en modo saturación  
AA1=GSQ\_128(IDXG)\*Y2(J) | NLSGSQ\_128=11, NLSY2=5, luego NLSAA1=16  
P=G2\_128(IDXG)\*AA0 | NLSG2\_128=12, NLSAA0=4, luego NLSP=16  
AA1=AA1-P  
If AA1 < DISTM, do the next 3 lines  
DISTM=AA1 | DISTM de doble precisión  
IG=IDXG  
IS=J

Repítase lo anterior para J siguiente

AA0=0 | Hallar ahora el bit de signo  
J1=(IS-1)\*IDIM  
For K=1,2,...,IDIM, do the next 2 lines  
P=PN(K)\*Y(J1+K) | Calcular el producto interno  
AA0=AA0+P  
If AA0 ≤ 0, set IG=IG+2  
IS1=NCWD  
IS1=IS1 >> 1  
IS1=IS-IS1  
ICHAN=(IS1-1)\*NG\_128+(IG-1)

En el código precedente se aplican las siguientes cuatro líneas:

AA0=AA0 >> 14 | NLS para AA0=4  
If AA0 > 32767, set AA0=32767 | recortar AA0  
AA1=GSQ\_128(IDXG)\*Y2(J) | NLSGSQ\_128=11, NLSY2=5, luego NLSAA1=16  
P=G2\_128(IDXG)\*AA0 | NLSG2\_128=12, NLSAA0=4, luego NLSP=16

En los segmentos de función "recorte", pueden reemplazarse estas líneas por el código siguiente, dando exactamente los mismos resultados.

AA0=AA0 << 2 | NLS para AA0=20  
AA0=CLIP(AA0) | AA0 está en modo saturación  
AA0=AA0 >> 16 | escoger la palabra alta; NLS para AA0=4  
AA1=GSQ\_128(IDXG)\*Y2(J) | NLSGSQ\_128=11, NLSY2=5, luego NLSAA1=16  
P=G2\_128(IDXG)\*AA0 | NLSG2\_128=12, NLSAA0=4, luego NLSP=16

La función CLIP y el modo saturación están relacionados con el concepto de no permitir el desbordamiento de AA0 al efectuar la operación << 2. En lugar de saturarse, AA0 se pone en el máximo número positivo o negativo, según el signo original. En este caso, AA0 es siempre positivo. Esta alternativa está sujeta al DSP y quizás requiera un acumulador de más de 32 bits. La alternativa es siempre aplicable dentro del seudocódigo principal.

### H.3.1.2 Bloque 19 – Códigos cifrados VQ de excitación y bloque 21 – Unidad de escalamiento de ganancia

En esta subcláusula se tratan los seudocódigos para los bloques 19 y 21, de coma flotante y coma fija. El código se ha modificado para el caso de funcionamiento a 12,8 kbit/s y deberá reemplazar el

## Reemplazada por una versión más reciente

bloque 19 original descrito en 5.12 de la Recomendación G.728. He aquí la versión de coma flotante del seudocódigo para el bloque 19, código cifrado VQ de excitación.

$$NN=(IS-1)*IDIM$$

For K=1,2,...,IDIM, do the next line

$$YN(K)=GQ\_128(IG)*Y(NN+K)$$

A continuación se presenta la versión de coma flotante del seudocódigo para el bloque 21, unidad de escalamiento de ganancia.

For K=1,2,...,IDIM, do the next line

$$ET(K) =GAIN*YN(K)$$

Se presenta ahora la versión de coma fija del mismo módulo. El seudocódigo de coma fija reemplaza el código de coma fija de los bloques originales 19 y 21 que figuran en G.3.10 de la Recomendación G.728.

