

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 820**

51 Int. Cl.:

G10L 19/00 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2005 E 10167970 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2228791**

54 Título: **Códec de audio sin pérdidas escalable y herramienta de autoría**

30 Prioridad:

25.03.2004 US 556183 P

04.08.2004 US 911062

04.08.2004 US 911067

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

12.06.2015

73 Titular/es:

**DTS, INC. (100.0%)
5220 Las Virgenes Road
Calabasas, CA 91302 , US**

72 Inventor/es:

FEJZO, ZORAN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 537 820 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Códec de audio sin pérdidas escalable y herramienta de autoría

5 **Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 Esta invención se refiere a códecs de audio sin pérdidas y más específicamente a un códec de audio sin pérdidas escalable.

Descripción de la técnica relacionada

15 Actualmente se usan numerosos sistemas de codificación de audio con pérdidas de baja tasa de bits en una amplia gama de productos y servicios de reproducción de audio de consumo y profesional. Por ejemplo, el sistema de codificación de audio Dolby AC3 (Dolby digital) es una norma mundial para codificar pistas de sonido de audio estéreo y de 5.1 canales para Laser Disc, DVD vídeo codificado NTSC y ATV, usando tasas de bits de hasta 640 kbit/s. Las normas de codificación de audio de MPEG I y MPEG II se usan ampliamente para codificación de pistas de sonido estéreo y multi-canal para DVD vídeo codificado PAL, difusión de radio digital terrestre en Europa y difusión por Satélite en los Estados Unidos, a tasas de bits de hasta 768 kbit/s. El sistema de codificación de audio de Coherent Acoustics DTS (Sistemas de Cine Digital) se usa frecuentemente para pistas de sonido de audio de 5.1 canales de calidad de estudio para Discos Compactos, DVD vídeo, Difusión por Satélite en Europa y Laser Disc y tasas de bits de hasta 1536 kbit/s.

25 Un códec mejorado que ofrece ancho de banda de 96 kHz y resolución de 24 bits se desvela en la patente de Estados Unidos N° 6.226.616 (asignada también a Digital Theater Systems, Inc.). Esa patente emplea una metodología principal y de extensión en la que el algoritmo de codificación de audio tradicional constituye el codificador de audio 'principal', y permanece sin alterar. Los datos de audio necesarios para representar frecuencias de audio superiores (en el caso de tasas de muestreo superiores) o resolución de muestreo superior (en el caso de longitudes de palabra más largas), o ambas, se transmite como un flujo de 'extensión'. Esto permite a los proveedores de contenido de audio incluir un único flujo de bits de audio que es compatible con diferentes tipos de decodificadores residentes en la base del equipo de consumo. El flujo principal se decodificará por los decodificadores más antiguos que ignorarán los datos de extensión, mientras que los decodificadores más nuevos harán uso de tanto los flujos de datos principales y de extensión que proporcionan reproducción de sonido de calidad superior. Sin embargo, este enfoque anterior no proporciona codificación o decodificación verdaderamente sin pérdidas. Aunque el sistema de la patente de Estados Unidos N° 6.226.216 proporciona reproducción de audio de calidad superior, no proporciona rendimiento "sin pérdidas".

40 Recientemente, muchos consumidores han mostrado interés en estos denominados códecs "sin pérdidas". Los códecs "sin pérdidas" se basan en algoritmos que comprimen datos sin descartar ninguna información. Como tal, no emplean efectos psicoacústicos tales como "enmascaramiento". Un códec sin pérdidas produce una señal decodificada que es idéntica a la señal fuente (digitalizada). Este rendimiento tiene un coste: tales códecs normalmente requieren más ancho de banda que los códecs con pérdidas, y comprimen los datos a un menor grado.

45 La ausencia de compresión puede producir un problema cuando se realiza autoría de contenido para un disco, CD, DVD, etc., particularmente en casos de material fuente altamente no-correlacionado o requisitos de ancho de banda de la fuente muy grandes. Las propiedades ópticas de los medios establecen una tasa de bits pico para todo el contenido que no puede superarse. Como se muestra en la Figura 1, un umbral **10** definitivo, por ejemplo, 9,6 Mbps para DVD audio, se establece normalmente para audio de modo que la tasa de bits total no supere el límite del medio.

50 El audio y otros datos se disponen en el disco para satisfacer las diversas restricciones del medio y para asegurar que todos los datos que se requieren para decodificar una trama dada estarán presentes en la memoria intermedia del decodificador de audio. La memoria intermedia tiene el efecto de suavizar la cabida útil 12 codificada trama a trama (tasa de bits), que puede fluctuar incontroladamente de trama a trama, para crear una cabida útil 14 almacenada en memoria intermedia, es decir el promedio almacenado en memoria intermedia de la cabida útil codificada trama a trama. Si la cabida útil 14 almacenada en memoria intermedia del flujo de bits sin pérdidas para un canal dado supera el umbral en cualquier punto los ficheros de entrada de audio se alteran para reducir su contenido de información. Los ficheros de audio pueden alterarse reduciendo la profundidad de bits de uno o más canales tal como de 24 bits a 22 bits, filtrando un ancho de banda de frecuencia del canal para paso bajo únicamente, o reduciendo el ancho de banda del audio tal como filtrando información por encima de 40 kHz cuando se muestrea a 96 kHz. Los ficheros de entrada de audio alterado se re-codifican de modo que la cabida útil 16 nunca supera el umbral 10. Un ejemplo de este proceso se describe en SurCode MLP - Manual de Usuario págs. 20-23.

65 Esto es un proceso muy computacional e ineficaz en tiempo. Adicionalmente, aunque el codificador de audio es aún sin pérdidas, la cantidad del contenido de audio que se suministra al usuario se ha reducido a través de todo el flujo

de bits. Además, el proceso de alteración es inexacto, si se elimina demasiada poca información el problema puede existir aún, si se elimina demasiada información los datos de audio se descartan innecesariamente. Además, el proceso de autoría tendrá que adaptarse a las propiedades ópticas específicas del medio y al tamaño de memoria intermedia del decodificador.

5 El documento US2003/0179938A1 describe una técnica para generar una señal comprimida dividiendo una unidad de dos o más bits en una parte de MSB y una de LSB donde únicamente se comprime la parte de MSB de una manera sin pérdidas, y se combina con los LSB comprimidos para formar la señal comprimida.

10 Sumario de la invención

En un primer aspecto la presente invención proporciona un método para codificar un flujo de bits sin pérdidas escalable para muestras de audio de PCM de M-bits para decodificar mediante un decodificador sin pérdidas compatible hacia atrás, que comprende: codificar las muestras de audio de PCM de M-bits en un flujo principal de M-bits con pérdidas; empaquetar el flujo principal de M-bits con pérdidas en un flujo de bits; decodificar el flujo principal de M-bits en una señal principal reconstruida; separar las muestras de audio de PCM de M-bits en porciones de MSB de M-N bits y de LSB de N-bits; empaquetar la porción de LSB de N-bits en el flujo de bits; desplazar a la derecha la señal principal reconstruida en N bits para alinearla con la porción de MSB; restar la señal principal reconstruida de la porción de MSB para formar una señal de diferencia de M-N bits; codificar sin pérdidas la señal de diferencia; empaquetar la señal de diferencia codificada en el flujo de bits; y empaquetar las anchuras de bits de las porciones de LSB en el flujo de bits sin pérdidas.

En un segundo aspecto la presente invención proporciona un método para decodificar un flujo de bits para muestras de audio de PCM de M-bits, comprendiendo el flujo de bits un flujo principal, un flujo de extensión de bits menos significativos de N-bits (LSB) y un flujo de extensión de bits más significativos de M-N bits (MSB), comprendiendo el método: desempaquetar el flujo de bits, incluyendo el desempaquetamiento separar el flujo principal del flujo de extensión de MSB y del flujo de extensión de LSB; decodificar el flujo principal en un flujo principal decodificado de PCM de M-bits con pérdidas usando un decodificador principal; decodificar el flujo de extensión de MSB en un flujo de extensión de MSB decodificado sin pérdidas usando un decodificador de MSB sin pérdidas; desplazar a la derecha el flujo principal decodificado en N bits para producir un flujo principal decodificado desplazado a la derecha; combinar el flujo principal decodificado desplazado a la derecha con el flujo de extensión de MSB decodificado para producir una salida sumada; desplazar a la izquierda la salida sumada en N bits para producir una salida sumada desplazada a la izquierda; y combinar la salida sumada desplazada a la izquierda con el flujo de extensión de LSB para formar una reconstrucción sin pérdidas de la señal de audio de PCM de M-bits original.

En un tercer aspecto la presente invención proporciona un codificador configurado para codificar un flujo de bits sin pérdidas escalable para muestras de audio de PCM de M-bits para decodificar mediante un decodificador sin pérdidas compatible hacia atrás, que comprende: un codificador principal configurado para codificar las muestras de audio de PCM de M-bits en un flujo principal de M-bits con pérdidas; un empaquetador configurado para empaquetar el flujo principal de M-bits con pérdidas en un flujo de bits; un decodificador principal configurado para decodificar el flujo principal de M-bits en una señal principal reconstruida; medios para separar las muestras de audio de PCM de M-bits en porciones de MSB de M-N bits y de LSB de N-bits; medios para desplazar a la derecha la señal principal reconstruida en N bits para alinearla con la porción de MSB; un nodo de resta configurado para restar la señal principal reconstruida de la porción de MSB para formar una señal de diferencia de M-N bits; y un codificador sin pérdidas configurado para codificar sin pérdidas la señal de diferencia; en el que el empaquetador está configurado adicionalmente para: empaquetar la porción de LSB de N-bits en el flujo de bits; empaquetar la señal de diferencia codificada en el flujo de bits; y empaquetar las anchuras de bits de las porciones de LSB en el flujo de bits.

En un cuarto aspecto la presente invención proporciona un decodificador configurado para decodificar un flujo de bits para muestras de audio de PCM de M-bits, comprendiendo el flujo de bits un flujo principal, un flujo de extensión de bits menos significativos de N-bits (LSB) y un flujo de extensión de bits más significativos de M-N bits (MSB), comprendiendo el decodificador: un desempaquetador configurado para desempaquetar el flujo de bits y para separar el flujo principal del flujo de extensión de MSB y del flujo de extensión de LSB; un decodificador principal configurado para decodificar el flujo principal en un flujo principal decodificado de PCM de M-bits con pérdidas; un decodificador de MSB configurado para decodificar el flujo de extensión de MSB en un flujo de extensión de MSB decodificado sin pérdidas; medios para desplazar a la derecha el flujo principal decodificado en N bits para producir un flujo principal decodificado desplazado a la derecha; un sumador configurado para combinar el flujo principal decodificado desplazado a la derecha con el flujo de extensión de MSB decodificado para producir una salida sumada; medios para desplazar a la izquierda la salida sumada en N bits para producir una salida sumada desplazada a la izquierda; medios para combinar la salida sumada desplazada a la izquierda con el flujo de extensión de MSB para formar una reconstrucción sin pérdidas de la señal de audio de PCM de M-bits original.

Estas y otras características y ventajas de la invención serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas, tomadas junto con los dibujos adjuntos, en los que:

65

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1, como se ha descrito anteriormente, es una representación de tasa de bits y cabida útil para un canal de audio sin pérdidas frente al tiempo;

5 La Figura 2 es un diagrama de bloques de un códec de audio sin pérdidas y herramienta de autoría útil para entender la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama de flujo simplificado del codificador de audio;

La Figura 4 es un diagrama de una división de MSB/LSB para una muestra en el flujo de bits sin pérdidas;

La Figura 5 es un diagrama de flujo simplificado de la herramienta de autoría;

10 La Figura 6 es un diagrama de una división de MSB/LSB para una muestra en los flujos de bits de autoría;

La Figura 7 es un diagrama de un flujo de bits que incluye las porciones de MSB y de LSB e información de encabezamiento;

La Figura 8 es una representación de cabida útil para los flujos de bits sin pérdidas y de autoría;

La Figura 9 es un diagrama de bloques sencillo de un decodificador de audio;

15 La Figura 10 es un diagrama de flujo del proceso de decodificación;

La Figura 11 es un diagrama de un flujo de bits ensamblado;

Las Figuras 12-15 ilustran el formato del flujo de bits, codificación, autoría y decodificación; y

Las Figuras 16a y 16b son diagramas de bloques del codificador y decodificador para un códec sin pérdidas escalable de acuerdo con realizaciones de la invención que es compatible hacia atrás con un codificador principal con pérdidas.

20

Descripción detallada de la invención

25 Lo siguiente analiza un códec de audio sin pérdidas y herramienta de autoría para descartar de manera selectiva bits para satisfacer las restricciones de tasa de bits del medio, canal, memoria intermedia del decodificador o dispositivo de reproducción sin tener que filtrar los ficheros de entrada de audio, recodificar o alterar de otra manera el flujo de bits sin pérdidas.

30 Como se muestra en la Figura 2, un codificador de audio **20** codifica sin pérdidas los datos de audio en una secuencia de ventanas de análisis y empaqueta los datos de codificados e información de encabezamiento en un flujo de bits sin pérdidas escalable **22** que se almacena adecuadamente en un archivo **24**. Las ventanas de análisis son normalmente tramas de datos codificados pero como se usa en el presente documento las ventanas podrían abarcar una pluralidad de tramas. Adicionalmente, la ventana de análisis puede refinarse en uno o más segmentos de datos dentro de una trama, uno o más conjuntos de canal dentro de un segmento, uno o más canales en cada conjunto de canal y finalmente una o más extensiones de frecuencia dentro de un canal. Las decisiones de escalado para el flujo de bits pueden ser muy imprecisas (múltiples tramas) o más refinadas (por extensión de frecuencia por conjunto de canal por trama).

