



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 350 004**

51 Int. Cl.:
H04L 12/56 (2006.01)
H04R 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06848964 .0**
96 Fecha de presentación : **28.12.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1966957**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.09.2008**

54 Título: **Sistema de distribución inalámbrica de una señal de audio entre una pluralidad de cajas de altavoces activas.**

30 Prioridad: **29.12.2005 FR 05 13448**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.01.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.01.2011

73 Titular/es: **Henri Seydoux**
99, rue de Courcelles
75017 Paris, FR

72 Inventor/es: **Seydoux, Henri**

74 Agente: **Fábrega Sabaté, Xavier**

ES 2 350 004 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

La invención se refiere a un sistema de distribución de señales de audio entre una pluralidad de cajas de altavoces activas, que permite restituir estas
5 señales en las diversas cajas de altavoces respectivas.

Los materiales de audio de nueva generación integran una parte cada vez más importante de circuitos digitales, destinados al tratamiento y a la transmisión de las señales de audio.

La digitalización hace especialmente posible una transmisión por ondas
10 de radio, sin pérdida de calidad, de las señales de audio entre los diversos elementos que forman la cadena de reproducción de audio. La transmisión inalámbrica es más ventajosa cuanto mayor es el número de canales a reproducir: se asiste en efecto a una multiplicación del número de canales, tanto para las instalaciones de reproducción de audio pura (por ejemplo con la
15 tecnología SACD de reproducción de audio de alta definición) como para las instalaciones de tipo "cine en casa". Generalmente, estas instalaciones prevén una configuración sonora de tipo "5.1", es decir, con un canal delantero central, dos canales delanteros laterales (izquierdo y derecho), dos satélites traseros (izquierdo y derecho), así como una caja de altavoces potenciadora de graves.
20 El número de canales se puede incluso aumentar hasta una configuración "7.1", con dos canales de ambiente ("*surround*") laterales suplementarios. Se pueden considerar también múltiples configuraciones intermedias, desde una simple configuración mono o estéreo con una o dos cajas de altavoces, hasta configuraciones que incluyen numerosas cajas de altavoces satélites y de
25 ambiente.

Una problemática comparable se presenta en las instalaciones de sonorización profesional para los lugares públicos, tiendas, habitaciones de hotel, etc. que pueden comprender varias decenas, incluso más, de cajas de altavoces acústicas, que reciben música u otras señales de audio desde una
30 cabecera de red central. Puede ser deseable en particular la difusión de señales de manera selectiva hacia tal o cual grupo de cajas de altavoces, y no hacia otras, o incluso poder desplazar fácilmente las cajas de altavoces, por ejemplo en el caso de las instalaciones temporales instaladas durante espectáculos, salones, etc.

Para evitar la multiplicación de los cables de conexión entre la fuente de señales y las cajas de altavoces, se han propuesto sistemas de transmisión inalámbrica hacia las diferentes cajas de altavoces del sistema, que son entonces cajas de altavoces denominadas "activas", es decir que incorporan uno o varios amplificadores de baja frecuencia asociados al altavoz (o al sistema de altavoces) de la caja de altavoces. Estas cajas de altavoces activas sólo requieren en entrada una señal de bajo nivel, que se puede transmitir por medios inalámbricos, de radio o infrarrojos, desde un emisor conectado a la fuente de señal. Con tal caja de altavoces activa combinada con una transmisión inalámbrica, el único inconveniente es la conexión de la alimentación de la caja de altavoces a una toma de corriente, lo cual deja una distancia muy grande para el posicionamiento de las diferentes cajas de altavoces del sistema (incluso si no son más que dos, como es el caso de un simple conjunto estéreo), posicionamiento del que se conoce la importancia para desembocar en una reproducción satisfactoria del entorno musical y de los eventuales efectos sonoros. Se han propuesto numerosas técnicas para realizar la transmisión inalámbrica de señales de audio, por ejemplo mediante un cajetín emisor independiente conectado a una fuente de audio, o a la salida de "línea" de una cadena tradicional, cajetín que, por transmisión de radio analógica o digital, envía la señal producida por la fuente o la cadena hacia cajas de altavoces activas remotas. Este cajetín emisor se puede incorporar a la cadena, presentándose el conjunto de audio entonces en forma de bloque integrado y de n cajas de altavoces activas. Esta cadena, es decir el conjunto de los elementos del sistema de reproducción de audio a excepción de las cajas de altavoces (activas o no), se puede componer de varios elementos remotos conectados entre sí por medios apropiados, alámbricos o inalámbricos, o integrados en una misma unidad que garantiza mediante conmutaciones apropiadas las diferentes funciones (radio, CD, casete, etc.).

También es deseable disponer de una transmisión inalámbrica no sólo corriente abajo, es decir, de la cadena a las cajas de altavoces, sino también corriente arriba, es decir, para conectar fuentes remotas tales como walkmans o lectores de música digital (MP3, AAC,...), agendas digitales personales o también un ordenador provisto de medios de transmisión de radio integrados o añadidos en forma de adaptador conectado a un puerto externo del ordenador.

Los diversos sistemas propuestos hasta ahora no resuelven más que parcialmente el problema de la supresión de las conexiones alámbricas en un conjunto de reproducción de audio.

5 Estos sistemas conocidos se diseñan generalmente alrededor de un cajetín emisor acoplado a cajas de altavoces activas especialmente adaptadas, con una tecnología privativa propia del constructor, que conduce a un sistema cerrado, poco o nada evolutivo.

10 Para las conexiones de las diversas fuentes, se requieren adaptadores de emisión y de recepción, con condiciones de acoplamiento, conexión, alimentación..., que pueden desanimar a los usuarios poco motivados por este tipo de tecnología.

15 Finalmente, la ergonomía de estos aparatos es en general bastante mediocre y necesita una implicación por parte del usuario, de manera que éste utiliza, en la práctica, muy pocas de las muchas funciones que le ofrece el sistema.

20 El documento US-A-2005/0190928 describe un sistema de difusión de varios canales de audio organizado alrededor de un televisor. Este último se comunica mediante conexiones inalámbricas con diversos periféricos tales como cajas de altavoces activas, un teléfono móvil, un ordenador, etc. para la difusión de canales de audio y/o el intercambio de comandos y de datos con estos periféricos. El sistema define una topología de red a partir de un "dispositivo maestro", predeterminado o bien por construcción (por ejemplo se considera el televisor como el dispositivo maestro), o bien por la maniobra de un conmutador accesible al usuario. Todos los demás dispositivos son
25 entonces "esclavos" directamente vinculados a este dispositivo maestro, según una topología en estrella en un solo nivel.

30 La propuesta de lo anteriormente mencionado, aunque permite solucionar un cierto número de los inconvenientes expuestos anteriormente gracias a la aplicación de conexiones inalámbricas, presenta, sin embargo, una flexibilidad de uso limitada, especialmente por el hecho de que el dispositivo maestro se debe definir por adelantado, por construcción o por el usuario. De este modo, la red no se configura necesariamente de manera óptima, teniendo en cuenta en particular las condiciones de propagación. Por lo tanto, tampoco se puede modificar dinámicamente en función de las circunstancias:

especialmente una desconexión o una avería del dispositivo maestro conlleva una parada general del sistema.

El documento EP 1 703 773 A2 (documento intercalado oponible sólo a título de novedad) describe un sistema de audio en el cual una pluralidad de
5 cajas de altavoces activas (o de micrófonos) se encadenan juntas, según una topología lineal en cascada, definida a priori, estando cada caja de altavoces acoplada por una conexión inalámbrica a la que le precede y a la que sigue en la cadena. La red de cajas de altavoces queda de este modo determinada por adelantado, y no se puede modificar dinámicamente.

