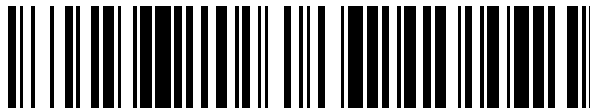


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 633**

51 Int. Cl.:

**G10L 19/02** (2013.01)

**G10L 21/0388** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2007 E 07864987 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016 EP 2102861**

54 Título: **Sistemas y métodos de normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de bajo nivel**

30 Prioridad:

**04.12.2006 US 868476 P**

**31.01.2007 US 669407**

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

**28.03.2016**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)  
ATTN: INTERNATIONAL IP ADMINISTRATION  
5775 MOREHOUSE DRIVE  
SAN DIEGO, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**KANDHADAI, ANANTHAPADMANABHAN A. y  
RAJENDRAN, VIVEK**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 564 633 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

Sistemas y métodos de normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de bajo nivel

### 5 REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 35 U.S.C. & 119

La presente Solicitud de Patente reivindica la prioridad de la Solicitud Provisional Nº 60/868.476, titulada "DYNAMIC NORMALIZATION TO REDUCE LOSS IN PRECISION FOR LOW-LEVEL SIGNALS", presentada el 4 de diciembre de 2006, y asignada al cesionario de la presente.

10

### CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere generalmente a la tecnología de procesamiento de señales. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a sistemas y a métodos de normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de audio digital de nivel bajo.

15

### ANTECEDENTES

La expresión procesamiento de señal puede referirse al procesamiento e interpretación de señales. Las señales de interés pueden incluir sonido, imágenes, y muchos otros. El procesamiento de dichas señales puede incluir almacenamiento y reconstrucción, separación de información del ruido, compresión, y extracción de características. El término procesamiento digital de señales puede referirse al estudio de señales en una representación digital y a los métodos de procesamiento de estas señales. El procesamiento digital de señales es un elemento de muchas tecnologías de comunicaciones tales como teléfonos móviles e Internet. Los algoritmos que se utilizan para el procesamiento digital de señales pueden realizarse usando ordenadores especializados, que pueden hacer uso de microprocesadores especializados denominados procesadores de señales digitales (a menudo abreviados como DSP).

20

25

Se dirige la atención a un documento de CHAKRABORTY M Y COL: "An efficient block floating point implementation of the LMS algorithm", 2003 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING. PROCEEDINGS (ICASSP), HONG KONG, vol. 6, 6 de abril de 2003 (06-04-2003), páginas VI\_77-VI\_80, XP010639420, ISBN: 978-0-7803-7663-2. Este documento presenta un esquema eficiente para implementar el filtro adaptativo transversal basado en LMS en un formato de punto flotante de bloque (BFP) que permite el procesamiento de datos en un rango dinámico amplio en un procesador con un coste ligeramente mayor que el de un procesador de punto fijo. Se han adoptado formatos BFP apropiados tanto para los datos como los coeficientes de filtro y se han hecho ajustes en el filtrado, así como las operaciones de actualización de peso para mantener el formato adoptado y también impedir un sobreflujo en estas dos operaciones conjuntamente. Para que el presentado funcione correctamente, el tamaño de la etapa del algoritmo se escogerá por debajo de un límite superior, que, sin embargo, no es muy restrictivo en comparación con el límite superior para la convergencia, teniendo de este modo un efecto mínimo en la velocidad de convergencia.

30

35

40

Se dirige la atención a un documento de OPPENHEIM A V: "Realization of digital filters using block-floating-point arithmetic", IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics USA, vol. AU-18, Nº 2, 1 de junio de 1970 (01-06-1970), pages 130-136, XP002483114, ISSN: 0018-9278. Este documento indica que se han propuesto y verificado modelos estadísticos para los efectos del ruido de redondeo en realizaciones de punto fijo y punto flotante de filtros digitales, y se ha presentado una comparación entre estas realizaciones. En este documento se propone una estructura para la implementación de filtros digitales usando aritmética de punto flotante de bloque y se realiza un análisis estadístico de los efectos del ruido de redondeo. En base a este análisis, el punto flotante de bloque se compara con la aritmética de punto fijo y de punto flotante con respecto a los efectos del ruido de redondeo.

45

50

Se dirige la atención a un documento de SRIDHARAN S Y COL: "BLOCK FLOATING-POINT IMPLEMENTATION OF DIGITAL FILTERS USING THE DSP56000", MICROPROCESSORS AND MICROSYSTEMS, IPC BUSINESS PRESS LTD, LONDON, GB, vol. 12, Nº 6, 1 de julio de 1988 (01-07-1988), páginas 299-308, XP000718989, ISSN: 0141-9331. En este documento, se considera la ventaja de usar aritmética de punto flotante de bloque como alternativa a la aritmética de punto fijo y flotante en la implementación de filtros digitales. Se describe la implementación del punto flotante de bloque de una estructura de filtro digital de segundo orden biquad usando el procesador de señal digital de punto fijo Motorola DSP56000.

55

### RESUMEN

60

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un aparato que se configura para la normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de audio digital de nivel bajo, como se expone en la reivindicación 1, un método de normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de audio digital de nivel bajo, como se expone en la reivindicación 11, y un medio legible por ordenador correspondiente, como se expone en la reivindicación 12. Se describen realizaciones preferidas de la invención en las reivindicaciones dependientes.

65

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica;  
 5 la Figura 2 ilustra un codificador de banda ancha que puede utilizarse en un sistema de comunicación inalámbrica;  
 la Figura 3 ilustra un codificador de banda alta del codificador de banda ancha de la Figura 2;  
 la Figura 4 ilustra un componente de determinación de factor del codificador de banda alta de la Figura 3;  
 la Figura 5 ilustra un decodificador de banda ancha que puede utilizarse en un sistema de comunicación inalámbrica;  
 10 la Figura 6 ilustra un método de normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de bajo nivel;  
 la Figura 7 ilustra un método de determinación de un factor de normalización para una trama actual de una señal de excitación de banda baja; y  
 la Figura 8 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo de comunicaciones.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA**

Como se usa en el presente documento, el término "determinar" (y variantes gramaticales del mismo) se usa en un sentido extremadamente amplio. El término "determinación" incluye una amplia variedad de acciones y, por lo tanto,  
 20 "determinación" puede incluir el cálculo, la computación, el procesamiento, la derivación, la investigación, la consulta (por ejemplo, la consulta en una tabla, la consulta en una base de datos o en otra estructura de datos), la verificación y similares. Además, "determinación" puede incluir la recepción (por ejemplo, la recepción de información), el acceso, (por ejemplo, el acceso a datos de una memoria) y similares. Así mismo, "determinación" puede incluir la resolución, la selección, la elección, el establecimiento y similares.

25 La expresión "basado en" no significa "basado únicamente en", a menos que se especifique expresamente lo contrario. En otras palabras, la frase "basado en" describe tanto "basado únicamente en" y "basado al menos en".

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica 100 que puede incluir una pluralidad de estaciones móviles 102, una pluralidad de estaciones base 104, un controlador de estación base (BSC) 106 y un centro de conmutación móvil (MSC) 108. El MSC 108 puede configurarse para interactuar con una red telefónica conmutada pública (PSTN) 110. El MSC 108 también puede configurarse para interactuar con el BSC 106. Puede haber más de un BSC 106 en el sistema 100. Las estaciones móviles 102 pueden incluir teléfonos móviles o de sistema de comunicación personal (PCS).  
 30

Cada estación base 104 puede incluir al menos un sector (no mostrado), donde cada sector puede tener una antena omnidireccional o una antena que apunta a una dirección particular radialmente lejos de la estación base 104. Como alternativa, cada sector puede incluir dos antenas para diversidad de recepción. Cada estación base 104 puede estar diseñada para soportar una pluralidad de asignaciones de frecuencia. El sistema de comunicación inalámbrica 100 puede configurarse para implementar técnicas de acceso múltiple por división de código (CDMA). En un sistema CDMA 100, la intersección de un sector y una asignación de frecuencia puede denominarse como un canal CDMA.  
 35

Durante el funcionamiento del sistema de comunicación inalámbrica 100, las estaciones base 104 pueden recibir conjuntos de señales de enlace inverso de conjuntos de estaciones móviles 102. Las estaciones móviles 102 pueden estar realizando llamadas telefónicas u otras comunicaciones. Cada señal de enlace inverso recibida por una estación base determinada 104 puede procesarse en esa estación base 104. Los datos resultantes pueden transmitirse al BSC 106. El BSC 106 puede proporcionar asignación de recursos de llamada y funcionalidad de gestión de movilidad, incluyendo la organización de trasposos continuos entre estaciones base 104. El BSC 106 también puede enviar los datos recibidos al MSC 108, que puede proporcionar servicios de enrutamiento adicionales para interactuar con la PSTN 110. De forma análoga, la PSTN 110 puede interactuar con el MSC 108, y el MSC 108 puede interactuar con el BSC 106, que, a su vez, puede controlar las estaciones base 104 para transmitir conjuntos de señales de enlace directo a conjuntos de estaciones móviles 102.  
 40  
 45