35 Una herramienta de autoría **30** se usa para disponer los datos codificados en un disco (medio) de acuerdo con la capacidad de la memoria intermedia del decodificador. La distribución inicial corresponde a la cabida útil almacenada en memoria intermedia. La herramienta compara la cabida útil almacenada en memoria intermedia a la cabida útil permitida para cada ventana de análisis para determinar si la distribución requiere alguna modificación. La cabida útil permitida es normalmente una función de la tasa de bits pico soportada mediante un medio (disco de DVD) o canal de transmisión. La cabida útil permitida puede fijarse o permitirse que varíe si es parte de una optimización global. La herramienta de autoría escala de manera selectiva los datos de audio codificados sin pérdidas en las ventanas que no se ajustan para reducir la cabida útil codificada, por lo tanto la cabida útil almacenada en memoria intermedia. El proceso de escalado introduce alguna pérdida en los datos codificados pero está confinada a únicamente las ventanas que no se ajustan y es adecuada lo suficiente para proporcionar cada ventana en ajuste. La herramienta de autoría empaqueta los datos sin pérdidas y con pérdidas y cualquier información de encabezamiento modificada en un flujo de bits **32**. El flujo de bits **32** se almacena normalmente en un medio **34** o se transmite a través de un canal de transmisión **36** para reproducción posterior mediante un decodificador de audio **38**, que genera un flujo de audio de PCM **40** (modulado por codificación de pulsos) de canal único o múltiple.

40 En una realización ejemplar como se muestra en las Figuras 3 y 4, el codificador de audio **20** divide cada muestra de audio en una porción de MSB **42** y en una porción de LSB **44** (etapa **46**). El punto límite **48** que separa los datos de audio se calcula asignando en primer lugar una anchura de bits de MSB mínima **50** (Mín MSB) que establece un mínimo nivel de codificación para cada muestra de audio. Por ejemplo, si la anchura de bits **52** de los datos de audio es 20 bits Mín MSB puede ser 16 bits. Se deduce que la máxima anchura de bits de LSB **54** (Máx LSB) es la Anchura de Bits **52** menos Mín MSB **50**. El codificador calcula una función de coste, por ejemplo las normas L_2 o L_∞ , para los datos de audio en la ventana de análisis. Si la función de coste supera un umbral, el codificador calcula una anchura de bits de LSB **56** de al menos un bit y no más de Máx LSB. Si la función de coste no supera el umbral, la anchura de bits de LSB **56** se establece a cero bits. En general, la división MSB/LSB se hace para cada ventana de análisis. Como se ha descrito anteriormente, esta es normalmente una o más tramas. La división puede refinarse adicionalmente para cada segmento de dato, conjunto de canal, canal o extensión de frecuencia, por ejemplo. Más refinamiento mejora el rendimiento de codificación a costa de cálculos adicionales y más tara en el flujo de bits.

55

60

65

El codificador codifica sin pérdidas las porciones de MSB (etapa **58**) y las porciones de LSB (etapa **60**) con diferentes algoritmos sin pérdidas. Los datos de audio en las porciones de MSB normalmente están altamente correlacionados tanto temporalmente en un canal cualquiera como entre canales. Por lo tanto, el algoritmo sin pérdidas emplea adecuadamente técnicas de codificación por entropía, predicción fija, predicción adaptiva y descorrelación de canal unido para codificar eficazmente las porciones de MSB. Un codificador sin pérdidas adecuado se describe en la solicitud en trámite junto con la presente "Lossless Multi-Channel Audio Codec" presentada el 8 de agosto de 2004, documento US 2004 0911067. Otros codificadores sin pérdidas adecuados incluyen MLP (DVD Audio), Monkey's audio (aplicaciones informáticas), Apple lossless, Windows Media Pro lossless, AudioPak, DVD, LTAC, MUSICcompress, OggSquish, Philips, Shorten, Sonarc y WA. Una revisión de muchos de estos códecs se proporciona por Mat Hans, Ronald Schafer "Lossless Compression of Digital Audio" Hewlett Packard, 1999.

A la inversa, los datos de audio en la porción de LSB están altamente descorrelacionados, más cercanos al ruido. Por lo tanto las técnicas de compresión sofisticadas son enormemente inefaces y consumen recursos de procesamiento. Adicionalmente, para realizar autoría eficazmente al flujo de bits, es altamente deseable un código sin pérdidas muy sencillo que use predicción simplista de muy bajo orden seguido por un codificador de entropía sencillo. De hecho, el algoritmo actualmente preferido es codificar la porción de LSB replicando simplemente los bits LSB como están. Esto permite que se descarten los LSB individuales sin tener que decodificar la porción de LSB.

El codificador empaqueta por separado las porciones de MSB y de LSB codificadas en un flujo de bits sin pérdidas escalable **62** de modo que puedan desempaquetarse y decodificarse fácilmente (etapa **64**). Además de la información de encabezamiento normal, el codificador empaqueta la anchura de bits de **56** LSB en el encabezamiento (etapa **66**). El encabezamiento incluye también un espacio para una reducción de anchura de bits de LSB **68**, que no se usa durante la codificación. Este proceso se repite para cada ventana de análisis (tramas, trama, segmento, conjunto de canal o extensión de frecuencia) para las que se recalcula la división.

Como se muestra en la Figuras 5, 6 y 7, la herramienta de autoría **30** permite a un usuario hacer una primera pasada al disponer los flujos de bits de audio y de vídeo en el medio de acuerdo con la capacidad de la memoria intermedia del decodificador (etapa **70**) para satisfacer la restricción de tasa de bits pico del medio. La herramienta de autoría empieza el bucle de la ventana de análisis (etapa **71**), calcula una cabida útil almacenada en memoria intermedia (etapa **72**) y compara la cabida útil almacenada en memoria intermedia a la cabida útil permitida para la ventana de análisis **73** para determinar si el flujo de bits sin pérdidas requiere algún escalado para satisfacer las restricciones (etapa **74**). La cabida útil permitida se determina mediante la capacidad de memoria intermedia del decodificador de audio y la tasa de bits pico del medio o del canal. La cabida útil codificada se determina mediante la anchura de bits de los datos de audio y el número de muestras en todos los segmentos de datos **75** más el encabezamiento **76**. Si no se supera la cabida útil permitida, las porciones de MSB y de LSB codificadas sin pérdidas se empaquetan en áreas **77** y **78** de MSB y de LSB respectivas de los segmentos de datos **75** en un flujo de bits modificado **79** (etapa **80**). Si la cabida útil permitida nunca se supera, el flujo de bits sin pérdidas se transfiere directamente al medio o al canal.

Si la cabida útil almacenada en memoria intermedia supera la cabida útil permitida, la herramienta de autoría empaqueta los encabezamientos y porciones de MSB codificadas sin pérdidas **42** en el flujo de bits modificado **79** (etapa **81**). Basándose en una regla de priorización, la herramienta de autoría calcula una reducción de anchura de bits de LSB **68** que reducirá la cabida útil codificada, por lo tanto la cabida útil almacenada en memoria intermedia a como máximo la cabida útil permitida (etapa **82**). Suponiendo que fuera muy fácil de replicar las porciones de los LSB durante la codificación sin pérdidas, la herramienta de autoría escala las porciones de LSB (etapa **84**) añadiendo preferentemente vibración a cada porción de LSB para vibrar el siguiente bit de LSB pasada la reducción de anchura de bits de LSB, y a continuación desplazar la porción de LSB a la derecha mediante la reducción de anchura de bits de LSB para descartar bits. Si las porciones de los LSB estuvieran codificadas, tendrían que decodificarse, realizarse vibración, desplazarse y recodificarse. La herramienta empaqueta las porciones de LSB codificadas ahora con pérdidas para las ventanas ahora ajustadas en el flujo de bits con las anchuras de bits de LSB modificadas **56** y la reducción de anchura de bits de LSB **68** y un parámetro de vibración (etapa **86**).

Como se muestra en la Figura 6, la porción de LSB **44** se ha escalado desde una anchura de bits de 3 a una anchura de bits de LSB modificada **56** de 1 bit. Los dos LSB descartados **88** coinciden con la reducción de anchura de bits de LSB **68** de 2 bits. En la realización ejemplar, la anchura de bits de LSB modificados **56** y la reducción de anchura de bits de LSB **68** se transmiten en el encabezamiento al decodificador. Como alternativa, cualquiera de estas podría omitirse y transmitirse la anchura de bits de LSB original. Uno cualquiera de los parámetros se determina únicamente mediante los otros dos.

Los beneficios del codificador y herramienta de autoría sin pérdidas escalable se ilustran mejor disponiendo la cabida útil almacenada en memoria intermedia **90** para el flujo de bits de autoría en la Figura 1 como se hace en la Figura 8. Usando el enfoque conocido de alterar los ficheros de audio para eliminar contenido y a continuación recodificar de manera sencilla con el codificador sin pérdidas, la cabida útil almacenada en memoria intermedia **14** se desplaza eficazmente hacia abajo a una cabida útil almacenada en memoria intermedia **16** que es menos que la

cabida útil permitida **10**. Para asegurar que la cabida útil pico es menos que la cabida útil permitida, una considerable cantidad de contenido se sacrifica a través de todo el flujo de bits. Por comparación, la cabida útil almacenada en memoria intermedia **90** replica la cabida útil almacenada en memoria intermedia **14** sin pérdidas original excepto en aquellas pocas ventanas (tramas) donde la cabida útil almacenada en memoria intermedia supera la cabida útil permitida. En estas áreas, la cabida útil codificada, por lo tanto la cabida útil almacenada en memoria intermedia se reduce lo suficiente para satisfacer la restricción y preferentemente no más. Como resultado, la capacidad de cabida útil se utiliza más eficazmente y se suministra más contenido al usuario final sin tener que alterar los ficheros de audio original o recodificar.

Como se muestra en la Figuras 9, 10 y 11, el decodificador de audio **38** recibe un flujo de bits de autoría mediante un disco **100**. El flujo de bits se separa en una secuencia de ventanas de análisis, incluyendo cada una información de encabezamiento y datos de audio codificados. La mayoría de las ventanas incluyen porciones de LSB y de MSB codificadas sin pérdidas, las anchuras de bits de LSB originales y las reducciones de anchura de bits de LSB de cero. Para satisfacer las restricciones de cabida útil establecidas por la tasa de bits pico del disco **100** y la capacidad de la memoria intermedia **102**, algunas de las ventanas incluyen las porciones de MSB codificadas sin pérdidas y las porciones de LSB con pérdidas, las anchuras de bits modificadas de las porciones de LSB con pérdidas, y las reducciones de anchura de bits de LSB.

Un controlador **104** lee los datos de audio codificados desde el flujo de bits en el disco **100**. Un analizador **106** separa los datos de audio del vídeo y los flujos los datos de audio a la memoria intermedia **102** de audio que no se desborda por motivo de la autoría. La memoria intermedia a su vez proporciona suficientes datos a un chip de DSP **108** para decodificar los datos de audio para la ventana de análisis actual. El chip de DSP extrae la información de encabezamiento (etapa **110**) que incluye las anchuras de bits de LSB modificadas **56**, la reducción de anchura de bits de LSB **68**, un número de LSB vacíos **112** desde una anchura de palabra original y extrae, decodifica y ensambla las porciones de MSB de los datos de audio (etapa **114**). Si se descartaran todos los LSB durante la autoría o la anchura de bits de LSB original fuera 0 (etapa **115**), el chip de DSP traduce las muestras de MSB a la palabra de anchura de bits original y emite los datos de PCM (etapa **116**). De otra manera, el chip de DSP decodifica las porciones de LSB sin pérdidas y con pérdidas (etapa **118**), ensambla las muestras de MSB y de LSB (etapa **120**), y, usando la información de encabezamiento, traduce las muestras ensambladas a la palabra de anchura de bits original (etapa **122**).

Códec de audio multi-canal y herramienta de autoría

Se ilustra una realización ejemplar de un códec de audio y herramienta de autoría para un flujo de bits de audio codificado presentado como una secuencia de tramas en las Figuras 12-15. Como se muestra en la Figura 12, cada trama **200** comprende un encabezamiento **202** para almacenar información común **204** y sub-encabezamientos **206** para cada conjunto de canal que almacena las anchuras de bits de LSB y las reducciones de anchura de bits de LSB, y uno o más segmentos de datos **208**. Cada segmento de datos comprende uno o más conjuntos de canales **210** comprendiendo cada conjunto de canal uno o más canales de audio **212**. Cada canal comprende una o más extensiones **214** de frecuencia incluyendo al menos la extensión de frecuencia más baja las porciones **216**, **218** de MSB y de LSB codificadas. El flujo de bits tiene una división de MSB y de LSB distinta para cada canal en cada conjunto de canal en cada trama. Las extensiones de frecuencia superiores pueden dividirse de manera similar o codificarse por completo como las porciones de LSB.