10 Uno de los objetivos de la invención es proponer un sistema de distribución de una señal de audio multicanal universal que permite paliar las dificultades evocadas anteriormente gracias especialmente a las siguientes características:

- 15 - un mínimo de elementos materiales aparentes, incorporándose los diferentes circuitos y órganos funcionales a las cajas de altavoces sin ser visibles ni accesibles para el usuario;
- ausencia de conexión necesaria, a no ser la toma de corriente para alimentar la caja de altavoces;
- 20 - ergonomía simplificada para la puesta en marcha, siendo el sistema "*Plug-and-Play*", es decir, que el usuario no tendrá que preocuparse más que de colocar las cajas de altavoces y conectar las tomas de corriente, configurándose el sistema por sí solo de manera totalmente automática y transparente para el
- 25 usuario;
- definición por el propio sistema de la topología de la red según una configuración óptima, y esto de manera totalmente sistemática y automática;
- posibilidad de definir y jerarquizar la red a partir de cualquiera de
- 30 las cajas de altavoces del sistema, no diferenciándose éstas en un primer momento desde el punto de vista de la topología de la red;
- posibilidad de auto-reconfiguración dinámica de la red sin interrupción del funcionamiento, por ejemplo en el caso de

modificación de las condiciones de transmisión de la señal de radio o de desconexión de una o varias cajas de altavoces;

5 - ergonomía simplificada, gracias a una mayor automatización del funcionamiento y una reducción a lo estrictamente necesario de los pulsadores y otros mandos;

10 - carácter evolutivo y autoadaptativo, sea cual sea el número de cajas de altavoces activas (dos, cuatro, cinco, "5.1", "7.1",...): por ejemplo, si un usuario dispone ya de una configuración estéreo (dos cajas de altavoces), basta conseguir y conectar dos satélites y una caja de altavoces potenciadora de graves para transformar inmediatamente su conjunto en un sistema "4.1 ", sin intervención sobre las cajas de altavoces existentes, reconfigurándose el sistema de manera totalmente automática en cuanto se lleva a cabo la puesta bajo tensión de las nuevas
15 cajas de altavoces;

- posible uso con cualquier fuente provista de medios apropiados de transmisión inalámbrica;

20 - posibilidad de mando a distancia, no sólo por un mando a distancia específico, sino también por cualquier aparato provisto de teclas y de medios apropiados de transmisión inalámbrica, por ejemplo mediante un teléfono móvil.

25 El sistema de la invención es del tipo divulgado por la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas ventajosas.

A continuación se va a describir un ejemplo de realización del dispositivo de la invención, en referencia a los dibujos anexos donde las mismas referencias numéricas designan de una figura a otra elementos idénticos o funcionalmente similares.

30

La figura 1 ilustra las diferentes etapas (a) a (d) de la colocación y de la configuración de la red de cajas de altavoces según la invención.

La figura 2 ilustra de manera esquemática los diversos modos de funcionamiento del sistema de la invención, con las transiciones posibles

de estados y de modos.

La figura 3 es una vista esquemática de un ejemplo de sistema de la invención y de los diferentes elementos que pueden conectarse al mismo.

5 La figura 4 es una vista de cara de una de las cajas de altavoces activas del sistema según la invención.

La figura 5 es un esquema funcional por bloques de la caja de altavoces activa del sistema de la invención.

10 La figura 6 ilustra los diversos módulos informáticos implicados en la restitución de la señal de audio.

La figura 7 es un esquema por bloques funcionales de los diferentes elementos de la caja de altavoces concernidos por la restitución de audio.

15 Las figuras 8 y 9 son homólogas de las figuras 5 y 7, para una caja de altavoces simplificada utilizable en el sistema de la invención.

Se van a describir, en referencia a la figura 1, las diferentes etapas de configuración de una red.

20 Se tomará el ejemplo de un sistema que comprende una configuración de tipo "7.1" más un par de cajas de altavoces estéreos suplementarias, por ejemplo cajas de altavoces instaladas en otra habitación.

Las enseñanzas de la invención son, sin embargo, aplicables, por simple extrapolación, a configuraciones que llevan un número de cajas de altavoces menor (por ejemplo una configuración estéreo de base con dos cajas de
25 altavoces, derecho e izquierdo, que es la configuración más sencilla), como a configuraciones aún más complejas, por ejemplo en aplicaciones de sonorización profesional. Al principio, el usuario coloca las cajas de altavoces en el lugar deseado, respetando el posicionamiento respectivo de las diferentes fuentes acústicas. Una configuración "7.1" comprende de este modo cajas de
30 altavoces de canal delantero central C, de canales delanteros laterales izquierdo y derecho L y R, de canales de ambiente laterales L1 y R1, de satélites traseros L2 y R2 y una caja de altavoces potenciadora de graves W. En el ejemplo ilustrado, se supondrá que la instalación comprende igualmente, por ejemplo en una habitación vecina, un par de cajas de altavoces derecha e

izquierda L' y R'.

Cada una de las cajas de altavoces es una caja de altavoces "activa", es decir que comprende no solamente uno o varios altavoces sino también un amplificador integrado. Cada caja de altavoces comprende igualmente una
5 interfaz de radio que le permite comunicarse con el exterior para recibir y emitir señales, de la manera que se describirá más en detalle a continuación, en referencia a las figuras 5 a 7.

El tipo de conexión inalámbrica de radio bidireccional seleccionado es, de manera muy ventajosa, una conexión de tipo *Bluetooth* (marca registrada
10 del Bluetooth SIG, Inc.).

En efecto, las especificaciones *Bluetooth* ofrecen la posibilidad de mando a distancia mediante una conexión inalámbrica bidireccional de un dispositivo remoto. En la práctica, se trata, la mayoría de las veces, de un teléfono móvil o de un periférico informático, pero las especificaciones
15 *Bluetooth* no se limitan a este tipo de aparato y comprenden especialmente perfiles compatibles con la transmisión de flujo de audio multicanal codificados de alta calidad (perfil A2DP: *Advanced Audio Distribution Profile*), así como perfiles que garantizan la interoperabilidad de los aparatos *Bluetooth* con funciones de comando de audio y vídeo (perfil AVRCP: *Audio Video Remote
20 Control Profile*).

La elección de la tecnología *Bluetooth* es particularmente ventajosa teniendo en cuenta su carácter universal y evolutivo, la existencia de numerosas funcionalidades, así como numerosos componentes, además, poco costosos, especialmente diseñados para su aplicación. Esta elección no es, sin
25 embargo, de ningún modo limitativa, y la invención puede ser aplicada mediante otras técnicas de transmisión inalámbrica, ya que estas técnicas ofrecen un caudal de datos suficiente para permitir la transmisión de señales de audio digitales de alta calidad: tal es por ejemplo el caso de la norma IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11) denominada "*WiFi*".