Con fines de ejemplo, ciertos sistemas y métodos se describirán en relación con señales de voz que pueden procesarse por un vocoder de banda ancha. (La expresión "vocoder de banda ancha" se analizará en mas detalle a continuación). Sin embargo, los sistemas y métodos desvelados en el presente documento son aplicables fuera del contexto de las señales de voz. De hecho, los sistemas y métodos desvelados en el presente documento pueden usarse en relación con el procesamiento de cualquier tipo de señal (por ejemplo, música, vídeo, etc.) en precisión finita.  
 50  
 55

El análisis que se indica a continuación incluye referencias a los estados de filtro. Sin embargo, los sistemas y métodos desvelados en el presente documento son aplicables a otros tipos de estados. Además, el término "estado" debe interpretarse ampliamente como cualquier configuración o información o memorias en un programa o máquina.  
 60

La transmisión de voz mediante técnicas digitales se ha generalizado, particularmente en aplicaciones telefónicas de larga distancia y de radiotelefonía digital. En el pasado, las comunicaciones de voz se han limitado en banda ancha  
 65

al rango de frecuencia de 300-3400 kHz. Las nuevas redes para comunicaciones de voz, tales como telefonía móvil y voz sobre IP, pueden no tener los mismos límites de ancho de banda, y puede ser deseable transmitir y recibir comunicaciones de voz que incluyen un rango de frecuencia de banda ancha sobre dichas redes.

5 Un codificador de voz, o "vocoder", es un dispositivo que facilita la transmisión de señales de voz comprimidas por un canal de comunicación. Un vocoder puede comprender un codificador y un decodificador. Una señal de voz entrante puede dividirse en bloques de tiempo, o tramas de análisis. El codificador puede analizar una trama vocal entrante para extraer ciertos parámetros relevantes, y después cuantizar los parámetros en una representación binaria. La representación binaria puede empaquetarse en tramas de transmisión y transmitirse por un canal de comunicación a un receptor con un decodificador. El decodificador puede procesar las tramas de transmisión, decuantizarlas para producir los parámetros, y resintetizar las tramas vocales usando los parámetros descuantizados. La codificación y decodificación de señales de voz puede realizarse por procesadores de señales digitales (DSP) ejecutando un vocoder. Debido a la naturaleza de algunas aplicaciones de comunicación de voz, la codificación y decodificación de señales de voz puede hacerse en tiempo real.

15 Un dispositivo (por ejemplo, una estación móvil 102 o una estación base 104) que se instala en un sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir un vocoder de banda ancha, es decir, un vocoder que está configurado para soportar un rango de frecuencia de banda ancha. Un vocoder de banda ancha puede comprender un codificador de banda ancha y un decodificador de banda ancha.

20 La Figura 2 ilustra un codificador de banda ancha 212. El codificador de banda ancha 212 puede implementarse en un aparato que puede utilizarse en un sistema de comunicación inalámbrica 100. El aparato puede ser un teléfono móvil, un asistente digital personal (PDA), un ordenador portátil, una cámara digital, un reproductor de música, un dispositivo de juego, o cualquier otro dispositivo con procesador. El aparato puede funcionar como una estación móvil 102 o una estación base 104 en un sistema de comunicación inalámbrica 100.

25 Puede proporcionarse una señal de voz de banda ancha 214 al codificador de banda ancha 212. El codificador de banda ancha 212 puede incluir un banco de filtros de análisis 216. El banco de filtros 216 puede filtrar la señal de voz de banda ancha 214 para producir una señal de banda baja 218 y una señal de banda alta 220.

30 La señal de banda baja 218 puede proporcionarse a un codificador de banda baja 222. El codificador de banda baja 222 puede codificar la señal de banda baja 218, generando de esta manera una señal de banda baja codificada 224. El codificador de banda baja 222 también puede transmitir una señal de excitación de banda baja 226.

35 La señal de banda alta 220 puede proporcionarse a un codificador de banda alta 228. La señal de excitación de banda baja 226 que se transmite por el codificador de banda baja 222 también puede proporcionarse al codificador de banda alta 228. El codificador de banda alta 228 puede codificar la señal de banda alta 220 de acuerdo con la información en la señal de excitación de banda baja 226, generando de este modo una señal de banda alta decodificada 230.

40 La Figura 3 ilustra el codificador de banda alta 228. Como se ha analizado anteriormente, la señal de excitación de banda baja 226 puede proporcionarse al codificador de banda alta 228. El codificador de banda alta 228 puede incluir un generador de excitación de banda alta 332. El generador de excitación de banda alta 332 puede obtener una señal de excitación de banda alta 334 de la señal de excitación de banda baja 226.

45 Está disponible un número finito de bits para representar la amplitud de las señales en el codificador de banda ancha 212, tal como la señal de voz de banda ancha entrante 214 y la señal de excitación de banda baja 226. La precisión con la que estas señales pueden representarse puede ser directamente proporcional al número de bits que se usan para representarlas. El término "amplitud", como se usa en el presente documento, puede referirse a cualquier valor de amplitud de un conjunto de valores de amplitud. Por ejemplo, el término "amplitud" puede referirse al máximo de los valores absolutos de los elementos de un conjunto de valores de amplitud.

50 El generador de excitación de banda alta 332 puede realizar varias operaciones aritméticas sobre en la señal de excitación de banda baja 226 (o, como se explicará a continuación, una versión normalizada 336 de la señal de excitación de banda baja 226) para generar la señal de excitación de banda alta 334. En la realización de al menos algunas de estas operaciones aritméticas en la señal de excitación de banda baja 226, el generador de excitación de banda alta 332 puede utilizar los  $N$  bits más significativos (MSB) en la señal de excitación de banda baja 226. En otras palabras, si se usan  $M$  bits para representar la amplitud de la señal de excitación de banda baja 226, el generador de excitación de banda alta 332 puede descartar los  $M-N$  bits menos significativos (LSB) en la señal de excitación de banda baja 226 y puede utilizar los  $N$  MSB de la señal de excitación de banda baja 226 para las operaciones aritméticas que se realizan.

55 El habla humana puede clasificarse de muchas maneras diferentes. Algunas clasificaciones del habla pueden incluir discurso expresado, sonidos sordos, expresión transitoria, e intervalos de silencio/ruido de fondo durante pausas entre palabras. En ciertas circunstancias (por ejemplo, para sonidos sordos, expresión transitoria, e intervalos de silencio/ruido de fondo), la amplitud de la señal de voz de banda ancha 214 puede ser relativamente baja. La

expresión señal de bajo nivel puede usarse en el presente documento para referirse a una señal de voz de banda ancha 214 que tiene una amplitud relativamente baja. Cuando la señal de voz de banda ancha entrante 214 es una señal de bajo nivel, la amplitud de la señal de excitación de banda baja 226 puede representarse completamente, o al menos representarse en su mayor parte, en los LSB de los bits disponibles. Si los LSB se descartan por el generador de excitación de banda alta 332, entonces puede haber una pérdida significativa de precisión con la que se representa la señal de excitación de banda baja 226. En un caso extremo, la señal de excitación de banda baja 226 puede aproximarse a cero por el generador de excitación de banda alta 332.

Para abordar este problema y reducir potencialmente la pérdida de precisión, el codificador de banda alta 228 puede incluir un normalizador de señal 338. El normalizador de señal 338 puede normalizar la señal de excitación de banda baja 226, obteniendo así la señal de excitación de banda baja normalizada 336. A continuación, se analizarán detalles adicionales sobre el funcionamiento del normalizador de señal 338 en la normalización de la señal de excitación de banda baja 226.

La señal de excitación de banda baja 226 puede normalizarse basándose en un factor de normalización 344. El factor de normalización 344 puede denominarse, como alternativa, como un factor Q 344. El factor de normalización 344 puede seleccionarse para impedir la saturación, como se analizará a continuación. El componente que determina el factor de normalización 344 puede denominarse como un componente de determinación de factor 346.

La señal de excitación de banda baja 226 puede dividirse en varias tramas. La expresión "trama actual" puede referirse a la trama que se está procesando en el presente por el codificador de banda ancha 212. La expresión "trama anterior" puede referirse a la trama de la señal de excitación de banda baja 226 que se procesó inmediatamente antes de la trama actual.

La normalización puede realizarse en una base trama a trama. Por lo tanto, pueden determinarse diferentes factores de normalización 344 para diferentes tramas de la señal de excitación de banda baja 226. Dado que el factor de normalización 344 puede cambiar con el tiempo, el tipo de normalización que puede realizarse por el normalizador de señal 338 y ajustador del factor de normalización de los estados de filtro 340 puede denominarse como normalización dinámica.

Una vez que el factor de normalización 344 para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 se ha determinado, el normalizador de señal 338 puede normalizar la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 basándose en el factor de normalización 344. La normalización de la señal de excitación de banda baja 226 puede comprender desplazar a la izquierda los bits de la señal de excitación de banda baja 226 en una cantidad que corresponde al factor de normalización 344.

