

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 568**

51 Int. Cl.:

H04R 5/00 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2006 PCT/CA2006/000253**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2006 WO06089409**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2006 E 06705208 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 1854330**

54 Título: **Sistema de audio inalámbrico de alta calidad y baja potencia**

30 Prioridad:
25.02.2005 US 65995

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2017

73 Titular/es:
**SMCS HOLDINGS S.A.R.L. (100.0%)
6, RUE PHILIPPE II
2340 LUXEMBOURG, LU**

72 Inventor/es:
**PASSIER, CHRIS;
MASON, RALPH y
ALLEN, BRENT**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 616 568 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

Sistema de audio inalámbrico de alta calidad y baja potencia

Antecedentes de la invención

Aviso sobre Derechos de Autor

5 *Una parte de la divulgación de este documento de patente contiene material que está sujeto a la protección de derechos de autor. El dueño de los derechos de autor no tiene objeción a la reproducción facsímil por cualquiera del documento de patente o la divulgación de patente, como aparece en el expediente de patente o registros de la Oficina de Patentes y Marcas, pero de otra manera se reserva todos los derechos de derechos de autor*

Campo de la invención

10 La invención se refiere al campo de las comunicaciones inalámbricas y más específicamente a un sistema de audio inalámbrico mejorado.

Descripción de la técnica anterior relacionada

15 Como se muestra en la figura 1, en su forma más simple, un sistema de audio inalámbrico digital portátil típico comprende dos dispositivos: un reproductor 100 de audio inalámbrico personal que se comunica con un control 120 remoto inalámbrico o auriculares 140 inalámbricos. Los datos de audio son una emisión unidireccional desde el reproductor 100 de audio inalámbrico personal, la fuente de audio, a los auriculares 140 inalámbricos, el sumidero de audio. En el caso del control 120 remoto inalámbrico, el reproductor 100 de audio inalámbrico personal, la fuente de audio, también puede enviar información de visualización en LCD al control 120 remoto inalámbrico, el sumidero de audio, y el sumidero de audio devolverá paquetes que contienen información de presión de tecla (por ejemplo, selección de pista de audio).

20 La tecnología de radio actual que tiene la capacidad de transportar audio en estéreo de alta calidad consume mucha potencia para hacer exitoso en el mercado el uso de auricular 120 inalámbrico o control 140 remoto inalámbrico junto con el reproductor 100 de audio personal inalámbrico. Hoy, la mayoría de reproductores de audio personales tales como reproductores de CD, reproductores de Mini-Disk y reproductores de MP3 no son inalámbricos con un auricular o control remoto estando conectado al reproductor a través de un cable. Tales reproductores de audio personales se conciben para ser móviles, (es decir fácilmente transportados por el usuario) y se alimentan de una batería para permitir tal portabilidad. En la actualidad, la gran mayoría de tales productos de audio personal usan una batería y el auricular subtendiendo (y posiblemente el control remoto) recibe su potencia de la batería en el reproductor a través del cable.

25 El cable que conecta el reproductor al auricular y/o control remoto es a menudo una incomodidad para el usuario. Por ejemplo, cuando el usuario desea meter el reproductor en un bolsillo, mochila o maletín, los cables al auricular o control remoto deben extenderse fuera para conectarse al auricular o control remoto. Además, los cables tienden a enredarse o engancharse.

30 Si se elimina el cable que se extiende desde el reproductor, entonces el auricular/control remoto requiere de su propia potencia y uno de los componentes que la batería tendrá que suministrar es la interfaz de radio. Los fabricantes de audio personal han indicado que los auriculares inalámbricos y controles remotos deben ser pequeños, ligeros y operar durante 100 horas antes de que la batería necesite reemplazarse. 100 horas de operación desde un suministro de 450 mAhr 3 v (2 baterías de botón de Li CR2032) requiere que el auricular y/o control remoto consuma una media de no más que aproximadamente 6mA desde un suministro de 2 v, de los cuales aproximadamente 4 mA están disponibles para la radio. La tecnología de radio actual consume del orden de 20 mA o más con lo que no cumple con el estándar sugerido por los fabricantes.

35 Mientras el consumo de potencia es el principal obstáculo al que se enfrentan las soluciones inalámbricas (es decir radio) para aplicaciones de audio personales, tales soluciones también deben suministrar audio de alta calidad, hacer frente a interferencias desde una plétora de otras fuentes de radio y ser pequeño y barato.

40 **Sumario de la invención**

45 Para superar las deficiencias de la técnica anterior se proporciona un sistema de audio inalámbrico de alta calidad, baja potencia personal que incorpora una diversidad de mejoras que sirven para mejorar la experiencia global de audio del usuario. Tales características como transmisión de paquete con acuse de recibo con retransmisión, ajuste dinámico del intervalo de transmisión entre la fuente de audio y sumidero, sincronización de audio mejorada, compresión sin pérdida, selección de canal y cambios dinámicos y ajuste dinámico de la potencia de transmisión permite que el control remoto de audio sin cable reciba su potencia de la batería en el reproductor a través del cable.

50 El cable que conecta el reproductor al auricular y/o control remoto es a menudo una incomodidad para el usuario. Por ejemplo, cuando el usuario desea meter el reproductor en un bolsillo, mochila o maletín, los cables al auricular o control remoto deben extenderse fuera para conectarse al auricular o control remoto. Además, los cables tienden a enredarse o engancharse.

55 Si se elimina el cable que se extiende desde el reproductor, el auricular/control remoto entonces requiere de su propia potencia y uno de los componentes que la batería tendrá que suministrar es la interfaz de radio. Los

fabricantes de audio personal han indicado que los auriculares inalámbricos y controles remotos deben ser pequeños, ligeros y operar durante 100 horas antes de que la batería necesite reemplazarse. 100 horas de operación desde un suministro de 450 mAHr 3 v (2 baterías de botón de Li CR2032) requiere que el auricular y/o control remoto consuma una media de no más que aproximadamente 6 mA desde un suministro de 2 v, de los cuales aproximadamente 4 mA están disponibles para la radio. La tecnología de radio actual consume del orden de 20 mA o más con lo que no cumple con el estándar sugerido por los fabricantes.

Mientras el consumo de potencia es el principal obstáculo al que se enfrentan las soluciones inalámbricas (es decir radio) para aplicaciones de audio personales, tales soluciones también deben suministrar audio de alta calidad, hacer frente a interferencias desde una plétora de otras fuentes de radio y ser pequeño y barato.

El documento EP 1507371 A2 se refiere a un procedimiento de comunicación inalámbrico de transmisión de datos desde al menos un principal a uno o más secundarios colocados en diversas ubicaciones espaciales y configurados para recepción generalmente simultánea de datos. El procedimiento incluye dividir los datos en un número de porciones, transmitir al menos algunas de las porciones usando diferentes configuraciones de transmisión para las diferentes porciones, tener uno o más de los secundarios midiendo la calidad de la transmisión asociada con el grupo de diferentes configuraciones de transmisión y procesar las mediciones de calidad para determinar nuevas configuraciones de transmisión para su uso en la transmisión de datos. En particular, la estimación de calidad de transmisión medida por el secundario se envía de vuelta al principal en un paquete de realimentación. Además, los datos transmitidos que se envían desde la fuente a uno o más secundarios se organizan mediante una unidad de empaquetamiento en una trama que contiene bloques y datos de gestión. De acuerdo con el documento EP 1507371 A2, los datos transmitidos también pueden comprimirse.

El documento EP 1443737 A1 se refiere a un procedimiento de control de conexión para un aparato electrónico (por ejemplo un auricular con micrófono) que se comunica con un primer dispositivo (por ejemplo un ordenador personal que tiene un reproductor de música) y un segundo dispositivo (por ejemplo un teléfono celular) que comprende las etapas de (a) establecer una primera conexión inalámbrica entre el aparato electrónico y el primer dispositivo; (b) reproducir datos de contenido (por ejemplo datos de audio) recibidos a través de la primera conexión inalámbrica; y (c) establecer una segunda conexión inalámbrica entre el aparato electrónico y el segundo dispositivo mientras mantiene la primera conexión inalámbrica en el caso de que el aparato electrónico reciba una solicitud para establecer la segunda conexión inalámbrica desde el segundo dispositivo durante la reproducción de los datos de contenido. Por ejemplo, si el auricular con micrófono recibe la información que el teléfono celular ha recibido una llamada de teléfono, el usuario del auricular con micrófono puede interrumpir la emisión de datos de audio que son enviados desde el ordenador personal a través de la primera conexión inalámbrica y puede conectarse a la llamada entrante a través de la segunda conexión inalámbrica.

De acuerdo con el documento WO 03/088551, un procedimiento de transmisión de datos en tiempo real se controla de acuerdo con la calidad de comunicación. Una aplicación de transmisión de flujo continuo comprueba la calidad del enlace de Bluetooth. En respuesta a un descenso en la calidad, la tasa de compresión en la codificación de los datos de flujo continuo se aumenta y el tamaño de paquete de transmisión se reduce. Antes de comenzar la transmisión del siguiente paquete, se aumenta el tiempo de retransmisión para la transmisión del paquete precedente y por consiguiente, es posible realizar flujo continuo en el que difícilmente se interrumpe el sonido reproducido. Ya que la memoria intermedia del lado de recepción puede ser pequeña, el retraso entre la transmisión de datos y la recepción/reproducción es pequeño.

Sumario de la invención

La presente invención se define mediante la fuente de audio de acuerdo con la reivindicación 1 y el sumidero de audio de acuerdo con la reivindicación 6.

Para superar las deficiencias de la técnica anterior se proporciona un sistema de audio inalámbrico de alta calidad y baja potencia personal que incorpora una diversidad de mejoras que sirven para mejorar la experiencia global de audio del usuario. Tales características como transmisión de paquete con acuse de recibo con retransmisión, ajuste dinámico del intervalo de transmisión entre la fuente de audio y sumidero, sincronización de audio mejorada, compresión sin pérdida, selección de canal y cambios dinámicos y ajuste dinámico de la potencia de transmisión permiten que el sistema de audio inalámbrico supere rápidamente la interferencia de radio identificada y transmita una señal cuya resistencia se ajusta de acuerdo con el medio de transmisión circundante.

De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un sistema de audio inalámbrico que comprende: (a) una fuente de audio para la recepción de señales de audio e información de estado de audio desde un primer dispositivo externo y la transmisión de las señales de audio y la información de estado de audio en una conexión inalámbrica; y (b) al menos un sumidero de audio para la recepción de las señales de audio y la información de estado de audio desde la fuente de audio y la comunicación de las señales de audio y la información de estado de audio a un segundo dispositivo externo, en el que un especificado uno del al menos un sumidero de audio recibe información de control de audio desde el segundo dispositivo externo y transmite la información de control de audio a la fuente de audio a través del conexión sin cable.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona una fuente de audio que comprende: (a) un formateador de paquete de fuente y memoria intermedia que se comunica con un primer dispositivo externo, en el que el formateador de paquete de fuente crea una pluralidad de paquetes de transmisión de fuente que contienen

señales de audio e información de estado de audio y en el que la memoria intermedia de fuente almacena la pluralidad de paquetes de transmisión de fuente antes de la transmisión a un sumidero de audio; (b) un transmisor de fuente que se comunica con el formateador de paquete de fuente y memoria intermedia para la recepción de la pluralidad de paquetes de transmisión de fuente desde la memoria intermedia de fuente y la transmisión de la pluralidad de paquetes de transmisión de fuente al sumidero de audio cada unidad de tiempo definida; (c) un sincronizador de audio de fuente que se comunica con el transmisor de fuente para la definición de la unidad de tiempo para el transmisor de fuente; (d) un receptor de fuente para la recepción de información de control de audio desde el sumidero de audio, en el que la información de control de audio es en forma de una pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero y en el que el receptor de fuente se comunica con el transmisor de fuente para coordinar la recepción y transmisión dentro de unos respectivos de dichas unidades de tiempo; (e) un desformateador de paquete de fuente que se comunica con el receptor de fuente para la recepción de la pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero y la extracción de la información de control de audio; y (f) un supervisor de calidad de canal de fuente que se comunica con el desformateador de paquete de fuente y transmisor de fuente para la supervisión de uno especificado de una pluralidad de canales disponibles.

Preferentemente, si una señal de audio analógica se suministra desde el primer dispositivo externo el sistema de audio inalámbrico comprende además un convertidor de analógico a digital (ADC) que se comunica con el primer dispositivo externo y en el que una señal de reloj de muestreo de audio de fuente generado por el sincronizador de audio de fuente se introduce en el ADC.

Más preferentemente, el sistema de audio inalámbrico comprende además un módulo de compresión que se comunica con el ADC para la compresión de señales de audio digitales emitidas por el ADC.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un sumidero de audio que comprende: (a) un receptor de sumidero para la recepción de una pluralidad de paquetes de transmisión de fuente desde una fuente de audio cada unidad de tiempo definida, en el que dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente comprenden señales de audio e información de estado de audio; (b) un desformateador de paquete de sumidero y memoria intermedia que se comunica con el receptor de sumidero, en el que el desformateador de paquete de sumidero extrae las señales de audio y la información de estado de audio de los paquetes de transmisión de fuente y en el que la memoria intermedia de sumidero almacena las señales de audio extraídas y la información de estado de audio; (c) un sincronizador de audio de sumidero que se comunica con el receptor de sumidero para la definición de la unidad de tiempo para el receptor de sumidero; (d) un formateador de paquete de sumidero que se comunica con un segundo dispositivo externo para la creación de una pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero que contienen información de control de audio; (e) un transmisor de sumidero que se comunica con el formateador de paquete de sumidero para la transmisión de la pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero, en el que el receptor de sumidero se comunica con el transmisor de sumidero para coordinar la recepción y transmisión dentro de las especificadas de las unidades de tiempo definidas; y (f) un supervisor de calidad de canal de sumidero que se comunica con el desformateador de paquete de sumidero y memoria intermedia y el receptor de sumidero para la supervisión de uno especificado de una pluralidad de canales disponibles.