Se observará que la tecnología *Bluetooth* se utiliza en el marco de la invención de manera un poco diferente de su finalidad original – pero sin embargo sin modificación de los protocolos, de manera que permanece perfectamente compatible con las prescripciones de las especificaciones *Bluetooth*. En efecto, la tecnología *Bluetooth* se ha diseñado para permitir una
30

transmisión puntual de datos durante un periodo limitado de tiempo, por ejemplo la duración de una conversación telefónica, o la duración del envío de un fichero a una impresora, pero no se ha previsto hasta ahora su utilización para establecer una conexión permanente en un sistema, como en el caso de

5 la invención, donde se verá que la conexión entre las diferentes cajas de altavoces perdura mientras que las cajas de altavoces no se desalimenten, es decir, se desconecten: cuando el sistema está en espera, es decir aparentemente inactivo para un usuario, las conexiones inalámbricas entre las cajas de altavoces permanecen activas, aunque con un tráfico de información

10 reducido, de manera que permiten el mantenimiento de la configuración de la red y la detección en todo momento de una señal externa a la red.

Otra originalidad de la invención consiste en aprovechar las posibilidades particulares ofrecidas por las especificaciones *Bluetooth* de realizar no sólo conexiones punto-a-punto entre dos elementos, sino también

15 establecer y administrar redes más o menos complejas constituidas entre un cierto número de estos elementos.

Un primer tipo de red es la "piconet", o micro-red, que se crea de manera automática cuando varios elementos compatibles *Bluetooth* se encuentran en un mismo radio. La piconet sigue una topología de estrella, con un maestro y

20 varios esclavos. Los esclavos pueden estar o bien "activos", es decir en comunicación con el maestro, o bien "aparcados", es decir puestos provisionalmente en espera, con posibilidad para el maestro de despertarlos para activarlos. Las comunicaciones son directas entre el maestro y los esclavos. Los esclavos no pueden comunicarse entre sí.

Otro tipo de red según las especificaciones *Bluetooth* es la "scatter-net", o red dispersa, que es una red formada por varias piconets conectadas entre sí por un esclavo común, que posee varios maestros. Esto permite, geográficamente, aumentar la extensión de la red por recubrimiento parcial y encadenamiento de varias piconets.

Se observará a este respecto que la invención se describirá aquí en el marco de una transmisión que aplica una tecnología *Bluetooth* pero que, como indicado anteriormente, esta elección no es en modo alguno limitativa y que otras tecnologías que permitan constituir una red local inalámbrica WLAN también se pueden utilizar. En particular, la terminología "maestro/ esclavo",

que es la utilizada por las especificaciones *Bluetooth*, no debe en modo alguno considerarse como limitativa, y debe considerarse como equivalente a cualquier otra terminología de descripción de topología de red tal como "huésped/periférico", "huésped/dispositivo", o "cliente/servidor". La invención
5 propone, a partir de un conjunto de cajas de altavoces independientes simplemente colocadas en un local, como se ilustra en la figura 1 (a), crear y configurar una red inalámbrica que conecta estas cajas de altavoces permitiendo esta red hacer circular en forma de mensajes digitales señales de audio a difundir por las cajas de altavoces del sistema.

10 Se va a explicar cómo esta configuración se puede realizar de manera totalmente automática y además adaptativa, es decir que la organización de la red podrá ser modificada automáticamente en caso, por ejemplo, de añadido o de retirada de una caja de altavoces, y esto de manera totalmente transparente para el usuario.

15 Originariamente, se trata de una característica particularmente original proporcionada por la invención – todas las cajas de altavoces son independientes y en el mismo plano desde el punto de vista de la topología de la red a configurar, es decir, que la caja de altavoces que será maestro (huésped) de la red jerarquizada no se determina necesariamente a priori y
20 podrá ser, en función de las circunstancias, cualquiera de las cajas de altavoces del sistema.

Las cajas de altavoces están sin embargo "diferenciadas", no en lo que se refiere a la topología de conexión (que se definirá por la red cuando ésta se configure) sino según su posición física, su función acústica que tendrán que
25 desempeñar: por ejemplo "caja de altavoces derecha", "caja de altavoces izquierda", "caja de altavoces potenciadora de graves", "satélite trasero derecho", "satélite trasero izquierdo", etc.

La diferenciación de la caja de altavoces se puede aplicar de varias maneras:

30

- de manera material, una vez por todas: la caja de altavoces comprende entonces una etiqueta que permite reconocer la función que debe desempeñar en la instalación,
- de manera material y modificable, por ejemplo por un conmutador

interno o dispuesto en la cara trasera,

- por software, *a posteriori* después de la configuración de la red, por envío sobre la misma de mensajes específicos a petición del usuario,
- de manera totalmente automática, proporcionando, *a priori* o *a posteriori* medios de localización en el espacio de las posiciones relativas de las diferentes cajas de altavoces, de manera que se diferencien en función de su posición física relativa.

Antes de la configuración, todas las cajas de altavoces están en un modo denominado "nuevo", es decir que siguen siendo independientes, y van a buscar su configuración en red.

La primera fase del protocolo de configuración de la red se ilustra en la figura 1b.

Ésta se ejecuta de manera autónoma por cada una de las cajas de altavoces, y conforme a los protocolos *Bluetooth* estándar: cada caja de altavoces se configura en modo "descubrible" para poder ser reconocida por las otras, y va a buscar todas las cajas de altavoces situadas en su radio de acción, es decir con las que puede establecer una comunicación inalámbrica satisfactoria. En efecto, debido al alejamiento de los elementos y del alcance voluntariamente limitado de la transmisión *Bluetooth*, puede ser que algunas de las cajas de altavoces no sean visibles por todas las otras cajas de altavoces, o que la conexión sea de una calidad demasiado baja, lo cual tendría por efecto introducir un número excesivo de errores de transmisión que conducen a una repetición de los datos a transmitir y un retardo demasiado importante en el flujo de audio recibido.

En este momento o en un momento posterior, la caja de altavoces examina igualmente si el objeto *Bluetooth* con el cual ha establecido una conexión efectiva es efectivamente un objeto "compatible", es decir una caja de altavoces destinada a la constitución de un sistema según la invención, y no un periférico que se utilizará posteriormente (fuente de audio o mando a distancia), o también otro dispositivo *Bluetooth* que no tenga ninguna relación funcional con el sistema de la invención (impresora, etc.). Esta verificación de compatibilidad puede basarse especialmente en un parámetro *Bluetooth* libre específicamente parametrizado, por ejemplo el "*Dedicated Inquiry Access*

Code".

Esta verificación puede aplicar en particular una autenticación de las cajas de altavoces entre sí, por ejemplo una autenticación basada en un algoritmo de clave pública de tipo RSA o similar.

5 Este algoritmo es en sí mismo bien conocido pero se aplica aquí de manera novedosa.

En efecto, en el marco de la presente invención, dos cajas de altavoces deben poder autenticarse:

- 10
- mutuamente,
 - de manera segura (lo cual permite una clave pública),
 - rápidamente,
 - sin intervención ni implicación del usuario (a diferencia de un algoritmo RSA utilizado de manera convencional),
- 15
- de manera previa (en la medida en que, antes de la autenticación, no es posible establecer la conexión efectiva con la caja de altavoces remota).

La invención utiliza la característica según la cual el software de las
20 cajas de altavoces es el mismo para todas las cajas de altavoces, y la identidad de estos softwares hace que las claves públicas y privadas sean las mismas para cada caja de altavoces, por lo tanto conocidas por cada una de ellas.

A este efecto, cada caja de altavoces utiliza un dato de identificación predeterminado, por ejemplo el "*Friendly Name*" o el "*EIR Information*" de las
25 especificaciones *Bluetooth* o el identificador SSID de una red WLAN, y combina mediante un algoritmo de clave pública de tipo RSA este dato con los datos de autenticación para producir una firma digital. Esta firma se recibe por la caja de altavoces remota, que la descodifica y la compara con su propio dato de identificación.