Para el seudocódigo de coma fija, se combinan los bloques 19 y 21 en un solo módulo. Tanto Y como GQ\_128 poseen formatos fijos Q, Q11 y Q13, respectivamente. El valor GAIN ha asociado el NLSGAIN. A fin de obtener la máxima exactitud, el producto GQ\_128(IG)\*GAIN se normaliza a 32 bits antes de redondearlo en los 16 bits superiores. Supóngase que NNGQ\_128(I) sea (1+ el número de desplazamientos a la izquierda necesarios para normalizar el Q13 GQ\_128(I)), NNGQ\_128(I)=3 para I=1,3 y NNGQ\_128(I)=2 para I=2,4. En tal caso, el seudocódigo puede expresarse como sigue:

AA0=GQ_128(IG)*GAIN	AA0 contiene NNGQ_128(IG) ceros de   encabezamiento
AA0=AA0 << NNGQ_128(IG)	desplazar a la izquierda NNGQ_128(IG) bits   para normalizar AA0
TMP=RND(AA0)	redondear en los 16 bits superiores asignándolo   a TMP
NLSAA0=13+NLSGAIN	Formato Q del producto GQ_128(IG)*GAIN
NLSTMP=NLSAA0+NNGQ_128(IG)-16	Formato Q de TMP, por desplazamiento   a la izquierda AA0 de NNGQ_128(IG) bits,   seguidamente redondear y escoger los 16 bits   superiores
NN=(IS-1)*IDIM	Normalizar forma seleccionada
Call VSCALE(Y(NN+1), IDIM, IDIM, 14, TEMP, NLS	vector de código 16 bits;   poner en TEMP
For K=1,2,...,IDIM, do the next 2 lines	Normalizados TMP y TEMP   a 16 bits, el producto
AA0=TMP*TEMP(K)	contiene 1 cero de encabezamiento.
ET(K)=RND(AA0)	Redondeado directamente a alto trabajo,   nos da un ordenamiento ET de 15 bits.
NLSET=NLSTMP+11+NLS-16	Calcular NLS correspondiente a ET.

### H.3.1.3 Bloque 29 – Código cifrado VQ de excitación del decodificador y bloque 31 – Unidad de escalamiento de ganancia del decodificador

En esta subcláusula se presentan los seudocódigos de coma flotante y coma fija para los bloques 29 y 31. Se ha modificado este código para funcionar a 12,8 kbit/s y deberá reemplazar al bloque 29 original descrito en 5.14 de la Recomendación G.728. Se presenta a continuación la versión de coma flotante del seudocódigo para el bloque 29, código cifrado VQ de excitación del decodificador.

## Reemplazada por una versión más reciente

Este bloque extrae primero el índice IG de código cifrado de ganancia de 2 bits y el índice IS de código cifrado de forma de 6 bits a partir del índice recibido de canal de 8 bits. El resto de la operación es exactamente igual a la efectuada para el bloque 19 del codificador.

ITMP=integer part of (ICHAN/NG\_128)

IG=ICHAN-ITMP\*NG\_128+1

ITMP=ITMP+NCWD/2

NN=ITMP\*IDIM

For K=1,2,...,IDIM, do the next line

YN(K)=GQ\_128(IG)\*Y(NN+K)

La operación del bloque 31, unidad de escalamiento de ganancia del decodificador, es exactamente igual a la efectuada para el bloque 21 del codificador.

He aquí la versión de coma fija del mismo módulo.

Para el seudocódigo de coma fija, se combinan los bloques 29 y 31 en un solo módulo. Tanto Y como GQ\_128 poseen formatos fijos Q, Q11 y Q13, respectivamente. El valor GAIN ha asociado el NLSGAIN. A fin de obtener la máxima exactitud, el producto  $GQ_{128}(IG)*GAIN$  se normaliza a 32 bits antes de redondearlo en los 16 bits superiores. Supóngase que  $NNGQ_{128}(I)$  sea (1+ el número de desplazamientos a la izquierda necesarios para normalizar el Q13  $GQ_{128}(I)$ ), luego  $NNGQ_{128}(I)=3$  para I=1,3 y  $NNGQ_{128}(I)=2$  para I=2,4. En tal caso, el seudocódigo puede expresarse como sigue:

IS=ICHAN >> 2

IG=ICHAN-IS\*NG\_128+1

IS1=NCWD

IS1=IS1 >> 1

IS=IS+IS1+1

AA0=GQ\_128(IG)\*GAIN

| AA0 contiene  $NNGQ_{128}(IG)$  ceros de encabezamiento  
| desplazar a la izquierda  $NNGQ_{128}(IG)$  bits para  
| normalizar AA0

AA0=AA0 <<  $NNGQ_{128}(IG)$

TMP=RND(AA0)

| redondear en los 16 bits superiores, asignándolo a TMP

NLSAA0=13+NLSGAIN

| Formato Q del producto  $GQ_{128}(IG)*GAIN$

NLSTMP=NLSAA0+NNGQ\_128(IG)-16

| Formato Q de TMP, por el desplazamiento a la  
| izquierda de AA0 en  $NNGQ_{128}(IG)$  bits,  
| seguidamente redondear y escoger los 16 bits  
| superiores

NN=(IS-1)\*IDIM

| Normalizar el vector de código

Call VSCALE(Y(NN+1), IDIM, IDIM, 14, TEMP, NLS)

| de forma seleccionado a 16 bits;  
| poner en TEMP

For K=1,2,...,IDIM, do the next 2 lines

| TMP y TEMP normalizados

AA0=TMP\*TEMP(K)

| a 16 bits, el producto contiene 1 cero

ET(K)=RND(AA0)

| de encabezamiento. Redondeado a trabajo  
| alto da un ordenamiento ET de 15 bits.

NLSET=NLSTMP+11+NLS-16

| calcular NLS para ET.

### H.3.2 Nuevo cuadro adicional de ganancia

En esta subcláusula se presentan los valores correspondientes al código cifrado de ganancia para funcionar a 12,8 kbit/s. En primer lugar, se dan los valores de coma flotante. Véase el cuadro H.1.

## Reemplazada por una versión más reciente

### Cuadro H.1/G.728 – Valores de coma flotante de los ordenamientos relacionados con el código cifrado de ganancia

Índice de ordenamiento	1	2	3	4
GQ_128	0,525824	1,562449	-0,525824	-1,562449
GB_128	0,869912	*	-0,869912	*
G2_128	1,051648	3,124898	-1,051648	-3,124898
GSQ_128	0,276491	2,441247	0,276491	2,441247

A continuación se presentan los valores de coma fija. Véase el cuadro H.2.

### Cuadro H.2/G.728 – Valores de coma fija de los ordenamientos relacionados con códigos cifrados de ganancia

Índice de ordenamiento	1	2	3	4
GQ_128(Q13)	4 308	12 800	-4 308	-12 800
GB_128(Q13)	7 126	*	-7 126	*
G2_128(Q12)	4 308	12 800	-4 308	-12 800
GSQ_128(Q11)	566	5 000	566	5 000
NNGQ_128(Q0)	3	2	3	2

#### H.3.3 Modificación del parámetro del codificador

En esta subcláusula se contempla el nuevo parámetro, NG\_128. Este parámetro modificado corresponde a NG (valor = 8) según la Recomendación G.728, para funcionar a 12,8 kbit/s. Véase el cuadro H.3.

### Cuadro H.3/G.728 – Parámetros básicos del codificador de LD-CELP

Nombre	Valor	Descripción
NG_128	4	Tamaño del código cifrado de ganancia (número de niveles de ganancia)

#### H.4 Modificaciones que requiere el funcionamiento a 9,6 kbit/s

##### H.4.1 Seudocódigo

Sólo se presentan las secuencias de ejecución de bloques; no se describe el detalle de bajo nivel de transferencia de parámetros.

##### H.4.1.1 Bloques 17 y 18 – Calculador de error y selector del mejor índice de código cifrado

Se presentan en esta subcláusula losseudocódigos de coma flotante y coma fija para los bloques 17 y 18. Dichos códigos se han modificado para permitir el funcionamiento a 9,6 kbit/s y deberán reemplazar los bloques originales 17 y 18 descritos en 5.11 de la Recomendación G.728. En primer lugar se presenta elseudocódigo de coma flotante.