Preferentemente, si una señal de audio analógica se requiere por el segundo dispositivo externo, el sistema de audio inalámbrico comprende además un convertidor de digital a analógico (DAC) y en el que en dicho DAC se introduce una señal de reloj de muestreo de audio de sumidero generada por el sincronizador de audio de sumidero.

Más preferentemente, el sistema de audio inalámbrico comprende además un módulo de descompresión que se comunica con el desformateador de paquete de sumidero y memoria intermedia para la descompresión de las señales de audio digitales recibidas desde la memoria intermedia de sumidero.

Las ventajas de la invención ahora son fácilmente aparentes. El sistema de audio inalámbrico mejorado proporciona reproducción de audio ininterrumpida usando la menor potencia posible a través de una diversidad de características integradas que opera sin problemas para proporcionar a un usuario con una experiencia de audio inalámbrica superior.

Adicionalmente características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción detallada que sigue junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Un mejor entendimiento de la invención se obtendrá considerando la descripción detallada a continuación, con referencia a los siguientes dibujos en los que:

la Figura 1 representa una representación gráfica de un sistema de audio digital inalámbrico típico;

la Figura 2 representa un diagrama de bloques de sistema de audio digital inalámbrico;

la Figura 3 representa un diagrama de bloques de la fuente de audio de la Figura 2;

la Figura 4 representa un diagrama de bloques del sumidero de audio de la Figura 2;

la Figura 5 representa un ciclo de trabajo de medio inalámbrico de acuerdo con la presente invención;

la Figura 6 representa un esquema de acuse de recibo de paquete de acuerdo con la presente invención;

la Figura 7 representa la operación de memoria intermedia de audio de acuerdo con la presente invención;

la Figura 8 representa un gráfico que muestra la relación entre disponibilidad de ancho de banda de transmisión y tamaño de supertrama de transporte;

5 la Figura 9 representa un gráfico que muestra la relación entre capacidad de sobrecarga y tamaño de supertrama de transporte;

la Figura 10 representa un gráfico que muestra la relación entre robustez de interferencias y tamaño de supertrama de transporte;

10 la Figura 11 representa ejemplos de diferentes longitudes del TSF usadas para acomodar la interferencia en el medio compartido sin cables;

la Figura 12 representa un gráfico que representa los umbrales a los cuales se iniciará cambio de canales dinámico;

la Figura 13 representa una matriz de decisión usada por el supervisor de calidad de canal mientras transmisión está activa para determinar la acción apropiada de evitación de interferencia;

15 la Figura 14 representa gráficamente la aplicación de la característica de potencia de transmisión dinámica de la presente invención; y

la Figura 15 representa una realización alternativa de la fuente de audio que soporta transmisión de audio bidireccional.

Descripción de la realización preferida

20 Haciendo referencia a la Figura 2, el sistema de audio inalámbrico del presente sistema generalmente comprende una fuente 200 de audio, sumidero 210 de audio y conexión inalámbrica (mostrada generalmente en 220):

25 (a) la fuente 200 de audio recibe audio analógico o digital e información de estado de audio desde un dispositivo externo (por ejemplo reproductor de audio - no mostrado) y lo transmite al sumidero 210 de audio por conexión 220 inalámbrica y recibe información de control de audio desde el sumidero 210 de audio por conexión 220 inalámbrica y lo transmite a un dispositivo externo. El estado de audio incluye información sobre el audio que se transmite, por ejemplo título de canción, artista, etc. El estado de audio puede también incluir información sobre el reproductor de audio, por ejemplo reproduciendo, parado, rebobinando, etc. El control de audio incluye información que controla la fuente 100 de audio, por ejemplo reproducir, parar, rebobinar, avance rápido, saltar, pausa, etc.;

30 (b) el sumidero 210 de audio recibe datos de audio e información del estado de audio de la fuente 100 de audio por conexión 220 inalámbrica y lo transmite a un dispositivo externo (por ejemplo auricular) y recibe información de control de audio desde un dispositivo externo y lo transmite a la fuente 200 de audio por conexión 220 inalámbrica; y

35 (c) conexión 220 inalámbrica entre la fuente 200 de audio y el sumidero 210 de audio. Se asume que la conexión 220 inalámbrica usa un canal de un medio compartido inalámbrico tal como radio y el medio compartido sin cables contiene múltiples canales.

Haciendo referencia a la Figura 3, la fuente 200 de audio se comprende de:

40 (a) un convertidor 300 de audio analógico a digital (ADC) que convierte los datos analógicos recibidos desde un dispositivo externo tal como un reproductor de audio a datos digitales usando el reloj de muestreo suministrado por el sincronizador 310 de audio. El ADC 300 de audio puede omitirse si los datos digitales se suministran directamente (por ejemplo desde un reproductor de disco compacto con salida digital);

(b) un sincronizador 310 de audio que genera el reloj de muestreo de audio y el intervalo de supertrama de transporte (TSF_Interval) de tal forma que uno puede obtenerse del otro mediante una conocida relación;

45 (c) un módulo 320 de compresión sin pérdida que reduce la tasa de bits media de los datos de audio digital detectando y eliminando información redundante de tal manera que la señal digital original puede recuperarse completamente en condiciones normales;

50 (d) un formateador 330 de paquete y memoria intermedia que crea paquetes que contienen datos de audio comprimidos, estado de datos de audio y cualquier sobrecarga necesaria para soportar delimitación de paquetes, detección de errores, gestión de enlaces inalámbricos, etc. Los paquetes se mantienen en memoria intermedia esperando la transmisión mediante la radio. El formateador 330 de paquete y memoria intermedia únicamente presentará un nuevo paquete a un transmisor 340 una vez que el paquete previo se ha reconocido por el sumidero 210 de audio;

55 (e) un transmisor 340 que transmite el paquete presentado por el formateador 330 de paquete y memoria intermedia cada unidad de tiempo de TSF_Interval. Obsérvese que ya que la fuente 200 de audio nunca se transmite y recibe en el medio compartido sin cables al mismo tiempo, puede existir circuitería compartida entre

el transmisor 340 y receptor 350;

(f) un receptor 350 que recibe un paquete desde el sumidero 210 de audio después de que el transmisor 340 transmite su paquete al sumidero 210 de audio. El receptor 350 realiza detección de errores en el paquete y si no está corrompido se pasa al desformateador 360 de paquete. Ya que la fuente 100 de audio nunca se transmite y recibe en el medio compartido sin cables al mismo tiempo, puede existir circuitería compartida entre el transmisor 340 y receptor 350;

(g) un desformateador 360 de paquete que extrae los datos de control de audio y acuse de recibo del paquete recibido. Los acuses de recibo se reenvían al formateador 330 de paquete y memoria intermedia que usa la información para determinar si presentar un nuevo paquete al transmisor 340; y

(h) un supervisor 370 de calidad de canal que supervisa continuamente la calidad del canal actual, controla el cambio de intervalo TSF dinámico, mantiene una secuencia de canal preferida y controla el cambio de canal dinámico.

Haciendo referencia a la Figura 4, el sumidero 210 de audio se comprende de:

(a) un receptor 400 que recibe un paquete cada TSF_Interval. El receptor 400 realiza detección de errores en el paquete y si no está corrompido se pasa a una memoria 410 intermedia de paquete y desformateador. Ya que el sumidero 210 de audio nunca se transmite y recibe en el medio compartido sin cables al mismo tiempo, puede existir circuitería compartida entre el transmisor 420 y receptor 400;

(b) un desformateador 410 de paquete y memoria intermedia que extrae los datos de audio y estado de datos de audio y mantiene en memoria intermedia los datos de audio para mantener una reproducción de audio fluida;

(c) un transmisor 420 que transmite los paquetes a la fuente 200 de audio inmediatamente después de que se recibe el paquete desde la fuente 200 de audio cada TSF_Interval. Ya que el sumidero 210 de audio nunca se transmite y recibe en el medio compartido sin cables al mismo tiempo, puede existir circuitería compartida entre transmisor 420 y receptor 400;

(d) un módulo 430 de descompresión sin pérdida que reconstituye los datos de audio digital originales desde los datos comprimidos recibidos en el paquete;

(e) un convertidor 440 de audio digital a analógico (DAC) que convierte los datos de audio digital a audio digital usando el reloj de muestreo suministrado por un sincronizador 450 de audio;

(f) un sincronizador 450 de audio que genera el TSF_Interval y el reloj de muestreo de audio desde la señal detectada de paquete recibida desde el receptor 400;

(g) un formateador 460 de paquete que crea paquetes que contienen datos de control de audio y acuse de recibo; y

(h) un supervisor 470 de calidad de canal que supervisa continuamente la calidad del canal actual, controla el cambio de intervalo TSF dinámico, mantiene una secuencia de canal preferida y controla el cambio de canal dinámico.

Conexión de medio compartido inalámbrico

La Figura 5 representa el ciclo de trabajo de medio compartido sin cable. En la solución de la presente invención se usa un esquema de transmisión dúplex por división en el tiempo para controlar el acceso al medio compartido sin cables. Esto significa que se usa el mismo medio compartido inalámbrico para enviar paquetes desde la fuente 200 de audio al sumidero 210 de audio y desde el sumidero 210 de audio a la fuente 200 de audio, pero no al mismo tiempo. Por lo tanto los paquetes 'van y vienen' adelante y atrás entre los dos extremos.

El intervalo de supertrama de transporte (TSF_Interval) (en lo sucesivo "TSF 500") es un periodo de tiempo de longitud definida que se repite continuamente mientras la fuente 100 de audio está conectada al sumidero 110 de audio. Dentro de ese periodo de tiempo, existe tiempo asignado para que la fuente 100 de audio acceda al medio compartido sin cables para enviar un paquete 510 de fuente de audio al sumidero 110 de audio y para que el sumidero 110 de audio acceda al medio compartido sin cables para enviar un paquete 520 de sumidero de audio a la fuente 100 de audio. Ya que la dirección de transmisión cambia entre estos dos periodos, existe tiempo asignado para permitir que las radios cambien entre el modo de transmisión y el modo de recepción y viceversa. También, ya que el TSF 500 puede contener más tiempo que el que se requiere para la transmisión de todos los datos, también existe un periodo 530 de inactividad asignado en el que no existe transmisión de radio.

El inicio del paquete 510 de fuente de audio se desencadena mediante el inicio del TSF 500. Este paquete siempre se transmite, independientemente de si existen o no datos de audio en el mismo. También es un paquete de longitud variable con un tamaño máximo definido. El sumidero 110 de audio transmite su paquete 520 de sumidero de audio comenzando inmediatamente después del final del paquete 510 de fuente de audio (después de permitir tiempo para que las radios cambien de dirección). El paquete 520 de sumidero de audio siempre se transmite y también es de longitud variable con un máximo definido, pero habitualmente es mucho más pequeño que el paquete 510 de fuente de audio.

