



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 341 647**

51 Int. Cl.:
G01D 7/12 (2006.01)
G01V 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03739578 .7**
96 Fecha de presentación : **14.02.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1481391**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2004**

54 Título: **Procedimiento y sistemas de generación de sonido por derivación de fase.**

30 Prioridad: **15.02.2002 US 76086**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.06.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.06.2010

73 Titular/es: **RADIODETECTION LIMITED**
Western Drive
Bristol BS14 0AZ, GB

72 Inventor/es: **Royle, John Mark;**
Pearson, Richard, David y
King, James Ian

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 341 647 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).

ES 2 341 647 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistemas de generación de sonido por derivación de fase.

5 Antecedentes de la invención

La invención se refiere a la generación de sonido.

Técnica relacionada

10 La información puede estar incluida en unas señales eléctricas mediante la variación de la amplitud, la fase, o la frecuencia de las señales. Las variaciones pueden ser utilizadas para activar un altavoz para generar sonido que represente la información.

15 En algunas situaciones, las variaciones son relativamente pequeñas. Las señales con variaciones relativamente pequeñas se designan como señales de ancho de banda estrecho. En ausencia de un procesamiento adicional, es difícil que la mayoría de las personas perciben las variaciones tonales generadas a partir de las señales de ancho de banda estrecho. Como resultado de ello, a menudo se emplean complejos algoritmos para expandir las variaciones a través de un rango más amplio. Dichos algoritmos tienden a requerir capacidades de procesamiento de la señal mayores.

20 En la técnica anterior una solución para amplificar las variaciones de amplitud y fase para hacerlas audibles es conocida a partir del documento US 3,955,050 que utiliza una solución de procesamiento de señales analógicas puras.

25 Las señales de información de baja frecuencia tienen que ser ascendidas de frecuencia a frecuencias audio para que el sonido resultante sea percibido por las personas. En sistemas digitales, las tasas de muestreo deben ser mucho mayores que la frecuencia audio para que haya suficientes muestras para cada ciclo de audio. A tasas de transmisión de datos más altas, sin embargo, los complejos algoritmos expuestos con anterioridad requieren unas capacidades de procesamiento aún mayores.

30 Se necesitan unos procedimientos y unos sistemas para generar sonido a partir de unas señales de ancho de banda estrecho que presenten unos condicionamientos de procesamiento de señales digitales reducidos.

Sumario de la invención

35 De acuerdo con la invención el sonido es generado digitalmente a partir de una información de fase y de amplitud de una señal de ancho de banda estrecho que comprende las etapas de:

- 40 (1) la recepción de dicha información de amplitud y de dicha información de fase de dicha señal de ancho de banda estrecho;
- (2) la determinación de la información de derivación de fase a partir de dicha información de fase;
- (3) la aplicación de una ganancia de frecuencia a dicha información de derivación de fase;
- 45 (4) la suma de los resultados de la etapa (3) con una portadora de onda audio que tenga una frecuencia de banda audio, y la generación de salida de una información de control que incluya dichos resultados de la etapa (3) transmitidos a dicha portadora de onda audio y que esté centrada alrededor de la frecuencia de la portadora de onda audio;
- 50 (5) el control de un oscilador con dicha información de control, en el que dicho oscilador genera de salida una información modulada en frecuencia que varía con respecto a dicha información de derivación de fase; y
- 55 (6) la conversión, a una tasa de muestreo de salida mayor que dicha frecuencia de banda audio, de dicha información de amplitud y de dicha información modulada en frecuencia en una señal de control de altavoz modulada en amplitud/frecuencia analógica.

La información de amplitud y fase es recibida a una tasa de muestreo de entrada. La entrada de muestreo puede ser una tasa de muestreo relativamente baja, por ejemplo, a partir de una señal de localizador) o una tasa de muestreo relativamente alta (por ejemplo, a partir de una señal de RF). Cuando la tasa de muestreo de entrada es una entrada de muestreo relativamente baja, la información de amplitud y fase es muestreada por elevación a una tasa de muestreo mayor que una frecuencia audio deseada. La tasa de muestreo más alta asegura que haya suficientes muestras de la señal durante cada ciclo o periodo de la frecuencia audio. La tasa de muestreo más alta es típicamente también la tasa de muestreo de salida de un convertidor digital - analógico que genera de salida una señal analógica hasta un altavoz. 65 Cuando la tasa de muestreo de entrada es más baja que la tasa de muestreo de salida, la información de derivación de fase debe ser calculada o medida a una tasa de muestreo de entrada o a la tasa de muestreo de salida. La información de amplitud y/o la información de fase son opcionalmente puestas en correlación con la ganancia del sistema.

La invención puede ser implementada con una trayectoria de procesamiento de amplitud y una trayectoria de procesamiento de fase. La trayectoria de procesamiento de amplitud recibe la información de amplitud de una señal de ancho de banda estrecho. Cuando la tasa de muestreo de entrada es una tasa de muestreo relativamente baja, la información de amplitud es muestreada por elevación hasta la tasa de muestreo de salida. La tasa de muestreo de salida es, de modo preferente, más alta que una frecuencia audio deseada. En una forma de realización, la información de amplitud muestreada por elevación es filtrada para suprimir los componentes de la tasa de muestreo de entrada.

La trayectoria de procesamiento de fase recibe la información de fase de la señal de ancho de banda estrecho. La información de fase tiene la tasa de muestreo de entrada. La información de derivación de fase se determina a partir de la información de fase. Cuando la tasa de muestreo de entrada es más baja que la tasa de muestreo de salida, la información de derivación de fase es muestreada por derivación a la tasa de muestreo de salida. La información de derivación de fase es opcionalmente retardada para que coincida con un retardo de filtro de la trayectoria de amplitud. Una ganancia de frecuencia es aplicada a la información de derivación de fase, de modo preferente a la tasa de muestreo de salida. La ganancia de frecuencia extiende las variaciones de frecuencia a través de un ancho de banda más amplia. La información de frecuencia extendida se suma a la portadora de onda audio, teniendo la portadora de onda audio una frecuencia más baja que la tasa de muestreo de salida. La información de control resultante incluye una frecuencia extendida, una información de derivación de fase, a la tasa de muestreo de salida, transmitida a la portadora de onda audio. Un oscilador es controlado de manera digital con la información de control. El oscilador genera de salida una información modulada en frecuencia que varía con respecto a la información de derivación de fase. Los resultados de la trayectoria de procesamiento de amplitud y de la trayectoria de procesamiento de fase, son, a continuación, combinados en una o más señales audio moduladas en amplitud y frecuencia analógicas.

Otras características y ventajas de la invención, así como la estructura y funcionamiento de diversas formas de realización de la misma, se describen con detalle más adelante con referencia a los dibujos que se acompañan. Debe destacarse que la invención no está limitada a las formas de realización descritas en la presente memoria. Dichas formas de realización se presentan en la presente memoria solo con finalidad ilustrativa.

Breve descripción de los dibujos/figuras

La presente invención se describirá con referencia a los dibujos que se acompañan. El dibujo en el cual un elemento aparece en primer lugar se indica típicamente mediante el (los) dígitos de más a la izquierda en el número de referencia correspondiente.

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de alto nivel de un sistema de generación de sonido para generar de manera digital sonido a partir de una información de fase y amplitud de una señal de ancho de banda estrecho, de acuerdo con la invención.

La Fig. 2 ilustra el sistema de generación de sonido de la Fig. 1 que recibe unos componentes en fase y de fase en cuadratura, de acuerdo con un aspecto de la invención.

La Fig. 3 ilustra un ejemplo de un sistema informático en el cual la presente invención puede ser implementada.

La Fig. 4 ilustra un diagrama de flujo de proceso ejemplar para generar digitalmente sonido a partir de una información de amplitud y fase de una señal de ancho de banda estrecho, de acuerdo con un aspecto de la invención.

La Fig. 5 ilustra un diagrama de flujo de proceso ejemplar para generar digitalmente sonido a partir de una información de amplitud y fase de una señal de ancho de banda estrecho, de acuerdo con un aspecto de la invención.

La Fig. 6 ilustra un sistema/entorno de procesamiento en el cual la presente invención puede ser implementada.

Descripción detallada de la invención

Entorno ejemplar

La presente invención tiene por objeto la generación de sonido digital y, más concretamente, la generación de un sonido de derivación de fase con un ancho de banda estrecho. La presente invención se describe en la presente memoria en relación con unos localizadores, o dispositivos de detección por radio. La presente invención, sin embargo, no se limita al uso dentro de los dispositivos de detección por radio. En base a la descripción ofrecida en la presente memoria, el experto en la(s) materia(s) relevante(s) comprenderá que la invención puede, así mismo, ser implementada en otros entornos. Estas otras implementaciones se incluyen en el alcance de la invención.