## Reemplazada por una versión más reciente

Inicializar DISTM para el mayor número representativo del equipo físico

$N1=NG_{96}/2$

For  $K=1,2,3,4$ , do the following

For  $K1=97,98,99,100$ , do the following

$J=(K-1)*8+K1$

$J1=(J-1)*IDIM$

$COR=0$ .

For  $K2=1,2,\dots,IDIM$ , do the next line

$COR=COR+PN(K2)*Y(J1+K2)$  | Calcular el producto interno  $p_j$

If  $COR > 0$ , then do the next 3 lines

$IDXG=N1$

If  $COR < GB_{96}(1)*Y2(J)$ , do the next line

$IDXG=1$  | Mejor ganancia positiva hallada

If  $COR \leq 0$ , then do the next 3 lines

$IDXG=NG_{96}$

If  $COR > GB_{96}(3)*Y2(J)$ , do the next line

$IDXG=3$  | Mejor ganancia negativa hallada

$D=-G2_{96}(IDXG)*COR+GSQ_{96}(IDXG)*Y2(J)$  | Calcular la distorsión  $\hat{D}$

If  $D < DISTM$ , do the next 3 lines

$DISTM=D$  | Conservar la menor distorsión

$IG=IDXG$  | y los mejores índices de código

$IS=J$  | cifrado obtenidos hasta ahora

Repítase lo anterior para el siguiente  $K1$ .

Repítase lo anterior para el siguiente  $K$ .

$IS1=IS-(NCWD/2+NCWD/4)$

$IS2=$  integer part of  $(IS1/8)$

$IS2=IS2*4$

$IS3=IS1-IS2*2$

$IS1=IS2+IS3$

$ICHAN=(IS1-1)*NG_{96}+(IG-1)$  | Concatenar los índices de códigos  
| cifrados de forma y ganancia.

Transmitir ICHAN a través del canal de comunicación. Para una transmisión en serie binaria, ha de transmitirse primero el bit más significativo de ICHAN. Si se representa ICHAN por la palabra de 6 bits  $b_5, b_4, b_3, b_2, b_1, b_0$ , el orden de transmisión de los bits deberá ser  $b_5$ , seguido de  $b_4, b_3, b_2, b_1, b_0$  (siendo  $b_5$  el bit más significativo).

A continuación se presenta la versión de coma fija del mismo módulo. Este seudocódigo de coma fija reemplaza el código de coma fija del bloque original 17 que figura en G.3.9 de la Recomendación G.728.

$DISTM=2147483647$

For  $K=1,2,3,4$ , do the following

For  $K1=97,98,99,100$ , do the following

$J=(K-1)*8+K1$

$J1=(J-1)*IDIM$

$AA0=0$

For  $K2=1,2,\dots,IDIM$ , do the next 2 lines

## Reemplazada por una versión más reciente

P=PN(K2)*Y(J1+K2)	Calcular producto interno Pj
AA0=AA0+P	NLS para AA0 es 7+11=18
If AA0 < 0, set AA0=-AA0	escoger valores absolutos
IDXG=1	
P=GB_96(1)*Y2(J)	NLS para P es 13+5=18
If AA0 ≥ P, set IDXG=IDXG+1	
AA0=AA0 >> 14	NLS para AA0=4
If AA0 > 32767, set AA0=32767	recortar AA0; AA0 en modo saturación
AA1=GSQ_96(IDXG)*Y2(J)	NLSGSQ_96=11, NLSY2=5, luego NLSAA1=16
P=G2_96(IDXG)*AA0	NLSG2_96=12, NLSAA0=4, luego NLSP=16
AA1=AA1-P	
If AA1 < DISTM, do the next 3 lines	
DISTM=AA1	Precisión doble de DISTM
IG=IDXG	
IS=J	

Repítase lo anterior para el siguiente K1.

Repítase lo anterior para el siguiente K.