El flujo de bits sin pérdidas escalable a partir del cual este flujo de bits se realiza autoría se codifica como se ilustra en las Figuras 13a y 13b. El codificador establece la anchura de bits de la palabra original (24 bits), el Mín MSB (16 bits), un umbral (Th) para la norma L2 cuadrada y un factor de escala (SF) para esa norma (etapa **220**). El codificador empieza el bucle de trama (etapa **222**) y el bucle de conjunto de canal (etapa **224**). Puesto que la anchura real de los datos de audio (20 bits) puede ser menos que la anchura de la palabra original, el codificador calcula el número de LSB vacíos ($24-20=4$) (mín número de "0" LSB en cualquier muestra de PCM en la trama actual) y desplaza a la derecha cada muestra por esa cantidad (etapa **226**). La anchura de bits de los datos es la anchura de bits original (24) menos el número de LSB vacíos (4) (etapa **228**). El codificador a continuación determina el máximo número de bits (Máx LSB) que se permitirá codificar como parte de la porción de LSB como $\text{Máx}(\text{Anchura de Bit} - \text{Mín MSB}, 0)$ (etapa **230**). En el ejemplo actual, $\text{Máx LSB} = 20 - 16 = 4$ bits.

Para determinar el punto límite para dividir los datos de audio en porciones de MSB y de LSB, el codificador empieza el índice de bucle de canal (etapa **232**) y calcula la norma L_{∞} como la máxima amplitud absoluta de los datos de audio en el canal y la norma L2 cuadrada como la suma de las amplitudes cuadradas de los datos de audio en la ventana de análisis (etapa **234**). El codificador establece un parámetro Máx Amp como el mínimo entero mayor que o igual a $\log_2(L_{\infty})$ (etapa **236**) e inicializa la anchura de bits de LSB a cero (etapa **237**). Si Máx Amp es mayor que Mín MSB (etapa **238**), la anchura de bits de LSB se establece igual a la diferencia de Máx Amp y Mín MSB (etapa **240**). De otra manera, si la norma L2 supera el Umbral (pequeña amplitud pero considerable varianza) (etapa **242**), la anchura de bits de LSB se establece igual a Máx Amp dividida por el Factor de Escala, normalmente > 1 (etapa **244**). Si ambas pruebas son falsas, la anchura de bits de LSB permanece en cero. En otras palabras, para mantener la mínima calidad de codificación, por ejemplo Mín MSB, no están disponibles los LSB. El codificador recorta la anchura de bits de LSB a valor de Máx LSB (etapa **246**) y empaqueta el valor en el conjunto de canal de sub-

encabezamiento (etapa **248**).

Una vez que se ha determinado el punto límite, es decir la anchura de bits de LSB, el codificador divide los datos de audio en las porciones de MSB y de LSB (etapa **250**). La porción de MSB se codifica sin pérdidas usando un algoritmo adecuado (etapa **252**) y se empaqueta en la extensión de frecuencia más baja en el canal particular en el conjunto de canal de la trama actual (etapa **254**). La porción de LSB se codifica sin pérdidas usando un algoritmo adecuado, por ejemplo replicación de bits sencilla (etapa **256**) y se empaqueta (etapa **258**).

Este proceso se repite para cada canal (etapa **260**) para cada conjunto de canal (etapa **262**) para cada trama (etapa **264**) en el flujo de bits. Adicionalmente, el mismo procedimiento puede repetirse para extensiones de frecuencia superiores. Sin embargo, puesto que estas extensiones contienen mucha menos información, Mín MSB puede establecerse a 0 de modo que todo se codifica como LSB.

Una vez que se codifica el flujo de bits sin pérdidas escalable para cierto contenido de audio, una herramienta de autoría crea el mejor flujo de bits que pueda que satisfaga las restricciones de tasa de bits pico del medio de transporte y la capacidad de la memoria intermedia en el decodificador de audio. Como se muestra en la Figura 14, un usuario intenta disponer el flujo de bits sin pérdidas **268** en el medio para ajustarse a las restricciones de tasa de bits y capacidad de memoria intermedia (etapa **270**). Si es satisfactorio, el flujo de bits sin pérdidas **268** se escribe como el flujo de bits de autoría **272** y se almacena en el medio. De otra manera la herramienta de autoría empieza el bucle de trama (etapa **274**) y compara la cabida útil almacenada en memoria intermedia (cabida útil de trama a trama promedio almacenada en memoria intermedia) a la cabida útil permitida (tasa de bits pico) (etapa **276**). Si la trama actual se ajusta a la cabida útil permitida, las porciones de MSB y de LSB codificadas sin pérdidas se extraen desde el flujo de bits sin pérdidas **268** y se escriben al flujo de bits de autoría **272** y la trama se incrementa.

Si la herramienta de autoría encuentra una trama que no se ajusta en la que la cabida útil almacenada en memoria intermedia supera la cabida útil permitida, la herramienta calcula la máxima reducción que puede conseguirse descartando todas las porciones de LSB en el conjunto de canal y la resta de la cabida útil almacenada en memoria intermedia (etapa **278**). Si la mínima cabida útil es aún demasiado grande la herramienta presenta un mensaje de error que incluye la cantidad de datos excesiva y el número de trama (etapa **280**). En este caso cualquiera de Mín MSB deberá reducirse o los ficheros de audio originales deberán alterarse y re-codificarse.

De otra manera, la herramienta de autoría calcula una reducción de anchura de bits de LSB para cada canal en la trama actual basándose en una regla de priorización de canal especificada (etapa **282**) de manera que:

$$\text{Reducción de Anchura de Bits}[n \text{ de } C] < \text{anchura de bits de LSB } [n \text{ de } C] \text{ para } n \text{ de } C = 0, \dots \text{ Todos los canales } - 1, \text{ y}$$

$$\text{Cabida útil almacenada en memoria intermedia } [n \text{ de } T] - \Sigma (\text{Reducción de Anchura de Bits } [n \text{ de } C] * \text{Número de Muestras en Trama}) < \text{Cabida Útil Permitida } [n \text{ de } T]$$

La reducción de las anchuras de bits de LSB mediante estos valores asegurará que la trama se ajuste a la cabida útil permitida. Esto se hace introduciéndose una mínima cantidad de pérdida en las tramas que no se ajustan y sin afectar de otra manera a las tramas que se ajustan sin pérdidas.

La herramienta de autoría ajusta las porciones de LSB codificadas (suponiendo codificación de replicación de bits) para cada canal añadiendo vibración a cada porción de LSB en la trama para realizar vibración en el siguiente bit y a continuación desplazar a la derecha mediante la reducción de anchura de bits de LSB (etapa **284**). Añadir vibración no es necesario pero es altamente deseable para descorrelacionar los errores de cuantificación y para realizar también que se descorrelacionen desde la señal de audio original. La herramienta empaqueta las porciones de LSB escaladas ahora con pérdidas (etapa **286**), las anchuras de bits de LSB modificadas y las reducciones de anchura de bits de LSB para cada canal (etapa **288**) y los puntos de navegación de flujo modificado (etapa **290**) en el flujo de bits de autoría. Si se añade vibración, se empaqueta un parámetro de vibración en el flujo de bits. Este proceso se repite a continuación para cada trama (etapa **292**) antes de terminar (etapa **294**).

Como se muestra en la Figuras 15a y 15b, un decodificador adecuado sincroniza el flujo de bits (etapa **300**) y empieza un bucle de trama (etapa **302**). El decodificador extrae el encabezamiento de trama en formación incluyendo el número de segmentos, número de muestras en un segmento, número de conjuntos de canales, etc. (etapa **304**) y extrae la información de encabezamiento de conjunto de canal incluyendo los canales del número en el conjunto, número de LSB vacíos, anchura de bits de LSB, reducción de anchura de bits de LSB para cada conjunto de canal (etapa **306**) y los almacena para cada conjunto de canal (etapa **307**).

Una vez que la información de encabezamiento está disponible, el decodificador empieza el bucle de segmento (etapa **308**) y el bucle de conjunto de canal (etapa **310**) para la trama actual. El decodificador desempaqueta y decodifica las porciones de MSB (etapa **312**) y almacena las muestras de PCM (etapa **314**). El decodificador a continuación empieza el bucle de canal en el conjunto de canal actual (etapa **316**) y continúa con los datos de LSB codificados.

Si la anchura de bits de LSB modificada no supera el cero (etapa **318**), el decodificador empieza el bucle de muestra

en el segmento actual (etapa **320**), traduce las muestras de PCM para la porción de MSB a la anchura de palabra original (etapa **322**) y repite hasta que termina el bucle de muestra (etapa **324**).

5 De otra manera, el decodificador empieza el bucle de muestra en el segmento actual (etapa **326**), desempaqueta y decodifica las porciones de LSB (etapa **328**) y ensambla muestras de PCM anexando la porción de LSB a la porción de MSB (etapa **330**). El decodificador a continuación traduce la muestra de PCM a la anchura de palabra original usando el LSB vacío, achura de bits de LSB modificada e información de reducción de anchura de bits de LSB desde el encabezamiento (etapa **332**) y repite las etapas hasta que termina el bucle de muestra (etapa **334**). Para reconstruir toda la secuencia de audio, el decodificador repite estas etapas para cada canal (etapa **336**) en cada conjunto de canal (etapa **338**) en cada trama (etapa **340**).

Códec de audio escalable compatible hacia atrás

15 Las propiedades de escalabilidad pueden incorporarse en un codificador, formato de flujo de bits y decodificador sin pérdidas compatible hacia atrás. Un flujo de código principal "con pérdidas" se empaqueta conjuntamente las porciones de MSB y de LSB codificadas sin pérdidas de los datos de audio para transmisión (o grabación). Tras decodificar en un decodificador con características sin pérdidas extendidas, los flujos de MSB con pérdidas y sin pérdidas se combinan y el flujo de LSB se anexa para construir una señal reconstruida sin pérdidas. En un decodificador de la generación anterior, los flujos de extensión de MSB y de LSB sin pérdidas se ignoran, y el flujo
20 "con pérdidas" principal se decodifica para proporcionar una señal de audio multicanal de alta calidad con la característica de ancho de banda y relación de señal a ruido del flujo principal.

La Figura 16a muestra una vista a nivel de sistema de un codificador compatible hacia atrás escalable **400**. Una señal de audio digitalizada, muestras de audio de PCM de M-bits adecuadas, se proporciona en la entrada **402**. Preferentemente, la señal de audio digitalizada tiene una tasa de muestreo y ancho de banda que supera la de un codificador principal **404** con pérdidas modificado. En una realización, la tasa de muestreo de la señal de audio digitalizada es 96 kHz (que corresponde a un ancho de banda de 48 kHz para el audio muestreado). Debería entenderse también que el audio de entrada puede ser, y preferentemente es, una señal multicanal en la que cada canal se muestrea a 96 kHz. El análisis que sigue se concentrará en el procesamiento de un único canal, pero la extensión a múltiples canales es fácil. La señal de entrada se duplica en el nodo **406** y se maneja en ramas paralelas. En una primera rama de la trayectoria de señal, un codificador de banda ancha con pérdidas modificado **404** codifica la señal. El codificador principal modificado **404**, que se describe en detalle a continuación, produce un flujo de datos codificados (flujo principal **408**) que se transmite a un empaquetador o multiplexor **410**. El flujo principal **408** se comunica también a un decodificador de flujo principal modificado **412**, que produce como salida una señal principal reconstruida modificada **414**, que se desplaza a la derecha en N bits ($\gg N$ **415**) para descartar sus N lsb.
35

Mientras tanto, la señal de audio digitalizada **402** de entrada en la trayectoria paralela experimenta un retardo de compensación **416** sustancialmente igual al retardo introducido en el flujo de audio reconstruido (mediante codificación modificada y decodificadores modificados), para producir un flujo de audio digitalizado retardado. El flujo de audio se divide en porciones **417** de MSB y de LSB como se ha descrito anteriormente. La porción de LSB de N-bits **418** se transmite al empaquetador **410**. La señal principal reconstruida de M-N bits **414**, que se desplaza para alinear con la porción de MSB, se resta de la porción de MSB del flujo de audio digitalizado retardado **419** en el nodo de resta **420**. (Obsérvese que un nodo de suma podría sustituirse por un nodo de resta, cambiando la polaridad de una de las entradas. Por lo tanto, sumar y restar pueden ser sustancialmente equivalentes para este fin).
45

El nodo de resta **420** produce una señal de diferencia **422** que representa la diferencia entre los M-N MSB de la señal original y la señal principal reconstruida. Para conseguir codificación "sin pérdidas" de manera pura, es necesario codificar y transmitir la señal de diferencia con técnicas de codificación sin pérdidas. Por consiguiente, la señal de diferencia de M-N bits **422** se codifica con un codificador sin pérdidas **424**, y la señal de M-N bits codificada **426** se empaqueta o multiplexa con el flujo principal **408** en el empaquetador **410** para producir un flujo de bits de salida multiplexado **428**. Obsérvese que la codificación sin pérdidas produce los flujos **418** y **426** sin pérdidas codificados que están a una tasa de bits variable, para adaptarse a las necesidades del codificador sin pérdidas. El flujo empaquetado opcionalmente se somete a continuación a capas adicionales de codificación incluyendo codificación de canal, y a continuación se transmite o graba. Obsérvese que para fines de esta divulgación, grabar puede considerarse como la transmisión a través de un canal.
50
55

El codificador principal **404** se describe como "modificado" puesto que en una realización que puede manejar ancho de banda extendido el codificador principal requeriría modificación. Un banco de filtro de análisis de 64 bandas en el codificador descarta la mitad de sus datos de salida y codifica únicamente las 32 bandas de frecuencia inferiores. Esta información descartada no es de interés para decodificadores heredados que no podrían reconstruir la mitad superior del espectro de señal en cualquier caso. La información restante se codifica como para el codificador sin modificar para formar un flujo de salida principal compatible hacia atrás. Sin embargo, en otra realización que opera en o por debajo de 48 kHz de tasa de muestreo, el codificador principal podría ser una versión sustancialmente sin modificar de un codificador principal anterior. De manera similar, para la operación anterior de la tasa de muestreo de los decodificadores heredados, el decodificador principal **412** podría necesitar modificarse como se describe a
60
65

continuación. Para la operación a tasa de muestreo convencional (por ejemplo, 48 kHz e inferior) el decodificador principal podría ser una versión sustancialmente sin modificar de un decodificador principal anterior o equivalente. En algunas realizaciones la elección de la tasa de muestreo podría realizarse en el momento de la codificación, y reconfigurarse los módulos de codificación y decodificación en ese momento mediante software según se desee.