Una función de sincronización de audio realizada por el sincronizador 310 de audio en la fuente 200 de audio controla la longitud del TSF 500. Esta información se comunica al sumidero 210 de audio en la sobrecarga de paquete 510 de fuente de audio. La longitud del TSF 500 debe tener en cuenta muchos factores de competencia como se muestra en la siguiente tabla. El objetivo es maximizar la capacidad disponible para audio, mientras se minimiza la tasa de audio usando compresión sin pérdida:

ES 2 616 568 T3

Tabla 1. Parámetros de Sistema

Parámetro	Descripción	Valor	Unidades
Peak_Radio_Bit_Rate	La tasa a la que los bits se transmiten en la radio.	2,4	Mb/s
Max_Paquete_Size	El tamaño de paquete máximo permitido.	1000,0	Bytes
Audio_Sampling_Clock	El reloj de muestreo usado en la conversión de analógico a digital de audio.	44,1	KHz
Ratio	La tasa del reloj de muestreo de audio a la frecuencia del TSF.	176	
TSF_Clock	La frecuencia del TSF (1/TSF_Interval)	250,6	Hz
TSF_Interval	La longitud del TSF en tiempo.	4,0	mseg
TSF_Bytes	La longitud del TSF en bytes.	1182,3	bytes
TSF_OH	La cantidad de tiempo durante un TSF en el que no pueden transmitirse datos.	200,0	useg
TSF_OH_Bytes	TSF OH en bytes.	59,3	bytes
Paquete_OH_Bytes	La cantidad media de sobrecarga de paquete.	27,0	bytes
Audio_Rate	Los datos de tasa de audio.	1,4	Mb/s
Compression_Ratio	La tasa de compresión media.	0,7	
Audio_Sync_Paquete_Size	El tamaño medio del paquete transmitido desde el sumidero de audio a la fuente de audio.	27,0	bytes
Max_Audio_Source_Paquete_Size	El tamaño máximo del paquete de fuente de audio teniendo en cuenta la sobrecarga y paquetes de sumidero de audio.	1000,0	bytes
Compressed_Audio_Capacity_Bytes	La capacidad disponible para transmitir datos de audio comprimidos en bytes por TSF.	973,0	bytes
Compressed_Audio_Capacity	La capacidad disponible para transmitir datos de audio comprimidos.	2,0	Mb/s
Compressed_Audio_Rate	La capacidad requerida para transmitir el audio comprimido.	1,0	Mb/s
Spare_Capacity	La capacidad disponible para la retransmisión de paquetes corrompidos.	1,0	Mb/s

5 En la solución de la presente invención, se usa una interfaz de radio que transmite y recibe a una tasa de bits de aproximadamente 2,4 Mb/s. TSF 500 es de 4 mseg. Esto se obtiene del reloj de muestreo de audio (44,1 KHz) dividiendo por 176. A 2,4 Mb/s, aproximadamente 1183 bytes pueden transmitirse en 4 mseg. Sin embargo, de estos 4 mseg, 100 useg se reservan para permitir que la radio se encienda al inicio del TSF 500 y 100 useg se reservan para permitir que la radio cambie de dirección (Rx <-> Tx). Esto reduce el número de bytes que pueden transmitirse durante un TSF 500 específico en aproximadamente 59 bytes a 1124 bytes. El paquete 520 de sumidero de audio consume aproximadamente 27 bytes dejando 1097 para el paquete 510 de fuente de audio. El tamaño de paquete 10 máximo que se transmite es de 1000 bytes, por lo tanto habrá tiempo de inactividad en cada TSF 500. Un paquete de 1000 byte transmitido cada TSF representa aproximadamente 2 Mb/s de capacidad de audio comprimida. Una emisión de audio de 1,4 Mb/s comprimida a una tasa media de 0,7 únicamente requiere aproximadamente de 1 Mb/s. Por lo tanto, hay el doble de capacidad disponible para audio comprimido que la que se requiere. El 1 Mb/s excedente está disponible para la retransmisión de paquetes corrompidos. Esencialmente, hay suficiente capacidad 15 para transmitir dos veces cada paquete de fuente de audio.

Existen otros factores que impulsan la selección de estos valores de parámetros como se analizará posteriormente. El procedimiento propuesto asegura que la fuente 200 de audio y sumidero 210 de audio nunca intentan transmitir en la radio al mismo tiempo, resultando en un conflicto y pérdida de datos. También proporciona la coordinación de tiempo que asegura que un extremo está en modo de recepción mientras el otro extremo está en modo de

transmisión. El procedimiento propuesto también permite una compensación en tiempo real entre robustez de interferencias y consumo de potencia ajustando la longitud del TSF 500 dependiendo de cuánta interferencia haya presente. Finalmente, el procedimiento propuesto permite que el inicio del TSF 500 se use como una referencia de frecuencia enviada desde la fuente 200 de audio al sumidero 210 de audio. Esto puede usarse para sincronizar el tiempo en el sumidero 210 de audio.

Transmisión de paquete con acuse de recibo con retransmisión

Como los expertos en la materia apreciarán, los procedimientos de transmisión de paquete con acuse de recibo permiten que un emisor consiga acuse de recibo explícito de que cada paquete enviado por el mismo se recibió correctamente por el receptor. Si un acuse de recibo no se recibe (o bien el paquete original o el acuse de recibo se perdió o dañó), entonces el emisor retransmite el paquete. Por lo tanto se consigue que la información perdida o dañada se reemplace. Este procedimiento en ocasiones se denomina como reparación basada en emisor. En los procedimientos convencionales de transmisión de paquete reconocida, el receptor de un paquete válido responde al emisor con un paquete de acuse de recibo que contiene un identificador del paquete recibido. El identificador habitualmente sería un número de secuencia de datos (DSN) que permite que el emisor tenga varios paquetes en tránsito sin esperar por el acuse de recibo de cada uno antes de transmitir el siguiente. Esto es útil en soluciones de interconexión de múltiples nodos en las que es importante la facultad de tener varios paquetes en tránsito al mismo tiempo para lograr un rendimiento razonable.

En la solución de la presente invención no hay un tipo de acuse de recibo paquete explícito. El hecho de que los paquetes 'vayan y vengan' adelante y atrás se explota haciendo que cada paquete sirva tanto como un vehículo para el envío de datos así como un acuse de recibo para el último paquete válido recibido. Haciendo referencia a la Figura 6, cada paquete contiene un DSN en la sobrecarga de paquete. Cuando un extremo transmite un paquete con $DSN=x$, se espera ver un $DSN=x+1$ en el siguiente paquete recibido desde el otro extremo. Si lo hace, a continuación transmitirá un nuevo paquete con $DSN=x+2$. Si el paquete original transmitido se pierde o corrompe, entonces el siguiente paquete recibido desde el otro extremo, si hay uno, tendrá $DSN=x-1$, en cuyo caso el paquete $DSN=x$ se transmitirá. Si el paquete desde el otro extremo se pierde o corrompe, entonces, de nuevo el paquete $DSN=x$ se retransmitirá. Esto continuará hasta que el paquete $DSN=x+1$ se reciba o se produzca un tiempo límite que declare que el enlace de radio es malo. Esto puede desencadenar en un cambio a otro canal de radio.

La implementación de la transmisión de paquete con acuse de recibo con retransmisión requiere una memoria intermedia para mantener el paquete que se transmitió de modo que puede retransmitirse si no se reconoce. Además, una aplicación de audio inalámbrica en la que existe un flujo continuo de audio debe mantener en memoria intermedia el audio mientras el paquete actual se está transmitiendo. Cuando el medio compartido sin cables es débil de tal forma que se requieren frecuentes retransmisiones, se pueden acumular datos de audio en la memoria intermedia esperando el momento cuando el medio compartido sin cables se despeja de modo que pueden transmitirse.

Haciendo referencia a la Figura 7, audio digital comprimido se almacena en una memoria 330A intermedia de audio en la fuente 200 de audio. Cuando la fuente 200 de audio prepara un paquete para transmitir en el siguiente TSF 500, extrae datos de audio desde la memoria 330A intermedia de audio, combina el mismo con el estado de datos de audio y otra sobrecarga de paquete en el formateador 330B de paquete y presenta el mismo al transmisor 340. La fuente 200 de audio extraerá tantos datos de audio como pueda de la memoria 700 intermedia de audio sin exceder el tamaño de paquete máximo permitido.

A medida que el sumidero 210 de audio recibe paquetes desde la fuente 200 de audio, extrae los datos de audio en el desformateador 410A de paquete y almacena los mismos en la memoria 410B intermedia de audio. Los datos de audio comprimidos se extraen de la memoria 410B intermedia de audio y descomprimen. Cuando datos de audio primero empiezan a fluir a través de este sistema, el sumidero 210 de audio no extraerá ningún dato de la memoria 410B intermedia de audio hasta que no esté casi llena. Una vez que empieza la extracción de datos de la memoria 410B intermedia de audio, no puede parar o de lo contrario interrumpirá el flujo fluido de audio.

Cuando el medio compartido sin cables es válido, la memoria 330A intermedia de audio permanecerá relativamente vacía y la memoria 410B intermedia de audio permanecerá relativamente llena. Cuando el medio compartido sin cables es malo, la memoria 330A intermedia de audio en el transmisor empezará a llenarse y la memoria 410B intermedia de audio en el receptor empezará a vaciarse mientras continua el flujo de audio a un dispositivo externo (por ejemplo auricular).

Intervalo TSF dinámico

TSF 500 esencialmente controla el ciclo de trabajo de radio (es decir la cantidad de tiempo que la radio transmite frente a recibe frente a está apagada) y por lo tanto también afecta el consumo de potencia medio de la fuente 200 de audio y sumidero 210 de audio. El consumo de potencia instantáneo se define mediante el consumo máximo de la radio durante recepción, transmisión e inactividad. El consumo de potencia medio se define mediante la cantidad de tiempo que la radio está en modo de recepción, modo de transmisión y modo de inactividad durante el periodo del TSF 500. El consumo de potencia medio es importante porque es el principal factor que afecta a la vida de la batería.

Ya que paquete 510 de fuente de audio siempre se transmite al comienzo del TSF 500, un TSF 500 más corto

significa que los paquetes 510 de fuente de audio se transmiten con mayor frecuencia pero la longitud de paquete puede limitarse mediante el tamaño del TSF 500. A la inversa, un TSF 500 más largo significa que los paquetes 510 de fuente de audio se transmiten con menor frecuencia pero pueden ser paquetes más largos hasta el máximo definido. La capacidad total disponible para transportar audio por lo tanto aumenta a medida que el tamaño del TSF 500 aumenta hasta que se alcanza el tamaño de paquete máximo, en cuyo punto la capacidad total comienza a disminuir a medida que el tamaño del TSF 500 continúa aumentando. Como se muestra en la figura 8, ya que la tasa de datos de audio comprimidos es relativamente fija, la capacidad sobrante disponible para retransmisiones aumenta a medida que el tamaño del TSF 500 aumenta hasta que se alcanza el tamaño de paquete máximo, en cuyo punto comienza a disminuir.

Ya que cada paquete (paquete 510 de fuente de audio o paquete 520 de sumidero de audio) contiene una cantidad relativamente fija de sobrecarga independientemente de la longitud de paquete, los paquetes más largos resultan en menos capacidad que se agota por transmisión de sobrecarga y el consumo de potencia se reduce. Por lo tanto, el consumo de potencia se reduce ajustando a un TSF 500 más largo. Esto se usa para reducir el consumo de potencia cuando no se requiere ancho de banda de transmisión porque el medio compartido sin cables es válido. También se usa cuando la reproducción de audio está inactiva (ya que no se requiere capacidad para audio) para reducir consumo de potencia a un mínimo absoluto mientras se mantiene el enlace de radio.

El medio compartido inalámbrico es imperfecto y errores de datos pueden suceder debido a una diversidad de causas. En comunicaciones de radio, si la distancia entre el transmisor y receptor es demasiado larga, habrá insuficiente potencia llegando al receptor para una recepción sin errores. Efectos de trayectoria múltiple pueden provocar que múltiples copias de la señal lleguen al receptor con retrasos de propagación ligeramente diferentes, resultando en interferencia destructiva y errores de bit o ráfaga. Si otras radios (por ejemplo WLAN, Bluetooth, teléfonos sin cables, hornos microondas) que operan en el mismo espectro de frecuencia están dentro del alcance, interferencia de los mismos también provocarán errores de bit o ráfaga.

Aunque un TSF más largo resulta en paquetes más largos y consumo de potencia más bajo, los paquetes más largos también pueden ser más sensibles a errores de medio compartido inalámbrico. Discutiblemente, la probabilidad de interferencia afectando a un paquete pequeño transmitido con mayor frecuencia es aproximadamente la misma que la probabilidad de que afecte a un paquete grande transmitido con menor frecuencia (esto es discutible porque se transmite más sobrecarga con el paquete pequeño y el impacto de afectar a la sobrecarga es el mismo que el impacto de afectar la carga de datos). Sin embargo, si los errores son predominantemente errores de bit o pequeñas ráfagas (pequeñas relativas al tamaño de paquete), entonces la retransmisión de paquetes largos, resulta en la retransmisión de más información 'válida', mientras que la retransmisión de paquetes cortos tiene menos información 'válida' retransmitida y por lo tanto requiere menos tiempo y ancho de banda para realizar la retransmisión. Por lo tanto, un TSF 500 más corto que resulta en tamaños de paquetes más cortos significa que se requiere menos ancho de banda de transmisión. Sin embargo, un TSF 500 más largo resulta en una mayor disponibilidad de ancho de banda de transmisión, hasta un punto. Por lo tanto, existe una longitud óptima del TSF 500 que equilibra la necesidad de y disponibilidad de ancho de banda de transmisión.

La Figura 10 muestra cómo la robustez de interferencias (la diferencia entre la necesidad de ancho de banda de transmisión y la disponibilidad de ancho de banda de transmisión) varía con el tamaño del TSF 500. Con tasas de error más bajas, existen una amplia variedad de tamaños de TSF 500 que satisfarán la necesidad de ancho de banda de transmisión. Sin embargo, a medida que la tasa de error aumenta, únicamente tamaños pequeños de TSF 500 satisfarán la necesidad. También es importante observar que el consumo de potencia también es mayor cuando se usan paquetes cortos. Por lo tanto, controlar el TSF 500 permite que la radio se ajuste a las condiciones presentes, usando un TSF 500 más largo cuando el medio compartido sin cables es válido (o no se requiere ancho de banda de audio) para optimizar el consumo de potencia y usando un TSF más corto cuando el medio compartido sin cables es débil para optimizar la corrección de errores.

En resumen, se usa el control de TSF dinámico para dirigir la compensación entre consumo de potencia y robustez de interferencias. Cuando el supervisor 370 de calidad de canal asociado con la fuente 200 de audio determina que el canal se deteriora, ordenará al sincronizador 310 de audio que cambie a un TSF 500 más corto. El nuevo TSF 500 se comunicará al sumidero 210 de audio en la sobrecarga de paquete. Tras la recepción de un paquete con el nuevo TSF 500, el sumidero 210 de audio también cambiará al TSF 500 más corto.