En algunas implementaciones, el factor de normalización 344 puede ser negativo. Por ejemplo, una vez que el factor de normalización 344 se determina inicialmente, puede restarse una cantidad (por ejemplo, 1) del valor inicial del factor de normalización 344 como protección para impedir la saturación. Esto puede denominarse como proporcionar "espacio libre". Cuando el factor de normalización 344 es negativo, el desplazamiento a la izquierda por un factor de normalización negativo 344 puede ser el mismo que el desplazamiento a la derecha por el número positivo correspondiente.

Adicionalmente, puede proporcionarse un ajustador del factor de normalización de los estados de filtro 340. El ajustador del factor de normalización de los estados de filtro 340 puede ajustar el factor de normalización de los estados de filtro 342 basándose en el factor de normalización 344 que se determina. El ajuste del factor de normalización de los estados de filtro 342 puede comprender desplazar a la izquierda los bits de los estados de filtro 342 en una cantidad que corresponde a la diferencia entre el factor de normalización 344 que se determina para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 y el factor de normalización 344 que se determinó para la trama anterior de la señal de excitación de banda baja 226. Esta operación pone a los estados de filtro 342 en el mismo factor de normalización 344 que la señal de excitación de banda baja normalizada 336, lo que puede facilitar que se realicen operaciones de filtrado.

Cuando se ha determinado el factor de normalización 344, la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 se ha normalizado, y el factor de normalización de los estados de filtro 342 del generador de excitación de banda alta 332 se ha ajustado, el generador de excitación de banda alta 332 puede obtener la señal de excitación de banda alta 334 de la señal de excitación de banda baja normalizada 336. Esto puede implicar realizar operaciones de filtrado en la señal de excitación de banda baja normalizada 336 usando los estados de filtro ajustados 342, ambos de los cuales tienen un factor de normalización 344.

El factor de normalización 344 para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede seleccionarse de manera que no se produzca saturación. Puede haber varias maneras de que se produzca saturación. Por ejemplo, la saturación puede producirse mediante un desplazamiento a la izquierda de los bits de la señal de excitación de banda baja 226 en una medida en la que la señal de excitación de banda baja queda fuera del rango, el rango dado por el número de bits usados para representar la señal de excitación de banda baja. En el ejemplo que se ha analizado anteriormente, se asumió que se usan  $M$  bits para representar la señal de excitación de banda baja

226. En este caso, el valor máximo de la señal de excitación de banda baja 226 que usa aritmética con signo de complemento a 2 puede ser  $2^{(M-1)}-1$ , y el valor mínimo puede ser  $-2^M$ . Si  $M = 16$  (es decir, si se usan 16 bits para representar la señal de excitación de banda baja 226), el valor máximo de la señal de excitación de banda baja 226 que usa aritmética con signo de complemento a 2 puede ser  $2^{15}-1$ , o 32767 y el valor mínimo puede ser  $-2^{15}$ , o -32768. En esta situación, puede producirse saturación si los bits de la señal de excitación de banda baja 226 se desplazan a la izquierda de manera que el valor de la señal de excitación de banda baja 226 exceda 32767 (para números positivos) o sea menor de -32768 (para números negativos). El factor de normalización 344 puede determinarse de manera que este tipo de saturación no se produzca. Por lo tanto, el factor de normalización 344 puede depender de la amplitud de la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. Por consiguiente, la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede proporcionarse al componente de determinación del factor 346 y usarse para determinar el factor de normalización 344.

Como otro ejemplo, puede producirse saturación mediante el desplazamiento a la izquierda de los bits de los estados de filtro 342 del generador de excitación de banda alta 332 en una medida en la que los estados de filtro estén fuera del intervalo. Como se ha analizado en el ejemplo anterior, si  $M = 16$ , este intervalo se da por el conjunto de números que entran en la categoría de números no mayores de +32767 y no menores de -32768. El factor de normalización 344 puede determinarse de manera que esto no ocurra. Cuando el factor de normalización de los estados de filtro 342 se ajusta, los valores de los estados de filtro 342 pueden depender de las operaciones de filtrado que se realizaron en la trama anterior de la señal de excitación de banda baja normalizada 336. Por lo tanto, el factor de normalización 344 puede depender de los valores de los estados de filtro 342 después de realizar las operaciones de filtrado sobre la trama anterior de la señal de excitación de banda baja normalizada 336. Por consiguiente, la información 348 acerca de los valores de los estados de filtro 342 después de la realización de las operaciones de filtrado sobre la trama anterior de la señal de excitación de banda baja normalizada 336 puede proporcionarse componente de determinación del factor 346 y usarse para determinar el factor de normalización 344.

Cada trama de la señal de excitación de banda baja 226 puede normalizarse de la manera que se ha descrito anteriormente. Más específicamente, para cada trama de la señal de excitación de banda baja 226, puede determinarse un factor de normalización 344. La trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede normalizarse basándose en el factor de normalización 344 que se determina para esa trama. Además, el factor de normalización de los estados de filtro 342 puede ajustarse basándose en el factor de normalización 344 que se determina para esa trama. Estas etapas (es decir, la determinación del factor de normalización 344, la normalización de la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226, y el ajuste del factor de normalización de los estados de filtro 342) pueden realizarse para cada trama de la señal de excitación de banda baja 226.

La Figura 4 ilustra el componente de determinación del factor 346. Como se ha analizado anteriormente, el componente de determinación del factor 346 puede determinar el factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226.

Como se ha analizado anteriormente, la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede proporcionarse al componente de determinación del factor 346. La trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede analizarse para determinar un valor óptimo para el factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. (El valor óptimo se marca con el número de referencia 450 en la Figura 4, y se denominará como valor óptimo 450 en lo sucesivo en el presente documento). El componente que implementa esta funcionalidad puede denominarse como un componente de determinación del valor óptimo 452.

El valor óptimo 450 para el factor de normalización 344 puede determinarse basándose en la amplitud de la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. Dado que la señal de excitación de banda baja 226 de la trama actual comprende un conjunto de números, el valor óptimo 450 del factor de normalización 344 puede referirse al número de bits del máximo del valor absoluto del conjunto de números que puede desplazarse a la izquierda sin causar saturación, también denominado como el factor de normalización de bloque. El valor óptimo 450 para el factor de normalización 344 puede indicar en qué medida los bits de la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 pueden desplazarse a la izquierda sin causar saturación.

Como se ha analizado anteriormente, la información 348 sobre los valores de los estados de filtro 342 después de la realización de las operaciones de filtrado sobre la trama anterior de la señal de excitación de banda baja normalizada 336 también puede proporcionarse al componente de determinación del factor 346. Esta información 348 puede usarse para determinar un factor de escala 454 para los estados de filtro 342 del generador de excitación de banda alta 332. El componente que implementa esta funcionalidad puede denominarse como un componente de determinación del factor de escala 456.

El factor de escala 454 puede determinarse basándose en la información de los estados de filtro 348 que se recibe. El factor de escala 454 puede indicar en qué medida los bits de los estados de filtro 342 pueden desplazarse a la izquierda sin causar saturación. El procedimiento para obtener este factor de escala 454 puede ser similar al procedimiento que se ha mencionado anteriormente de determinación del valor óptimo 450 para el factor de normalización 344, siendo el conjunto de números en este caso los estados de filtro, donde los estados de filtro

pueden ser los estados de diferentes filtros.

En algunas implementaciones, algunos estados de filtro pueden ser precisión doble (DP, 32 bits) y algunos estados de filtro pueden ser precisión simple (SP, 16 bits). En dichas implementaciones, puede obtenerse el factor de normalización de bloque de los estados de filtro de doble precisión. Después, este factor de normalización de bloque puede disminuirse por un factor de dos para llevarlo al dominio de precisión simple. Después, puede determinarse que es el factor de normalización de bloque inferior entre este factor de normalización de bloque de doble precisión de escala reducida y el factor de normalización de bloque de los estados de filtro de precisión sencilla. El factor de normalización de bloque inferior puede entonces emitirse como el factor de escala 454. En este ejemplo específico, las expresiones trama actual factor de normalización 344a y trama anterior factor de normalización 344b se refieren al factor de normalización en el dominio de precisión sencilla. El ajustador del factor de normalización de los estados de filtro 340 amplía en un factor de dos la diferencia entre el factor de normalización 344 que se determina para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 y el factor de normalización 344 que se determinó para la trama anterior de la señal de excitación de banda baja 226, antes de desplazar a la izquierda los bits de los estados de filtro de doble precisión 342.

Puede evaluarse una condición de saturación. El componente que implementa esta funcionalidad puede denominarse como componente de evaluación de condición 458. La condición de saturación puede depender del valor óptimo 450 para el factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. La condición de saturación también puede depender del factor de escala 454 para los estados de filtro 342 del generador de excitación de banda alta 332.