Los localizadores, también llamados dispositivos de detección por radio, o simplemente dispositivos de detección, llevan a cabo una pluralidad de operaciones relacionadas con la detección de objetos subterráneos. Estas operaciones incluyen la localización y seguimiento de cables subterráneos, tubos, alambres, u otro tipo de conducciones. Características de los objetos subterráneos, como por ejemplo la profundidad del objeto, la magnitud y dirección de una corriente eléctrica que pasa a través del objeto, y la trayectoria del objeto pueden, así mismo, pueden, así mismo, ser determinados por los localizadores. De esta forma, las operaciones y el funcionamiento de rutina de los objetos subterráneos pueden ser controlados y detectarse con facilidad los defectos existentes en estos objetos.

ES 2 341 647 T3

Los localizadores utilizan una radiación de radiofrecuencia para detectar objetos subterráneos y sus características. Un localizador a menudo incluye un transmisor y un receptor. En un modo activo, el transmisor emite una señal a una o más radiofrecuencias activas. El transmisor puede estar situado de diferentes maneras para generar una señal que puede ser utilizada para detectar un objeto. Por ejemplo, un transmisor puede aplicar una señal a un objeto mediante inducción, conexión directa o la fijación de nivel de señal. El receptor detecta la señal transmitida y procesa la señal detectada para obtener la información deseada. En un modo de operación pasivo, el receptor puede detectar las señales de radiofrecuencia pasivas emitidas por el objeto subterráneo. Un receptor puede, así mismo, detectar un SONDE. Un SONDE es un transmisor autónomo dispuesto en determinados tipos de objetos subterráneos, como por ejemplo objetos no metálicos. Ejemplos de dispositivos de detección por radio comercialmente disponibles son los localizadores e instrumentos disponibles en Radio Detection, Ltd., una empresa del Reino Unido. Los localizadores y los instrumentos de Radio Detection, Ltd. incluyen dispositivos tales como los productos PXL-2, PDL-2, HTCx-2, LMS-2, LMS-3, PDL-4, PTX-3, y C.A.T.

Los localizadores típicamente incluyen una interfaz de usuario para proporcionar información relacionada con la detección a un usuario. Una interfaz de usuario puede incluir, por ejemplo, una o más pantallas para mostrar la intensidad de la señal y/o indicaciones direccionales. Una interfaz de usuario puede, así mismo, incluir un dispositivo de generación de sonido. Un dispositivo de generación de sonido puede ser utilizado para transmitir información a un usuario con relación a la intensidad de la detección y/o a los cambios de la intensidad de la detección debidos a, por ejemplo, movimientos de barrido del detector por encima de un cable.

En una forma de realización, un localizador opera en un modo de banda estrecho, en la que la información de amplitud y/o fase varía dentro de un margen relativamente estrecho. Por ejemplo, en una forma de realización, una señal portadora de localización de baja frecuencia, como por ejemplo una señal portadora de 8 Hz es modulada con una información de amplitud y fase correspondiente a las señales de detección. En dicha forma de realización, la frecuencia de la señal portadora puede variar dentro del ancho de banda relativamente estrecho de cero a 8 Hz (esto es, un ancho de banda de 8 Hz). Con el fin de generar un sonido que sea perceptible al oído humano, la señal portadora de localización, por ejemplo de 8 Hz, tiene que ser elevada de frecuencia hasta una frecuencia audio, como por ejemplo 680 Hz. Cuando, como aquí, la señal portadora de localización tiene un ancho de banda estrecho, la señal de banda audio varía dentro de un ancho de banda relativamente estrecho. En ausencia de un procesamiento adicional, sería difícil para la mayoría de las personas percibir las variaciones tonales generadas a partir de la señal de banda audio con un ancho de banda estrecho. Como resultado de ello, a menudo se emplean complejos algoritmos para extender las variaciones en una gama más amplia. Dichos algoritmos tienden a requerir unas capacidades de procesamiento mayores. En un sistema digital, cuando los datos tienen una tasa de muestreo relativamente amplia, se requieren incluso mayores capacidades de procesamiento.

De acuerdo con ello, la presente invención tiene por objeto unos procedimientos y unos sistemas para generar digitalmente un sonido a partir de señales de ancho de banda estrecho, lo que requiere unas capacidades de procesamiento menos intensas que los algoritmos convencionales.

Perspectiva General de la Invención

De acuerdo con la invención, un sonido es generado digitalmente a partir de una información de amplitud y fase de una señal de ancho de banda estrecho, como por ejemplo una señal de localizador de ancho de banda estrecho. Cuando es necesario, la información de amplitud y fase es muestreada por elevación a una tasa de muestreo mucho mayor que una frecuencia audio deseada. La tasa de muestreo más alta asegura que hay suficientes muestras de la señal durante cada ciclo o período de frecuencia audio. La tasa de muestreo más alta es típicamente, así mismo, la tasa de muestreo de un convertidor analógico - digital que genera de salida una señal analógica hasta un altavoz. La información de amplitud muestreada por elevación es puesta en correlación con la ganancia del sistema. La información de frecuencia muestreada por elevación es expandida, o extendida, a través de un ancho de banda más amplio utilizando un proceso novedoso, de manera que las variaciones de frecuencia serán más perceptibles al oído humano. La información de amplitud muestreada por elevación, y la información de frecuencia de banda más ancha muestreada por elevación, son utilizadas para modular una portadora audio tanto en frecuencia como en amplitud. El proceso global puede considerarse como una conversión de la información de amplitud y frecuencia del ancho de banda estrecho alrededor de la frecuencia de localización a un ancho de banda más amplio sobre una frecuencia portadora elegida en la banda audio. El sonido escuchado por el operador puede opcionalmente ser ajustado con un filtro de selectividad opcional.

Formas de Realización Ejemplares del Sistema

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de alto nivel de un sistema de generación de sonido 100, de acuerdo con la invención. El sistema de generación de sonido 100 puede ser implementado en hardware, software, y en combinaciones de éstos.

El sistema de generación de sonido 100 incluye una trayectoria de amplitud 102, una trayectoria de frecuencia 104, y una sección de salida 106. La trayectoria de amplitud 102 recibe la información de amplitud 108. La trayectoria de frecuencia 104 recibe la información de fase 110. La información de amplitud 108 y la información de fase 110 representan la información de amplitud y fase a partir de una señal de ancho de banda estrecho. En un entorno de

ES 2 341 647 T3

localizador, por ejemplo, la información de amplitud 108 y la información de fase 110 representan la información procedente de una señal portadora del localizador. La información de amplitud 108 y la información de fase 110 son típicamente señales de información digital que tienen una primera tasa de muestreo. En el ejemplo de la Fig. 1, la información de amplitud 108 y la información de fase 110 tienen una tasa de muestreo relativamente baja de 200 Hz.

5 Pueden utilizarse otras tasas de muestreo.

Cuando, como aquí, la información de amplitud 108 y la información de fase 110 tienen una tasa de muestreo relativamente baja, la información necesita ser modulada por elevación a una tasa de muestreo más alta. Una razón para el muestreo por elevación a una tasa de muestreo más alta es que, después de la ejecución de los procesos de señal digital descritos más adelante, las señales digitales resultantes son convertidas en señales analógicas para su emisión de salida hasta un dispositivo de altavoz. Dispositivos de conversión de analógico a digital, como por ejemplo el codificador - descodificadores (CODECs), operan a unas tasas de muestreo más altas. Las señales que deben ser convertidas deben tener una tasa de muestreo similar a la tasa de muestreo del convertidor.

15 Otra razón para el muestreo por elevación es que la(s) señal (es) analógica(s) de salida necesitan estar en una banda audio para que un usuario pueda percibir el sonido. Para una producción de sonidos de calidad apropiada, la señal que es convertida debe tener una tasa de muestreo mucho más alta que una frecuencia audio.

De acuerdo con ello, la trayectoria de amplitud 102 incluye un primer muestreador por elevación 112 y la trayectoria de frecuencia 104 incluye un segundo muestreador por elevación 124. El segundo muestreador por elevación 124 se analiza más adelante. El muestreador por elevación 112 muestrea por elevación la señal de amplitud 108 y genera de salida una información de amplitud muestreada por elevación 114 que tiene una segunda tasa de transmisión de datos, ilustrada en la presente memoria como de 48,8 KHz. La segunda tasa de transmisión de datos es, de modo preferente, mucho más alta que una frecuencia audio. Esto asegura que haya suficientes muestras de la información durante cada periodo de la salida audio. El muestreador por elevación 112 puede ser implementado como un módulo de muestreo y retención. En una forma de realización, el muestreador por elevación 112 utiliza un filtro de muestreo y retención para interpolar.