Sincronización de audio usando intervalo de TSF

Los datos de audio digital deben convertirse de vuelta a una señal analógica antes de que la amplificación requerida se dirija a los altavoces. La conversión de digital a analógico requiere un reloj que debe tener una baja inestabilidad y ser exactamente síncrona con respecto al reloj de muestreo de audio que se usó originalmente para convertir el audio analógico a digital. En la solución de la presente invención, la fuente de audio sincroniza el TSF con el reloj de muestreo de audio local. Por lo tanto, en el sumidero de audio la llegada del primer bit de cada paquete de fuente de audio es una referencia de frecuencia que es síncrona con ese reloj de muestreo de audio. El sumidero de audio usa esta referencia en una fase o bucle cerrado de frecuencia para recrear el reloj de muestreo.

En la solución de la presente invención, la fuente 200 de audio sincroniza el TSF 500 al reloj de muestreo de audio local generado por el sincronizador 310 de audio. Por lo tanto, en el sumidero 210 de audio la llegada del primer bit

de cada paquete 510 de fuente de audio es una referencia de frecuencia que es síncrona con ese reloj de muestreo de audio. El sumidero 210 de audio usa esta referencia en una fase o bucle cerrado de frecuencia para recrear el reloj de muestreo.

Compresión sin pérdida

5 En general, los datos de audio digital que se reciben en el sumidero 210 de audio sin errores de datos o pérdida tendrán la misma calidad de audio que tenían en la fuente 200 de audio. En otras palabras, la calidad de audio no estará limitada por la transmisión de radio. Un único error de bit es audible. Un error de uno de los bits menos significativos (LSB) de una muestra de audio es menos audible que un error de uno de los bits más significativos (MSB). Un error LSB puede sonar como un discreto 'clic' a un usuario mientras que un error MSB puede sonar como un ruidoso 'pop'. Los errores de ráfaga también sonarán como ruidosos 'pops'. Errores de bits frecuentes pueden sonar como 'estática' de radio.

10 Algunos procedimientos de transmisión de audio usan compresión para reducir la cantidad de datos de audio que necesitan transmitirse y de este modo reduce la capacidad requerida por el medio de transmisión. El impacto de los errores de transmisión de datos se afecta por el uso de la compresión. Como los expertos en la materia apreciarán, los procedimientos de compresión pueden dividirse en dos grupos (compresión con pérdida y compresión sin pérdida):

15 (a) compresión con pérdida es a base de un modelo psicoacústico del mecanismo auditivo humano. La señal de audio se descompone en componentes de frecuencia y se eliminan aquellos componentes que son menos audibles al oído humano. Tales procedimientos pueden resultar en tasas de compresión muy altas: tanto como 20:1. Sin embargo, afecta a la calidad de audio porque la información de audio se pierde y en general, cuanto más alta es la tasa de compresión, más alto es el impacto. Tales procedimientos de compresión también tienden a ser computacionalmente complejos y requieren consumo de potencia significativa para realizarlo en tiempo real. La compresión en MP3 es un ejemplo de un procedimiento de compresión con pérdida; y

20 (b) compresión sin pérdida explota la redundancia intrínseca en la información de audio, transmitiendo muestras de base (información redundante) infrecuentemente y para el resto de muestras transmitiendo únicamente la diferencia con la base. Tales procedimientos pueden lograr tasas de compresión de hasta 3:1 pero la tasa de compresión depende del tipo de audio (algunos tipos de audio tienen más redundancia que otros). Sin embargo, no se pierde información; los datos de audio originales pueden reconstruirse completamente de tal forma que no se afecta a la calidad de audio.

25 En general, cuanto mayor es la compresión, mayor es el impacto de errores ya que se contiene más información en cada bit. Con la compresión con pérdida, los errores provocan distorsión de frecuencia que resulta en 'ecos' y 'aullidos'. Con la compresión sin pérdida, las muestras de base comprenden aproximadamente el 20 % de la capacidad transmitida y el restante 80 % esencialmente representa los LSB de las muestras de audio. Por lo tanto errores de bit en audio comprimido sin pérdida suenan principalmente como discretos 'clics'.

30 La solución de la presente invención usa compresión sin pérdida para maximizar la calidad de audio mientras reduce la capacidad de audio requerida. Esto tiene dos beneficios. Reduce el ciclo de trabajo de radio cuando el medio compartido sin cables es válido, por lo tanto reduciendo el consumo de potencia. Y hace que haya más capacidad disponible para la retransmisión cuando el medio compartido sin cables es débil.

Selección de canal y cambios dinámicos

35 Para establecer una conexión inalámbrica a través de medio compartido de canal múltiple, la fuente 200 de audio y sumidero 210 de audio deben usar el mismo canal, este canal también es el mejor canal disponible, en términos de su calidad o facultad para soportar transmisión de audio sin errores.

40 El supervisor 370 de calidad de canal asociado con la fuente 200 de audio mantiene una secuencia de canal preferida (PCS), que es una lista de canales en el medio compartido ordenados por su conveniencia. La lista se sesga por conocimiento de canales que son más probables que experimenten calidad débil en el futuro. Por ejemplo, canales de radio que solapan el espectro usado por fuentes de interferencias conocidas podrían sesgarse abajo en la PCS. Antes de establecer una conexión, la fuente 200 de audio explora los canales disponibles buscando energía de señal. Alta energía se interpreta como que es un canal ocupado y por lo tanto no deseable y de nuevo el canal terminará abajo en la PCS. Después de que la fuente 200 de audio ha obtenido la PCS, empezará a transmitir en el canal más preferido. La fuente 200 de audio periódicamente explorará de nuevo los canales disponibles tras el inicio de la transmisión para mantener la PCS actualizada.

45 Una vez que se ha establecido una conexión con el sumidero 210 de audio, la fuente 200 de audio enviará la PCS al sumidero 210 de audio. El supervisor 370 de calidad de canal asociado con la fuente 200 de audio y sumidero 210 de audio supervisará continuamente la energía de señal, tasa de acuses de recibo perdidos y llenado de memoria 330A intermedia de audio para obtener una evaluación de la calidad del canal actual.

50 Si la calidad cae por debajo de un umbral predefinido durante una cantidad predefinida de tiempo, el supervisor 370 de calidad de canal desencadena un cambio de canal dinámico (DCS). Haciendo referencia a la Figura 12, si la fuente 200 de audio está operando en el canal X de 16 posibles canales y si el canal X encuentra interferencia de, por ejemplo una red de área local inalámbrica (WLAN), entonces la fuente 200 de audio se moverá al siguiente canal

preferido (mostrado como "Y") en la PCS y si es aún un canal válido, comenzará a transmitir ahí y esperará a que el sumidero 210 de audio lo encuentre. El sumidero 210 de audio también se moverá al siguiente canal en la PCS y buscará la fuente 200 de audio. Mientras esto ocurre, el audio continúa acumulándose en la memoria 330A intermedia de audio asociada con la fuente 200 de audio y el audio continúa reproduciendo fuera de la memoria 330A intermedia de audio. El uso de acusos de recibo perdidos asegura que la fuente 200 de audio y sumidero 210 de audio decidirán abandonar el canal actual aproximadamente al mismo tiempo. Un retraso adicional se aplica antes que el sumidero 210 de audio cambie para dar tiempo a la fuente 200 de audio para transmitir en el nuevo canal.

La Figura 13 proporciona una matriz de decisión usada por el supervisor 370 de calidad de canal mientras la transmisión está activa para determinar la acción apropiada de evitación de interferencia - específicamente, si invocar al intervalo TSF dinámico o selección de canal dinámica. La energía de canal en el canal seleccionado (por ejemplo Y) y llenado de memoria 330A intermedia de audio se supervisan continuamente (Nota: la tasa de acusos de recibo perdidos también puede usarse en lugar de llenado de memoria 330A intermedia de audio). Si la energía de canal es alta pero el llenado de memoria 330A intermedia de audio se deteriora (es decir la memoria intermedia se llena debido a transmisiones frecuentes), se deduce que la alta energía de canal es un resultado de interferencia. Inicialmente, un intervalo de TSF más corto se elige para ver si se resuelve la condición de deterioro de memoria intermedia. Si no, entonces se desencadena el cambio de canales dinámico. Si la energía de canal es baja pero el llenado de memoria 330A intermedia de audio se deteriora, entonces se deduce que la interferencia no es la causa. A continuación se elige un intervalo de TSF más corto. Si esto no resuelve el problema, entonces se considera que el sumidero 210 de audio está fuera del alcance de la fuente 200 de audio y se proporciona al usuario una señal de fuera de alcance. Finalmente, si la energía de canal es baja pero el llenado de memoria 330A intermedia de audio es estable, se deduce que el sumidero 210 de audio se aproxima a fuera de alcance de la fuente 200 de audio y se proporciona al usuario una señal de fuera de alcance.

Potencia de transmisión dinámica

Dependiendo del balance de enlace de la radio, existirá un significativo margen de tasa de señal a ruido (SNR) disponible para combatir interferencias. Sin embargo, si el medio compartido sin cables es válido (es decir a base de medición de calidad del canal en uso), la potencia de salida del transmisor 340 puede reducirse. Como se muestra en la figura 14, a medida que el sumidero 210 de audio se acerca a la fuente 200 de audio se requiere menos potencia de salida. Esto tiene el efecto de reducir el consumo de potencia en el transmisor 340. También tiene el efecto de reducir la interferencia provocada por otras radios. Por lo tanto la distancia requerida entre dispositivos de audio personales antes de que un canal puede reusarse se reduce, liberando otros canales para su uso mediante el cambio de canales dinámico para combatir otras fuentes de interferencia.

Aunque diversas realizaciones ilustrativas de la invención se han desvelado, debería ser evidente para los expertos en la materia que diversos cambios y modificaciones pueden hacerse que lograrán algunas de las ventajas de la invención sin alejarse del verdadero ámbito de la invención. Por ejemplo, se pretende que las siguientes modificaciones se incluyan dentro del ámbito de la invención:

(a) datos de audio analógicos o digitales pueden suministrarse a la fuente 200 de audio. Si se suministran datos de audio digital, no se requiere un ADC 300 de audio;

(b) datos de audio analógicos o digitales pueden producirse por el sumidero 210 de audio. Si se producen los datos de audio digital, no se requiere el DAC 440 de audio;

(c) el procedimiento de compresión de audio puede ser sin pérdida, como se ha descrito anteriormente, o con pérdida. La compresión con pérdida permite tasas de compresión mucho mayores reduciendo de este modo el requisito de ancho de banda de audio. Sin embargo, la compresión con pérdida reduce la calidad de audio y es mucho más compleja y por lo tanto consume más potencia que la compresión sin pérdida. El beneficio potencial de usar la compresión con pérdida depende del consumo de potencia máximo de la radio ya que existe una compensación entre el consumo de potencia más alto de la compresión/descompresión y el consumo medio de potencia más bajo de la radio debido a la tasa de datos más baja;

(d) si la tasa de datos de audio es suficientemente baja en relación con la tasa de bit máxima de la conexión sin cable, la compresión puede eliminarse completamente;

(e) la presente invención puede adaptarse para soportar múltiples sumideros de audio todos escuchando a la fuente de audio al mismo tiempo. Sin embargo, únicamente un sumidero de audio puede enviar datos de control de audio. Los sumideros de audio adicionales únicamente pueden recibir datos de audio y estado de datos de audio;

(f) el medio compartido puede ser con cable;

(g) el medio compartido inalámbrico puede ser radio, infrarrojos o algo equivalente; y

(h) la presente invención podría adaptarse para soportar transmisión de audio bidireccional tal como se usaría entre un teléfono celular y auricular con micrófono inalámbrico. La configuración de sistema para esta aplicación se muestra en la Figura 15. En esta configuración, la trayectoria de transmisión de la fuente 200 de audio (es decir componentes 300, 320, 330 y 340) se combina con la trayectoria de recepción del sumidero 210 de audio (es decir componentes 400, 410, 430 y

440) para proporcionar comunicación de audio bidireccional. Cada extremo de la conexión tendría idéntica configuración, sin embargo, un extremo tendría que asignarse como principal y el otro extremo como secundario con

respecto a la sincronización de audio y selección de canal y funciones de cambios dinámicas.

En general, la presente invención puede aplicarse a cualquier aplicación que requiera comunicación inalámbrica de punto a punto de datos digitales isócronos de flujo continuo (es decir transmisiones que requieran que la coordinación de tiempo sea exitosa), incluyendo voz.

5 Como los expertos en la materia entenderán, la funcionalidad descrita en la memoria descriptiva puede obtenerse usando hardware o una combinación de hardware y software. El software puede implementarse como una serie de instrucciones legibles por ordenador almacenadas en un microprocesador. Las instrucciones legibles por ordenador pueden programarse en un lenguaje de programación procedural (por ejemplo "C") o un lenguaje orientado a objeto (por ejemplo "C++"). Preferentemente, los componentes que comprenden la fuente 200 de audio y sumidero 210 de audio se forman dentro de respectivos circuitos integrados que pueden usarse en combinación con otros componentes en chip o fuera de chip para realizar la función descrita en el presente documento.

10 Expertos en el campo de la frecuencia de radio y circuitos integrados pueden ahora concebir estructuras alternativas y realizaciones o variaciones de lo anterior todas las cuales se conciben que se encuadran dentro del ámbito de la invención como se define en las reivindicaciones a continuación.