La condición de saturación también puede depender del factor de normalización 344b para la trama anterior de la señal de excitación de banda baja 226. El factor de normalización 344b para la trama anterior de la señal de excitación de banda baja 226 puede indicar en qué medida los bits de la trama anterior de la señal de excitación de banda baja 226 se desplazaron antes de las operaciones de filtrado que se realizaron en la trama anterior de la señal de excitación de banda baja normalizada 336.

La condición de saturación que se evalúa puede expresarse como:

$$Q_{inp} - \text{prev\_}Q_{inp} > Q\_states \quad (1)$$

En la ecuación (1), el término  $Q_{inp}$  puede referirse al valor óptimo 450 para factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. El término  $\text{prev\_}Q_{inp}$  puede referirse al factor de normalización 344b para la trama anterior de la señal de excitación de banda baja 226. El término  $Q\_states$  puede referirse al factor de escala 454 para los estados de filtro 342.

Si se determina que la condición de saturación no se satisface, esto puede interpretarse como que el ajuste del factor de normalización 344a igual al valor óptimo 450 que se determinó no va a causar saturación. En este caso, la determinación del factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede implicar ajustar el factor de normalización 344a igual al valor óptimo 450 que se determinó.

Si se determina que la condición de saturación se satisface, esto puede interpretarse como que el ajuste del factor de normalización 344a igual al valor óptimo 450 que se determinó va a causar saturación. En este caso, la determinación del factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede implicar ajustar el factor de normalización 344a igual a  $\text{prev\_}Q_{inp} + Q\_states$ . En esta expresión, los términos  $Q_{inp}$ ,  $\text{prev\_}Q_{inp}$  y  $Q\_states$  pueden tener el mismo significado que se ha analizado anteriormente en relación con la ecuación (1). Por lo tanto, el factor de normalización 344a puede darse por la expresión  $\text{MIN}(Q_{inp}, \text{prev\_}Q_{inp} + Q\_states)$ .

La Figura 5 ilustra un decodificador de banda ancha 560. El decodificador de banda ancha 560 puede implementarse en un aparato que puede utilizarse en un sistema de comunicación inalámbrica 100. El aparato puede ser un teléfono móvil, un asistente digital personal (PDA), un ordenador portátil, una cámara digital, un reproductor de música, un dispositivo de juego, o cualquier otro dispositivo con procesador. El aparato puede funcionar como una estación móvil 102 o una estación base 104 en un sistema de comunicación inalámbrica 100.

Puede proporcionarse una señal de banda baja codificada 524 (o 224) al decodificador de banda ancha 560. El decodificador de banda ancha 560 puede incluir un decodificador de banda baja 562. El decodificador de banda baja 562 puede decodificar la señal de banda baja codificada 524, obteniendo de este modo una señal de banda baja decodificada 518. El decodificador de banda baja 562 también puede transmitir una señal de excitación de banda baja 526.

También puede proporcionarse una señal de banda alta decodificada 530 (o 230) al decodificador de banda ancha 560. El decodificador de banda ancha 560 puede incluir un decodificador de banda alta 564. La señal de banda alta decodificada 530 puede proporcionarse al decodificador de banda alta 564. La señal de excitación de banda baja 526 que se transmite por el decodificador de banda baja 562 también puede proporcionarse al decodificador de

banda alta 564. El decodificador de banda alta 564 puede decodificar la señal de banda alta decodificada 530 de acuerdo con la información en la señal de excitación de banda baja 526, obteniendo así una señal de banda alta decodificada 520. El decodificador de banda ancha 560 también puede incluir un banco de filtros de síntesis 516. La señal de banda baja decodificada 518 que se transmite por el decodificador de banda baja 562 y la señal de banda alta decodificada 520 que se transmite por el decodificador de banda alta 564 pueden proporcionarse al banco de filtros de síntesis 516. El banco de filtros de síntesis 516 puede combinar la señal de banda baja decodificada 518 y la señal de banda alta decodificada 520 para producir una señal de voz de banda ancha 514.

El decodificador de banda alta 564 puede incluir algunos de los componentes idénticos que se han descrito anteriormente en relación con el codificador de banda alta 228. Por ejemplo, el decodificador de banda alta 564 puede incluir el generador de excitación de banda alta 332, el normalizador de señal 338, el ajustador del factor de normalización de los estados de filtro 340, y el componente de determinación del factor 346. (Estos componentes no se muestran en la Figura 5). El funcionamiento de estos componentes puede ser similar o idéntico al funcionamiento de los componentes correspondientes que se han descrito anteriormente en relación con el codificador de banda alta 228. Por lo tanto, las técnicas que se han descrito anteriormente para la normalización dinámica de la señal de excitación de banda baja 226 en el contexto de un codificador de banda ancha 212 también pueden aplicarse a la señal de excitación de banda baja 526 que se muestra en la Figura 5 en el contexto de un decodificador de banda ancha 560.

La Figura 6 ilustra un método 600 de normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de bajo nivel. El método 600 puede implementarse por un codificador de banda ancha 212 en una estación móvil 102 o una estación base 104 en un sistema de comunicación inalámbrica 100. Como alternativa, el método 600 puede implementarse por un decodificador de banda ancha 560 en una estación móvil 102 o una estación base 104 en un sistema de comunicación inalámbrica 100.

De acuerdo con el método 600, puede recibirse 602 una trama actual de una señal de excitación de banda baja 226. Puede determinarse 604 un factor de normalización 344 para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. El factor de normalización 344 puede depender de la amplitud de la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. El factor de normalización 344 también puede depender de los valores de estados de filtro 342 de un generador de excitación de banda alta 332 después de la realización de las operaciones de filtrado en una trama anterior de una señal de excitación de banda baja normalizada 336.

La trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede normalizarse 606 basándose en el factor de normalización 344 que se determina 604. Además, el factor de normalización de los estados de filtro del generador de excitación de banda alta 332 puede ajustarse 608 basándose en el factor de normalización 344 que se determina 604.

La Figura 7 ilustra un método 700 para determinar un factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. (El número de referencia 344a se refiere al factor de normalización 344a para la trama actual, y el número de referencia 344b se refiere al factor de normalización 344b para la trama anterior). El método 700 puede implementarse por un codificador de banda ancha 212 en una estación móvil 102 o una estación base 104 en un sistema de comunicación inalámbrica 100. Como alternativa, el método 700 puede implementarse por un decodificador de banda ancha 560 en una estación móvil 102 o una estación base 104 en un sistema de comunicación inalámbrica 100.

De acuerdo con el método 700, puede determinarse 702 un valor óptimo 450 para el factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. El valor óptimo 450 para el factor de normalización 344a puede indicar en qué medida los bits de la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 pueden desplazarse a la izquierda sin causar saturación.

Puede determinarse 704 un factor de escala 454 para los estados de filtro 342 del generador de excitación de banda alta 332. El factor de escala 454 puede indicar en qué medida los bits de los estados de filtro 342 pueden desplazarse a la izquierda sin causar saturación.

Una condición de saturación puede evaluarse 706. La condición de saturación puede depender del valor óptimo 450 para el factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226. La condición de saturación también puede depender del factor de escala 454 para los estados de filtro 342 del generador de excitación de banda alta 332. La condición de saturación también puede depender del factor de normalización 344b para la trama anterior de la señal de excitación de banda baja 226.

Si se determina 706 que la condición de saturación no se satisface, esto puede interpretarse como que el ajuste del factor de normalización 344 igual al valor óptimo 450 que se determinó 702 no va a causar saturación. Por consiguiente, el factor de normalización 344 para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede ajustarse 708 igual al valor óptimo 450 que se determinó 702.

Si se determina 706 que la condición de saturación se satisface, esto puede interpretarse como que el ajuste del



factor de normalización 344 igual al valor óptimo 450 que se determinó 702 va a causar saturación. Por consiguiente, el factor de normalización 344a para la trama actual de la señal de excitación de banda baja 226 puede ajustarse 710 igual a  $prev\_Q_{inp} + Q\_states$ . Como se ha analizado anteriormente, el término  $prev\_Q_{inp}$  puede referirse al factor de normalización 344b para la trama anterior de la señal de excitación de banda baja 226. El término  $Q\_states$  puede referirse al factor de escala para los estados de filtro 342.

La Figura 8 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo de comunicaciones 801. El dispositivo de comunicaciones 801 puede incluir un procesador 803 que controla el funcionamiento del dispositivo 801. El procesador 803 también puede denominarse como CPU. La memoria 805, que puede incluir tanto memoria de sólo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 803. Una porción de la memoria 805 también puede incluir una memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM).

El dispositivo de comunicaciones 801 también puede incluir un alojamiento 809 que puede incluir un transmisor 811 y un receptor 813 para permitir la transmisión y la recepción de datos entre el dispositivo de comunicaciones 801 y una ubicación remota. El transmisor 811 y el receptor 813 pueden combinarse en un transceptor 815. Una antena 817 puede fijarse al alojamiento 809 y acoplarse eléctricamente al transceptor 815.