30 Se observará que, en la medida en que las claves pública y privada son las mismas para cada caja de altavoces (todas utilizan el mismo software) y por lo tanto son conocidas por cada caja de altavoces, no se necesita proceder a un cambio previo de la clave pública antes de la autenticación.

Se observará igualmente que el control del "*Dedicated Inquiry Access*

Code" mencionado anteriormente constituye un primer nivel de filtrado que permite limitar el impacto de las interrogaciones aplicadas en las otras cajas de altavoces.

5 Por otra parte, en la medida en que cada caja de altavoces difunde un mensaje hacia todas las otras cajas de altavoces, este procedimiento se ejecuta igualmente en sentido inverso desde la caja de altavoces remota. La autenticación según la invención es de este modo una autenticación mutua y simétrica entre las dos cajas de altavoces. Para un número de cajas de altavoces superior a dos, la autenticación se efectúa del mismo modo entre
10 todos los pares de cajas de altavoces presentes.

En base a los resultados de la búsqueda así aplicada, cada caja de altavoces establece una "tabla de proximidad" donde cada una de las cajas de altavoces visibles para el mismo se identifica de manera unívoca, por ejemplo por su dirección MAC (*Media Access Control*), que es la dirección *Bluetooth* en
15 el caso actual. Esta tabla comprende por ejemplo, para cada una de las cajas de altavoces encontrados, su dirección MAC, la versión de su software así como su "diferenciación" en el sentido indicado anteriormente, es decir, la definición de su función específica (delantera izquierda, delantera derecha, caja de altavoces potenciadora de graves, etc.).

20 La *segunda fase* del protocolo de configuración consiste en designar, entre todas las cajas de altavoces que se han descubierto en la fase precedente, la que constituirá la caja de altavoces de cabecera de red, a partir de la cual esta red se jerarquizará para definir de manera unívoca una vía para la difusión de las señales de audio.

25 Esta caja de altavoces, en lo sucesivo designada como "caja de altavoces de cabecera" tendrá igualmente por función servir de "cabeza de puente" (*pier*) hacia el exterior para la red, es decir constituir un punto de acceso sólo visible para cualquier periférico que forme una fuente de señales de audio y/o de comandos para la red. Ejemplos de estos periféricos se
30 describirán más en detalle en lo sucesivo en referencia a la figura 3.

En efecto, un aspecto importante de la invención es el hecho de que el sistema constituido por diversas cajas de altavoces de la red se comporta como un conjunto único con respecto a los diferentes periféricos inalámbricos externos que pueden acoplarse al mismo, es decir, una vez que el sistema se

ha configurado, los diversos periféricos no verán funcionalmente más que un solo dispositivo compatible *Bluetooth* al cual cada periférico podrá acoplarse sin que sea necesario especialmente que éste se adapte a la topología de las diferentes cajas de altavoces del sistema, ocurriendo esto mismo incluso si la

5 comunicación con la caja de altavoces de cabecera no es directa pero se realiza mediante una o más cajas de altavoces (este aspecto de la invención se expondrá más en detalle posteriormente).

La designación de la caja de altavoces de cabecera se aplica mediante un algoritmo que atribuye una nota en función de diversos parámetros, por

10 ejemplo el número de versión de software más reciente, la dirección MAC más elevada, etc. Este algoritmo se ejecuta por cada una de las cajas de altavoces, sobre la base de su tabla de proximidad, aplicándose el algoritmo a cada una de las cajas de altavoces enumerada en la tabla: se conecta entonces a este último, para permitir el intercambio de mensajes que permite evaluar el criterio

15 de la caja de altavoces interrogada con respecto a su propio criterio. Estos mensajes intercambiados son del tipo pregunta/respuesta tales como: "¿tienes algo mejor?", "Tengo algo mejor", "No tengo nada mejor", "soy la caja de altavoces de cabecera": cada caja de altavoces busca al "candidato" cabecera de red aplicando el algoritmo a todas las entradas de su tabla de proximidad, y

20 a continuación se conecta a este candidato y, para confirmar su decisión, le envía un mensaje "¿tienes algo mejor?" (sobrentendiéndose: "... que la nota dada por el algoritmo aplicado a mi tabla de proximidad)". La respuesta será: "tengo algo mejor", "no tengo nada mejor", o "soy la caja de altavoces de cabecera". A continuación la caja de altavoces que cree tener la mejor nota

25 intenta conectarse a todas las otras cajas de altavoces, y así progresivamente hasta encontrar la caja de altavoces que tenga la nota más elevada, que será entonces designada como caja de altavoces de cabecera.

De manera general, el criterio que permite seleccionar la caja de altavoces de cabecera entre todas las cajas de altavoces puede ser un criterio

30 único o una combinación de varios criterios asociados y eventualmente ponderados, entre los cuales:

- el número de dirección MAC ("*Device Address*" en el caso particular de una comunicación en tecnología *Bluetooth*),

- la posibilidad de establecer una conexión directa de la caja de altavoces de cabecera con cada una de las otras cajas de altavoces de la red (ausencia de nodo oculto),
- la búsqueda de la topología más sencilla posible (evitando por ejemplo la constitución de scatternets si una topología de piconets es posible y suficiente),
- la función acústica de la caja de altavoces en la red (por ejemplo una caja de altavoces central o una caja de altavoces potenciadora de graves será considerada como *a priori* más favorablemente colocada que un satélite trasero).

Se verá más adelante que es posible proceder, si fuera necesario, con una reconfiguración dinámica de la red de manera transparente para el usuario, si cambiase uno de estos criterios.

El intercambio de los mensajes entre las diversas cajas de altavoces a lo largo de esta segunda fase permite especialmente corregir poco a poco eventuales errores de selección de la caja de altavoces de cabecera debidos a un conocimiento parcelario de la red (una caja de altavoces no ve necesariamente a todas las demás), o a lagunas durante la detección.

Después de un cierto número de iteraciones, esta segunda fase desemboca de este modo en la designación de la caja de altavoces de cabecera (*pier*), designándose entonces las demás cajas de altavoces como "cajas de altavoces vinculados" (*linked*), es decir cajas de altavoces no autónomas dependientes de la caja de altavoces de cabecera y que reciben de la misma los datos de audio a difundir.

La *tercera fase* del protocolo de configuración es una fase de organización de la red alrededor de la caja de altavoces de cabecera (*pier networking*), lo que se ilustra en la figura 1c.

Se trata de pasar de la configuración de la figura 1b, donde todas las cajas de altavoces desempeñan la misma función en la red y donde pueden existir varias vías para ir de una caja de altavoces a otra, a la configuración de la figura 1c, que es una topología de red jerarquizada en forma de gráfica orientada, que define una vía única entre la caja de altavoces de cabecera (la caja de altavoces R, en el ejemplo ilustrado) y cualquier otra caja de altavoces

del sistema.

Para esto, la caja de altavoces de cabecera comienza por recoger las tablas de proximidad de todas las otras cajas de altavoces. Cada caja de altavoces vinculada va a enviar su tabla de proximidad al "candidato" encontrado en la etapa anterior. Éste la envía a su propio "candidato", y así sucesivamente hasta alcanzar la caja de altavoces de cabecera.