5 Como se muestra en la Figura 16b, el método para decodificar es complementario al método para codificar. Un decodificador de la generación anterior puede decodificar la señal de audio principal con pérdidas decodificando simplemente el flujo principal **408** y descartando las porciones de MSB y de LSB sin pérdidas. La calidad del audio producido en un decodificador de la generación anterior de este tipo será extremadamente buena, equivalente al audio de la generación anterior, y sin pérdidas.

10 Haciendo referencia ahora a la Figura 16b, el flujo de bits entrante (recuperado desde un canal de transmisión o un medio de grabación) se desempaqueta en primer lugar en el desempaquetador **430**, que separa el flujo principal **408** desde los flujos **418** (LSB) y **426** (MSB) de datos de extensión sin pérdidas. El flujo principal se decodifica mediante un decodificador principal modificado **432**, que reconstruye el flujo principal poniendo a cero las muestras de sub-bandas no transmitidas para las 32 bandas superiores en una síntesis de 64 bandas durante la reconstrucción. (Obsérvese, si se realizó una codificación principal convencional, la puesta a cero es innecesaria). El campo de extensión de MSB se decodifica mediante un decodificador de MSB sin pérdidas **434**. Puesto que los datos de LSB se codificaron sin pérdidas usando replicación de bits no es necesaria la decodificación.

20 Después de decodificar las extensiones de MSB principal y sin pérdidas en paralelo, con los datos reconstruidos principales interpolados se desplazan a la derecha por N bits **436** y se combinan con la porción sin pérdidas de los datos añadiendo en el sumador **438**. La salida sumada se desplaza a la izquierda en N bits **440** para formar la porción de MSB sin pérdidas **422** y se ensambla con la porción de LSB de N-bits **444** para producir una palabra de datos de PCM **446** que es una representación reconstruida sin pérdidas de la señal de audio original **402**.

25 Puesto que la señal se codificó restando una reconstrucción con pérdidas decodificada de la señal de entrada exacta, la señal reconstruida representa una reconstrucción exacta de los datos de audio original. Por lo tanto, paradójicamente, la combinación de un códec con pérdidas y una señal codificada sin pérdidas realmente realiza un códec sin pérdidas puro, pero con la ventaja adicional que los datos codificados permanecen compatibles con los decodificadores sin pérdidas de la generación anterior. Adicionalmente, el flujo de bits puede escalarse descartando de manera selectiva los LSB para hacerlos ajustarse a las restricciones de tasa de bits del medio y capacidad de memoria intermedia.

30 Aunque se han mostrado y descrito varias realizaciones ilustrativas de la invención, a los expertos en la materia se les ocurrirán numerosas variaciones y realizaciones alternativas. Tales variaciones y realizaciones alternativas están contempladas, y pueden realizarse sin alejarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para codificar un flujo de bits sin pérdidas escalable para muestras de audio de PCM de M-bits para decodificar mediante un decodificador sin pérdidas compatible hacia atrás que comprende:

5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55
 60
 65

codificar las muestras de audio de PCM de M-bits en un flujo principal de M-bits con pérdidas (408);
 empaquetar el flujo principal de M-bits con pérdidas en un flujo de bits;
 decodificar el flujo principal de M-bits en una señal principal reconstruida (414);
 separar (417) las muestras de audio de PCM de M-bits en porciones de MSB de M-N bits y de LSB de N-bits (418);
 empaquetar la porción de LSB de N-bits en el flujo de bits;
 desplazar (415) a la derecha la señal principal reconstruida en N bits para alinearla con la porción de MSB;
 restar (420) la señal principal reconstruida de la porción de MSB para formar una señal de diferencia de M-N bits (422);
 codificar sin pérdidas la señal de diferencia;
 empaquetar la señal de diferencia codificada en el flujo de bits; y
 empaquetar las achuras de bits de las porciones de LSB en el flujo de bits sin pérdidas.

2. El método de la reivindicación 1, que además comprende añadir vibración a la señal principal reconstruida antes de desplazar a la derecha y empaquetar un parámetro de vibración en el flujo de bits.

3. Un método para decodificar un flujo de bits para muestras de audio de PCM de M-bits, comprendiendo el flujo de bits un flujo principal (408), un flujo de extensión de bits menos significativos (418) (LSB) de N-bits y un flujo de extensión de bits más significativos (426) (MSB) de M-N bits, comprendiendo el método:

desempaquetar el flujo de bits, incluyendo el desempaquetamiento separar el flujo principal desde el flujo de extensión de MSB y del flujo de extensión de LSB;
 decodificar el flujo principal en un flujo principal decodificado de PCM de M-bits con pérdidas usando un decodificador principal (432);
 decodificar el flujo de extensión de MSB en un flujo de extensión de MSB decodificado sin pérdidas usando un decodificador de (MSB) sin pérdidas (434);
 desplazar (436) a la derecha el flujo principal decodificado en N bits para producir un flujo principal desplazado a la derecha;
 combinar (438) el flujo principal decodificado desplazado a la derecha con el flujo de extensión de MSB decodificado para producir una salida sumada;
 desplazar (440) a la izquierda la salida sumada en N bits para producir una salida sumada desplazada a la izquierda; y
 combinar (446) la salida sumada desplazada a la izquierda con el flujo de extensión de LSB para formar una reconstrucción sin pérdidas de la señal de audio de PCM de M-bits original.

4. El método de la reivindicación 3, en el que el flujo principal (408) incluye 64 bandas, y en el que la etapa de decodificar el flujo principal incluye:

poner a cero las muestras de sub-bandas para unas 32 bandas superiores del flujo principal de 64 bandas.

5. Un codificador (400) configurado para codificar un flujo de bits sin pérdidas escalable para muestras de audio de PCM de M-bits para decodificar mediante un decodificador sin pérdidas compatible hacia atrás, que comprende:

un codificador principal (404) configurado para codificar las muestras de audio de PCM de M-bits en un flujo principal de M-bits con pérdidas (408);
 un empaquetador (410) configurado para empaquetar el flujo principal de M-bits con pérdidas en un flujo de bits;
 un decodificador principal (412) configurado para decodificar el flujo principal de M-bits en una señal principal reconstruida (414);
 medios para separar las muestras de audio de PCM de M-bits en porciones de MSB de M-N bits y de LSB de N-bits (418);
 medios para desplazar a la derecha la señal principal reconstruida en N bits para alinearla con la porción de MSB;
 un nodo de resta (420) configurado para restar la señal principal reconstruida de la porción de MSB para formar una señal de diferencia de M-N bits (422); y
 un codificador sin pérdidas (422) configurado para codificar sin pérdidas la señal de diferencia;
 en donde el empaquetador está además configurado para:

empaquetar la porción de LSB de N-bits en el flujo de bits;
 empaquetar la señal de diferencia codificada en el flujo de bits; y
 empaquetar las anchuras de bits de las porciones de LSB en el flujo de bits.

6. El codificador de la reivindicación 5, en donde el codificador además comprende medios para añadir vibración a la señal principal reconstruida antes de que la señal principal reconstruida se desplace a la derecha, y en donde el empaquetador está además configurado para empaquetar un parámetro de vibración en el flujo de bits.
- 5 7. Un decodificador configurado para decodificar un flujo de bits para muestras de audio de PCM de M-bits, comprendiendo el flujo de bits un flujo principal (408), un flujo de extensión de bits menos significativos (418) (LSB) de N-bits y un flujo de extensión de bits más significativos (426) (MSB) de M-N bits, comprendiendo el decodificador:
- 10 un desempaquetador (430) configurado para desempaquetar el flujo de bits y separar el flujo principal desde el flujo de extensión de MSB y del flujo de extensión de LSB;
- un decodificador principal (432) configurado para decodificar el flujo principal en un flujo principal decodificado de PCM de M-bits con pérdidas;
- un decodificador de MSB sin pérdidas (434) configurado para decodificar el flujo de extensión de MSB en un flujo de extensión de MSB decodificado sin pérdidas (442);
- 15 medios para desplazar a la derecha el flujo principal decodificado en N bits para producir un flujo principal decodificado desplazado a la derecha;
- un sumador (438) configurado para combinar el flujo principal decodificado desplazado a la derecha con el flujo de extensión de MSB decodificado para producir una salida sumada;
- medios para desplazar a la izquierda la salida sumada en N bits para producir una salida sumada desplazada a la izquierda;
- 20 medios para combinar la salida sumada desplazada a la izquierda con el flujo de extensión de LSB para formar una reconstrucción sin pérdidas de la señal de audio de PCM de M-bits original.
- 25 8. El decodificador (432) de la reivindicación 7, en el que el flujo principal (408) incluye 64 bandas, y en donde el decodificador principal (432) está además configurado para poner a cero las muestras de sub-bandas para 32 bandas superiores del flujo principal de 64 bandas.

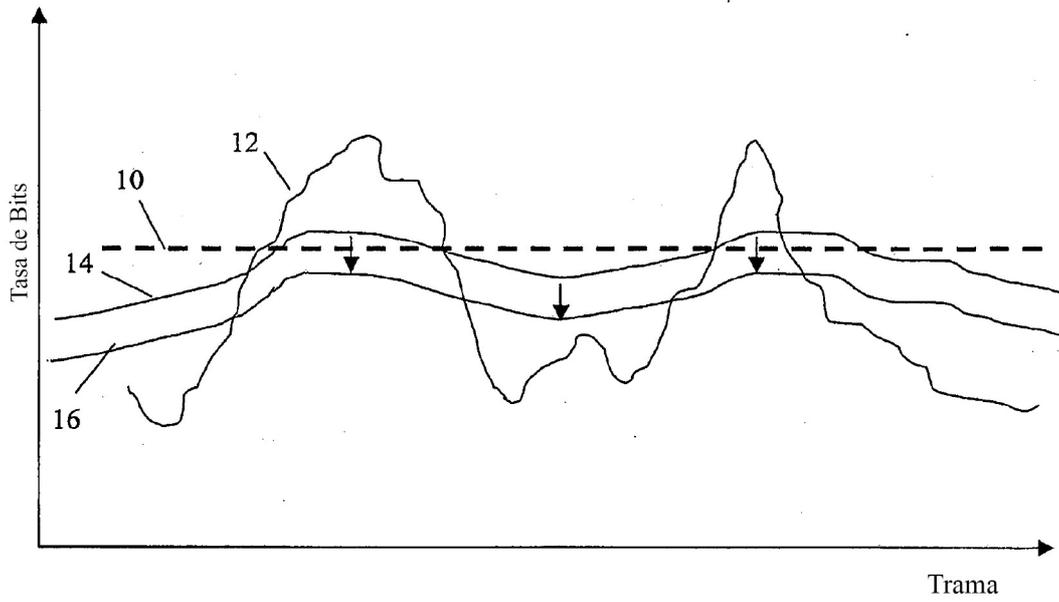


Fig. 1 (Técnica Anterior)