El dispositivo de comunicaciones también puede incluir un detector de señales 807 que puede usarse para detectar y cuantificar el nivel de señales recibidas por el transceptor 815. El detector de señales 807 puede detectar dichas señales como energía total, chips de energía piloto por pseudo-ruido (PN), densidad espectral de potencia, y otras señales.

Un cambiador de estado 819 del dispositivo de comunicaciones 801 puede controlar el estado del dispositivo de comunicaciones 801 basándose en un estado actual y señales adicionales recibidas por el transceptor 815 y detectadas por el detector de señales 807. El dispositivo 801 puede ser capaz de funcionar en uno cualquiera de varios estados. El dispositivo de comunicaciones 801 también puede incluir un determinador de sistema 821 que puede usarse para controlar el dispositivo 801 y para determinar a qué sistema de proveedor de servicios debe transferirse el dispositivo 801 cuando determina que el sistema de proveedor de servicios actual es inadecuado.

Los diversos componentes del dispositivo de comunicaciones 801 pueden acoplarse juntos por un sistema de bus 823 que puede incluir un bus de potencia, un bus de señal de control, y un bus de estado, además de un bus de datos. Sin embargo, con fines de claridad, los diversos buses se ilustran en la Figura 8 como el sistema de bus 823. El dispositivo de comunicaciones 801 también puede incluir un procesador de señal digital (DSP) 825 para su uso en el procesamiento de señales.

La información y las señales pueden representarse usando cualquiera de varias tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits y similares a los que puede haberse hecho referencia a lo largo de la anterior descripción pueden representarse mediante voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, partículas o campos magnéticos, partículas o campos ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

Los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos, métodos y etapas de algoritmo ilustrativos que se desvelan en el presente documento pueden implementarse en hardware, software, o ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, generalmente, en lo que respecta a su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software, dependerá de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas sobre todo el sistema. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación particular, pero no debe interpretarse que tales decisiones de implementación limitan el alcance de la presente invención.

Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos que se han descrito anteriormente pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), con una señal de matriz de puertas de campo programable (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistor o de puertas discretas, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero, como alternativa, el procesador puede ser un controlador, microcontrolador o máquina de estados. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

Los métodos desvelados en el presente documento pueden implementarse en hardware, en software, o ambos. El software puede residir en cualquier forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Algunos ejemplos de medios de almacenamiento que pueden usarse incluyen memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un disco óptico, etc. El software puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y puede estar distribuido en varios segmentos de código

diferentes, entre diferentes programas y entre múltiples medios de almacenamiento. Un medio de almacenamiento puede estar acoplado al procesador de manera que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede ser una parte integrante del procesador.

5 Los procedimientos dados a conocer en el presente documento pueden comprender una o más etapas o acciones para llevar a cabo el procedimiento descrito. Las etapas de procedimiento y/o acciones pueden intercambiarse entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Dicho de otro modo, a no ser que se indique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o uso de etapas y/o acciones específicas puede modificarse sin apartarse del  
10 alcance de las reivindicaciones.

Aunque se han ilustrado y descrito específicas características, aspectos y configuraciones, se entenderá que las reivindicaciones no se limitan a la configuración y componentes precisos que se han ilustrado anteriormente. Diversas modificaciones, cambios y variaciones pueden realizarse en la disposición, funcionamiento y detalles de las  
15 características, aspectos y configuraciones que se han descrito anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato que se configura para la normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de audio digitales de bajo nivel, que comprende:
  - 5 medios (346) para determinar un factor de normalización (344) para una trama actual de una señal de excitación de banda baja (226), en el que el factor de normalización depende de la amplitud de la trama actual de la señal de excitación de banda baja, en el que la amplitud se refiere al máximo de los valores absolutos de los valores de amplitud de la trama actual, y en el que el factor de normalización también depende de los valores de los estados de filtro (342) de un generador de excitación de banda alta (332) después de la realización de una o más operaciones en una trama anterior de una señal de excitación de banda baja normalizada;
  - 10 medios (338) para normalizar la trama actual de la señal de excitación de banda baja basándose en el factor de normalización (344) que se determina; y
  - 15 medios (340) para ajustar el factor de normalización de los estados de filtro basándose en el factor de normalización que se determina; y
  - 20 en el que el generador de excitación de banda alta se configura para obtener una señal de excitación de banda alta a partir de la señal de excitación de banda baja normalizada, y
  - 25 en el que el generador de excitación de banda alta se configura para no usar los bits menos significativos de la señal de excitación de banda baja normalizada para obtener la señal de excitación de banda alta; y
  - 30 en el que la determinación del factor de normalización de la trama actual, la normalización de la trama actual de la señal de excitación de banda baja, y el ajuste de los estados de filtro se realizan para cada trama de la señal de excitación de banda baja.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el factor de normalización se selecciona de manera que no se produzca saturación.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que la determinación del factor de normalización para la trama actual de la señal de excitación de banda baja comprende:
  - 35 determinar un valor óptimo para el factor de normalización de la señal de excitación de banda baja de la trama actual basándose en la amplitud de la trama actual de la señal de excitación de banda baja;
  - 40 determinar un factor de escala para los estados de filtro basándose en la información sobre los valores de los estados de filtro después de realizar la una o más operaciones en la trama anterior de la señal de excitación de banda baja normalizada;
  - 45 y evaluar una condición de saturación que depende del valor óptimo para el factor de normalización de la señal de excitación de banda baja de la trama actual, el factor de escala, y el factor de normalización para la trama anterior de la señal de excitación de banda baja.
4. El aparato de la reivindicación 3, en el que el factor de normalización de la señal de excitación de banda baja de la trama anterior indica en qué medida los bits de la trama anterior de la señal se desplazaron antes de la una o más operaciones que se realizaron en la trama anterior de la señal de excitación de banda baja normalizada.
5. El aparato de la reivindicación 3, en el que el valor óptimo para el factor de normalización de la señal de excitación de banda baja de la trama actual indica en qué medida bits de la trama actual de la señal de excitación de banda baja pueden desplazarse a la izquierda sin causar saturación.
6. El aparato de la reivindicación 3, en el que el factor de escala para los estados de filtro indica en qué medida bits de los estados de filtro pueden desplazarse a la izquierda sin causar saturación.
7. El aparato de la reivindicación 3, en el que la condición de saturación se expresa como  $Q_{inp} - prev\_Q_{inp} > Q\_states$ , en el que  $Q_{inp}$  es el valor óptimo para el factor de normalización de la trama actual, en el que  $prev\_Q_{inp}$  es el factor de normalización de la trama anterior, y en el que  $Q\_states$  es el factor de escala para los estados de filtro.
8. El aparato de la reivindicación 3, en el que si la condición de saturación se satisface, la determinación de la

- trama actual del factor de normalización de la señal de excitación de banda baja comprende adicionalmente ajustar la trama actual del factor de normalización de la señal de excitación de banda baja a  $prev\_Q_{inp} + Q\_states$ , en el que  $Q_{inp}$  es el valor óptimo para la trama actual del factor de normalización de la señal de excitación de banda baja, en el que  $prev\_Q_{inp}$  es la trama previa del factor de normalización de la señal de excitación de banda baja, y en el que  $Q\_states$  es el factor de escala para los estados de filtro.
- 5
9. El aparato de la reivindicación 1, en el que la normalización de la trama actual de la señal de excitación de banda baja comprende desplazar a la izquierda los bits de la trama actual de la señal de excitación de banda baja en una cantidad que corresponde al trama actual del factor de normalización de la señal de excitación de banda baja.
- 10
10. El aparato de la reivindicación 1, en el que ajustar los estados de filtro comprende desplazar bits de los estados de filtro en una cantidad que corresponde a una diferencia entre la trama actual del factor de normalización de la señal de excitación de banda baja y el marco anterior del factor de normalización de la señal de excitación de banda baja.
- 15
11. Un método de normalización dinámica para reducir la pérdida de precisión para señales de audio digital de nivel bajo, que comprende:
- 20
- determinar un factor de normalización (344) para una trama actual de una señal de excitación de banda baja (226), en el que el factor de normalización depende de la amplitud de la trama actual de la señal de excitación de banda baja, en el que la amplitud se refiere al máximo de los valores absolutos de los valores de amplitud de la trama actual, y en el que el factor de normalización también depende de los valores de los estados de filtro (342) de un generador de excitación de banda alta (332) después de la realización de una o más operaciones en una trama anterior de una señal de excitación de banda baja normalizada; normalizar la trama actual de la señal de excitación de banda baja basándose en el factor de normalización que se determina; y
- 25
- ajustar el factor de normalización de los estados de filtro basándose en el factor de normalización que se determina; y en el que el generador de excitación de banda alta obtiene una señal de excitación de banda alta de la señal de excitación de banda baja normalizada, y
- 30
- en el que el generador de excitación de banda alta no usa los bits menos significativos de la señal de excitación de banda baja normalizada para obtener la señal de excitación de banda alta; y
- 35
- en el que la determinación del factor de normalización de la trama actual, la normalización de la trama actual de la señal de excitación de banda baja, y el ajuste de los estados de filtro se realizan para cada trama de la señal de excitación de banda baja.
- 40
12. Un medio legible por ordenador configurado para almacenar un conjunto de instrucciones ejecutables para realizar las etapas del método de la reivindicación 11.