15

REIVINDICACIONES

1. En un sistema de audio inalámbrico, una fuente de audio que comprende:

- (a) un formateador de paquete de fuente y memoria intermedia que comunica con un primer dispositivo externo, en el que dicho formateador de paquete de fuente crea una pluralidad de paquetes de transmisión de fuente que contienen señales de audio e información de estado de audio y en el que dicha memoria intermedia de fuente almacena dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente antes de la transmisión a un sumidero de audio;
- (b) un transmisor de fuente que comunica con dicho formateador de paquete de fuente y memoria intermedia para la recepción de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente desde dicha memoria intermedia de fuente y la transmisión de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente a dicho sumidero de audio cada unidad de tiempo definida;
- (c) un sincronizador de audio de fuente que comunica con dicho transmisor de fuente para la definición de dicha unidad de tiempo para dicho transmisor de fuente;
- (d) un receptor de fuente para la recepción de información de control de audio desde dicho sumidero de audio, en el que dicha información de control de audio es en forma de una pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero y en el que dicho receptor de fuente comunica con dicho transmisor de fuente para coordinar dicha recepción y transmisión dentro de unos respectivos de dichas unidades de tiempo;
- (e) un desformateador de paquete de fuente que comunica con dicho receptor de fuente para la recepción de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero y la extracción de dicha información de control de audio; y
- (f) un supervisor de calidad de canal de fuente que comunica con dicho desformateador de paquete de fuente y transmisor de fuente para la supervisión de uno especificado de una pluralidad de canales disponibles,

en el que dicho formateador de paquete de fuente y memoria intermedia envía el siguiente de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente a dicho sumidero de audio cuando un paquete de transmisión de sumidero con una parte de sobrecarga que contiene un **número de secuencia de datos** (DSN) secuencial se ha recibido por dicho receptor de fuente.

2. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 1 en el que, si uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente no se recibe por dicho receptor de sumidero, dicho uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente se retransmite tras la recepción de un DSN no secuencial por dicho receptor de fuente.

3. La fuente de audio de la reivindicación 1 en la que dicho primer dispositivo externo se toma del grupo que comprende reproductor de disco compacto (CD), reproductor de MP3 y reproductor de minidisco.

4. La fuente de audio de la reivindicación 3 en la que, si una señal de audio analógica se suministra desde dicho primer dispositivo externo, dicho sistema de audio inalámbrico comprende además un convertidor de analógico a digital (ADC) que comunica con dicho primer dispositivo externo y en el que una señal de reloj de muestreo de audio de fuente generado por dicho sincronizador de audio de fuente se introduce en dicho ADC.

5. La fuente de audio de la reivindicación 4 comprendiendo además un módulo de compresión que comunica con dicho ADC para la compresión de señales de audio digitales emitidas por dicho ADC.

6. En un sistema de audio inalámbrico, un sumidero de audio que comprende:

- (a) un receptor de sumidero para la recepción de una pluralidad de paquetes de transmisión de fuente desde una fuente de audio cada unidad de tiempo definida, en el que dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente comprende señales de audio e información de estado de audio;
- (b) un desformateador de paquete de sumidero y memoria intermedia que comunica con dicho receptor de sumidero, en el que dicho desformateador de paquete de sumidero extrae dichas señales de audio y dicha información de estado de audio desde dichos paquetes de transmisión de fuente y en el que dicha memoria intermedia de sumidero almacena dichas señales de audio extraídas y dicha información de estado de audio;
- (c) un sincronizador de audio de sumidero que comunica con dicho receptor de sumidero para la definición de dicha unidad de tiempo para dicho receptor de sumidero;
- (d) un formateador de paquete de sumidero que comunica con un segundo dispositivo externo para la creación de una pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero que contienen información de control de audio;
- (e) un transmisor de sumidero que comunica con dicho formateador de paquete de sumidero para la transmisión de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero, en el que dicho receptor de sumidero comunica con dicho transmisor de sumidero para coordinar dicha recepción y transmisión dentro de unos específicos de dichas unidades de tiempo definidas; y
- (f) un supervisor de calidad de canal de sumidero que comunica con dicho desformateador de paquete de sumidero y memoria intermedia y dicho receptor de sumidero para la supervisión de uno especificado de una pluralidad de canales disponibles, en el que uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero también comprende un acuse de recibo de que uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente se ha recibido por dicho receptor de fuente y en el que dicho acuse de recibo comprende un número de secuencia de datos (DSN) y en el que dicho DSN se contiene en una parte de sobrecarga de dicho uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero.

7. El sumidero de audio de la reivindicación 6 en el que el segundo dispositivo externo se toma del grupo que comprende auriculares y un control remoto.
8. El sumidero de audio de la reivindicación 7 en el que, si una señal de audio analógica se requiere por dicho segundo dispositivo externo, dicho sistema de audio inalámbrico comprende además un convertidor de digital a analógico (DAC) y en el que una señal de reloj de muestreo de audio de sumidero generada por dicho sincronizador de audio de sumidero se introduce en dicho DAC.
9. El sumidero de audio de la reivindicación 8 comprendiendo además un módulo de descompresión que comunica con dicho desformateador de paquete de sumidero y memoria intermedia para la descompresión de dichas señales de audio digitales recibidas desde dicha memoria intermedia de sumidero.
10. Un sistema de audio inalámbrico que comprende la fuente de audio de acuerdo con la reivindicación 1 y el sumidero de audio de acuerdo con la reivindicación 6.
11. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 10 en el que dichas señales de audio se toman del grupo que comprende digital y analógica.
12. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 10 en el que dicha información de estado de audio se toma del grupo que comprende título de canción, artista de canción y número de canción.
13. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 10 en el que dicha información de control de audio comprende una instrucción tomada del grupo que comprende reproducir, parar, rebobinar, avance rápido, saltar y pausa.
14. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 10 en el que dicha conexión inalámbrica es una conexión de frecuencia de radio y en el que dicha conexión inalámbrica usa uno especificado de una pluralidad de canales disponibles.
15. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 10 en el que dicha conexión inalámbrica es una conexión infrarroja.
16. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 14 en el que dicha conexión de frecuencia de radio es una conexión de frecuencia de radio dúplex por división en el tiempo.
17. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 10 en el que, si una señal de audio analógica se suministra desde dicho primer dispositivo externo dicho sistema de audio inalámbrico comprende además un convertidor de analógico a digital (ADC) que comunica con dicho primer dispositivo externo y en el que una señal de reloj de muestreo de audio de fuente generada por dicho sincronizador de audio de fuente se introduce en dicho ADC.
18. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 17 en el que, si una señal de audio analógica se requiere por dicho segundo dispositivo externo, dicho sistema de audio inalámbrico comprende además un convertidor de digital a analógico (DAC) y en el que una señal de reloj de muestreo de audio de sumidero generada por dicho sincronizador de audio de sumidero se introduce en dicho DAC.
19. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 18 comprendiendo además un módulo de compresión que comunica con dicho ADC para la compresión de señales de audio digitales emitidas por dicho ADC.
20. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 19 comprendiendo además un módulo de descompresión que comunica con dicho desformateador de paquete de sumidero y memoria intermedia para la descompresión de dichas señales de audio digitales recibidas desde dicha memoria intermedia de sumidero.
21. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 10 en el que dicha unidad de tiempo definida es un intervalo de supertrama de transporte (TSF_Interval).
22. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 21 en el que unos específicos de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente y sumidero se contienen dentro de un TSF_Interval especificado y en el que dicho TSF_Interval comprende además un periodo de inactividad.
23. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 16 en el que dicho TSF_Interval es 4 m/seg y en el que dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente y sumidero se reciben a una tasa de bits de 2,4 Mb/s y en el que dicha señal de reloj de muestreo de audio es 44,1 KHz.
24. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 16 en el que, tras la recepción de una indicación en dicho supervisor de calidad de canal de fuente que el uno supervisado de dicha pluralidad de canales disponibles se deteriora, se ordena a dicho sincronizador de audio de fuente por dicho supervisor de calidad de canal de fuente que acorte dicho TSF_Interval y en el que dicho TSF_Interval acortado comunica a dicho sumidero de audio en una parte de sobrecarga asociada con uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente.
25. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 17 en el que una referencia de frecuencia síncrona a dicha señal de reloj de muestreo de audio de fuente se contiene dentro de uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente y en el que, tras la recepción de dicho uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente por dicho receptor de sumidero, dicha referencia de frecuencia se reenvía a dicho

sincronizador de audio de sumidero para generar dicha señal de reloj de muestreo de audio de sumidero.

26. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 20 en el que dicho módulo de compresión asociado con dicha fuente de audio y dicho módulo de descompresión asociado con dicho sumidero son módulos de compresión con pérdida.
- 5 27. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 15 en el que dicho módulo de compresión asociado con dicha fuente de audio y dicho módulo de descompresión asociado con dicho sumidero son módulos de compresión sin pérdida.
28. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 24 en el que dicho supervisor de calidad de canal de fuente mantiene una secuencia de canal preferida (PCS) que comprende una lista de dicha pluralidad de canales disponibles y en el que, si una medida de calidad asociada con el uno supervisado de dicha pluralidad de canales disponibles se encuadra debajo de un umbral predefinido, entonces dicho supervisor de calidad de canal de fuente cambia a un canal posterior en dicho PCS.
- 10 29. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 28 en el que dicha medida de calidad es un nivel de energía de señal predefinido asociado con el uno supervisado de dicha pluralidad de canales disponibles.
- 15 30. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 28 en el que dicha medida de calidad es un nivel predefinido asociado con dicha memoria intermedia de fuente.
31. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 28 en el que uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de sumidero también comprende un acuse de recibo de que uno especificado de dicha pluralidad de paquetes de transmisión de fuente se ha recibido por dicho receptor de fuente y en el que dicha medida de calidad es un número predefinido de unos perdidos de dichos acuses de recibo.
- 20 32. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 28 en el que, antes de establecer una conexión inalámbrica desde dicha fuente de audio a dicho sumidero de audio, dicho supervisor de calidad de canal de fuente explora dicho PCS y determina un uno preferido de dicha pluralidad de canales disponibles.
- 25 33. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 28 en el que, una vez que una conexión inalámbrica desde dicha fuente de audio a dicho sumidero de audio se establece, dicha fuente de audio re-explorará periódicamente dicha lista de dicha pluralidad de canales disponibles para determinar si se requiere una lista actualizada.
34. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 28 en el que dicha medida de calidad es una combinación de un nivel de energía de señal predefinida asociado con el uno supervisado de dicha pluralidad de canales disponibles y un nivel predefinido asociado con dicha memoria intermedia de fuente.
- 30 35. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 34 en el que, si dicho nivel de energía de señal predefinido es alto y dicho nivel de memoria intermedia de fuente predefinido se deteriora, entonces dicho TSF_Interval se acorta y en el que si el uno supervisado de dicha pluralidad de canales disponibles continua deteriorándose se selecciona dicho canal posterior en dicho PCS.
- 35 36. El sistema de audio inalámbrico de la reivindicación 10 en el que, si una medida de calidad asociada con el uno supervisado de dicha pluralidad de canales disponibles está por encima de un umbral predefinido, se reduce una salida de potencia asociada con dicho transmisor de fuente.

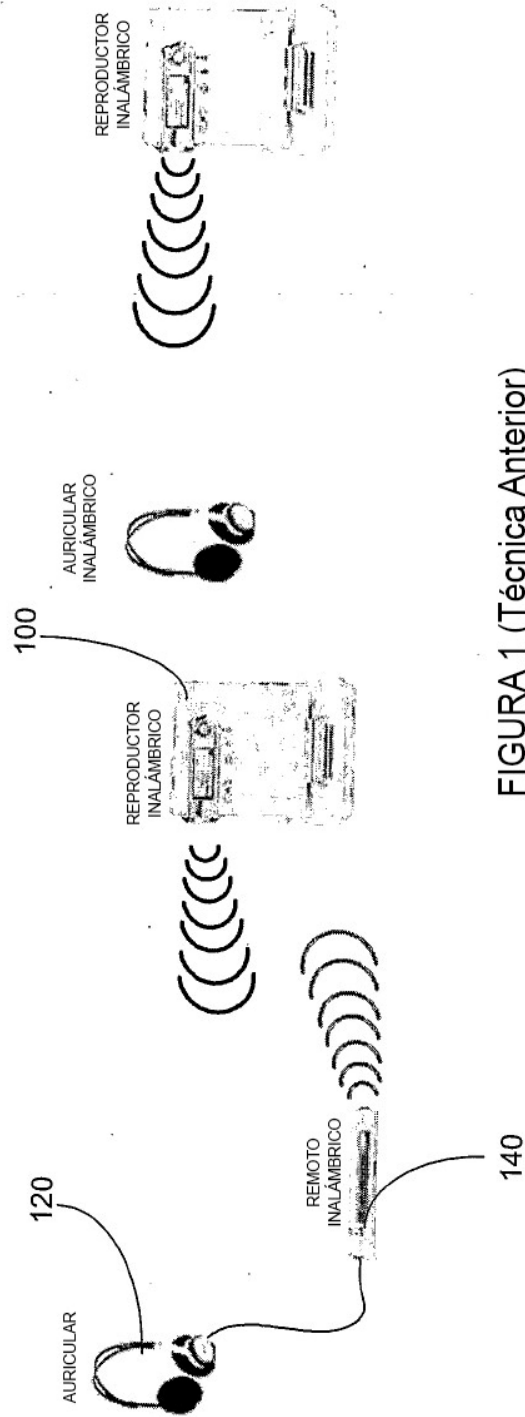


FIGURA 1 (Técnica Anterior)