La caja de altavoces de cabecera explora entonces todas las tablas de proximidad recogidas y construye una gráfica de red en función de las visibilidades de cada una de las cajas de altavoces. Se intercambia de este modo un cierto número de mensajes entre las cajas de altavoces, procedentes de o destinados a la caja de altavoces de cabecera. Esto permite a ésta última formar una tarjeta de la red en su forma inicial, a partir de las tablas de visibilidad de todas las otras cajas de altavoces, y esto mismo ocurre si una caja de altavoces no ve a todas las demás. Esta red puede ser de muy gran extensión, por ejemplo en aplicaciones profesionales para sonorizar lugares públicos.

En la red, cada caja de altavoces puede ser:

- caja de altavoces fuente, que corresponde a la cabecera de la red (caso de la caja de altavoces R en el ejemplo de la figura 1c); la caja de altavoces fuente recibirá los datos procedentes de la fuente de audio (S en la figura 1c) y los difundirá hacia una o varias otras cajas de altavoces de la red.
- caja de altavoces repetidora, que deberá reenviar mensajes hacia uno o varios destinatarios definidos por el esquema de encaminamiento (caso de las cajas de altavoces L, L1, R1 y L' en el ejemplo de la figura 1c); una caja de altavoces repetidora es un nodo interno de la red, que recibirá los datos de audio de otro nodo (la caja de altavoces fuente u otra caja de altavoces repetidora) y los difundirá a una o varias cajas de altavoces.
- caja de altavoces terminal, que recibirá mensajes y no los repetirá (caso de las cajas de altavoces L2, C, W, R2 y R' en el ejemplo de la figura 1c).

En función de la capacidad de la red y de las visibilidades mutuas, se pueden considerar varias topologías a partir de la cabecera de red para optimizar la difusión de los mensajes.

Más precisamente, la gráfica de difusión la constituye una combinación
5 de piconets y de scatternets, en el sentido de las especificaciones *Bluetooth*.

Por esto, el algoritmo construye una gráfica donde cada nodo corresponde a una caja de altavoces y donde solamente se conectan dos nodos si al menos una de las cajas de altavoces ve a la otra. Esta gráfica se utiliza para calcular una configuración optimizada de la red, que se utilizará
10 más tarde para transmitir según una vía óptima (por consiguiente, con el caudal más elevado posible) las señales de audio a reproducir en modo de flujo continuo, y para decidir las cajas de altavoces del sistema que deben ser o no mantenidas visibles.

Una vez construida la gráfica, el algoritmo determina los puntos de
15 articulación, es decir los puntos de la gráfica cuya supresión conllevaría la partición de la gráfica en varios componentes conexos, es decir en varias subgráficas distintas.

La configuración de la red se revisa entonces para presentarse en forma de una scatternet, es decir, de una cadena de piconets (entendiéndose estos
20 términos en el sentido de las especificaciones *Bluetooth*). Esta cadena de piconets permitirá difundir el flujo de audio de la caja de altavoces de cabecera hasta cada una de las cajas de altavoces. El algoritmo utiliza para esto la gráfica de visibilidad y recalcula una red optimizada por el conocimiento de los puntos de articulación. El resultado, o "esquema de encaminamiento" que
25 define para cada caja de altavoces su función en la transmisión de las señales en el seno de la red, se presenta en forma de tablas de scatternet constituidas por la caja de altavoces de cabecera y enviadas en forma de mensajes encapsulados a cada una de las cajas de altavoces que forman los nodos de la gráfica.

Una vez acabada esta tercera fase del proceso de inicialización, se
30 constituye la red y es operativa para recibir y difundir señales de audio.

Esto se ilustra en la figura 2, por el paso del modo "de configuración" a un modo denominado "normal".

En este modo "normal", el sistema puede adoptar dos estados, a saber

"en espera" (*ready*) y "activo" (*in use*).

Cuando se acaba de configurar, el sistema está en estado "en espera".

La transición de estado de "en espera" a "activo" podrá resultar:

- 5
- o bien de la detección del envío de señales de audio por un periférico a la cabecera de red,
 - o bien por una petición de "permutación de función" dirigida a la caja de altavoces de cabecera por otra caja de altavoces de la red (esta posibilidad se explicará más adelante).

10

En estado activo, los datos de audio procedentes de un periférico externo circulan por la red a través de una caja de altavoces que se denominará "huésped" (es decir, el servidor en una relación cliente/servidor), que por defecto es la caja de altavoces de cabecera, como en la configuración de la figura 1c. Sin embargo, más adelante se verá, en referencia especialmente a la figura 1d, que estas funciones se pueden modificar temporalmente.

15

Siempre en este estado activo, el sistema aparece con respecto al exterior, globalmente, como un objeto *Bluetooth* único, descubrible por otro objeto *Bluetooth* que posee un perfil compatible, es decir en este caso particular un periférico S que forma una fuente de audio (perfil A2DP) y/o un mando a distancia (perfil AVRCP).

20

Los flujos de audio y los comandos se recibirán y tratarán por la caja de altavoces de cabecera, difundiéndolos ésta a continuación a todas las otras cajas de altavoces del sistema, directa o indirectamente (siendo el flujo, en este último caso, redirigido por las cajas de altavoces situadas en los puntos de articulación de la red).

25

Los mensajes intercambiados en el seno de la red son, de manera ventajosa, mensajes donde las señales de audio se encapsulan en mensajes de datos digitales que comprenden además datos de encaminamiento determinados a partir de la gráfica de difusión con, en particular:

30

- la dirección del emisor del mensaje,
- la dirección del destinatario del mensaje, y

- un indicador que precisa si el destinatario debe o no redirigir el mensaje: en caso afirmativo, el mensaje se transmite simplemente a su destinatario; en caso contrario, es tratado por la caja de altavoces para ser reproducido por el altavoz, con eventualmente la posibilidad de retransmitirlo si fuese necesario hacia otra caja de altavoces.

5

Para optimizar el caudal de datos, es posible, en función de la "diferenciación" de las cajas de altavoces, es decir, de la función asignada a cada uno en función de su posición física, no enviar más que los datos que le son útiles. Por ejemplo, si una caja de altavoces, en el sentido del esquema de encaminamiento, es una caja de altavoces destinataria de tipo "trasero derecho", la caja de altavoces situada corriente arriba en la red que le redirige los datos sólo le redirigirá los datos destinados a la vía trasera derecha.

10

Por otra parte, teniendo en cuenta los tiempos de tránsito de los bloques de datos del flujo de audio, así como desfases temporales introducidos por el uso de pilas y por los diferentes tratamientos digitales aplicados, los flujos de audio reproducidos por las diversas cajas de altavoces respectivos de la red se pueden encontrar ligeramente desfasados entre sí. Para compensar este desfase temporal, y garantizar una reproducción perfectamente en fase de los canales, el tratamiento del flujo de audio prevé ventajosamente la aplicación de un retardo de compensación a los de los canales que, de otro modo, se encontrarían adelantados respecto de los otros. Estos retardos de compensación se evalúan por la caja de altavoces de cabecera y se aplican a los flujos de audio apropiados.

15

20

Cuando la red está en estado "activo", la cabecera de red recibe datos de audio de una fuente externa y no es accesible para otro tipo de diálogo. Una modificación de los parámetros de funcionamiento de la red (por ejemplo el ajuste del volumen sonoro), o la reconfiguración de la red (por ejemplo en caso de añadido o de retirada de una caja de altavoces) no podrán aplicarse más que cuando ésta se encuentra en estado "en espera".

25

30

Por este motivo, habrá que esperar el final de la recepción de los datos desde el periférico, lo cual se puede detectar automáticamente por la cabecera de la red.

Ventajosamente, el sistema incluye una función denominada de

"permutación de las funciones", ilustrada en la figura 1d.