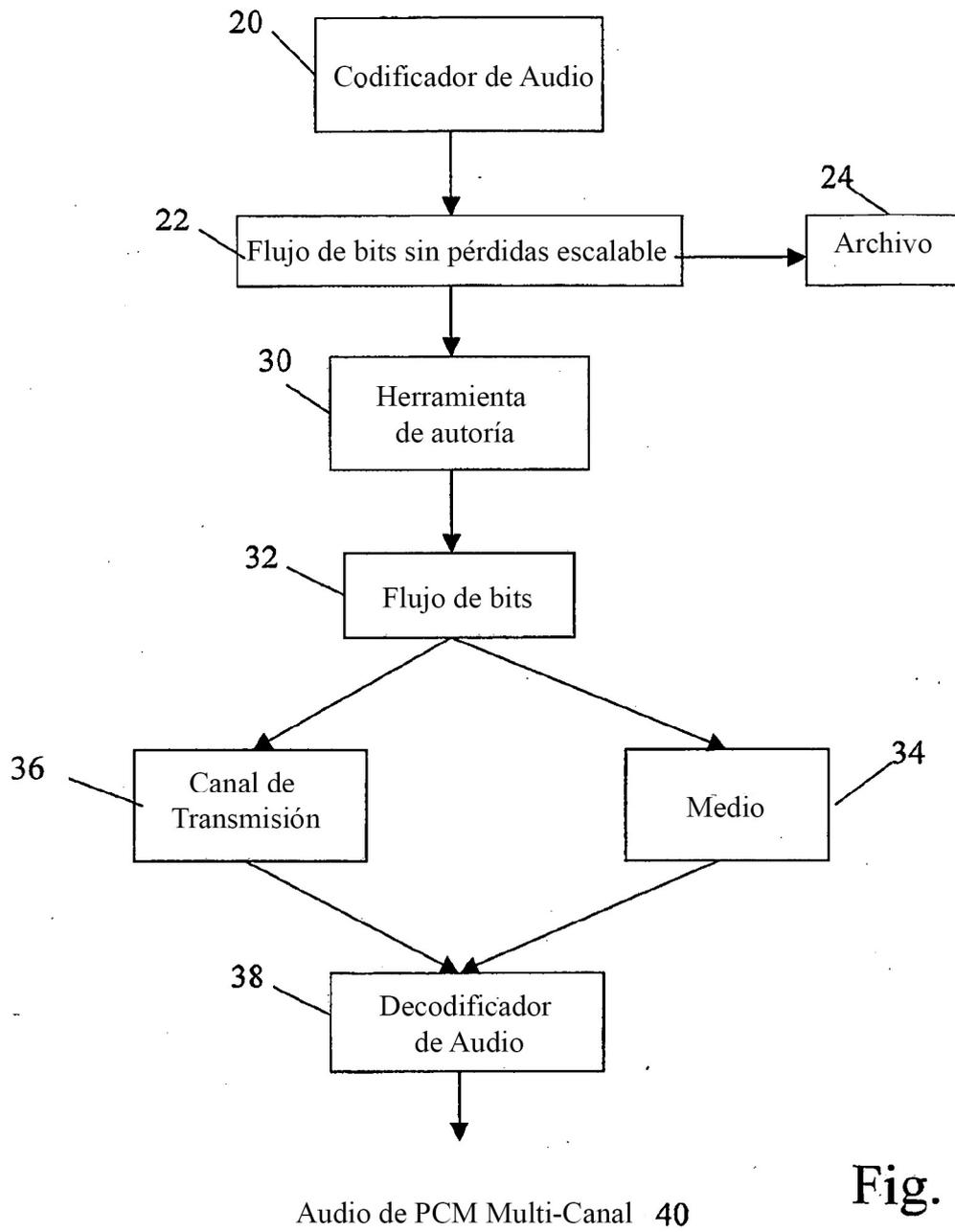


Fig. 2

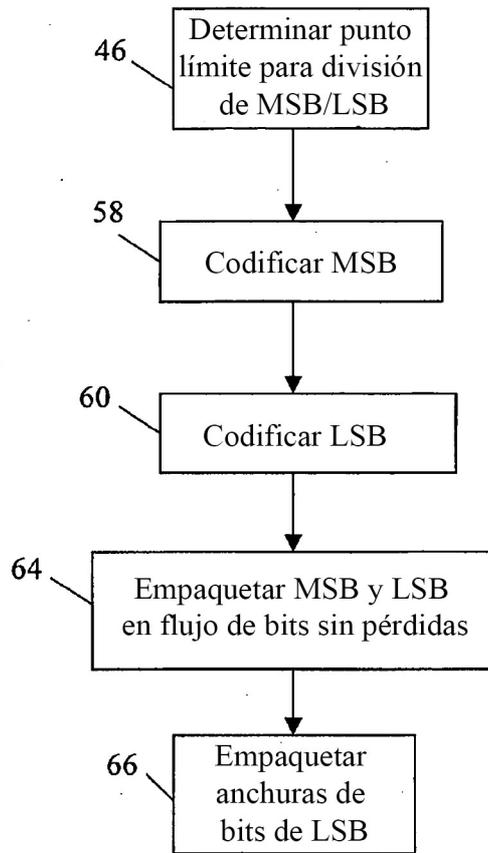


Fig. 3

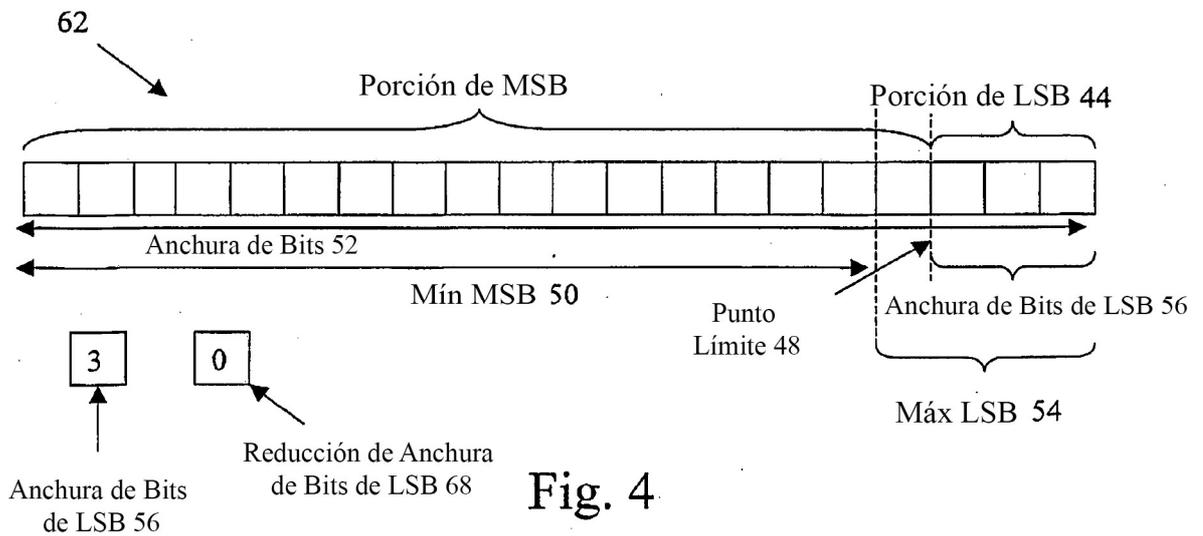


Fig. 4

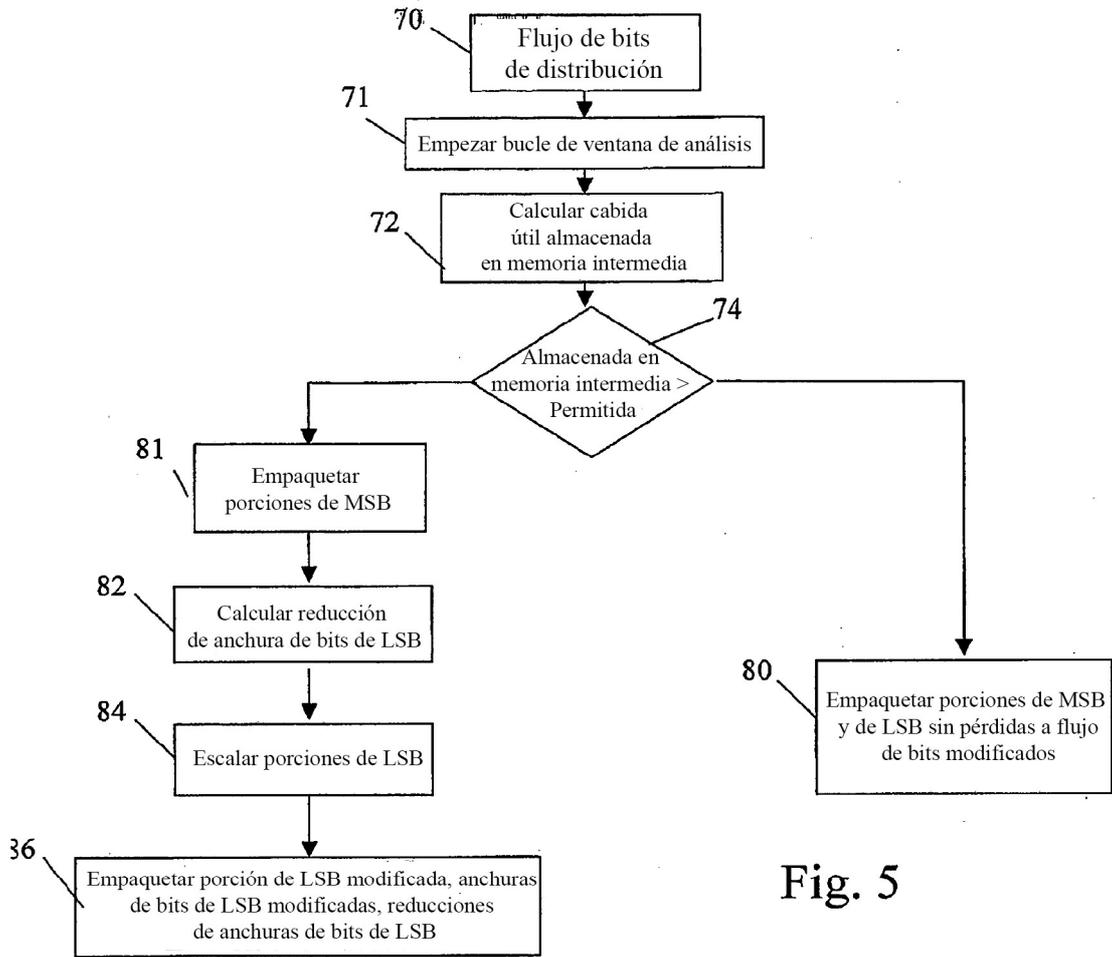


Fig. 5

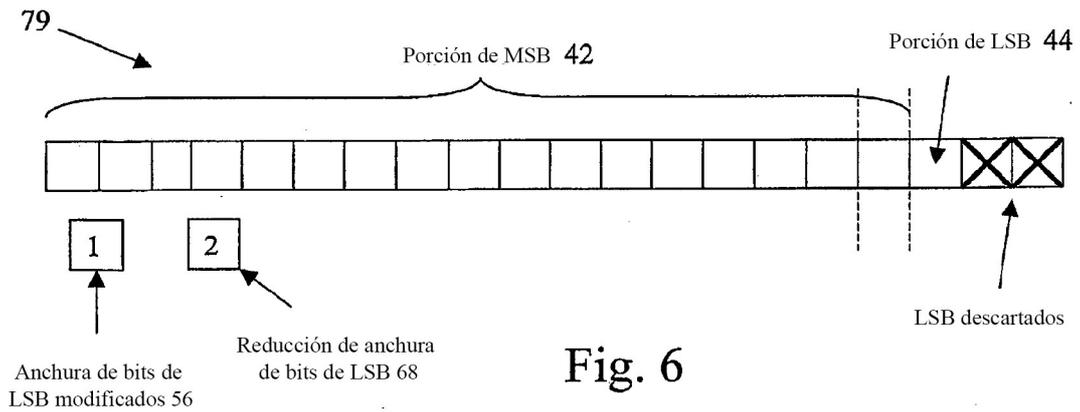