La información de amplitud muestreada por elevación 114 incorporará típicamente componentes de la tasa de muestreo más baja. Un filtro de interpolación 116, ilustrado en la presente memoria como un filtro paso bajo de sincronización de dos etapas o "sinc ^ 2", suprime y/o elimina el componente de la primera tasa de muestreo (por ejemplo 200 Hz, lo que podría en otro caso dominar la salida de sonido. El filtro de interpolación 116 implementa, de modo preferente, un filtro medio móvil para una anchura de abertura igual a la relación de muestreo por elevación. Ello asegura que el filtro de interpolación 116 tenga una respuesta de sustancialmente cero en el primer componente de tasa de muestreo (por ejemplo, 200 Hz). El filtro de interpolación 116 genera de salida una información de amplitud, muestreada por elevación, filtrada 118, la cual se utiliza para modular en amplitud la señal portadora audio en conjunción con la modulación de frecuencia a partir de la trayectoria de frecuencia 104, de acuerdo con lo descrito más adelante.

40 A continuación se describe la trayectoria de frecuencia 104. La trayectoria de frecuencia 104 incluye un diferenciador 120, que detecta los cambios de fase en la información de fase 110. En otras palabras, el diferenciador 120 determina una derivación de tiempo de la información de fase 110. El diferenciador 120 genera de salida una información de frecuencia 122, la cual tiene el ancho de banda relativamente estrecho de la información de fase 110.

45 El segundo muestreador por elevación 124 muestrea por elevación la información de frecuencia 122 a la segunda tasa de muestreo, y genera de salida una información de frecuencia muestreada por elevación 126. La información de frecuencia muestreada por elevación 126 tiene sustancialmente el mismo ancho de banda relativamente estrecho que la información de frecuencia 122. Esto normalmente produciría solo variaciones audibles menores que son prácticamente imperceptibles para los usuarios. Con el fin de extender el espectro de frecuencias, se dispone un módulo de ganancia de frecuencias 128. El módulo de ganancia de frecuencias 128 sustancialmente extiende las variaciones de frecuencia dentro de la información de frecuencia muestreada por elevación 126 a través de un ancho de banda más amplio. Ello proporciona una gama mayor de sonido de salida, el cual será más perceptible para los usuarios. El módulo de ganancia de frecuencia 128 genera de salida una información de frecuencia muestreada por elevación 130, que tiene un ancho de banda más amplio que el ancho de banda relativamente estrecho de la información de frecuencia muestreada por elevación 126.

60 La información de amplitud, muestreada por elevación, filtrada, 118, y la información de frecuencia muestreada por elevación 130 se utilizan para modular en amplitud y modular en frecuencia la portadora audio. Esto puede ejecutarse de múltiples maneras. Por ejemplo, en la Fig. 1, una portadora de onda audio 132 es sumada a la información de frecuencia muestreada por elevación 130, en un módulo de adición 134. El módulo de adición 134 genera de salida una información de control 136, centrada alrededor de la frecuencia de la portadora de onda audio 132, ilustrada en la presente memoria como de 680 Hz.

65 La información de control 136 controla un oscilador audio 138, el cual genera de salida una información modulada en frecuencia 140. En otras palabras, la derivación de fase (esto es, la información de frecuencia 122), de la información de fase 110 es utilizada para controlar la frecuencia del oscilador audio 138. El oscilador audio 138 puede ser implementado de diversas maneras. En una forma de realización, el oscilador audio 138 es implementado con un oscilador controlado digitalmente, como por ejemplo un oscilador de cuadratura de fase controlado de manera digital

ES 2 341 647 T3

tal y como se describe en la Solicitud de Patente estadounidense pendiente con la actual No. 10/076,103 con el título, "Oscilador Digital de Cuadratura en Fase" ["Digital Phase-Quadrature Oscillator"], depositada el 15 de Febrero de 2002 incorporada por referencia en la presente memoria en su totalidad, en la que el control se consigue mediante el ajuste de los valores seminales en un oscilador de cuadratura de fase. El oscilador audio 138 no está, sin embargo, limitado al oscilador de cuadratura de fase, digitalmente controlado que se divulga en la presente memoria. La información modulada en frecuencia 140 se suministra a un CODEC 142, junto con la información de amplitud muestreada por elevación, filtrada, 118. La información de amplitud muestreada por elevación, filtrada, 118 y/o la información modulada en frecuencia 140 son opcionalmente puestas en correlación con la ganancia del sistema, como se describe más adelante con referencia a la Fig. 2. El CODEC 142 modula la información modulada en frecuencia 140 con la información de amplitud muestreada por elevación, filtrada 118, y genera de salida una o más señales de accionamiento de altavoz analógicas moduladas 144 hasta un sistema de altavoz 146. En una forma de realización, la señal de accionamiento de altavoz 144 es modulada con la información de amplitud y frecuencia ("amplitud/frecuencia moduladas"). Las una o más señales de accionamiento de altavoz 144 son esencialmente una conversión de la información de amplitud y frecuencia del ancho de banda estrecho alrededor de la frecuencia de localización hasta un ancho de banda estrecho sobre una frecuencia portadora escogida en la banda audio.

El CODEC 142 típicamente incluye un convertidor digital - analógico ("DAC") que opera a una tasa de muestreo de salida. Cuando el CODEC 142 incluye un DAC, la tasa de muestreo de entrada del CODEC 142 debe ser sustancialmente la misma tasa que la tasa de muestreo de salida del DAC. De modo preferente, la tasa de muestreo de entrada del CODEC 142 y la tasa de muestreo de salida DAC son sustancialmente las mismas que la segunda tasa de muestreo, ilustrada en la presente memoria como de 48,8 kHz. Las una o más señales portadoras audio moduladas en amplitud/frecuencia analógicas 144 son utilizadas para accionar uno más sistemas de altavoz 146.

La presente invención puede ser implementada para procesar señales de amplitud y fase en fase y de cuadratura de fase 108 y 110. Como alternativa o de manera adicional, la presente invención puede ser implementada para procesar múltiples señales de amplitud y fase 108 y 110 recibidas de múltiples fuentes, como por ejemplo antenas de localizador múltiples. Por ejemplo, la Fig. 2 ilustra el sistema de generación de sonido 100 que recibe componentes en fase y de cuadratura de fase 202, 204, respectivamente, de una o más señales de detector. En este ejemplo, los componentes en fase y de cuadratura de fase 202, 204, se presentan bajo la forma de ecuaciones gradientes $|1.2 B_i - T_i|$ y $|1.2 B_q - T_q|$, respectivamente, donde "B" y "T" están asociados con las respectivas fuentes de señales. Por ejemplo, B y T pueden representar antenas analógicas horizontales de parte inferior y techo.

Un módulo de conversión de rectángulo a polar 206 recibe los componentes en fase y de cuadratura de fase 202, 204, y genera de salida una información de amplitud 108 como una ecuación de gradiente $|2B - T|$. En una forma de realización, la ecuación de gradiente $|1.2 B - T|$ es calculada utilizando componentes de magnitudes resueltas de los componentes en fase y de cuadratura de fase 202, 204. Los resultados combinados son procesados mediante un módulo de conversión rectangular a polar 206. El módulo de conversión de rectángulo a polar 206 genera de salida $|1.2 B - T|$ o $|V|$ como la información de fase 110.-

La trayectoria de amplitud 102 utiliza las cantidades $|1.2 B - T|$ o $|V|$ para modular la amplitud de la onda portadora audio 132, nominalmente 680 Hz, sustancialmente de acuerdo con lo descrito con anterioridad con respecto a la Fig. 1. Cuando la invención se implementa en un localizador, y cuando la frecuencia de la portadora de onda audio 132 está próxima a la frecuencia portadora de localización, la frecuencia de la portadora de onda audio 132 debe ser ajustada para evitar una interferencia procedente de la(s) señal(es) 144 de accionamiento del altavoz.

Recordar que, cuando el CODEC 142 incluye un DAC, la tasa de muestreo de entrada del CODEC 142 debe ser sustancialmente la misma tasa que la tasa de muestreo de salida del DAC. Por ejemplo, cuando la tasa de muestreo de salida del DAC es de 48,828.125 Hz, las cantidades $|1.2 B - T|$ y $|V|$ deben ser muestreadas por elevación de ~ 200 Hz a 48,828.152 Hz.