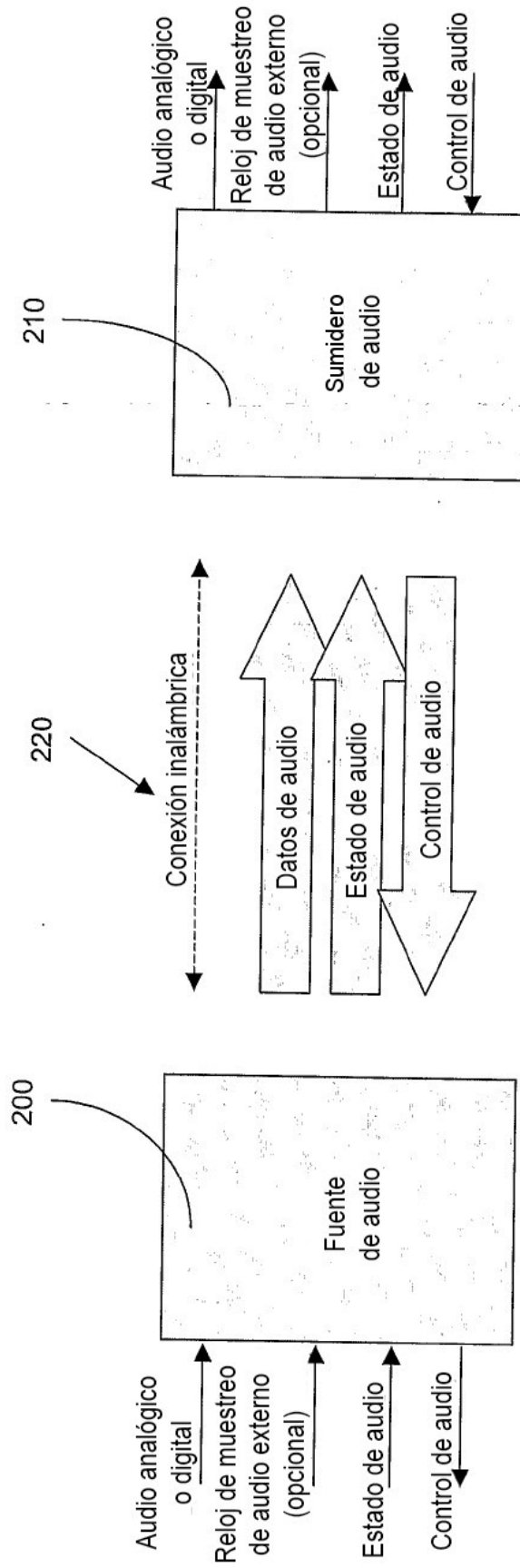


FIGURA 2

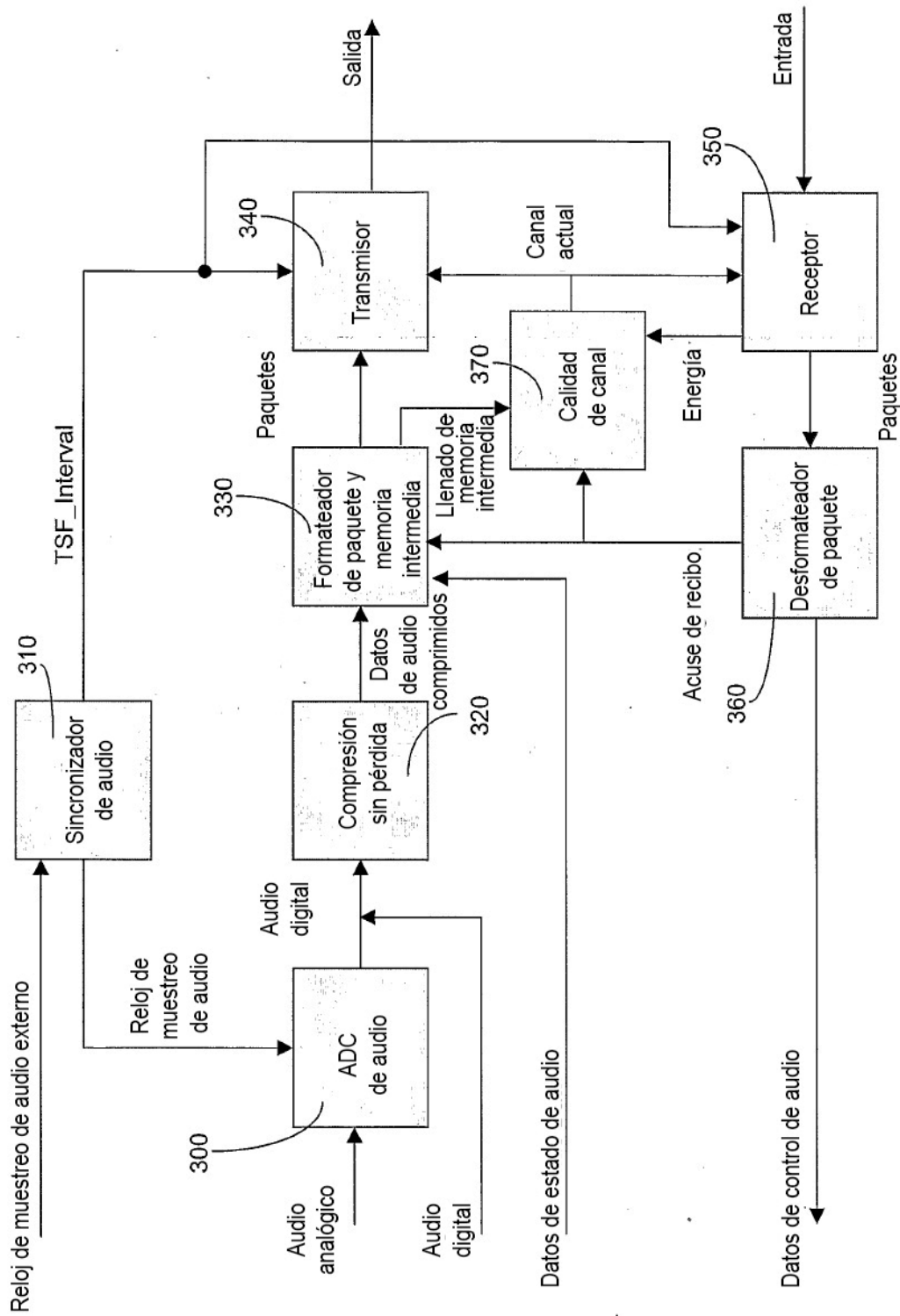


FIGURA 3

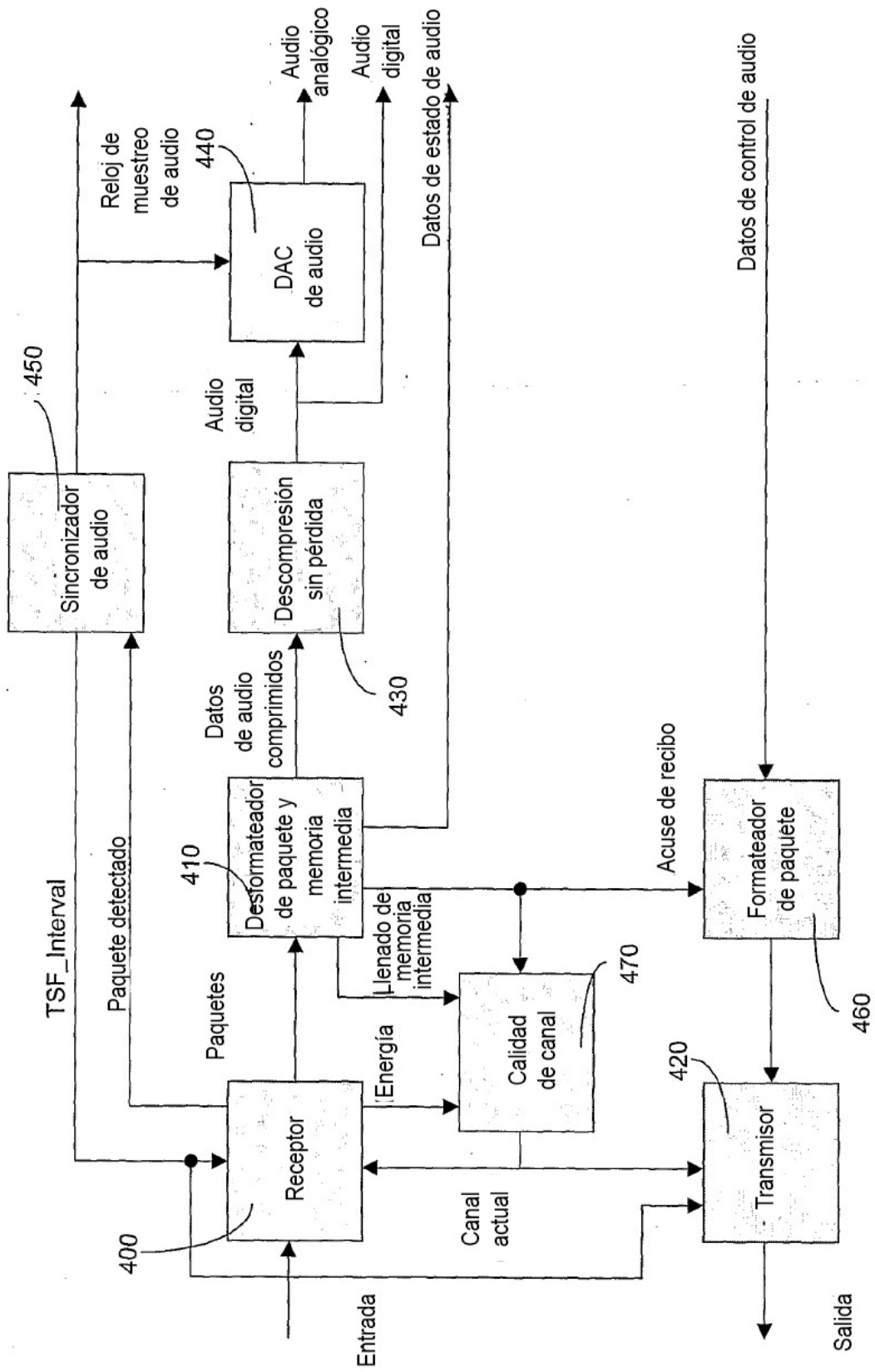


FIGURA 4

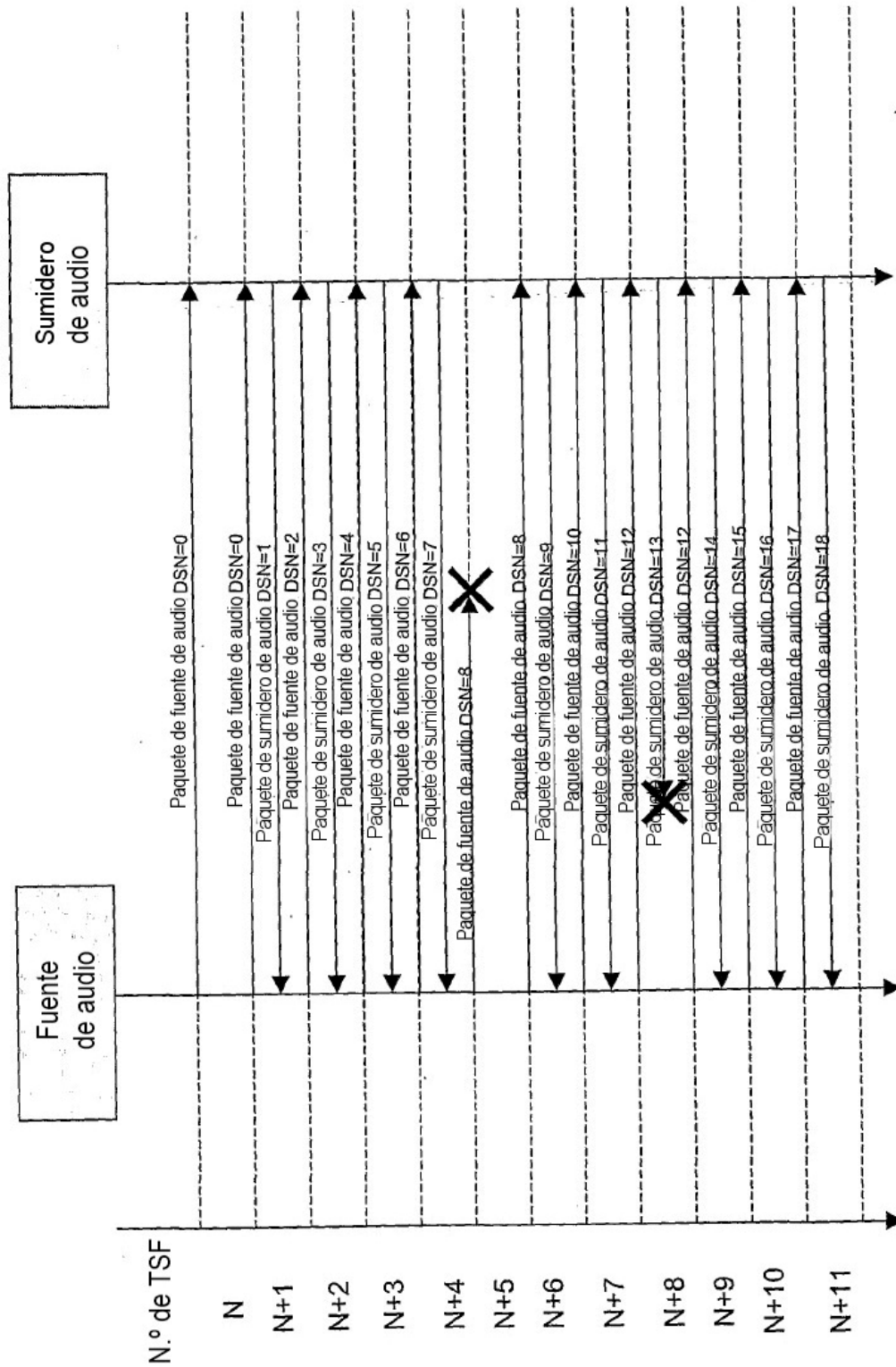
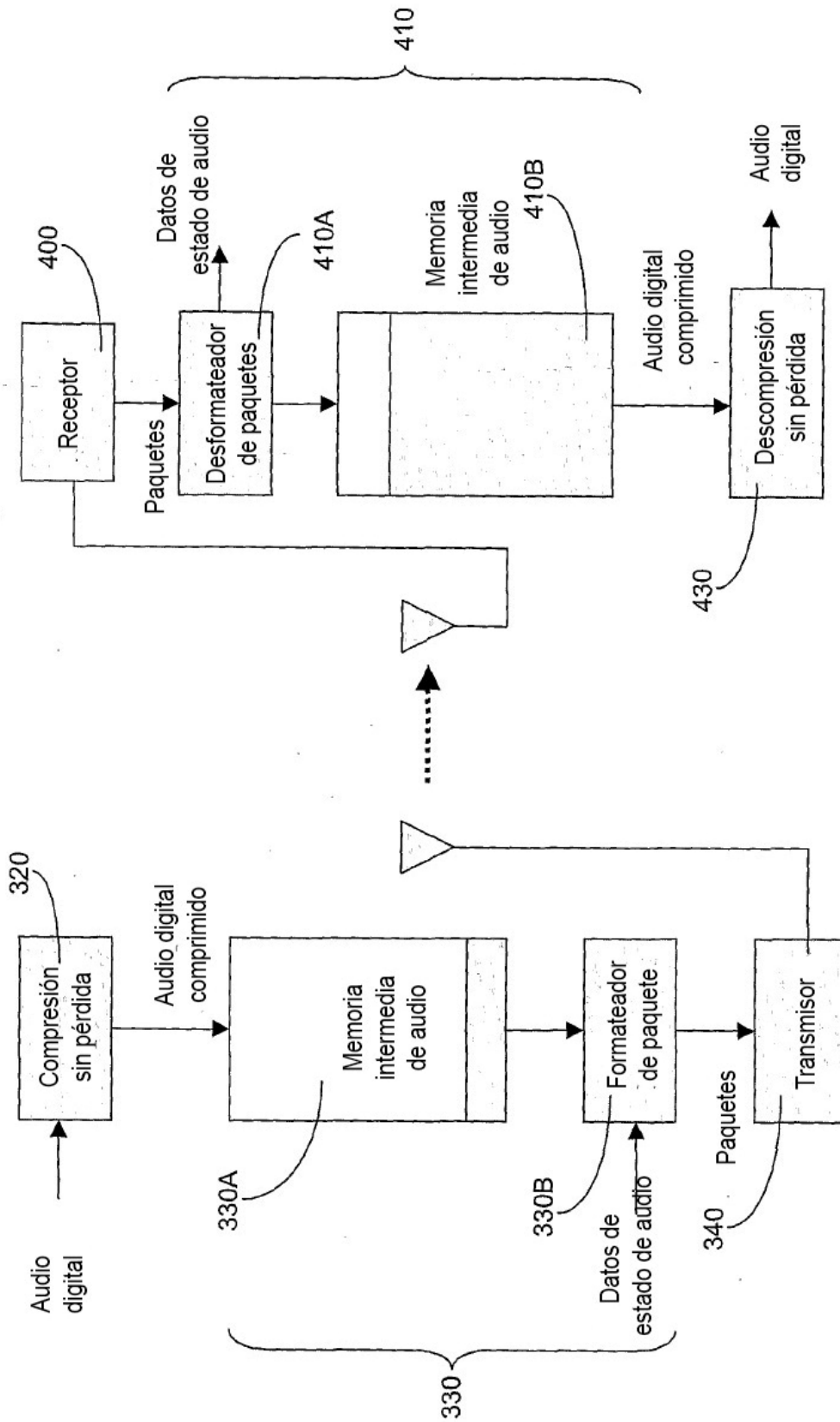