Se ha indicado anteriormente que la cabecera de red era, por defecto, la de las cajas de altavoces que recibían las señales a difundir desde el periférico exterior, siendo las otras cajas de altavoces, cajas de altavoces denominados "vinculados". Pero se debe poder utilizar otra fuente que, teniendo en cuenta su posición, no pueda establecer un contacto de radio directo con la cabecera de red, por ejemplo una fuente S', demasiado alejada de la caja de altavoces R para transmitirle datos de audio. También puede tratarse de datos procedentes de una caja de altavoces, distinto de la caja de altavoces de cabecera, dotado de una toma de entrada conectable por un cable a una fuente de señales de audio, generalmente analógica (este punto se explicará más en detalle en referencia a las figuras 3 a 7). La fuente S' está por el contrario al alcance de radio de uno de las cajas de altavoces vinculados del sistema, por ejemplo la caja de altavoces L' en el ejemplo de la figura 1d.

Para poder difundir música en esta configuración, la caja de altavoces vinculada L' envía en la cabecera de red R una "petición de permutación de función". Esta petición se recibe y se trata mediante la caja de altavoces de cabecera que va entonces a definir provisionalmente un nuevo esquema de encaminamiento de manera que se puedan difundir señales de audio desde la caja de altavoces L', en lugar de hacerlo desde la caja de altavoces R. Se observará que esta modificación del esquema de encaminamiento se hace sin cambio de la definición de base de la gráfica de difusión; sólo la orientación de las diferentes ramas se modifica eventualmente, correspondiendo a una modificación de las direcciones de origen y de destino en el esquema de encaminamiento.

De este modo, sin que sea necesario reconfigurar la red, la caja de altavoces L' será "huésped" (es decir servidor en el sentido de una relación cliente/servidor), convirtiéndose provisionalmente en cabecera de red, recibiendo la caja de altavoces R los datos (es decir, siendo un cliente en el sentido de una relación cliente/servidor), convirtiéndose provisionalmente en una caja de altavoces vinculada.

El tratamiento de las peticiones de permutación de función puede combinarse eventualmente con reglas de prioridad entre fuentes, siendo por ejemplo el sonido procedente de un teléfono inalámbrico prioritario respecto del

sonido procedente de un televisor, etc.

Esta permutación de funciones es provisional, realizándose la vuelta al estado inicial mediante un algoritmo que detecta la ausencia de señales de audio emitidas por la fuente S'. La red vuelve entonces al estado "en espera"

5 en su configuración original.

Según otro aspecto de la invención, además del modo "normal", se prevé un modo "degradado" en el cual el sistema se coloca automáticamente cuando se pierde una conexión entre dos cajas de altavoces, es decir cuando uno de los vecinos del esquema de encaminamiento no puede ser reconocido.

10 El paso al modo degradado puede intervenir en cualquier momento en la medida en que, como se ha indicado anteriormente, la conexión de radio entre las cajas de altavoces es una conexión permanente, incluso cuando no se reproduce ninguna señal de audio y que el sistema aparece al usuario en modo guardia (de hecho, se encuentra entonces en estado "en espera", estado en el

15 cual las diversas cajas de altavoces siguen intercambiando entre sí señales). En modo "degradado", el sistema permanece funcional, pero con menores rendimientos, por ejemplo funciona en modo mono en el caso de un sistema estéreo, o con supresión de las vías de ambiente, etc. El modo degradado comprende los mismos estados activo, en espera y de permutación de

20 funciones que el modo normal, con transiciones similares.

Por otra parte, como se ha visto anteriormente, el sistema sigue llevando a cabo en profundidad la detección de la pérdida de una caja de altavoces o la aparición de una caja de altavoces no vinculada a la red (caja de altavoces en modo "nuevo"). En este caso, todas las cajas de altavoces pasan entonces de

25 nuevo a este mismo modo "nuevo" y el sistema vuelve a ejecutar un procedimiento de configuración.

Por otra parte, es posible proceder si fuese necesario a una reconfiguración dinámica de la red, de manera transparente para el usuario. Esta reconfiguración consiste en aplicar una reasignación de la caja de

30 altavoces de cabecera, especialmente si uno de los criterios que habían permitido la asignación inicial se ha modificado: desplazamiento o desconexión de una caja de altavoces, sustitución de una caja de altavoces defectuosa por otra caja de altavoces, perturbación de la transmisión debido a una modificación del entorno,... Entonces el sistema es capaz de reconfigurar

dinámicamente la red, pudiendo la caja de altavoces de cabecera eventualmente ser - pero no necesariamente – la misma caja de altavoces que antes.

5 Ventajosamente, para evitar reconfigurar el sistema cuando no es necesario (por ejemplo, si una conexión es inestable porque una persona pasa por delante de una caja de altavoces y corta la conexión momentáneamente), se prevé un algoritmo que limita el número de rearranques y/o que no ejecuta la reconfiguración salvo después de un plazo predeterminado. Asimismo, si una
10 caja de altavoces tiene tendencia a averiarse, el algoritmo puede prever apartarla definitivamente de la red durante la próxima fase de definición del esquema de encaminamiento.

Ahora se va a describir un ejemplo concreto, simplificado, de realización de un sistema según la invención, en referencia a las figuras 3 a 9.

15 Este sistema comprende dos cajas de altavoces 10 y 10' conectadas entre sí por una conexión inalámbrica 14. Este sistema se puede acoplar a diversos periféricos, por ejemplo un walkman digital 16 dotado de un módulo *Bluetooth* (interno o externo) que emite hacia el sistema un flujo de audio según un perfil A2DP, o también un ordenador portátil 18 que envía de igual manera datos de audio al sistema. Los periféricos pueden ser igualmente periféricos de
20 comando, por ejemplo un mando a distancia 20 que envía al sistema señales de comando según un perfil AVRCP. El periférico puede ser igualmente un periférico susceptible de enviar a la vez señales de audio y comandos, por ejemplo un teléfono móvil/walkman digital *Bluetooth* cuyas diferentes teclas del teclado se podrán usar para controlar el sistema de la invención (selección de
25 las fuentes, volumen, balance,...).

El sistema también puede acoplarse a elementos tradicionales tales como un sintonizador (*tuner*) de FM, un lector/ grabador de CD o de DVD, un televisor, etc. a través de una conexión alámbrica de clavijas 26 conectadas de las tomas de entrada correspondientes previstas en la caja de altavoces 10.

30 La figura 4 muestra el aspecto general exterior de la caja de altavoces 10 vista de frente.

Esta caja de altavoces es por ejemplo una caja de altavoces de dos vías, con un altavoz 34 de graves/medios y un altavoz de agudos 36, eventualmente disimulados por una rejilla decorativa 38. La caja de altavoces está igualmente

dotada de un bloque de control 40, con un indicador luminoso 42 que permite señalar el funcionamiento mediante cambios de color y/o de velocidad de parpadeo, así como tres teclas de mando, con dos teclas "+" y "-" 44 y 46 de disminución o de aumento del volumen general, y eventualmente una tecla 48 "Reset" de reinicio del sistema. La caja de altavoces comprende igualmente la antena 50 para la transmisión inalámbrica, que se puede dejar visible en una región transparente de la caja de altavoces.

La figura 5 ilustra, en forma de bloques funcionales, los diferentes órganos materiales (*hardware*) de la caja de altavoces 10.