La trayectoria de frecuencia 104 utiliza una derivación de fase de tiempo a partir de las señales "1.2 B - T" o "V", sustancialmente como la descrita con anterioridad con respecto a la Fig. 1. En una forma de realización, un ángulo de desfase es computado como un número entero sin signo de 16 bits, para lo cual un cálculo de la diferencia producirá un tiempo de derivación continuo (esto es $X_n - X_{n-1}$). La derivación de fase se computa, de modo preferente, a la tasa de transmisión de datos más baja de ~ 200 Hz.

Un elemento de retardo opcional 208 retarda el procesamiento en la trayectoria de frecuencia 104 mediante una cantidad de retardo encontrada en el filtro de interpolación 116. Ello ayuda a mantener la coherencia del tiempo entre la trayectoria de amplitud 102 y la trayectoria de frecuencia 104. En el ejemplo de la Fig. 2, el elemento de retardo 208 es un retardo de dos muestras. Pueden ser utilizados otros periodos de retardo.

En la Fig. 2, el CODEC 142 recibe así mismo la información 210 de la ganancia del sistema. En esta forma de realización, la información de amplitud muestreada por elevación, filtrada, 118, y/o la información modulada en frecuencia 140 son puestas en correlación con la ganancia del sistema.

*Implementaciones Ejemplares**A. Implementaciones de Hardware/Software/Firmware Ejemplar*

5 La presente invención puede estar implementada en hardware, software, firmware, y/o combinaciones de éstos, incluyendo, sin limitación, matrices de puertas, matrices programables (“PGAs”), PGAs rápidas (“FPGAs”), circuitos integrados de aplicación específica (“ASICs”), procesadores, microprocesadores, microcontroladores, y/u otros circuitos incluidos, procesos y/o procesadores de señal digital, y lógica discreta de hardware. La presente invención se implementa, de modo preferente, con elementos electrónicos digitales, pero también puede ser im-
10 plementada con elementos electrónicos analógicos y/o combinaciones de elementos electrónicos digitales y ana-
lógicos.

La Fig. 6 ilustra un ejemplo de sistema/entorno de procesamiento ejemplar 600, en el cual puede ser implementada la presente invención. El sistema de procesamiento 600 incluye un procesador 602 (o múltiples procesadores 602),
15 una memoria 604, una interfaz I/F de Entrada/Salida (E/S) 606, y una I/F de Comunicación 608 acoplada entre el procesador, la memoria, y la I/F de E/S. El sistema 600 puede así mismo incluir una fuente de reloj local 610. El sistema 600 comunica con agentes/dispositivos externos que utilizan la I/F de E/S 606. La I/F de E/S 606 puede incluir inter-
20 faces para situar en interfaz una memoria externa, unos canales de comunicación externos, relojes y temporizadores externos, dispositivos externos, etc.

La memoria 604 incluye una memoria de datos para almacenar información/datos y una memoria de programa para almacenar instrucciones de programa. El procesador 602 ejecuta funciones de procesamiento de acuerdo con las instrucciones de programa almacenadas en la memoria 604. El procesador 602 puede acceder a los datos existentes en la memoria 604 cuando sea necesario. Así mismo, o como alternativa, el procesador 602 puede incluir porciones
25 de hardware fijas/programadas, como por ejemplo una lógica digital, para ejecutar algunas o todas las funciones de procesamiento anteriormente mencionadas sin tener que acceder a las funciones de programa existentes en la memoria 604.

El sistema de generación de sonido 100 puede ser implementado utilizando el entorno de procesamiento 600. Por
30 ejemplo, uno o más bloques funcionales ilustrados en los dibujos pueden ser implementados en el entorno 600.

B. Implementaciones Ejemplares de Programas Informáticos

35 La presente invención puede ser implementada en un código legible por computadora, o en un software que ejecute sobre un sistema informático. La Fig. 3 ilustra un sistema informático ejemplar 300, en el cual la presente invención puede ser implementada como código legible por computadora. Diversas formas de realización de la invención se describen en términos de este sistema informático ejemplar 300. Después de la lectura de esta descripción, debe resultar manifiesto para una persona experta en la materia relevante la forma de implementar la invención utilizando
40 otros sistemas informáticos y/o arquitecturas informáticas.

El sistema informático ejemplar 300 incluye uno o más procesadores 304, los cuales están conectados a una infraestructura de comunicaciones 306.

45 El sistema informático 300 incluye una memoria principal 308 la cual, en una forma de realización, incluye una memoria de acceso aleatorio (RAM).

En una forma de realización, el sistema informático 300 incluye una memoria secundaria 310. A continuación se describen formas de realización ejemplares de la memoria secundaria 310.

50 En una forma de realización, la memoria secundaria 310 incluye una unidad de disco duro 312, la cual incluye un medio de almacenamiento utilizable por computadora capaz de almacenar programas informáticos y/o información utilizable por computadora.

55 En una forma de realización, la memoria secundaria 310 incluye una o más unidades de almacenamiento cambiables 314. En una forma de realización, la(s) unidad(es) de almacenamiento cambiable(s) 314 incluye(n) una o más unidad(es) de disco flexible, una unidad de cinta magnética y una unidad de disco óptico. Como alternativa o adicionalmente, la(s) unidad(es) de almacenamiento cambiable(s) 314 incluye(n) uno o más tipos de unidades de almacenamiento cambiables.

60 Cada unidad de almacenamiento 314 cambiable está típicamente asociada con una o más unidades de almacenamiento cambiables 318. En una forma de realización, la(s) unidad(es) de almacenamiento cambiable 318 incluye(n) uno o más elementos entre un disco flexible, una cinta magnética y un disco óptico. Como alternativa o adicionalmente, la(s) unidad(es) de almacenamiento cambiable(s) 318 incluye(n) uno o más tipos de unidades de almacenamiento cambiables. La(s) unidad(es) de almacenamiento cambiable(s) 314 leen mediante y/o escriben sobre la(s) unidad(es)
65 de almacenamiento cambiable(s) 318.

ES 2 341 647 T3

En una forma de realización, la memoria secundaria 310 incluye uno o más dispositivos de almacenamiento distintos, como por ejemplo una unidad de almacenamiento cambiable 322 y una interfaz 320. Ejemplos incluyen, sin limitación, un cartucho de programa y una interfaz del cartucho (como por ejemplo las que se encuentran en dispositivos de juego de vídeo), en dispositivos PCMCIA, y un chip de memoria cambiable (por ejemplo una EPROM o una PROM) y el receptáculo asociado.

En una forma de realización, el sistema informático 300 incluye una interfaz de comunicaciones 324, la cual se sitúa en interfaz entre una estructura de comunicaciones 306 y una trayectoria de comunicaciones 326. La trayectoria de comunicaciones 326 acopla el sistema informático 300 a uno o más sistemas externos. En una forma de realización, la interfaz de comunicaciones 324 procesa y/o formatea las señales 328 existentes entre los formatos apropiados para la infraestructura de comunicaciones 306 y los formatos apropiados para la trayectoria de comunicaciones 326.

En una forma de realización, la interfaz de comunicaciones 324 incluye uno o más elementos entre un módem, una interfaz de red (como por ejemplo una tarjeta de Ethernet), un puerto de comunicaciones, una ranura o tarjeta PCMCIA y otras interfaces de comunicaciones.

En una forma de realización la(s) trayectoria(s) de comunicaciones 326 es(son) implementada(s) utilizando uno o más elementos entre alambres, cables, líneas de fibra óptica, líneas telefónicas, enlaces telefónicos celulares, enlaces de RF y otros medios de comunicaciones.

En una forma de realización, las señales 328 son una o más de entre unas señales electrónicas, electromagnéticas y ópticas. Pueden, así mismo, desarrollarse otros tipos de señales.

En una forma de realización, una o más interfaces 302 sitúan en interfaz uno o más altavoces 146 y/o una o más pantallas 330 con la infraestructura de comunicaciones 302.

En funcionamiento, la invención está incluida en un código ejecutable por computadora incluido en un medio legible por computadora, como por ejemplo uno o más dispositivos entre la memoria y/o los dispositivos de almacenamiento descritos con anterioridad. Como alternativa o adicionalmente, la invención está incluida en un código ejecutable por computadora recibido por medio de la trayectoria de comunicaciones 326.

Procedimientos Ejemplares para la Generación Digital de Sonido

La Fig. 4 ilustra un diagrama de flujo de proceso 400 para la generación digital de sonido a partir de una información de amplitud y fase de una señal de ancho de banda estrecho. Con fines ilustrativos, el diagrama de flujo de proceso 400 se describe con referencia a una o más de las figuras previas. La invención, sin embargo, no está limitada a su implementación con las figuras previas.