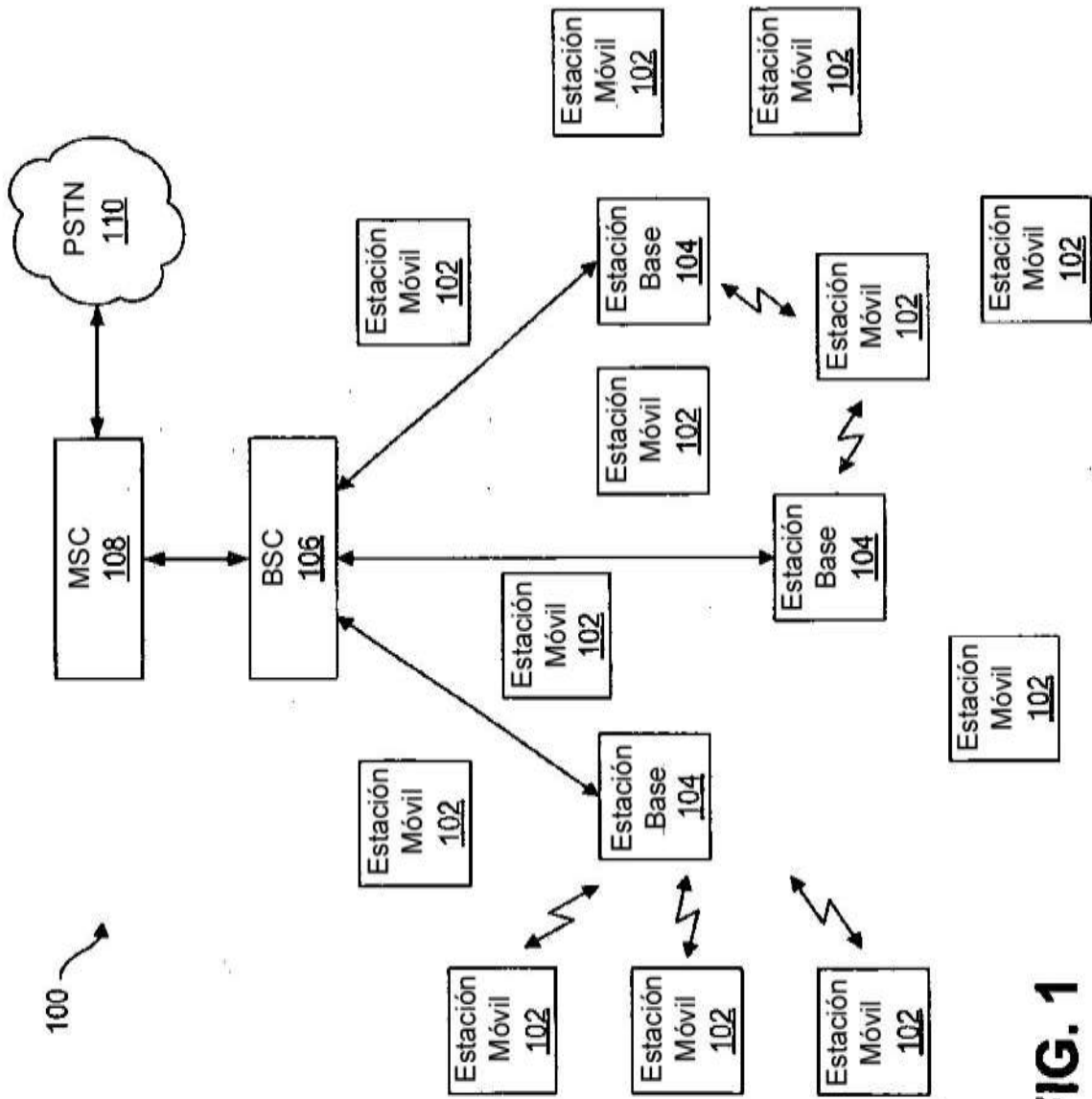
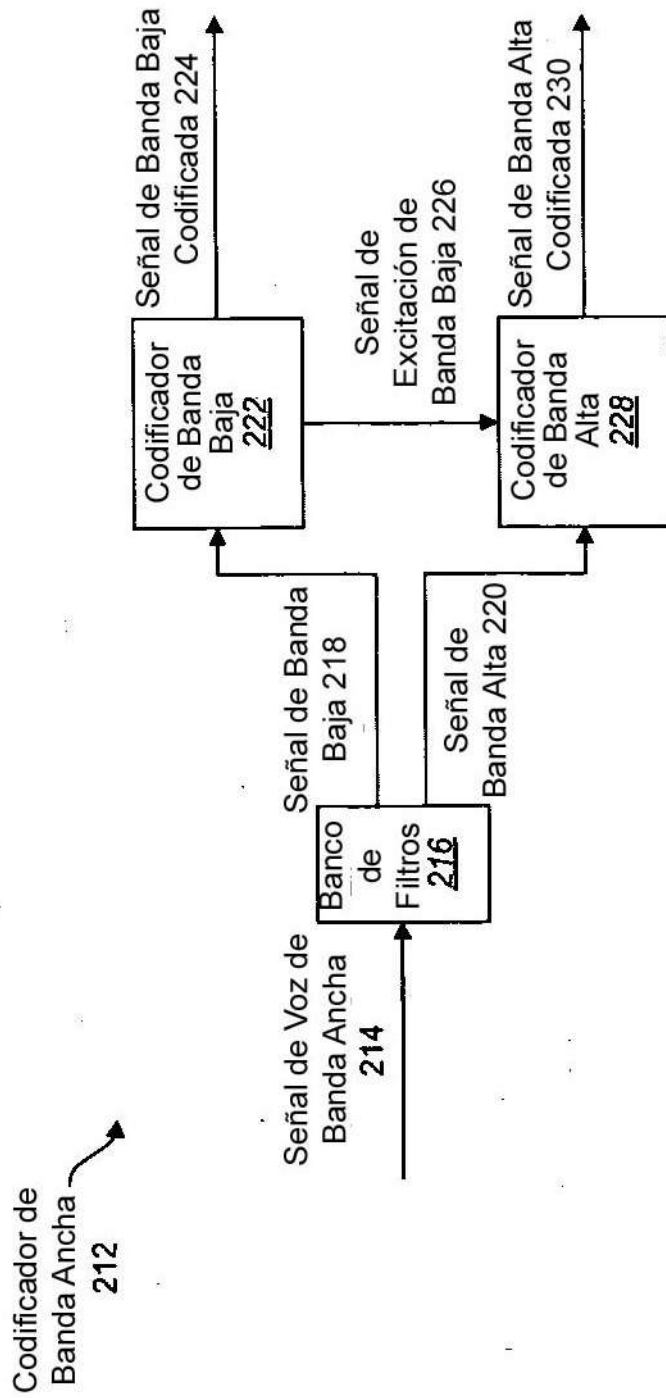
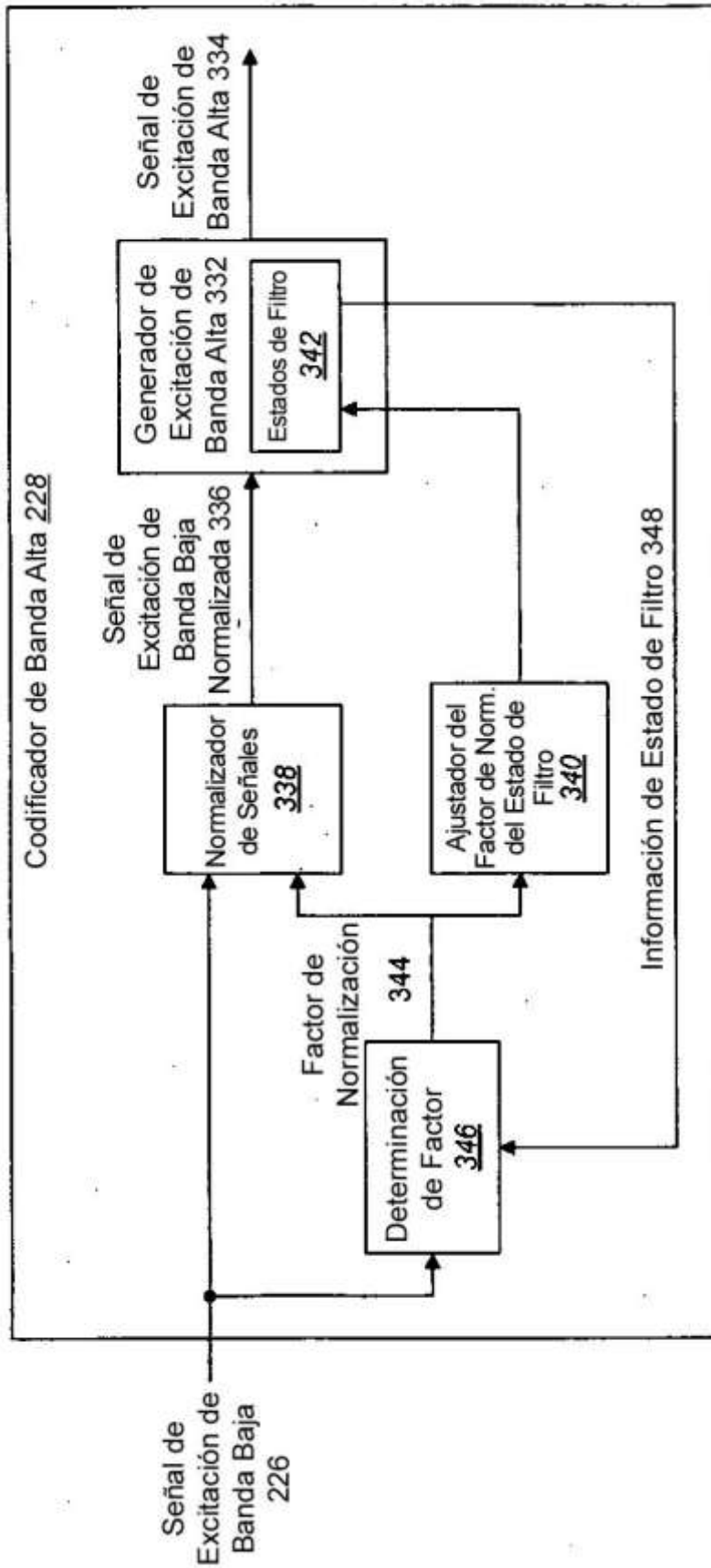