Además de los diferentes elementos que se acaban de mencionar en referencia a la figura 3, la caja de altavoces comprende igualmente tomas de entrada 52, dispuestas en el lateral o en el lado trasero, para la conexión de un elemento de tipo lector de CD o de DVD, televisor, etc. a través de una conexión alámbrica, así como un bloque de alimentación 54 que se conecta a una toma de corriente para la alimentación de la caja de altavoces activa.

El conjunto se arma alrededor de una unidad central maestra (MCU) 56, asociada a una memoria 58, que comprende un circuito microcontrolador y un procesador digital de señales. La unidad central 56 se interconecta a un módulo *Bluetooth* 60, conectado a la antena 50, a través de una conexión UART 62. Este módulo *Bluetooth* sirve para establecer conexiones con todas las otras cajas de altavoces del sistema, así como con periféricos que forman fuentes de audio y/o mandos a distancia, según las especificaciones de la interfaz *Bluetooth* que prevén, entre otras, la posibilidad de enviar comandos y ficheros de datos, especialmente ficheros de datos de audio en forma de flujo continuo ("*streaming*") a un dispositivo remoto. La presencia de un objeto *Bluetooth* en el radio de acción del módulo se detecta, siempre según estas especificaciones, de manera totalmente automática sin que el usuario tenga que hacer ninguna manipulación para activar la conexión entre objeto y módulo *Bluetooth*, conexión que se vuelve operativa con el mero hecho de que el periférico entre en el campo de acción del circuito - y, en el caso actual, siempre que por supuesto el objeto *Bluetooth* sea un periférico que disponga de un perfil compatible, es decir, de un perfil A2DP y/o AVRCP. Esta detección se realiza de manera permanente y en profundidad por el módulo 60.

La unidad central 56 se conecta igualmente al bloque de control 40

(botones pulsadores 44, 46 y 48 e indicador luminoso 42), a través de una conexión GPIO 64.

Ésta se encuentra también conectada en salida a un convertidor digital/analógico 66, y en entrada a un convertidor analógico/digital 68, a través de un bus de conexión universal 70, por ejemplo de tipo I2S (*Inter-IC Sound*). El convertidor de salida 66 controla los amplificadores 72, 74 conectados en salida a los altavoces respectivos 34, 36. El convertidor de entrada 68 se conecta a los terminales 52 mediante un circuito de entrada de línea 76, para digitalizar las señales analógicas recibidas en los terminales de entrada 52.

Preferiblemente, los amplificadores 72 y 74 son propios a cada uno de los altavoces, es decir, que hay tantos amplificadores como altavoces, con en la entrada un filtrado asociado de paso alto/paso bajo, preferiblemente un filtrado digital aplicado en la etapa 66, antes de la conversión. El filtrado digital se puede realizar en efecto de manera ventajosa mediante software, por lo tanto de manera muy económica sin recurrir a componentes de hardware específicos, sin riesgo de degradar la calidad sonora por interposición de un filtro analógico, y con posibilidad de igualar y adaptar la curva de respuesta de cada vía en función del altavoz. La frecuencia de corte se elige por ejemplo a 3 kHz, reproduciendo el amplificador 72 la banda de 20 Hz-3 kHz y el amplificador 74 la banda de 3 kHz-20 kHz.

El flujo de audio se trata conforme al esquema funcional de la figura 6, que ilustra los diferentes módulos de software aplicados para la difusión continua del flujo de audio (*streaming*).

El módulo de aplicación 80 que asegura la interfaz con el usuario se interconecta a un módulo 82 de gestión de la red, a un módulo 84 de emisión/recepción *Bluetooth*, y a módulos 86 a 94 de tratamiento de la señal de audio.

El módulo 86 es un módulo que forma un códec de audio, para la decodificación del flujo recibido por el módulo 84, y especialmente la separación de los diversos canales del flujo de audio multicanal: canales derecho e izquierdo, canales delantero y trasero, etc. así como la gestión de la información de servicio eventualmente encapsulada en el flujo de audio.

El módulo 88 permite aplicar a la señal una igualación digital apropiada, especialmente para tener en cuenta la curva de respuesta particular de los

altavoces de la caja de altavoces.

El módulo 90 es un filtro digital que permite separar las dos vías, graves/medios y agudos, a reproducir por los altavoces respectivos de la caja de caja de altavoces. Los datos a reproducir se aplican a una memoria
5 intermedia de salida 92 y a continuación al convertidor digital/analógico 94 antes de ser dirigidos hacia los amplificadores y altavoces respectivos.

La figura 7 representa, en forma de un esquema por bloques, los diversos elementos de la caja de altavoces 10 relativos a la reproducción del flujo de audio.

10 Un módulo de entrada de línea 102 recibe señales procedentes de un aparato conectado mediante una conexión alámbrica convencional que emite una señal aplicada al convertidor analógico/digital 104. Las otras fuentes se comunican mediante una conexión inalámbrica con una pila *Bluetooth* 106 que alimenta un decodificador de audio 108. El bloque 110 asegura la separación
15 de los canales, derecho e izquierdo en el caso de un conjunto estéreo de dos cajas de altavoces. El canal derecho, que será reproducido por otra caja de altavoces, se codifica mediante el bloque 112 y a continuación se emite hacia la otra caja de altavoces a través de la pila *Bluetooth* 114. El canal izquierdo, destinado a ser reproducido por la caja de altavoces 10, se somete a un
20 tratamiento de igualación 116, y eventualmente a una mezcla de los dos canales derecho e izquierdo cuando el sistema funciona en modo degradado (es decir, cuando la comunicación con la caja de altavoces derecha no es, o todavía no es, posible). Dos filtros digitales 120, 122 separan las bandas a reproducir por los altavoces respectivos 34, 36 a través de los amplificadores
25 72, 74. En algunos casos, es posible realizar una versión simplificada, tanto desde el punto de vista material como desde el punto de vista del software, como se ilustra en las figuras 8 y 9, que son respectivamente homólogas de las figuras 5 y 7 descritas anteriormente.

Se observan de nuevo los mismos elementos, con la excepción de los
30 circuitos de entrada de línea 52, 68 y 76 y del bloque de control 40.

Para el resto, la configuración material es similar.

Una caja de altavoces de este tipo puede utilizarse especialmente para cajas de altavoces satélites, de las que se sabe que no se usarán nunca como cajas de altavoces de cabecera de la red para la comunicación con un

periférico exterior. Se puede ahorrar pues en circuitos de codificación de audio y diversos algoritmos de configuración y de gestión de la red.

Así, si se considera la figura 9, las señales recibidas se aplican, a través de una pila *Bluetooth* 124, en la etapa 126 que garantiza una descodificación inversa de la llevada a cabo en la etapa 112 de la caja de altavoces de cabecera de la red. Si los canales derecho/izquierdo no se han separado por la caja de altavoces de cabecera, esta separación se lleva a cabo por un bloque 128. Las etapas 130, 132 y 134 de igualación y de filtrado son idénticas a las etapas correspondientes 116, 120 y 122 de la caja de altavoces 10.