El proceso comienza en la etapa 402, la cual incluye la recepción de la información de amplitud de una señal de ancho de banda estrecho, en la que la información de amplitud tiene una primera tasa de muestreo. En los ejemplos de los Figs. 1 y 2, esto se ilustra como la información de amplitud 108.

La etapa 404 incluye un muestreo con elevación de la información de amplitud a una segunda tasa de muestreo. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, esto se ilustra mediante el primer muestreador por elevación 112, el cual genera de salida la información de amplitud muestreada por elevación 114. En una forma de realización, la información de amplitud muestreada por elevación 114 es filtrada para eliminar componentes de la primera tasa de muestreo. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, esto se ilustra mediante el filtro de interpolación 116, descrito con anterioridad.

La etapa 406 incluye la recepción de la información de fase de la señal de ancho de banda estrecho, en la que la información de fase presenta la primera tasa de muestreo. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, esto se ilustra como la información de fase 110.

La etapa 408 incluye la determinación de la información de derivación de fase a partir de la información de fase. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, esto se ilustra mediante el diferenciador 120, el cual genera de salida la información de derivación de fase como la información de frecuencia 122.

Cuando la información de amplitud de muestreo por elevación 114 es filtrada de acuerdo con lo descrito con anterioridad, la información de frecuencia 122 es opcionalmente retardada en una cantidad de retardo inherente en el filtro 116, de acuerdo con lo descrito con anterioridad.

La etapa 410 incluye el muestreo por elevación de la información de derivación de fase a una segunda tasa de muestreo. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, esto se ilustra mediante el segundo muestreador por elevación 124, el cual genera de salida la información de frecuencia muestreada por elevación 126.

La etapa 412 incluye la aplicación de una ganancia de frecuencia a la información de frecuencia de los muestreos por elevación. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, esto se ilustra mediante el módulo de ganancia de frecuencia 128, el cual genera de salida la información de frecuencia muestreada por elevación 130.

ES 2 341 647 T3

La etapa 414 incluye los resultados totalizadores de la etapa 412 con una portadora de onda audio, en la que la portadora de onda audio tiene una frecuencia más baja que la segunda tasa de muestreo, y la generación en salida de la información de control que incluye los resultados de la etapa 412 transmitidos a la portadora de onda audio. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, la información de frecuencia muestreada por elevación 130 es sumada a la portadora de onda audio 132 en la conjunción totalizadora 134, la cual genera de salida la información de control 136.

La etapa 416 incluye el control digital de un oscilador con la información de control, en la que el oscilador genera de salida la información modulada en frecuencia que varía con respecto a la información de derivación de fase. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, el oscilador audio 138 es controlado por la información de control 136. El oscilador audio 138 genera de salida la información modulada en frecuencia 140.

La etapa 418 incluye la conversión, a la segunda tasa de muestreo, de la información en amplitud muestreada por elevación y la información modulada en frecuencia en una señal de control de altavoz modulada en amplitud/frecuencia analógica. En los ejemplos de las Figs. 1 y 2, cuando el filtro de interpolación 116 es implementado, el CODEC 142 combina la información de amplitud muestreada por elevación 118 y la información modulada en frecuencia 140, y genera de salida la señal de accionamiento de altavoz 144. Como alternativa, cuando el filtro de interpolación 116 es omitido, el CODEC 142 combina la información de amplitud muestreada por elevación 114 y la información modulada en frecuencia, y genera de salida la señal de accionamiento de altavoz 144. En una forma de realización, la información en amplitud muestreada por elevación 118 y/o la información modulada en frecuencia 140 son puestas en correlación con la ganancia del sistema ilustrada en la Fig. 2 como ganancia de sistema 210.

En los ejemplos anteriores, el procesamiento comienza con una señal de tasa de muestreo baja, con un ancho de banda relativamente bajo. Como alternativa, el procesamiento comienza con una señal de tasa de muestreo alta, con un ancho de banda relativamente bajo. En otras palabras, en una forma de realización, la información de fase 108 y la información de amplitud 110 tienen tasas de muestreo relativamente altas, de modo preferente, la misma tasa de muestreo que el CODEC 142. Por ejemplo, la información de fase 108 y la información de amplitud 110 pueden partir de una señal de radiofrecuencia que contiene información en un ancho de banda estrecho, la cual ha sido convertida en una información de fase 108 con una tasa de muestreo relativamente alta y una información de amplitud 110. En este caso, los muestreadores por elevación 112 y 124 y el filtro de interpolación 116 de las Figs. 1 y 2 son omitidos, y el diferenciador 120 opera a una tasa de muestreo más alta. De modo similar en la Fig. 4, las etapas 404 y 410 son omitidas.

La Fig. 5 ilustra un diagrama de flujo de proceso ejemplar 500 de acuerdo con este aspecto de la invención. El proceso comienza en la etapa 502, la cual incluye la recepción de la información de amplitud de una señal con un ancho de banda estrecho, en la que la información de amplitud tiene una tasa de muestreo. El procesamiento avanza hasta la etapa 506, la cual incluye la recepción de la información de fase de la señal con ancho de banda estrecho, en la que la información de fase tiene la tasa de muestreo. La etapa 508 incluye la determinación de la información de derivación de fase a partir de la información de fase. El procesamiento avanza hasta la etapa 512 que incluye la aplicación de la ganancia de frecuencia a la información de frecuencia. La etapa 514 incluye los resultados totalizadores de la etapa 412 con una portadora de onda audio, en la que la portadora de onda audio tiene una frecuencia más baja que la tasa de muestreo, y genera de salida la información de control que incluye los resultados de la etapa 412 transmitidos a la portadora de onda audio. La etapa 516 incluye digitalmente el control de un oscilador con la información de control, en la que el oscilador genera de salida la información modulada en frecuencia que varía con respecto a la información de fase.

La etapa 418 incluye la conversión, a la tasa de muestreo, de la información de actitud y la información de frecuencia hasta una señal de control de altavoz modulada en amplitud/frecuencia analógica.

Conclusiones

La presente invención ha sido descrita en las líneas anteriores con la ayuda de los bloques estructurales funcionales que ilustran la realización de las funciones y realizaciones específicas de aquella. Los límites de estos bloques estructurales funcionales han sido arbitrariamente definidos en la presente memoria para facilitar la descripción. Pueden definirse límites alternativos en tanto en cuanto las funciones y relaciones específicas de la invención se lleven adecuadamente a cabo. Cualquier límite alternativo se incluye con ello en el alcance de la invención reivindicada. La persona experta en la materia advertirá que estos bloques estructurales funcionales pueden ser implementados mediante componentes discretos, circuitos integrados de aplicación específica, procesadores que ejecuten el software apropiado y dispositivos similares o cualquier combinación de los mismos.

Aunque en las líneas anteriores se han descrito diversas formas de realización de la presente invención, debe entenderse que se ha ofrecido solo a modo de ejemplo y no de limitación. De esta manera, la amplitud y el alcance de la presente invención no debe quedar limitada por cualquiera de las formas de realización ejemplares descritas con anterioridad, sino que debe estar definida únicamente de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