AA0=0	Hallar ahora el bit de signo
J1=(IS-1)*IDIM	
For K=1,2,..., IDIM, do the next 2 lines	
P=PN(K)*Y(J1+K)	Calcular el producto interno
AA0=AA0+P	
If AA0 ≤ 0, set IG=IG+2	
IS2=NCWD	
IS1=IS2 >> 1	
IS2=IS2 >> 2	
IS1=IS-(IS1+IS2)	
IS2=IS1 >> 3	
IS2=IS2 << 2	
IS3=IS2 << 1	
IS3=IS1-IS3	
IS1=IS2+IS3	
ICHAN=(IS1-1)*NG_96+(IG-1)	

En dicho código, aplicamos las siguientes cuatro líneas:

AA0=AA0 >> 14	NLS para AA0=4
If AA0 > 32767, set AA0=32767	recortar AA0
AA1=GSQ_96(IDXG)*Y2(J)	NLSGSQ_96=11, NLSY2=5, luego NLSAA1=16
P=G2_96(IDXG)*AA0	NLSG2_96=12, NLSAA0=4, luego NLSP=16

En los segmentos DSP que tienen una función de "recorte", pueden sustituirse dichas líneas por el siguiente código, obteniendo exactamente los mismos resultados:

AA0=AA0 << 2	NLS para AA0=20
AA0=CLIP(AA0)	AA0 está en modo saturación
AA0=AA0 >> 16	escoger la palabra alta; NLS para AA0=4
AA1=GSQ_96(IDXG)*Y2(J)	NLSGSQ_96=11, NLSY2=5, luego NLSAA1=16
P=G2_96(IDXG)*AA0	NLSG2_96=12, NLSAA0=4, luego NLSP=16

## Reemplazada por una versión más reciente

La función CLIP y el modo saturación están relacionados con el concepto de no permitir el desbordamiento de AA0 al efectuar la operación  $\ll 2$ . En lugar de saturarse, AA0 se pone en el máximo número positivo o negativo, según el signo original. En este caso, AA0 es siempre positivo. Esta alternativa está sujeta al DSP y quizás requiera un acumulador de más de 32 bits. La alternativa es siempre aplicable dentro del seudocódigo principal.

### H.4.1.2 Bloque 19 – Código cifrado VQ de excitación y bloque 21 – Unidad de escalamiento de ganancia

Se presentan en esta subcláusula los seudocódigos de coma flotante y coma fija para los bloques 19 y 21. El código se ha modificado para un funcionamiento a 9,6 kbit/s y deberá reemplazar el bloque original 19 descrito en 5.12 de la Recomendación G.728. He aquí la versión de coma flotante del seudocódigo para el bloque 19, código cifrado VQ de excitación. En primer lugar se presenta la versión de coma flotante del seudocódigo para el bloque 19.

$$NN=(IS-1)*IDIM$$

For K=1,2,..., IDIM, do the next line

$$YN(K)=GQ\_96(IG)*Y(NN+K)$$

A continuación se presenta la versión de coma flotante del seudocódigo para el bloque 21, unidad de escalamiento de ganancia.

For K=1,2,..., IDIM, do the next line

$$ET(K)=GAIN*YN(K)$$

Se presenta aquí la versión de coma fija del mismo módulo. Este seudocódigo de coma fija reemplaza el código de coma fija de los bloques originales 19 y 21 que figura en G.3.10 de la Recomendación G.728.

Para el seudocódigo de coma fija, se combinan los bloques 19 y 21 en un solo módulo. Tanto Y como GQ\_96 poseen formatos fijos Q, Q11 y Q13, respectivamente. El valor GAIN ha asociado el NLSGAIN. A fin de obtener la máxima exactitud, el producto  $GQ\_96(IG)*GAIN$  se normaliza a 32 bits antes de redondearlo en los 16 bits superiores. Supóngase que  $NNGQ\_96(I)$  sea (1+el número de desplazamientos a la izquierda necesarios para normalizar el Q13 GQ\_96(I)),  $NNGQ\_96(I)=3$  para  $I=1,3$  y  $NNGQ\_96(I)=2$  para  $I=2,4$ . En tal caso, el seudocódigo puede expresarse como sigue:

$$AA0=GQ\_96(IG)*GAIN \quad | \text{ AA0 contiene } NNGQ\_96(IG) \text{ ceros de encabezamiento}$$

$$AA0=AA0 \ll NNGQ\_96(IG) \quad | \text{ desplazar a la izquierda } NNGQ\_96(IG) \text{ bits para}$$

| normalizar AA0

$$TMP=RND(AA0) \quad | \text{ redondear en los 16 bits superiores, asignándolo a TMP}$$

$$NLSAA0=13+NLSGAIN \quad | \text{ Formato Q del producto } GQ\_96(IG)*GAIN$$

$$NLSTMP=NLSAA0+NNGQ\_96(IG)-16 \quad | \text{ Formato Q de TMP, debido al desplazamiento}$$

| a la izquierda de AA0 de  $NNGQ\_96(IG)$  bits,

| redondear y escoger los 16 bits superiores

$$NN=(IS-1)*IDIM \quad | \text{ Normalizar vector de código de}$$

| forma seleccionado a 16 bits,

$$\text{Call } VSCALE(Y(NN+1), IDIM, IDIM, 14, TEMP, NLS) \quad | \text{ poner en TEMP}$$

$$\text{For } K=1,2,\dots, IDIM, \text{ do the next 2 lines} \quad | \text{ TMP y TEMP normalizados a 16 bits, el}$$

| producto contiene 1 cero de

| encabezamiento

$$AA0=TMP*TEMP(K)$$

$$ET(K)=RND(AA0)$$

$$NLSET=NLSTMP+11+NLS-16 \quad | \text{ Redondeando directamente al trabajo}$$

| alto, obtenemos un ordenamiento de 15 bits

| calcular NLS para ET.

## Reemplazada por una versión más reciente

### H.4.1.3 Bloque 29 – Código cifrado de VQ de excitación del decodificador y bloque 31 – Unidad de escalamiento de ganancia del decodificador

En esta subcláusula se presentan los seudocódigos de coma flotante y coma fija para los bloques 29 y 31. Este código se ha modificado para funcionar a 9,6 kbit/s y deberá reemplazar el bloque original 29 descrito en 5.14 de la Recomendación G.728. He aquí la versión de coma flotante del seudocódigo para el bloque 29, código cifrado de VQ de excitación.

Este bloque extrae primero el índice IG de código cifrado de ganancia de 2 bits y el índice IS de código cifrado de forma de 4 bits a partir del índice recibido de canal de 6 bits. El resto de la operación es exactamente igual a la efectuada para los bloques 19 y 21 del codificador.

$ITMP = \text{integer part of } (ICHAN/NG\_96)$

$IG = ICHAN - ITMP * NG\_96 + 1$

$ITMP1 = \text{integer part of } (ITMP/4)$

$ITMP2 = ITMP - ITMP1 * 4$

$ITMP1 = ITMP1 * 8$

$ITMP = ITMP1 + ITMP2$

$ITMP = ITMP + (NCWD/2 + NCWD/4)$

$NN = ITMP * IDIM$

For  $K=1,2,\dots,IDIM$ , do the next line

$YN(K) = GQ\_96(IG) * Y(NN+K)$

Las operaciones del bloque 31, unidad de escalamiento de ganancia del decodificador, son exactamente las mismas que para el bloque 21 del codificador.

A continuación se presenta la versión de coma fija del mismo módulo.