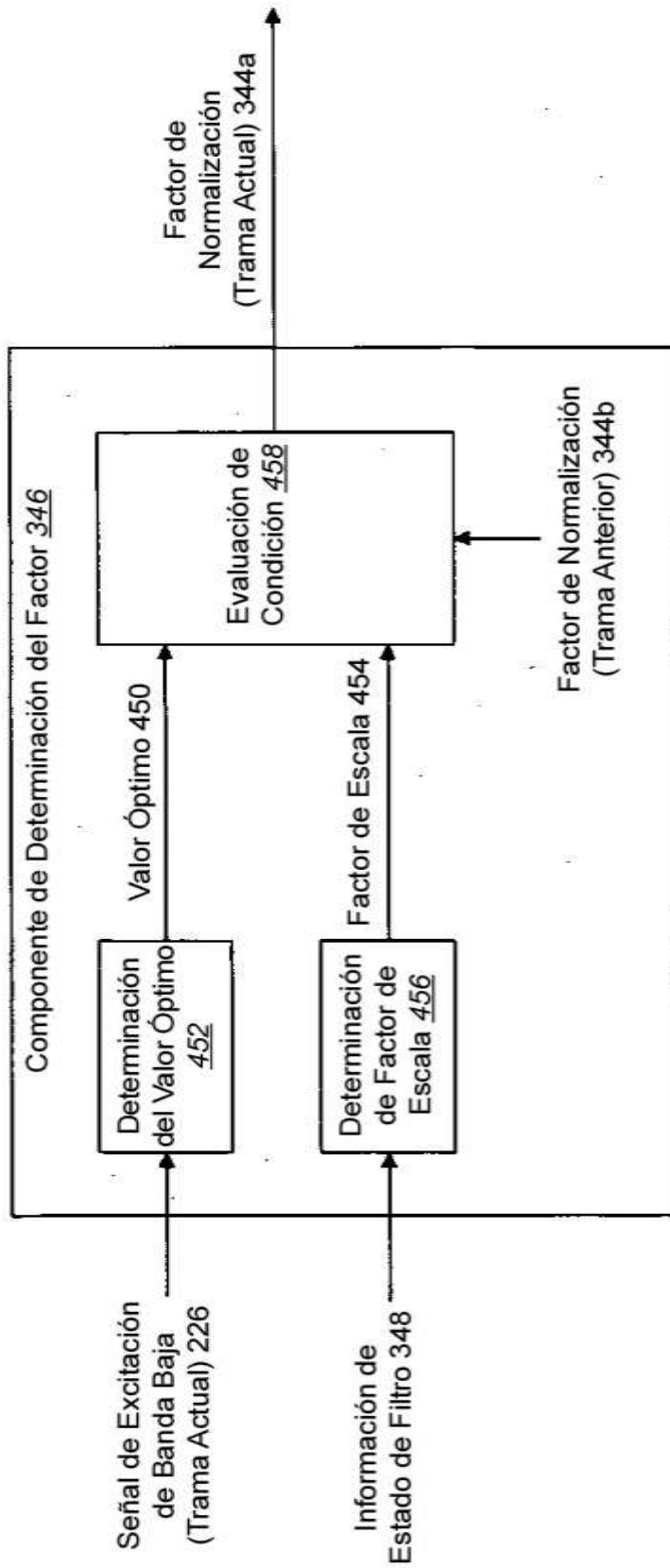
FIG. 1



**FIG. 2**

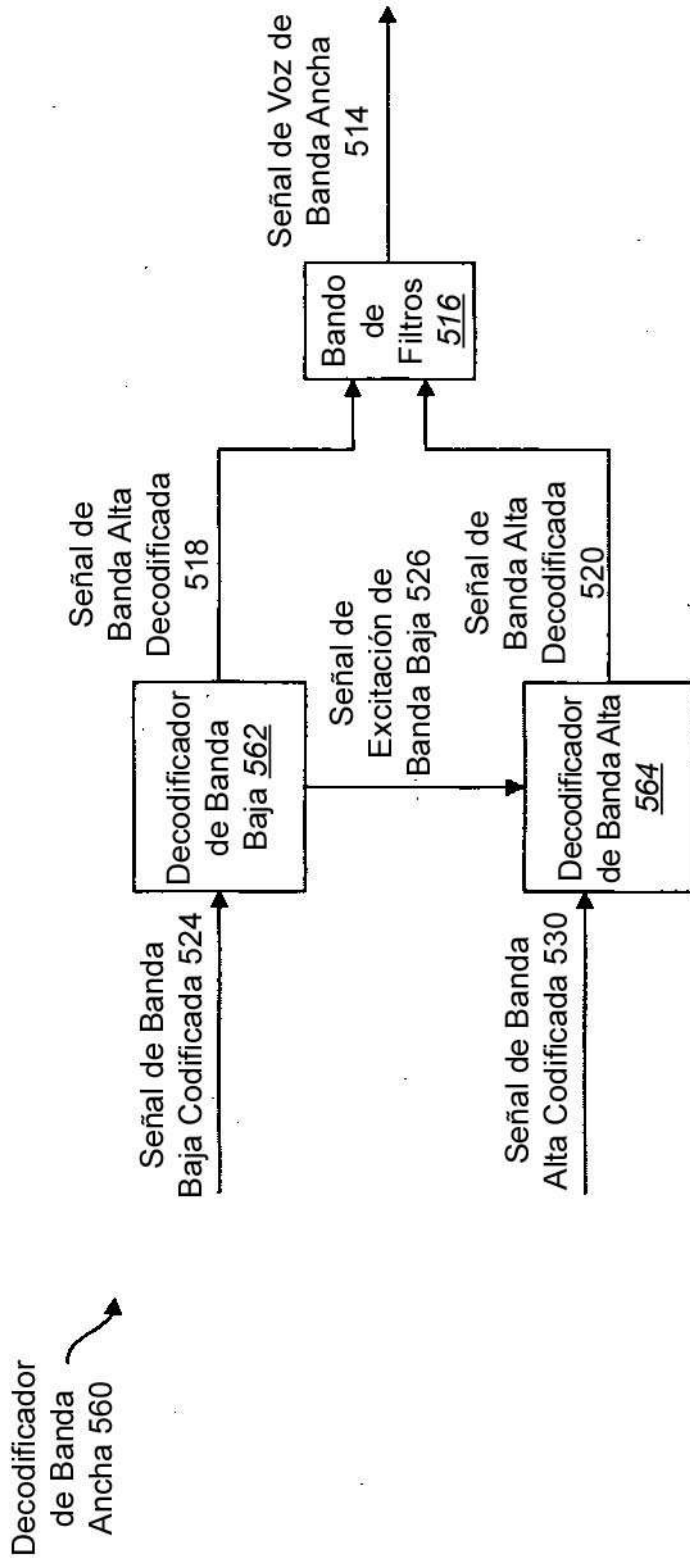


**FIG. 3**

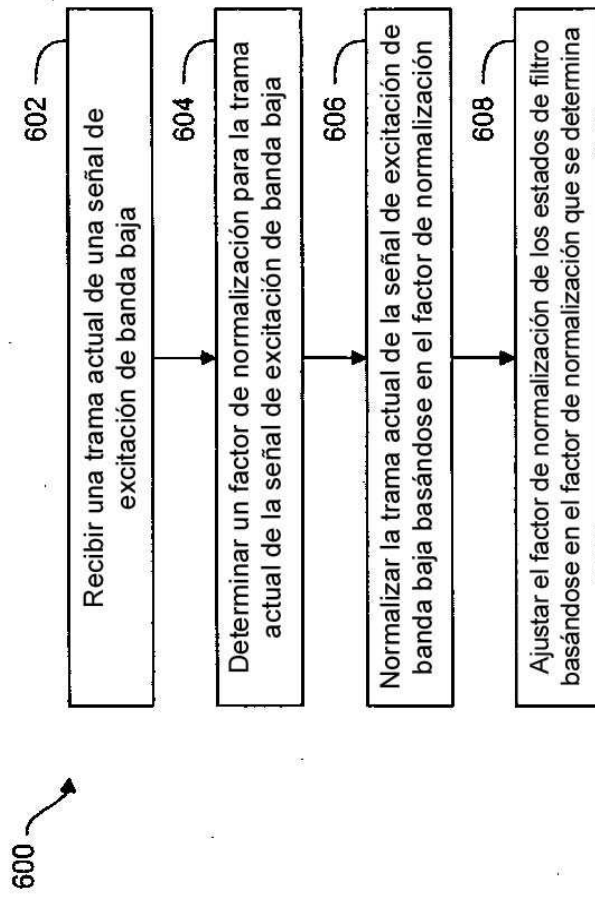