ES 2 341 647 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para la generación digital de un sonido a partir de una información de fase (110) y de amplitud (108) de una señal con un ancho de banda estrecho, comprendiendo las etapas de:
- 10 (1) la recepción (402, 406, 502, 506) de dicha información de amplitud y de dicha información de fase de dicha señal con un ancho de banda estrecho;
 - (2) la determinación (408, 508) de la información de derivación de fase (122) a partir de dicha información de fase;
 - (3) la aplicación (412, 512) de una ganancia de frecuencia a dicha información de verificación de fase (122);
 - 15 (4) la suma (414, 514) de los resultados de la etapa (3) con una portadora de audio (132) que presenta una frecuencia de banda audio, y la generación de salida de una información de control (136) que incluye dichos resultados de la etapa (3) transmitidos hacia dicha portadora de audio (132) y la cual se centra alrededor de la frecuencia de portadora de audio;
 - 20 (5) el control (416, 516) de un oscilador (138) con dicha información de control, en el que dicho oscilador genera de salida una información modulada en frecuencia (140) que varía con respecto a dicha información de derivación de fase; y
 - 25 (6) la conversión (418, 518), a una tasa de muestreo de salida superior a dicha frecuencia de banda audio, que dicha información en amplitud y que dicha información modulada en frecuencia (140) en una señal de control de altavoz modulada en amplitud/frecuencia analógica (144).
- 30 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha información de amplitud y dicha información de fase tienen una tasa de muestreo de entrada inferior a dicha frecuencia de banda audio, en el que la etapa (3) comprende el muestreo por elevación (410) de dicha información de derivación de fase a dicha tasa de muestreo de salida y la aplicación de dicha ganancia de frecuencia a dicha información de derivación de fase muestreada por elevación, comprendiendo así mismo el procedimiento:
- 35 (7) el muestreo por elevación (404) de dicha información de amplitud a dicha tasa de muestreo de salida antes de la etapa (6).
- 40 3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa (7) comprende así mismo unos componentes de filtrado de dicha tasa de muestreo de entrada a partir de dicha información de amplitud muestreada por elevación.
- 45 4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho filtrado comprende la ejecución de una operación de interpolación sobre dicha información de amplitud muestreada por elevación.
- 50 5. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en el que dicho filtrado comprende una operación de interpolación de filtro paso bajo de sincronización en dos etapas.
6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que la etapa (3) comprende el retardo de dicha información de derivación de fase para mantener la coherencia con dicho filtrado.
7. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, que comprende así mismo la puesta en correlación de dicha información de amplitud con la ganancia del sistema.
- 55 8. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, que comprende así mismo la puesta en correlación de dicha información de derivación de fase con una ganancia del sistema.
- 60 9. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el que dicha tasa de muestreo de entrada es, de modo aproximado, de 200 Hz, dicha tasa de muestreo de salida es, de modo aproximado, de 48,8 kHz, y dicha frecuencia de banda audio está centrada, de modo aproximado, alrededor de los 680 Hz.
- 65 10. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicha información de amplitud y dicha información de fase tienen una tasa de muestreo de entrada sustancialmente igual a dicha tasa de muestreo de salida.
11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende así mismo la puesta en correlación de dicha información de amplitud con una ganancia del sistema.

ES 2 341 647 T3

12. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, que comprende así mismo la puesta en correlación de dicha información de derivación de fase con una ganancia del sistema.

5 13. Un aparato (100) para generar digitalmente un sonido a partir de una información de fase (110) y de amplitud (108) de una señal con un ancho de banda estrecho, que comprende:

un medio para la recepción (102, 104) de dicha información de amplitud y de dicha información de fase de dicha señal con ancho de banda estrecho;

10 un medio para la determinación (120) de la información de derivación de fase (122) a partir de dicha información de fase;

un medio para la aplicación de una ganancia de frecuencia (128) a dicha información de derivación de fase y para generar de salida dicha información de derivación de fase (130) con un ancho de banda más amplio;

15 un medio para sumar (134) dicha información de derivación de fase con ancho de banda más amplio con una portadora de onda audio (132) que tiene una frecuencia de banda de audio, incluyendo dicho medio de suma un medio para generar de salida una información de control (136) que incluye dicha información de derivación de fase (130) con un ancho de banda más amplio transmitida hasta dicha portadora de onda audio y la cual se centra alrededor de la frecuencia de la portadora de onda audio;

20 un medio para controlar digitalmente un oscilador (138) con dicha información de control, en el que dicho oscilador genera de salida una información modulada en frecuencia (140) que varía con respecto a dicha información de derivación de fase (130) con un ancho de banda más amplio; y

25 un medio para la conversión (142) a una tasa de muestreo de salida superior a dicha frecuencia de banda audio, a dicha información de amplitud y a dicha información modulada en frecuencia hacia una señal de control de altavoz modulada en amplitud/frecuencia analógica (144).

30 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha información de amplitud y dicha información de fase tienen una tasa de muestreo de entrada menor que dicha frecuencia de banda audio, comprendiendo así mismo dicho aparato:

35 un medio para muestrear por elevación (112) dicha información de amplitud (108) a dicha tasa de muestreo de salida; y

un medio para el muestreo por elevación (124) de dicha información de derivación de fase (110) a dicha tasa de muestreo de salida;

40 en el que dicho medio de aplicación de una ganancia de frecuencia (128) comprende un medio para la aplicación de dicha ganancia de frecuencia a dicha información de derivación de fase muestreada por elevación.

45 15. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que dicha tasa de muestreo de entrada es, de modo aproximado, de 200 Hz, dicha tasa de muestreo de salida es, de modo aproximado, de 48,8 kHz, y dicha frecuencia de banda audio está, de modo aproximado, centrada alrededor de 680 Hz.

50 16. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 13 o 14, en el que dicha información de amplitud y dicha información de fase tienen una tasa de muestreo de entrada que es sustancialmente igual a dicha tasa de muestreo de salida.

55 17. Un producto de programa informático que comprende un medio utilizable por computadora que incorpora una lógica de programa informático adaptada para controlar una computadora para llevar a cabo el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