FIGURA 6



Sumidero de audio

FIGURA 7

Fuente de audio

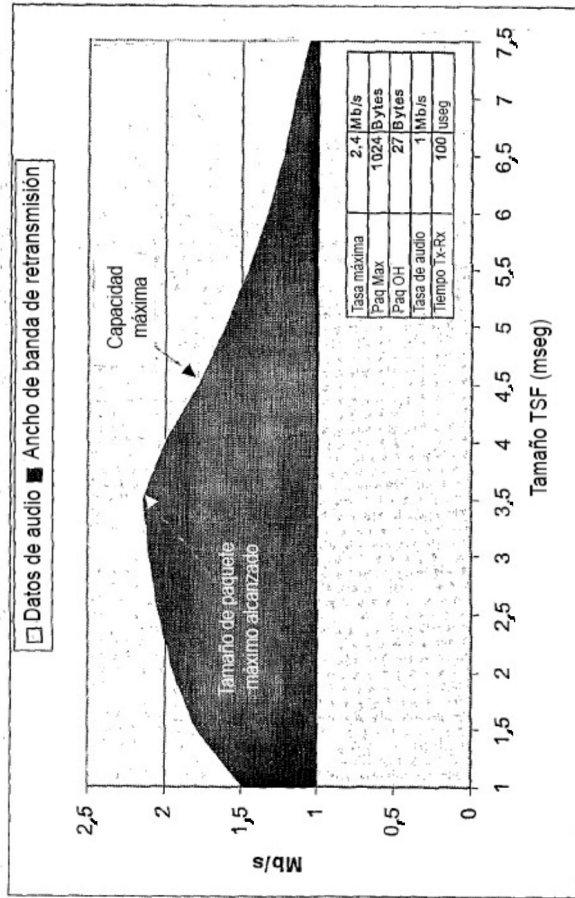


FIGURA 8

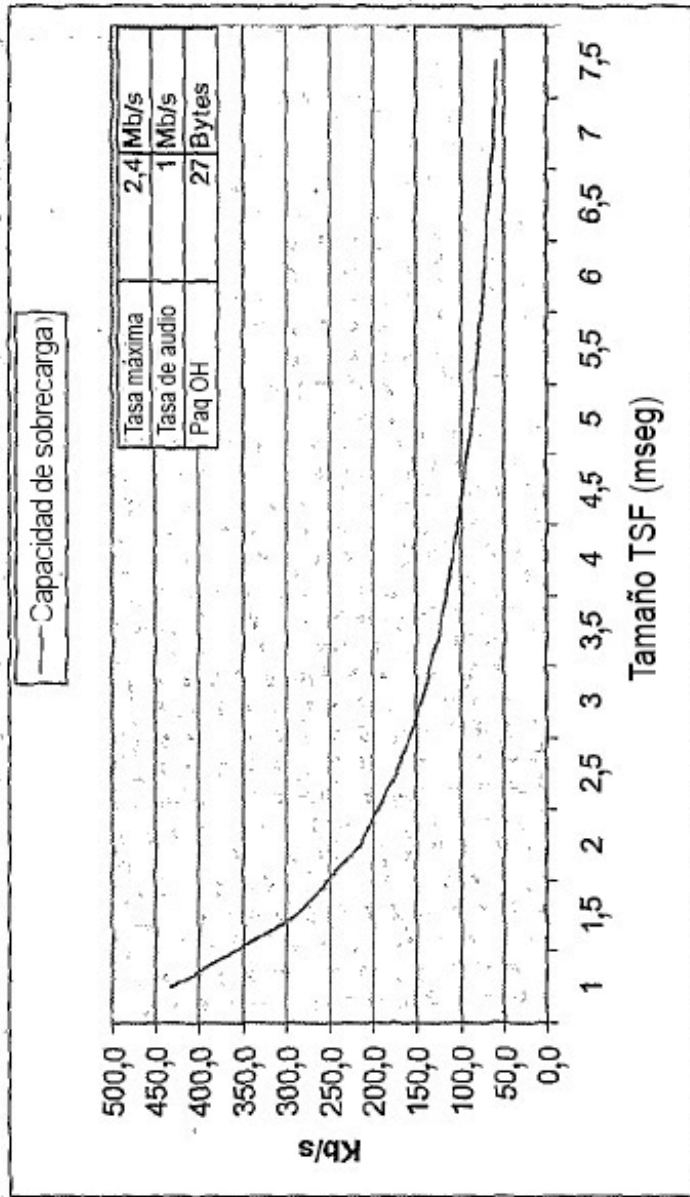


FIGURA 9

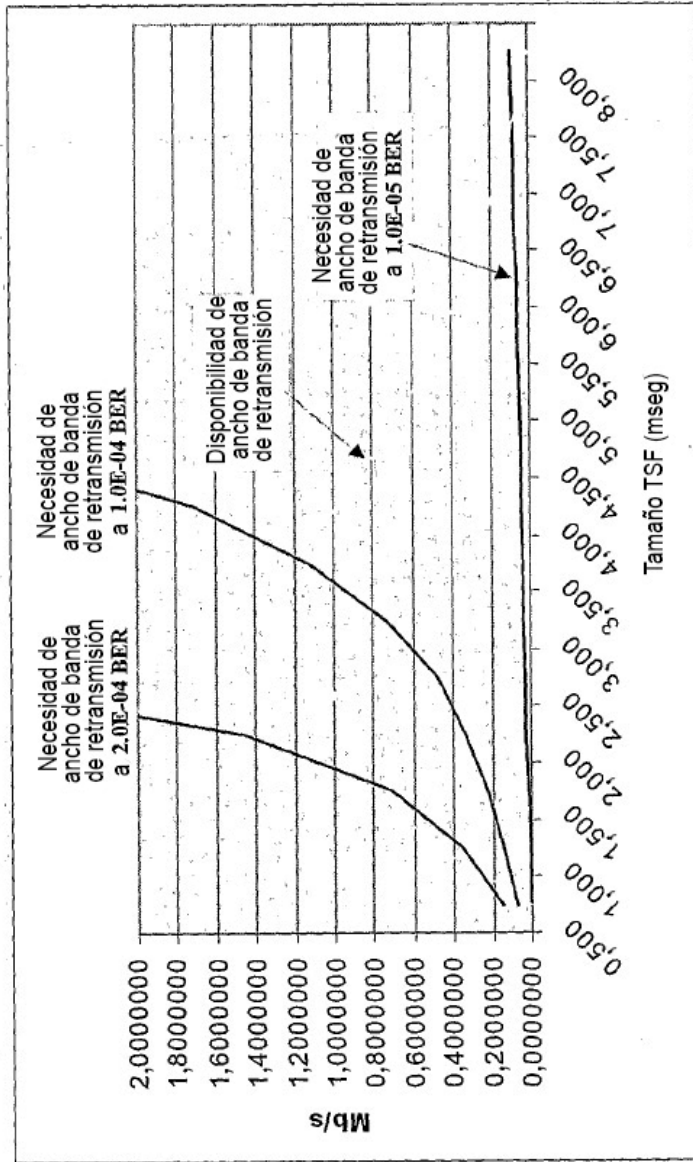


FIGURA 10

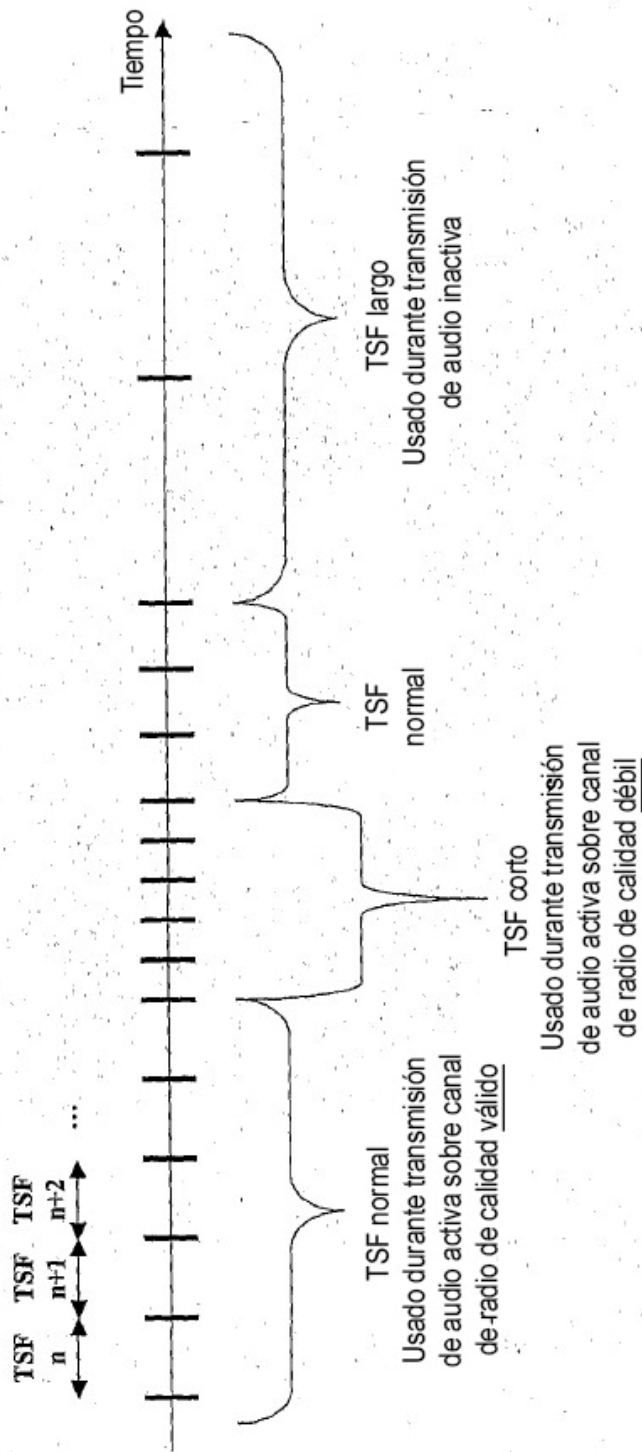


FIGURA 11

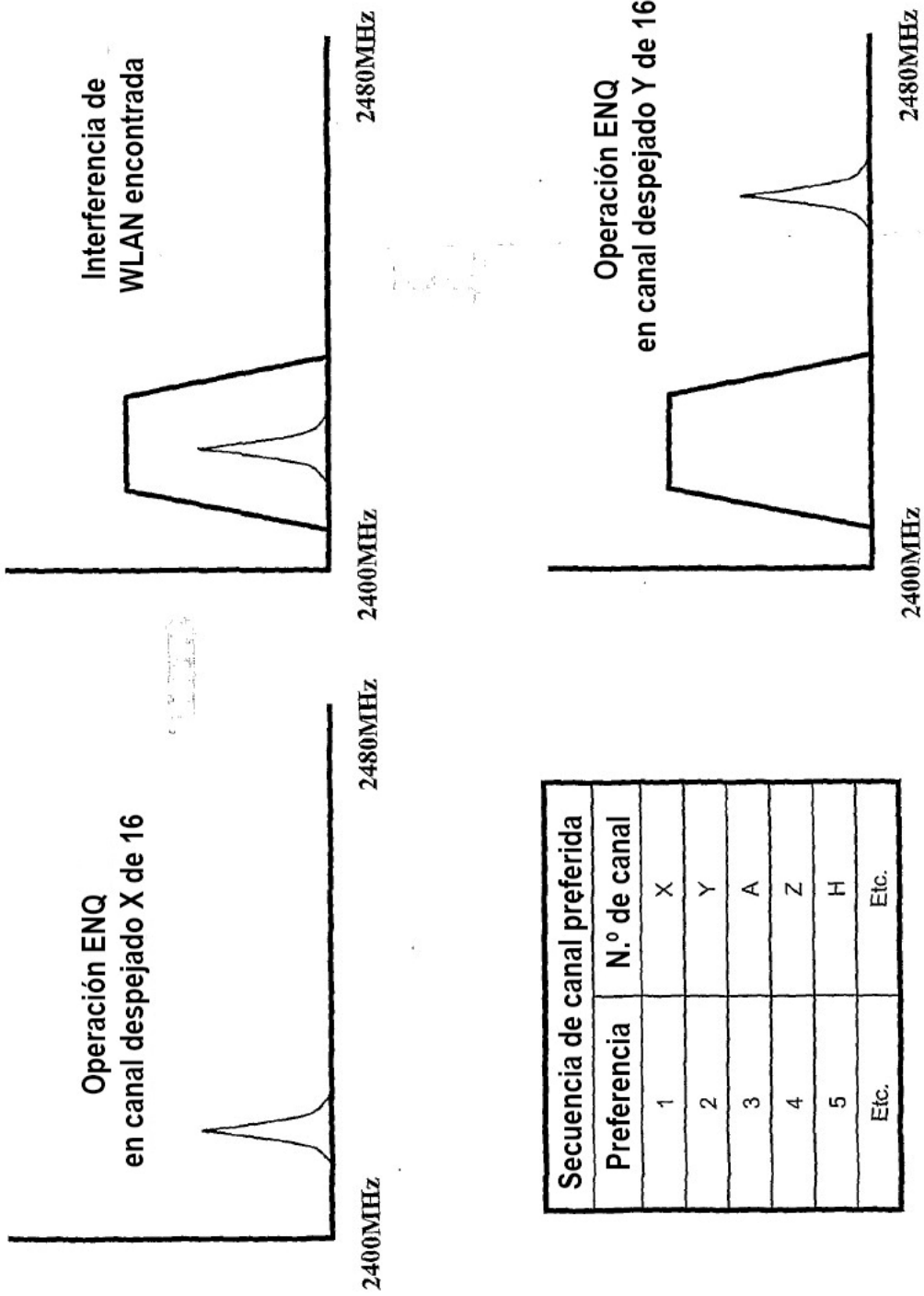


FIGURA 12

	<p>Nivel de memoria intermedia de audio estable</p>	<p>Nivel de memoria intermedia de audio en deterioro</p>