Fig. 6

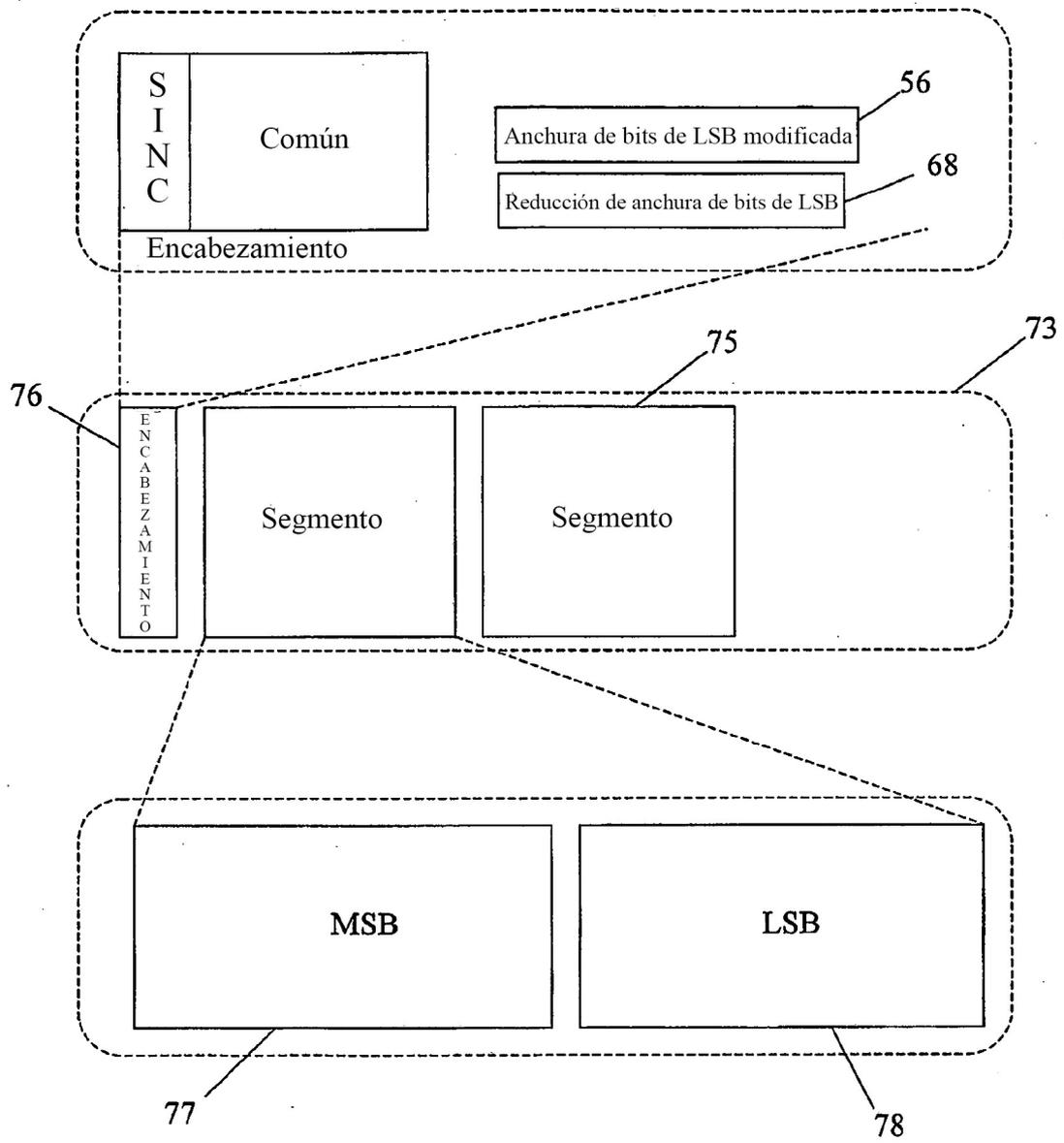


Fig. 7

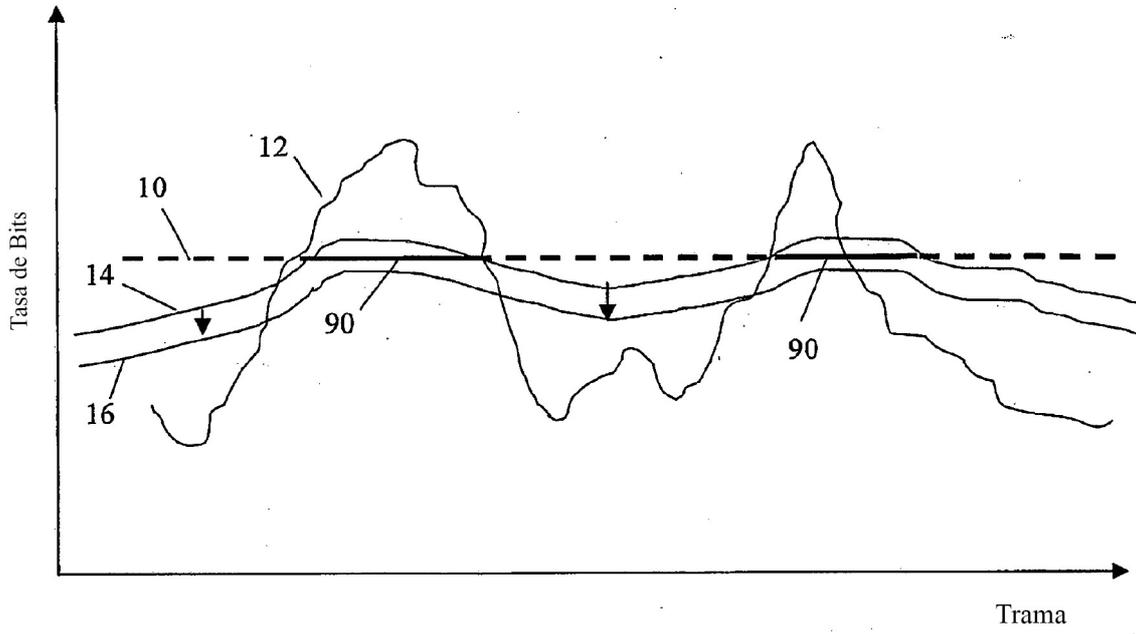


Fig. 8

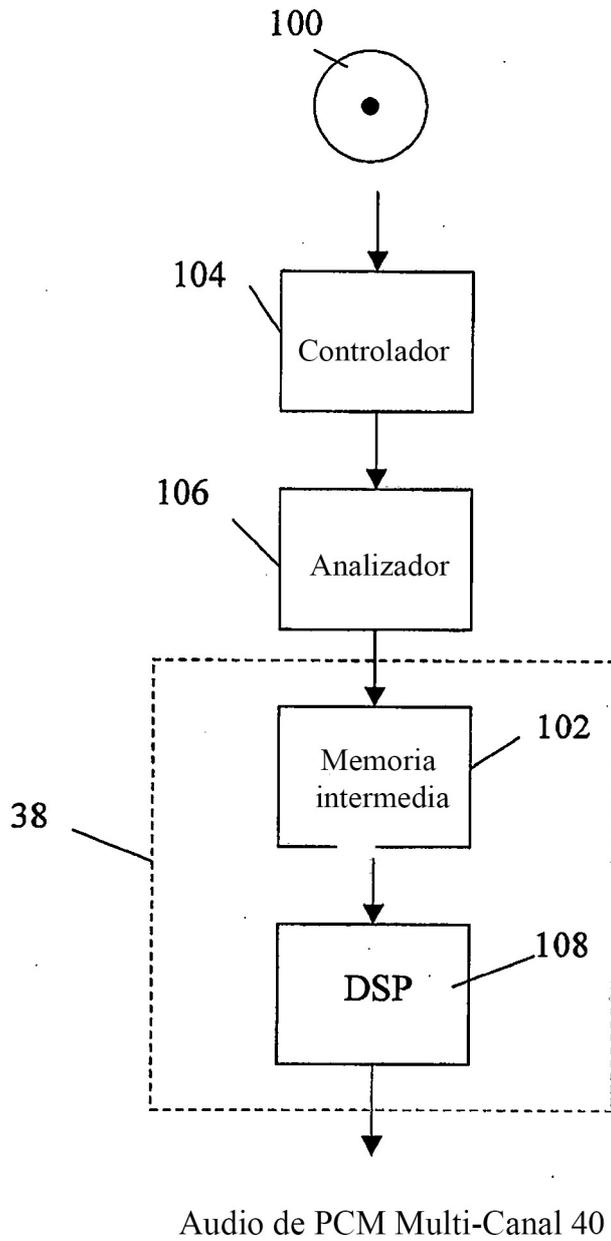


Fig. 9

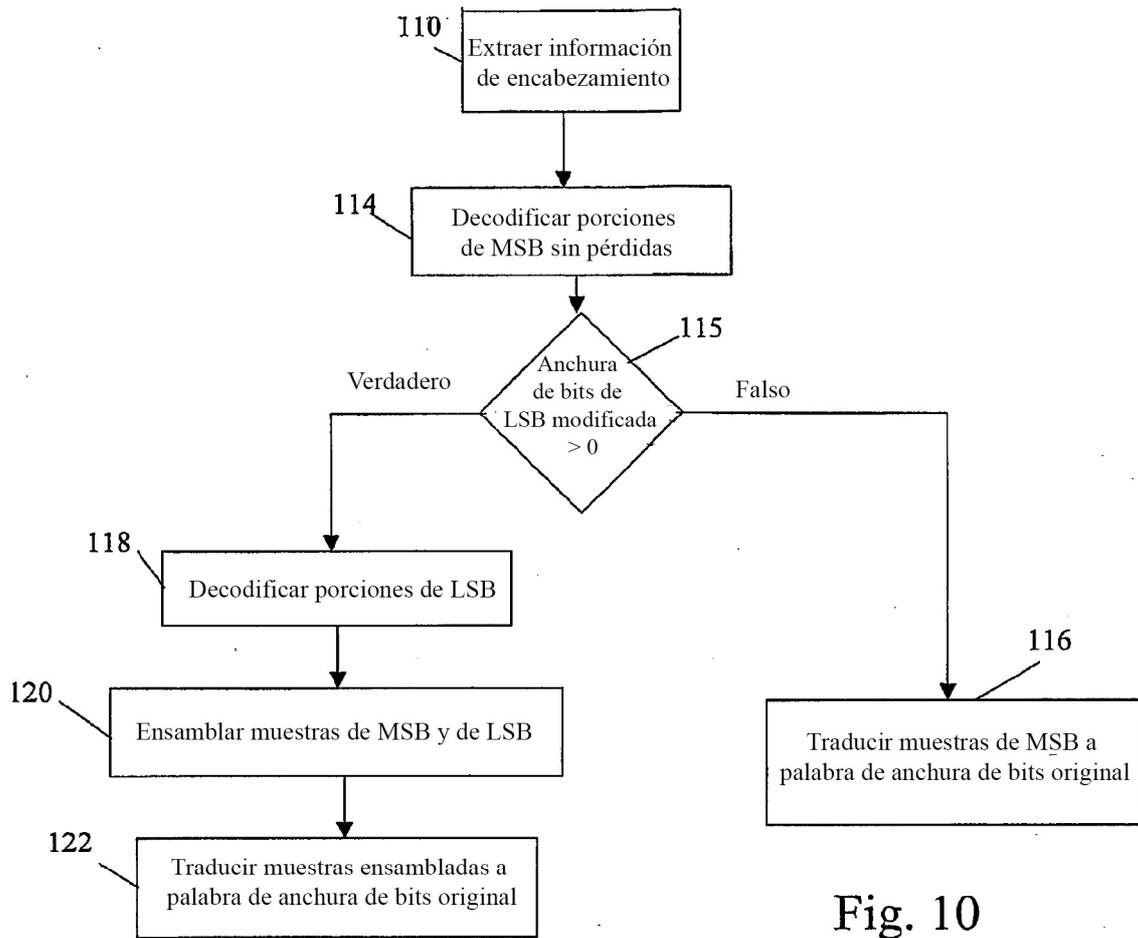


Fig. 10