60

65

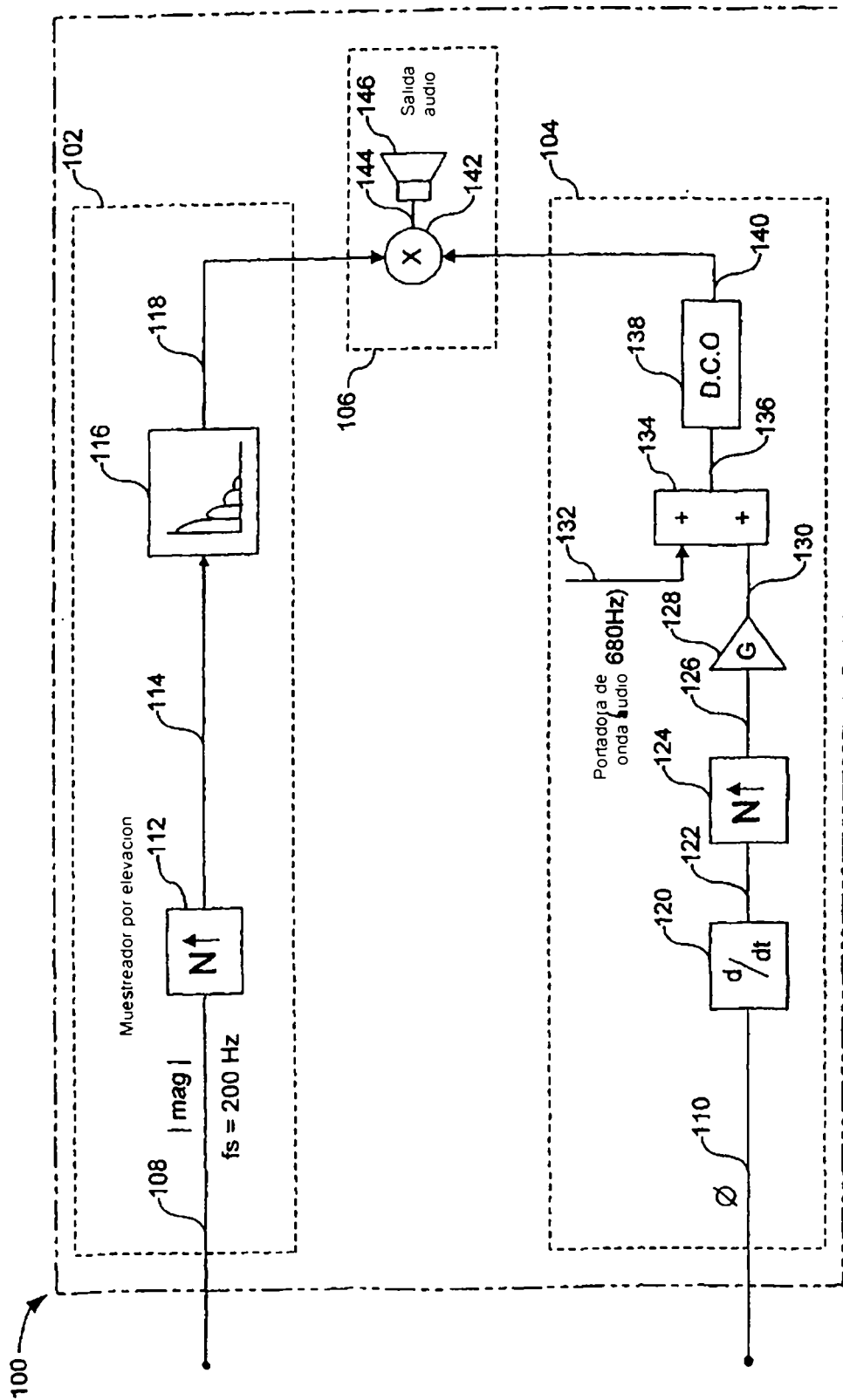


FIG. 1

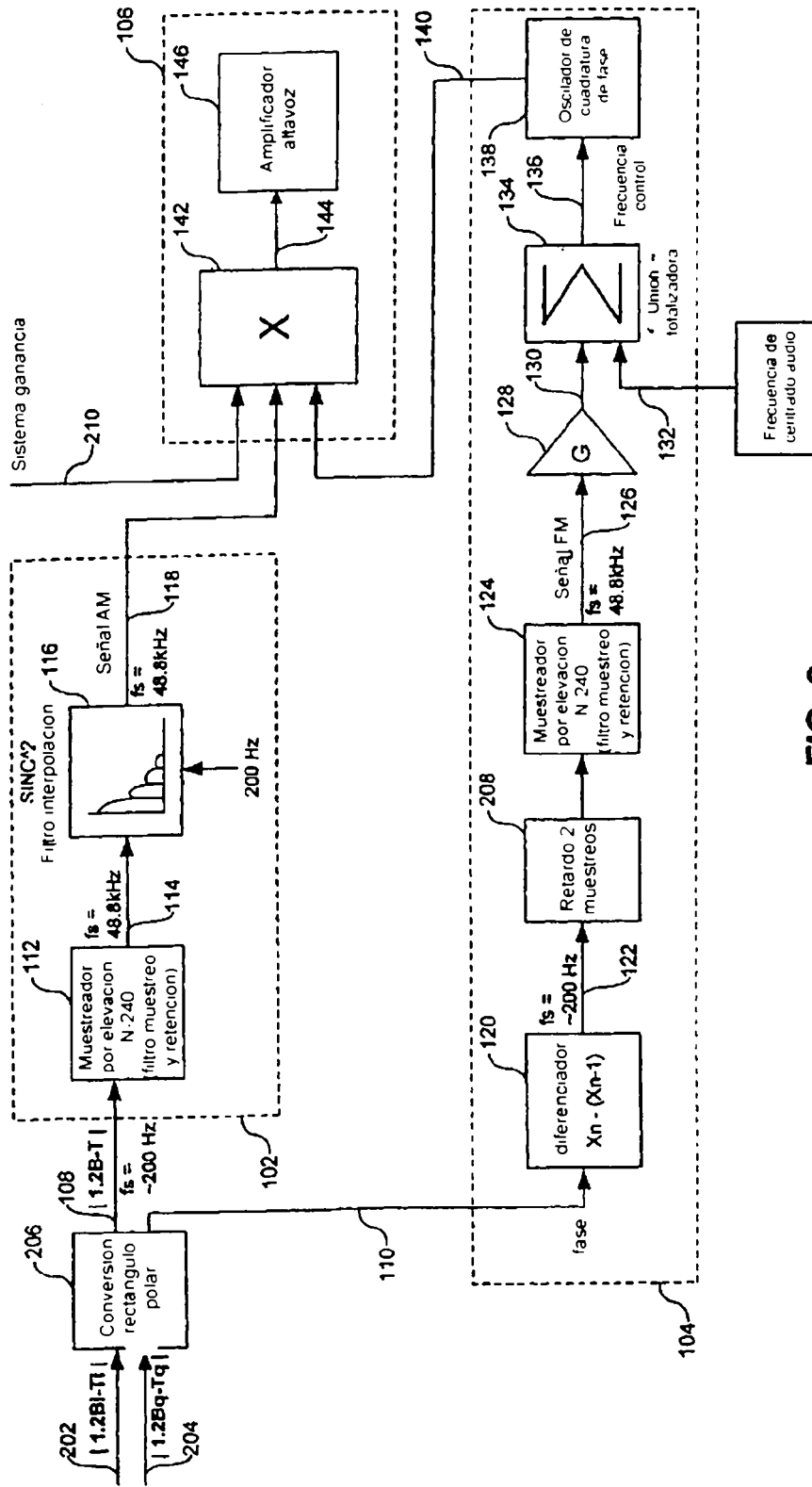


FIG. 2

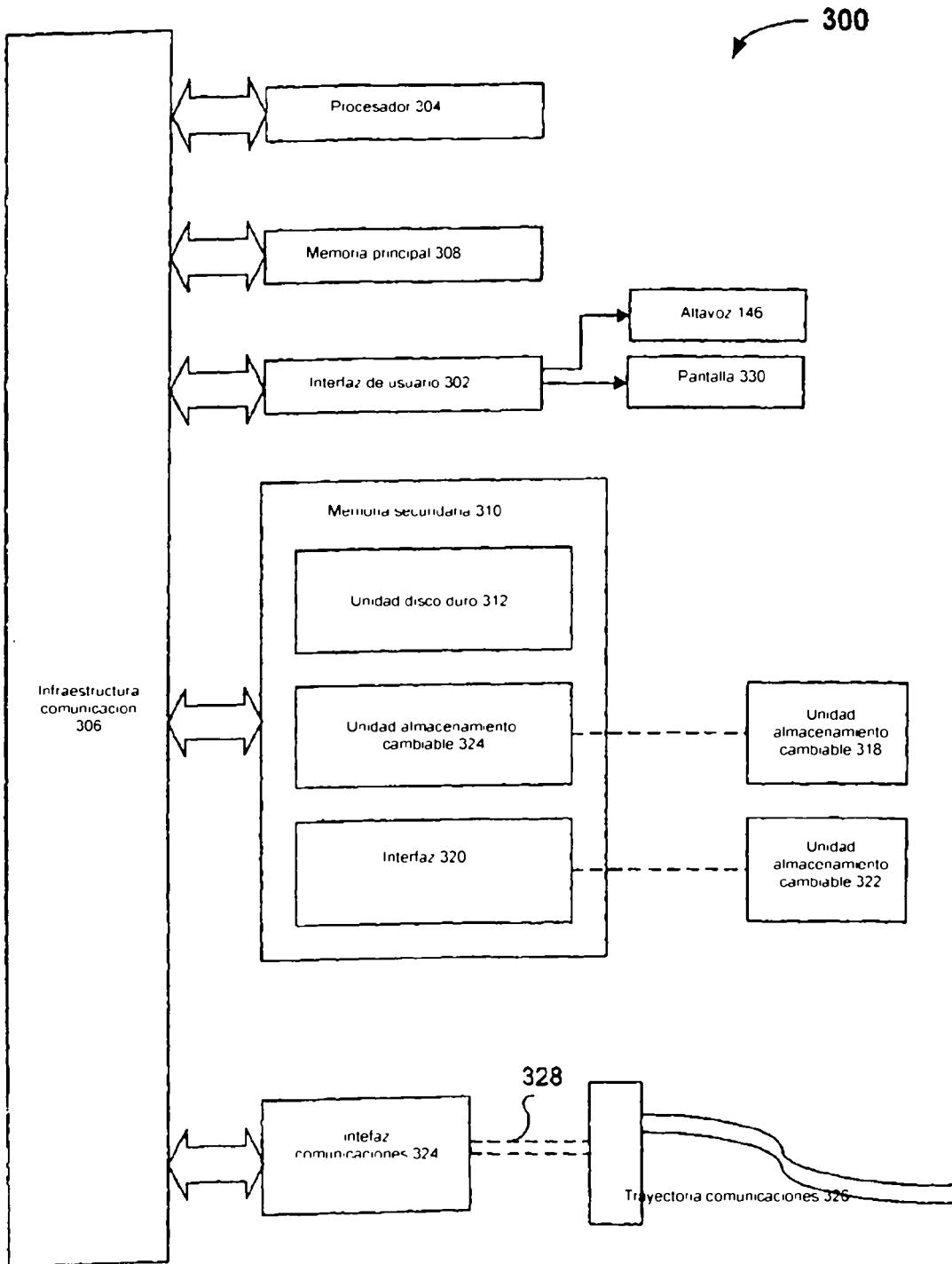