**FIG. 4**





**FIG. 5**



**FIG. 6**

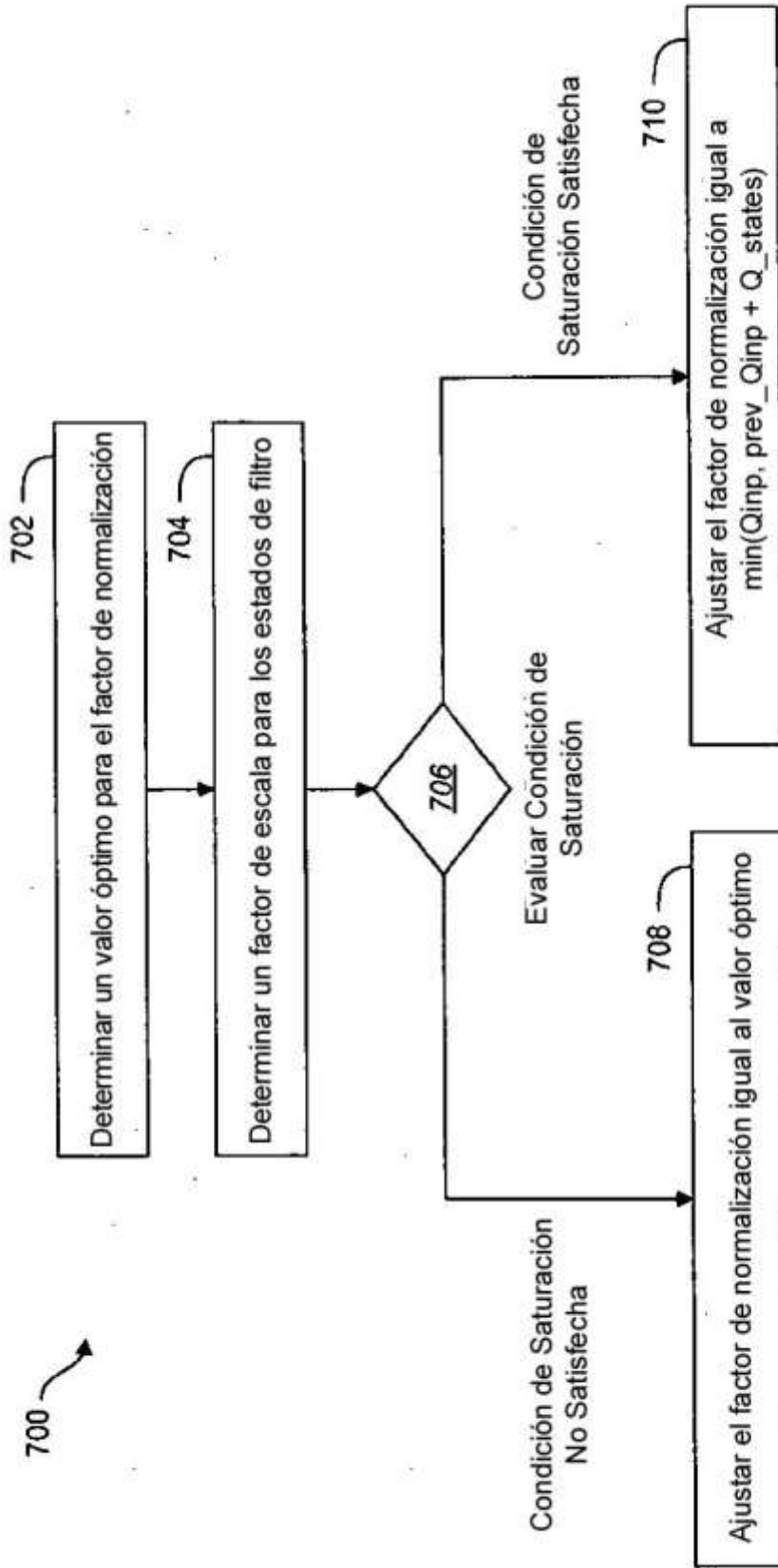
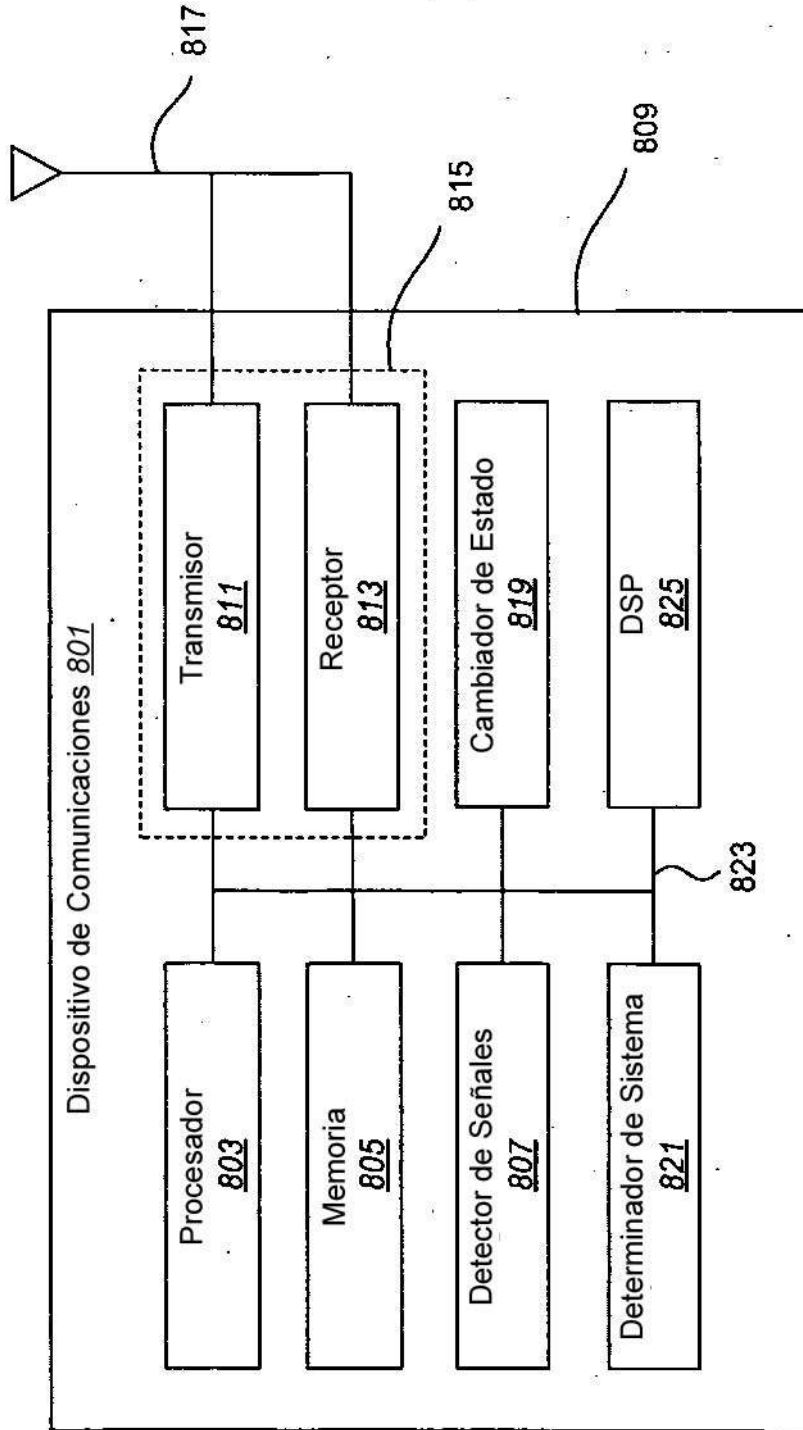


FIG. 7



**FIG. 8**