Para el seudocódigo de coma fija, se combinan los bloques 29 y 31 en un solo módulo. Tanto Y como GQ\_96 poseen formatos fijos Q, Q11 y Q13, respectivamente. El valor GAIN ha asociado el NLSGAIN. A fin de obtener la máxima exactitud, el producto  $GQ\_96(IG) * GAIN$  se normaliza a 32 bits antes de redondearlo en los 16 bits superiores. Supóngase que  $NNGQ\_96(I)$  sea (1+ el número de desplazamientos a la izquierda necesarios para normalizar el Q13 GQ\_96(I)),  $NNGQ\_96(I)=3$  para  $I=1,3$  y  $NNGQ\_96(I)=2$  para  $I=2,4$ . En tal caso, el seudocódigo puede expresarse como sigue:

$IS = ICHAN \gg 2$

$IG = ICHAN - IS * NG\_96 + 1$

$IS1 = IS \gg 2$

$IS2 = IS - IS1 * 4$

$IS1 = IS1 \ll 3$

$IS = IS1 + IS2$

$IS2 = NCWD$

$IS1 = IS2 \gg 1$

$IS2 = IS2 \gg 2$

$IS = IS + IS1 + IS2 + 1$

$AA0 = GQ\_96(IG) * GAIN$  | AA0 contiene NNGQ\_96(IG) ceros de encabezamiento

$AA0 = AA0 \ll NNGQ\_96(IG)$  | Desplazar a la izquierda NNGQ\_96(IG) bits para normalizar AA0

$TMP = RND(AA0)$  | Redondear en los 16 bits superiores, asignándolo a TMP

$NLSAA0 = 13 + NLSGAIN$  | Formato Q del producto GQ\_96(IG)\*GAIN

## Reemplazada por una versión más reciente

$NLSTMP = NLSAA0 + NNGQ\_96(IG) - 16$  $NN = (IS - 1) * IDIM$ Call $VSCALE(Y(NN+1), IDIM, IDIM, 14, TEMP, NLS)$  For $K=1,2,\dots,IDIM$ , do the next 2 lines  $AA0 = TMP * TEMP(K)$ $ET(K) = RND(AA0)$  $NLSET = NLSTMP + 11 + NLS - 16$	Formato Q de TMP, debido al desplazamiento   a la izquierda de AA0 NNGQ_96(IG) bits,   luego redondear y escoger los 16 bits superiores   normalizar forma seleccionada   Vector de código a 16 bits,   poner en TEMP    TMP y TEMP normalizados   a 16 bits, el producto contiene   1 cero de encabezamiento.   Redondeando directamente al trabajo alto   obtenemos un ordenamiento de 15 bits.    Calcular NLS para ET.
---	---

### H.4.2 Nuevo cuadro adicional de ganancia

En esta subcláusula se presentan los valores correspondientes al código cifrado de ganancia para un funcionamiento a 9,6 kbit/s. Se presentan en primer lugar los valores de coma flotante. Véase el cuadro H.4.

**Cuadro H.4/G.728 – Valores de coma flotante de los ordenamientos relacionados con el código cifrado de ganancia**

Índice de ordenamiento	1	2	3	4
GQ_96	0,564657	1,937714	-0,564657	-1,937714
GB_96	1,007492	*	-1,007492	*
G2_96	1,129314	3,124898	-1,129314	-3,875428
GSQ_96	0,318838	2,441247	0,318838	3,754736

Seguidamente se presentan los valores de coma fija. Véase el cuadro H.5.

**Cuadro H.5/G.728 – Valores de coma fija de los ordenamientos relacionados con el código cifrado de ganancia**

Índice de ordenamiento	1	2	3	4
GQ_96(Q13)	4 626	15 874	-4 626	-15 874
GB_96(Q13)	8 253	*	-8 253	*
G2_96(Q12)	4 626	15 874	-4 626	-15 874
GSQ_96(Q11)	653	7 690	653	7 690
NNGQ_96(Q0)	3	2	3	2

### H.4.3 Modificación del parámetro del codificador

Esta subcláusula contempla el nuevo parámetro, NG\_96. El parámetro se ha modificado en relación con NG (valor = 8) según la Recomendación G.728 para el caso de funcionamiento a 9,6 kbit/s. Véase el cuadro H.6.

## Reemplazada por una versión más reciente

### Cuadro H.6/G.728 – Parámetros básicos del codificador de LD-CELP

Nombre	Valor	Descripción
NG_96	4	Tamaño del código cifrado de ganancia (número de valores de ganancia)



# Reemplazada por una versión más reciente

## 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 Z	Lenguajes de programación