FIG. 3

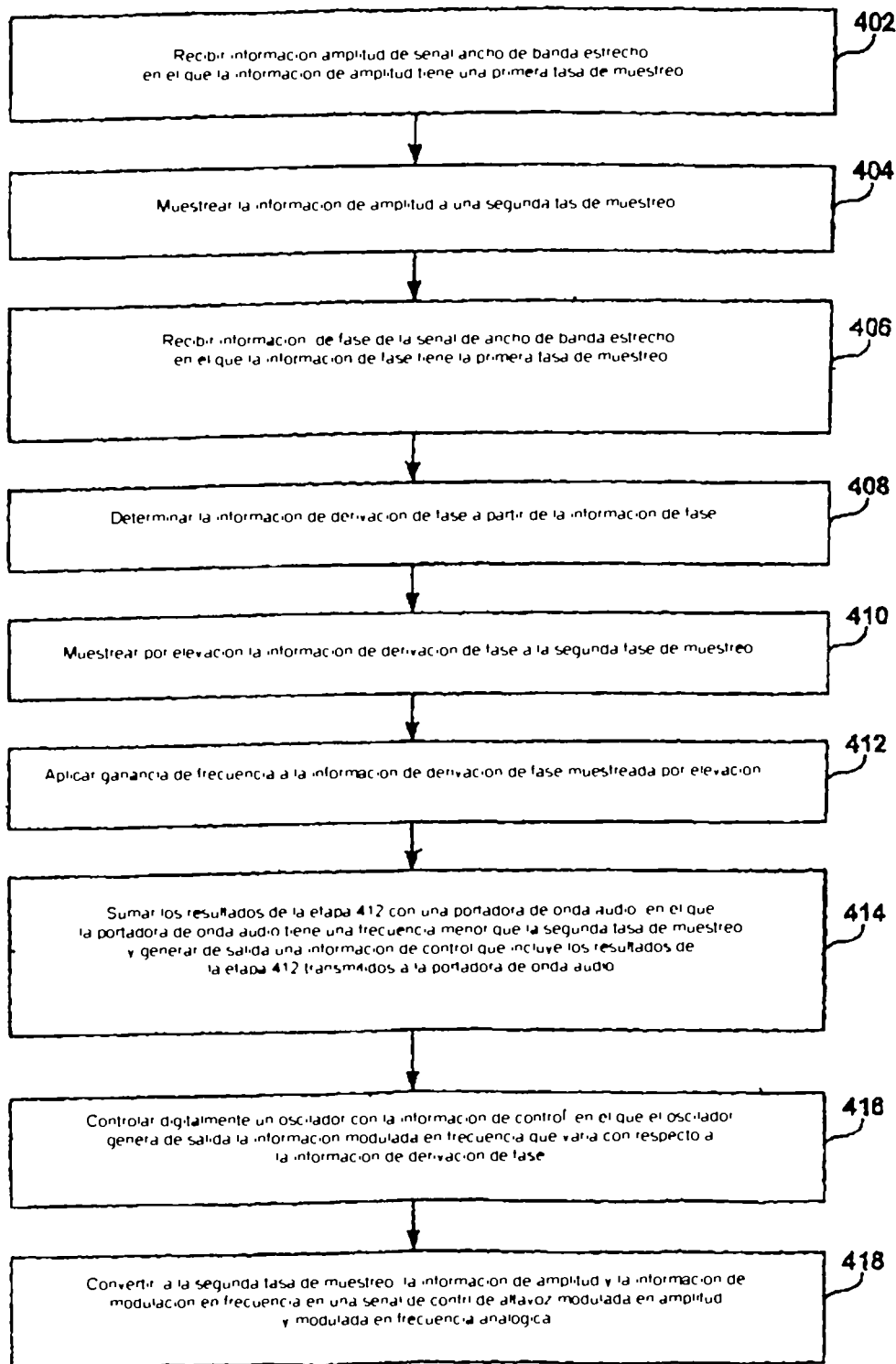


FIG. 4

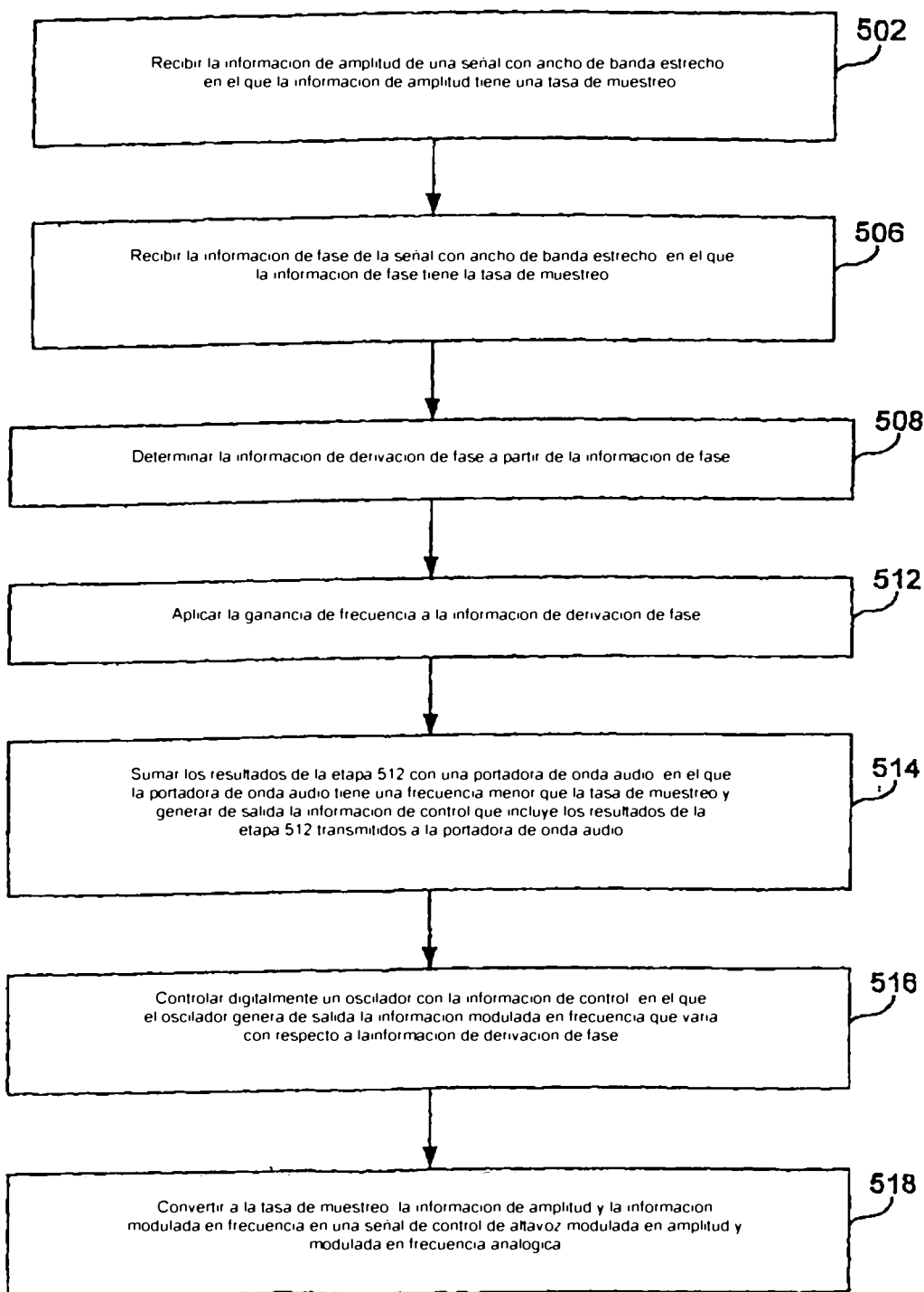


FIG. 5

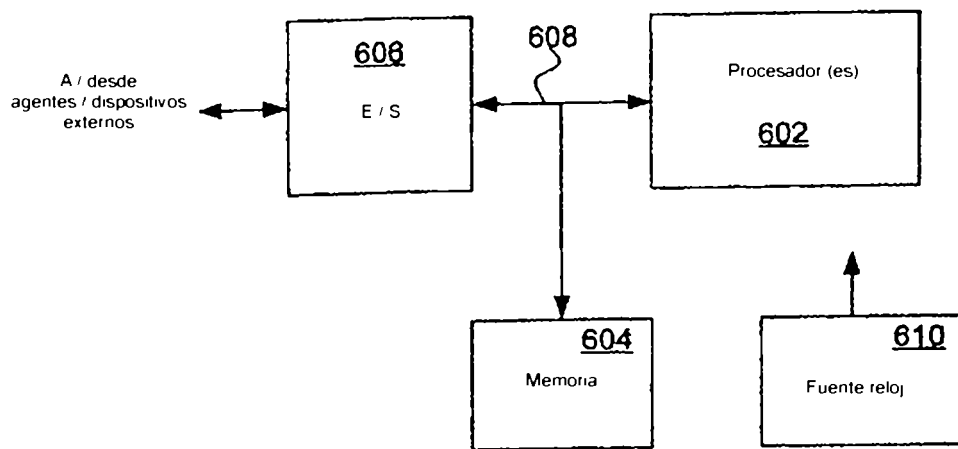


FIG. 6