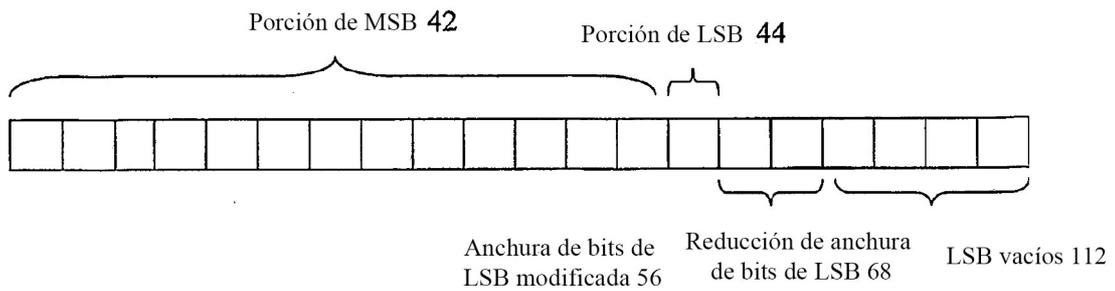


Fig. 11

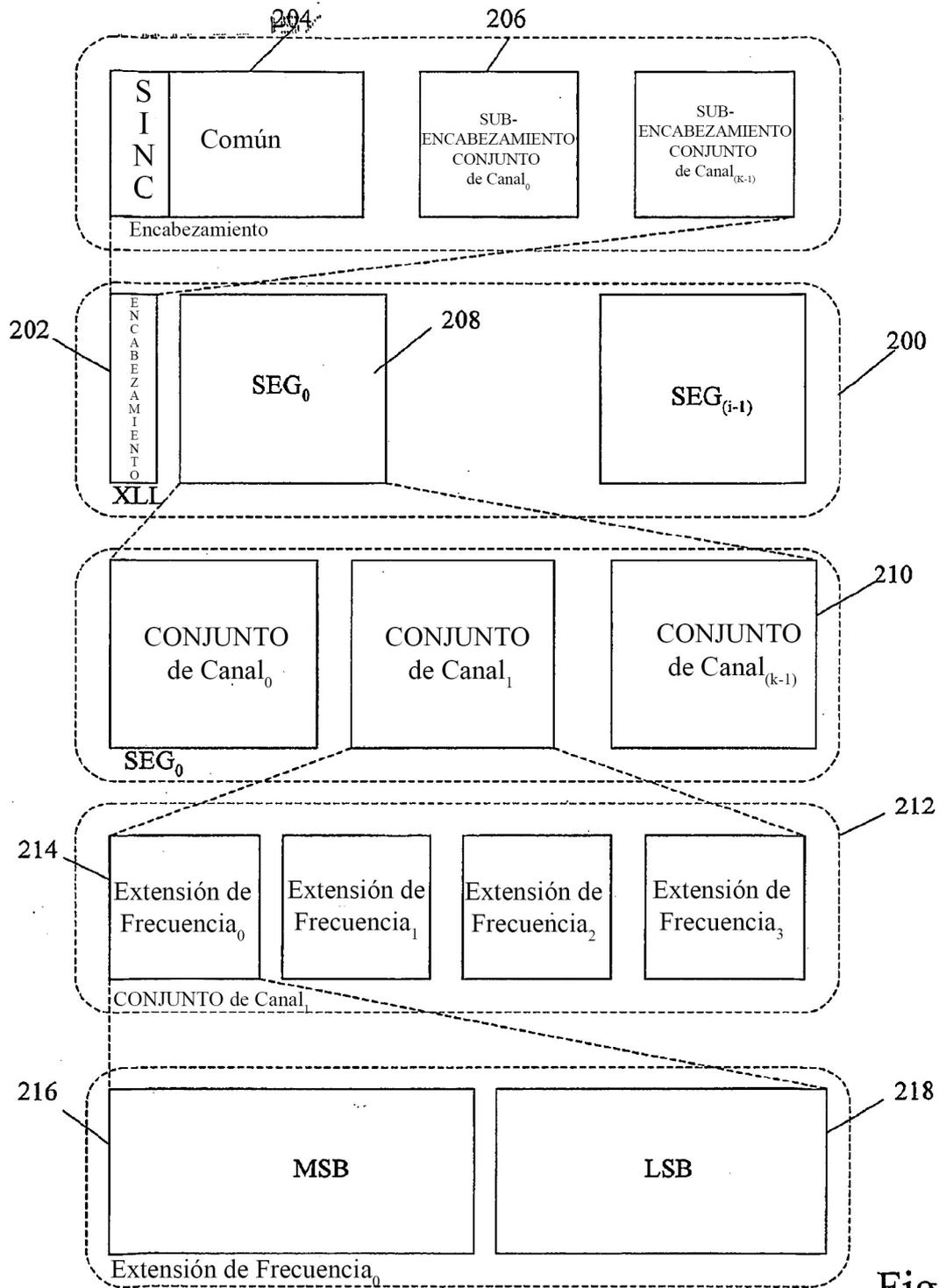


Fig. 12

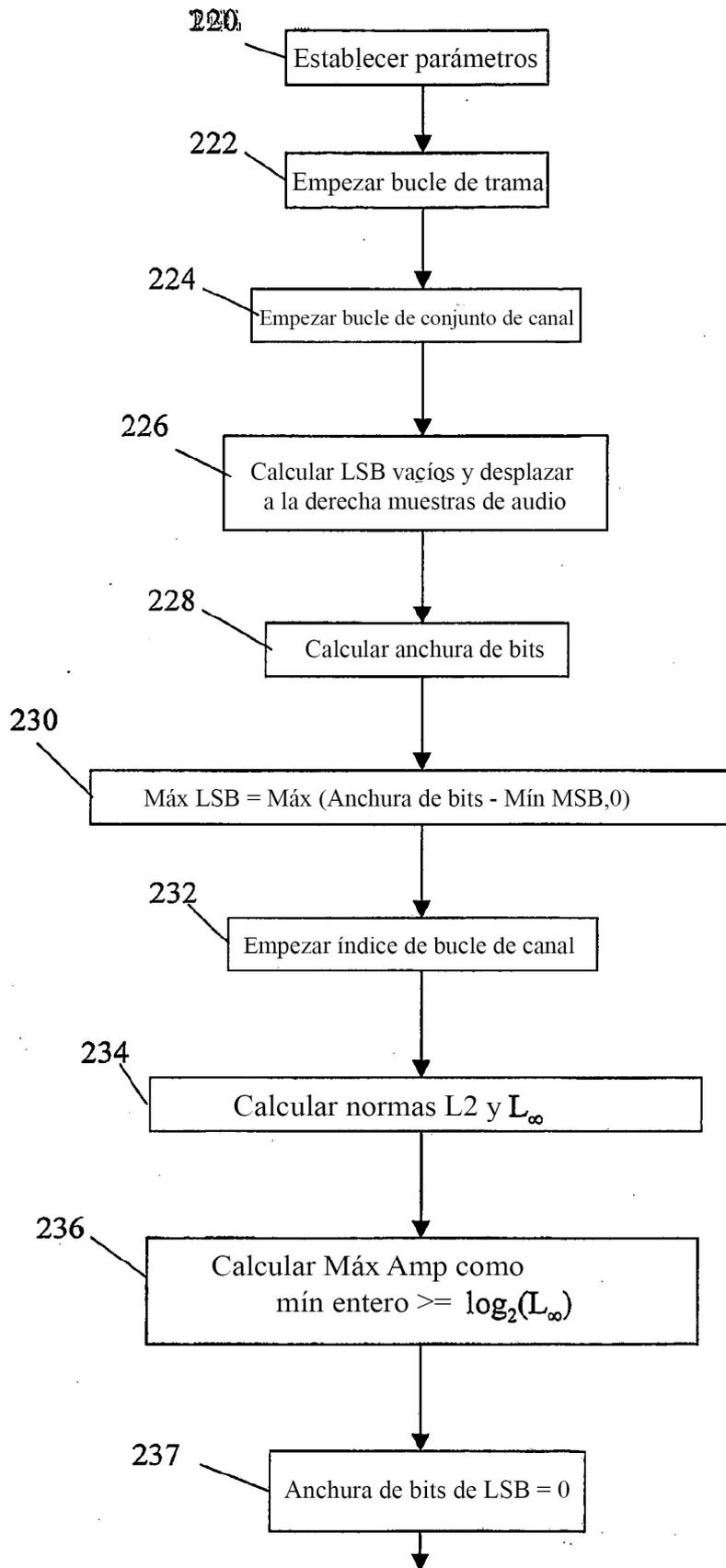


Fig. 13a

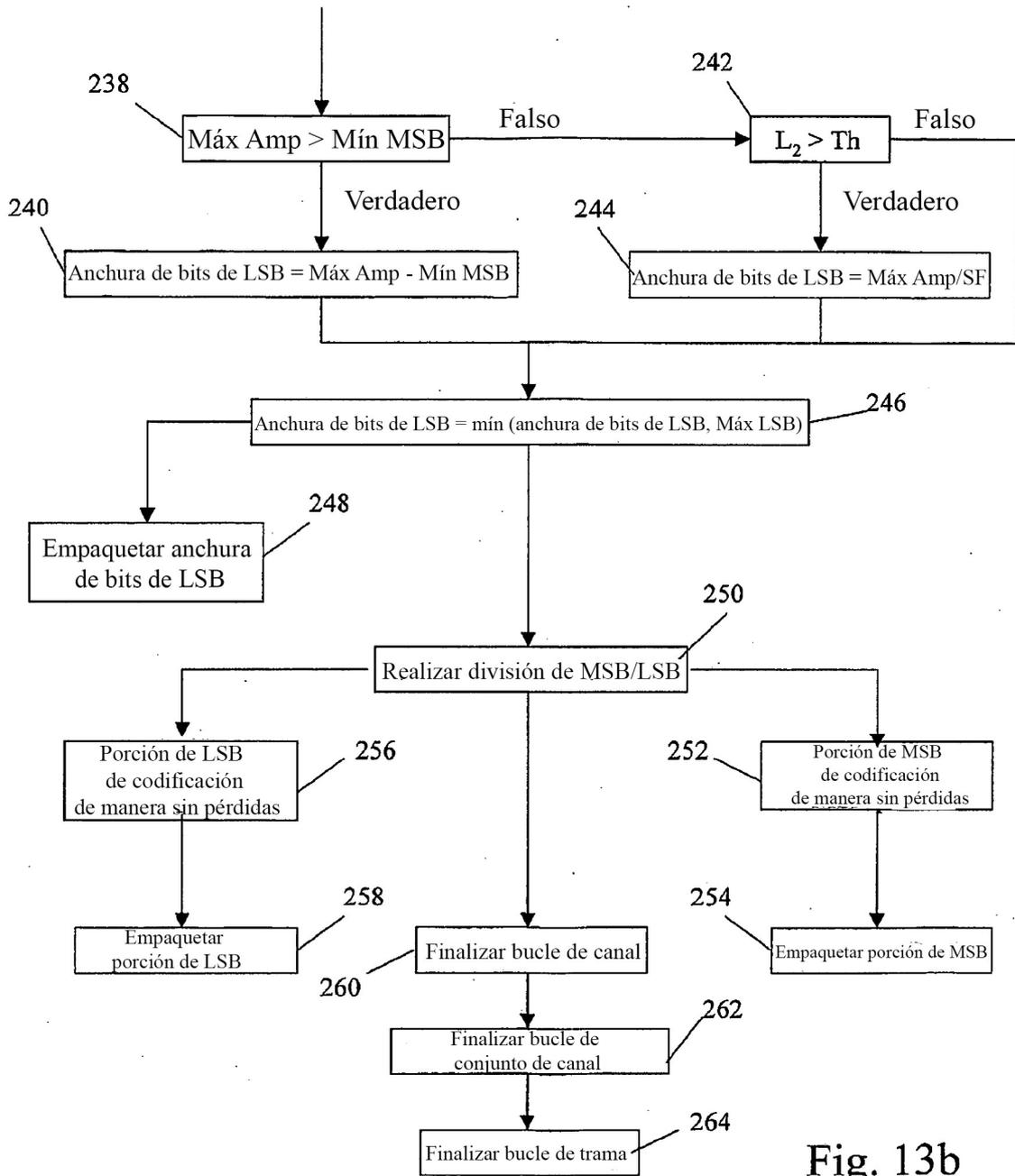


Fig. 13b

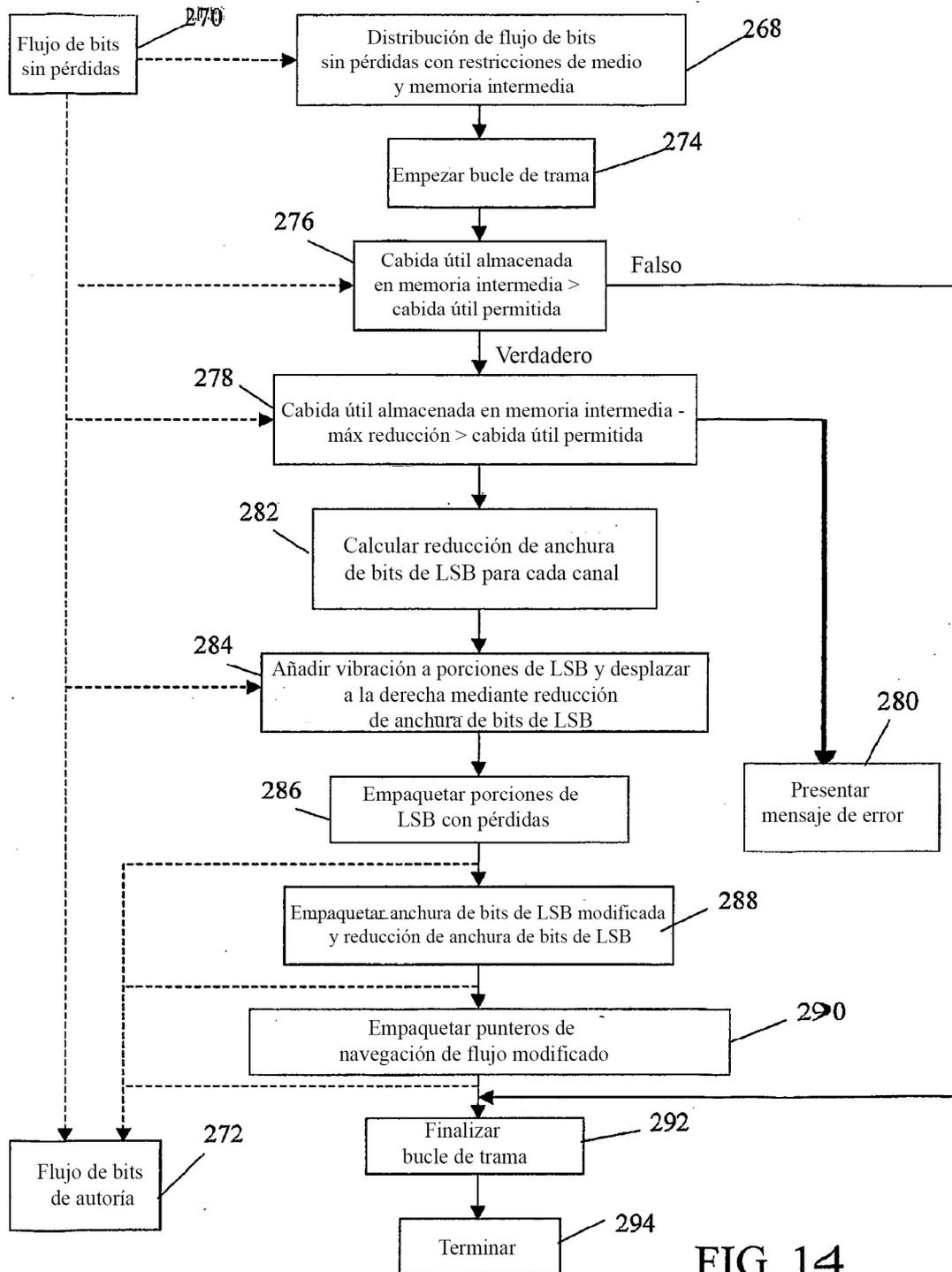