<p>Energía de canal alta</p>	<p>Canal válido</p>	<p>Interferencia 1. Activar intervalo de paquete corto 2. Cambio de canal dinámico</p>
<p>Energía de canal baja</p>	<p>Acercándose a fuera de alcance 1. Avisar usuario</p>	<p>Fuera de alcance 1. Activar intervalo de paquete corto 2. Avisar usuario</p>

FIGURA 13

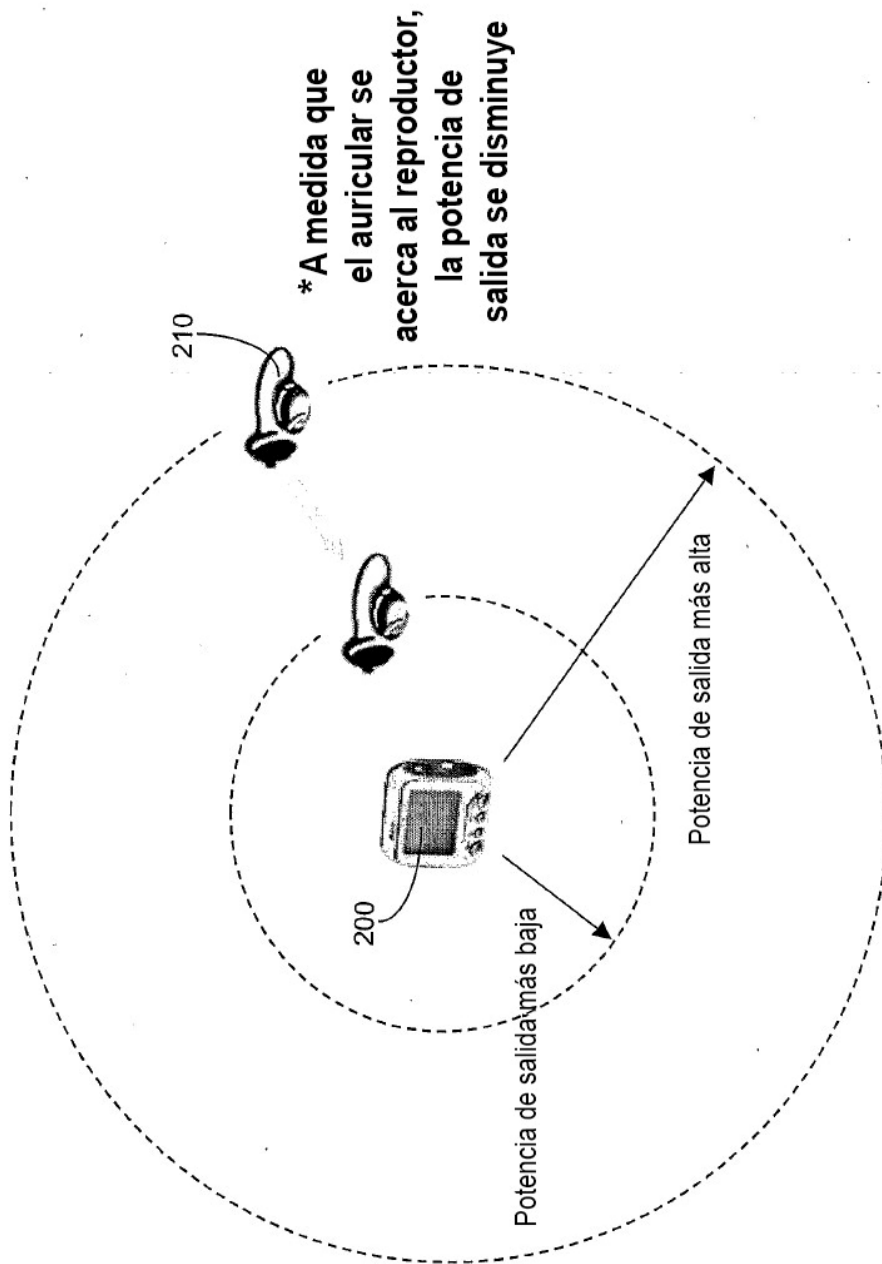


FIGURA 14

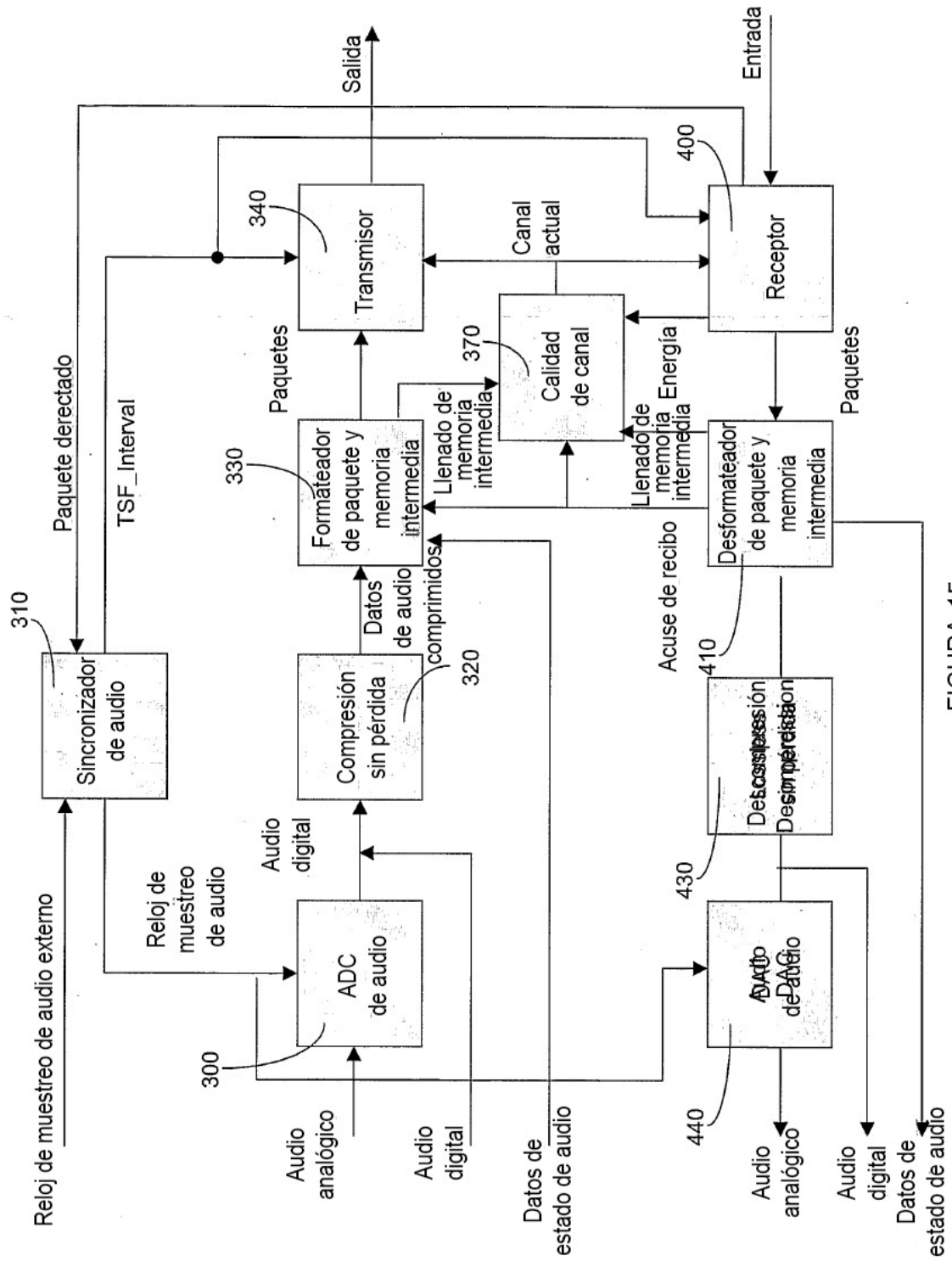


FIGURA 15