FIG. 14

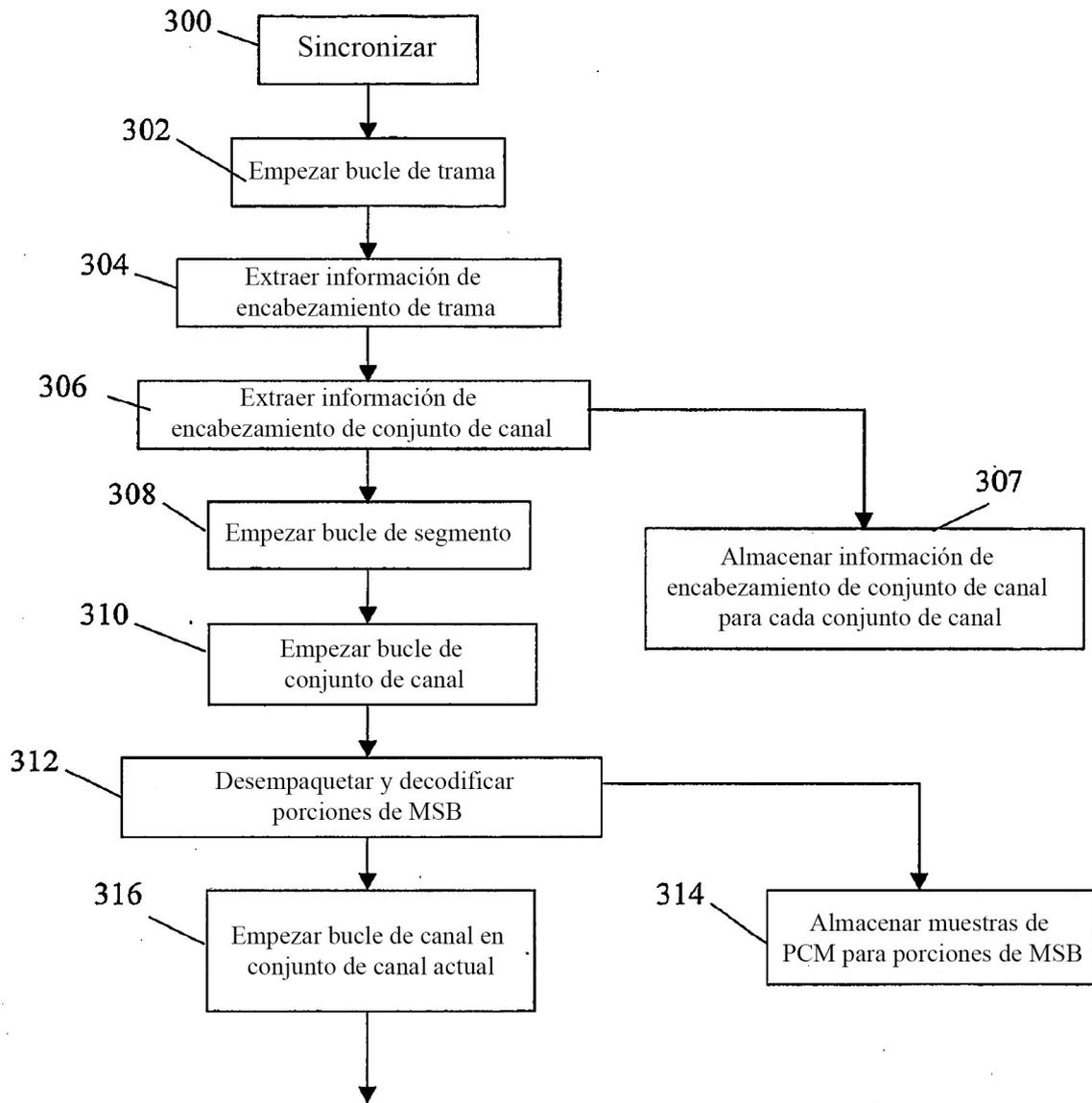


Fig. 15a

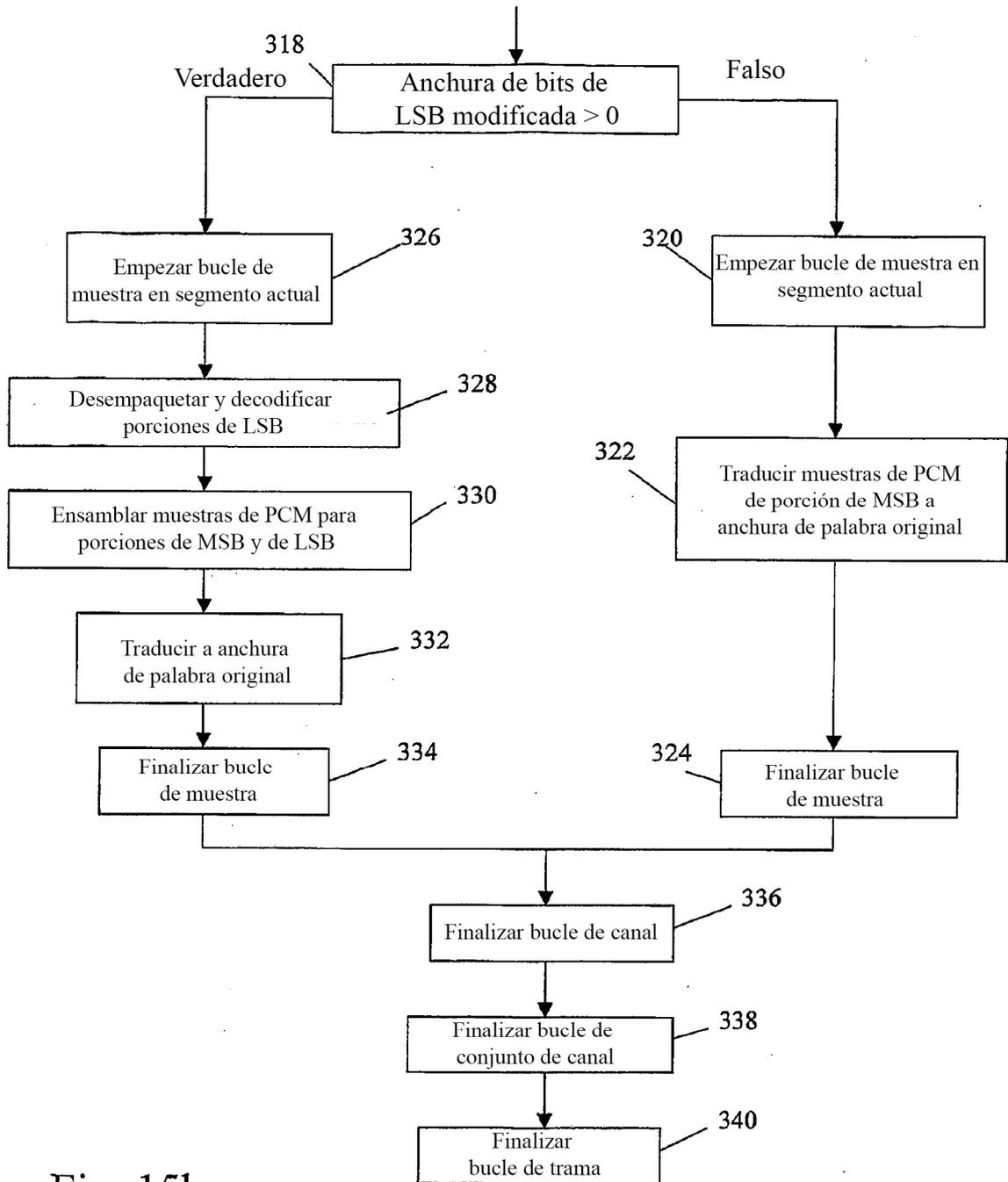


Fig. 15b

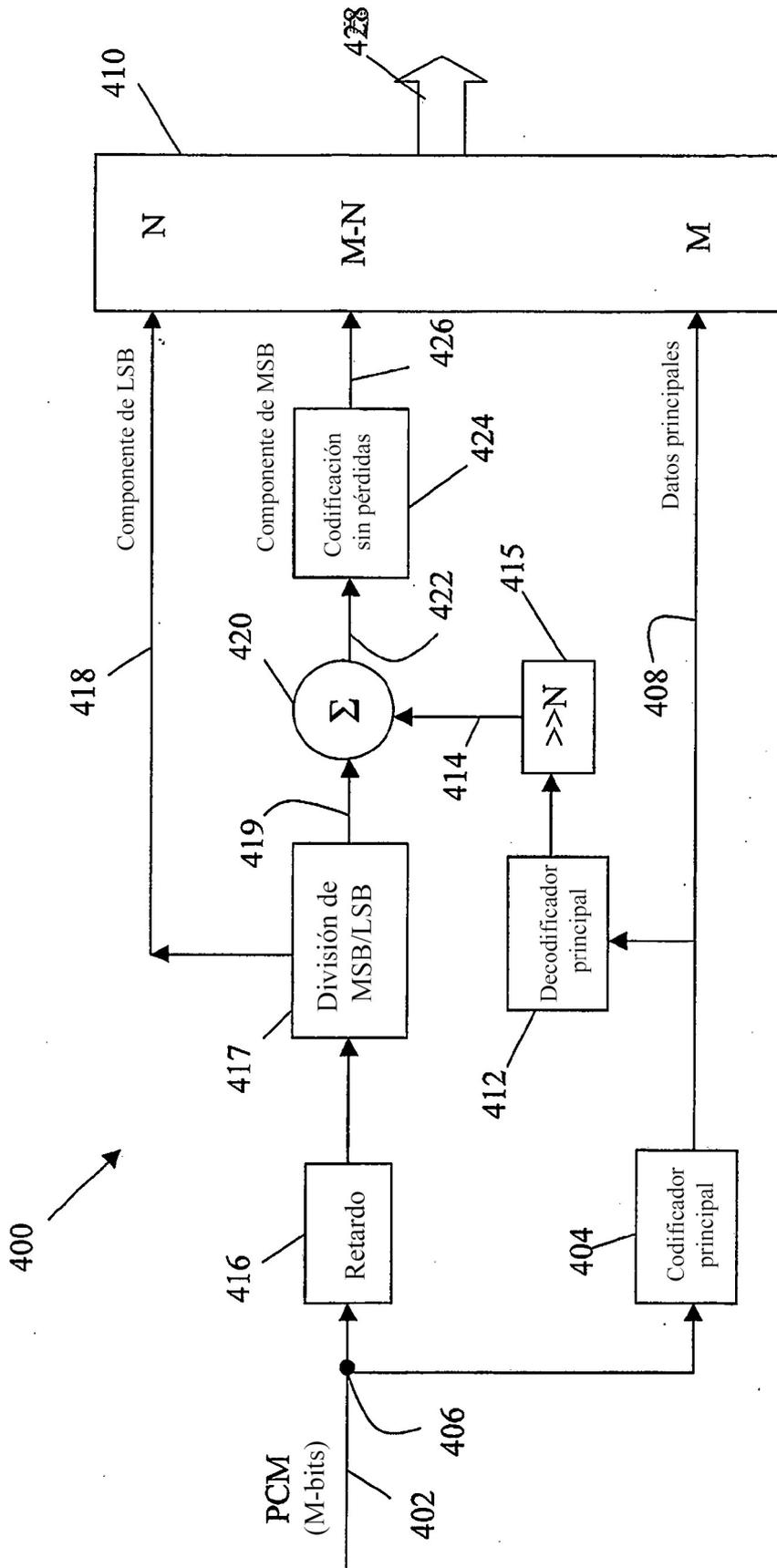


Fig. 16a

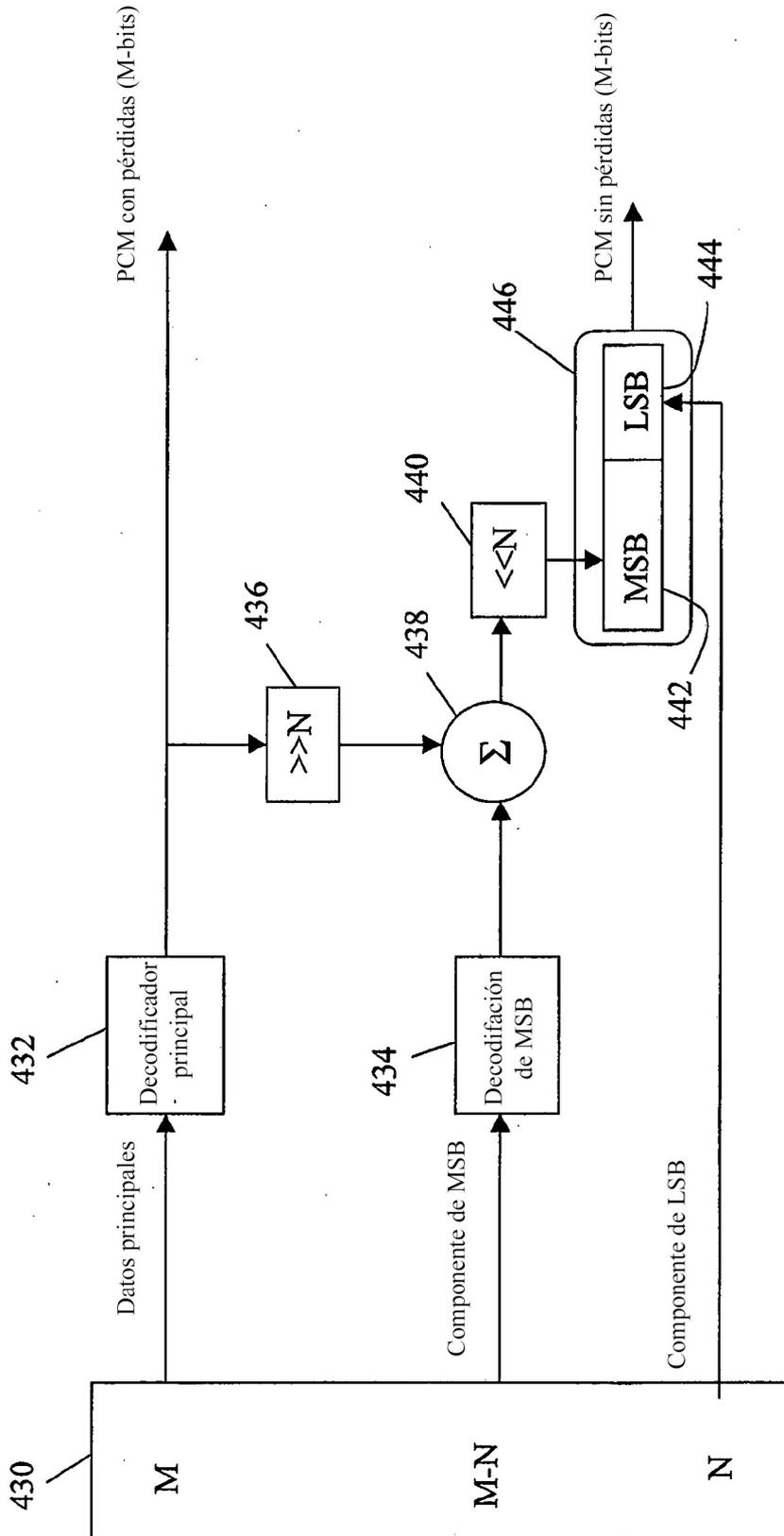


Fig. 16b