10

Reivindicaciones

1. Un sistema de distribución de señales de audio entre una pluralidad de cajas de altavoces activas para la restitución de estas señales por las
5 cajas de altavoces respectivas,
este sistema comprendiendo al menos dos cajas de altavoces activas (L, R, C, W, L1, L2, R1, R2, L', R'; 10, 10') con cada una:
- medios transductores acústicos (34, 36),
 - 10 - medios amplificadores asociados (72, 74),
 - medios de interconexión inalámbrica (50, 56, 60) que comprenden medios emisores y receptores aptos para buscar y establecer una conexión inalámbrica con al menos otra caja de altavoces del sistema, y
 - 15 - medios para aplicar a los medios amplificadores, para la restitución por los medios transductores, una señal de canal de audio derivada de la señal recibida por los medios de interconexión inalámbrica,
- 20 el sistema comprendiendo además medios de configuración de las cajas de altavoces en una red,
sistema en el cual:
- las cajas de altavoces se configuran inicialmente de manera no
25 jerarquizada entre sí con respecto a la red;
 - los medios emisores y receptores son aptos para buscar y establecer una conexión inalámbrica con cualquier otra caja de altavoces del sistema, y
 - los medios de configuración de las cajas de altavoces en una red
30 son medios que funcionan de manera automática para;
- a) buscar para cada caja de altavoces cuales son las otras cajas de altavoces con las que puede establecerse directamente una conexión inalámbrica,

- 5
- b) establecer a partir de los resultados de esta búsqueda una tabla de visibilidades mutuas de cada caja de altavoces con las otras cajas de altavoces para las cuales se ha podido establecer una conexión tras dicha búsqueda,
 - c) designar entre las cajas de altavoces una de ellas como caja de altavoces de cabecera de red, y
 - d) definir a partir de la tabla de visibilidades mutuas una topología de red jerarquizada a partir de la caja de altavoces de cabecera así designada.
- 10
2. El sistema de la reivindicación 1, en el cual los medios de configuración automática son igualmente aptos para:
- 15
- e) hacer que al menos una caja de altavoces sea apta para buscar y establecer una conexión inalámbrica con un periférico remoto (S; 16, 18, 20, 22) susceptible de emitir una señal de audio multicanal codificada (A2DP) y/o una señal de comando (AVRCP), estando designadas las otras cajas de altavoces como cajas de altavoces vinculadas.
- 20
3. El sistema de la reivindicación 2, en el cual dicha caja de altavoces apta para buscar y establecer una conexión inalámbrica con un periférico remoto es la caja de altavoces de cabecera de la red.
- 25
4. El sistema de la reivindicación 2, en el cual los medios de configuración automática son igualmente aptos para:
- 30
- f) hacer que las cajas de altavoces vinculadas no sean aptas para buscar y establecer una conexión inalámbrica con un periférico remoto susceptible de emitir una señal de audio multicanal codificada y/o una señal de comando.
5. El sistema de la reivindicación 2, en el cual los medios de configuración automática son igualmente aptos para:

5 g) definir para la red, a partir de la topología de red jerarquizada, una gráfica orientada de difusión de señales de audio a reproducir por el sistema de cajas de altavoces, llevándose a cabo esta difusión desde la caja de altavoces de cabecera hacia las otras cajas de altavoces de la red, bien directamente desde dicha caja de altavoces de cabecera, bien indirectamente después de que las señales hayan sido redirigidas por una u otras varias cajas de altavoces de la red.

10

6. El sistema de la reivindicación 5, en el cual el sistema puede ocupar alternativamente dos estados funcionales, a saber:

- 15
- un estado activo, en presencia de señales de audio difundidas en el seno de la red, y
 - un estado de espera, en ausencia de señales de audio difundidas en el seno de la red,

20 y en el cual los medios de configuración automática se inhiben cuando el sistema está en estado activo.

7. El sistema de la reivindicación 5, en el cual los medios de configuración automática son igualmente aptos para:

- 25
- h) recibir de una caja de altavoces vinculada una orden de permutación de funciones y transmitir esta orden a la caja de altavoces de cabecera, y
 - i) atribuir temporalmente un estado de caja de altavoces vinculada a la caja de altavoces de cabecera, atribuir temporalmente un estado de caja de altavoces de cabecera a la caja de altavoces vinculada que ha emitido la orden de permutación de funciones, y adaptar en consecuencia la gráfica de difusión orientada.
- 30

- 5 **8.** El sistema de la reivindicación 5, en el cual dichas señales de audio difundidas en la red son señales de audio encapsuladas en mensajes de datos digitales que comprenden además datos de encaminamiento del mensaje, determinados a partir de dicha gráfica de difusión definida por los medios de configuración.
- 10 **9.** El sistema de la reivindicación 8 en el cual, al estar individualizadas las cajas de altavoces por direcciones respectivas, dichos datos de encaminamiento del mensaje comprenden la dirección de la caja de altavoces emisora del mensaje; la dirección de la caja de altavoces destinataria del mensaje, y un indicador que especifica si la caja de altavoces destinataria debe reproducir las señales de audio o bien redirigirlas hacia una o varias cajas de altavoces de la red.
- 15 **10.** El sistema de la reivindicación 5, en el cual dichas señales de audio difundidas en la red son señales de audio multicanal, y en el cual las cajas de altavoces comprenden medios (108, 110) para extraer de la señal de audio multicanal que reciben la señal de canal de audio destinada a los mismos, para aplicar a los medios amplificadores esta señal de canal de audio, y para eventualmente volver a emitir las otras señales de canal de audio hacia al menos otra caja de altavoces del sistema.
- 20 **11.** El sistema de la reivindicación 1, en el cual los medios de configuración automática son medios activados a voluntad apretando un botón (48) de una caja de altavoces, y/o son medios activados cada vez que se encienden los circuitos de alimentación de una caja de altavoces.
- 25 **12.** El sistema de la reivindicación 1, en el cual los medios de configuración automática son además aptos, en caso de fracaso de la configuración, para activar el sistema en un modo degradado donde una pluralidad de señales de canal de audio diferentes se combinan previamente entre sí y se difunden a un número reducido de cajas de altavoces de la red para

su restitución por los medios transductores de estos últimos.

13. El sistema de la reivindicación 1 que comprende además:

- 5
- medios de evaluación de los tiempos de transferencia relativos de las señales de canal de audio a las diferentes cajas de altavoces respectivas del sistema, y
 - medios de reajuste temporal, para aplicar a, al menos algunas de las señales de canal de audio, retardos respectivos destinados a
- 10
- compensar los desvíos entre los tiempos de transferencia relativos así evaluados.

14. El sistema de la reivindicación 1, en el cual una al menos de las cajas de altavoces de la red comprende además medios (52, 76) de conexión

15

alámbrica a una fuente (24) de señales de audio, y medios (68) de conversión analógica/digital de las mismas en una señal de audio correspondiente.

15. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además medios de supervisión del sistema aptos para recibir de un periférico una señal de comando y para ejecutar en respuesta acciones correspondientes de modificación de los parámetros de funcionamiento del sistema entre: la selección de una fuente de señales de audio entre diversas fuentes simultáneamente activas; la variación del volumen general, o del

20

volumen relativo, de las señales restituidas por los medios transductores de las diferentes cajas de altavoces del sistema; y/o el corte momentáneo del sonido.

25

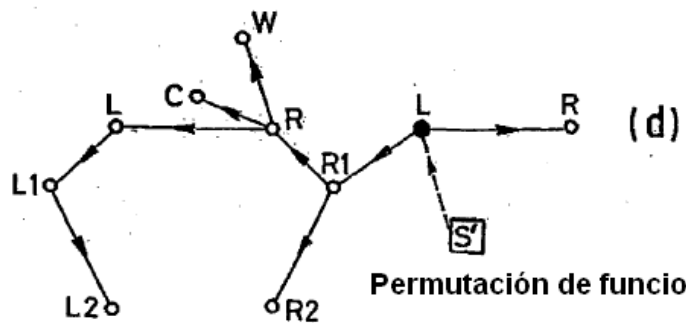
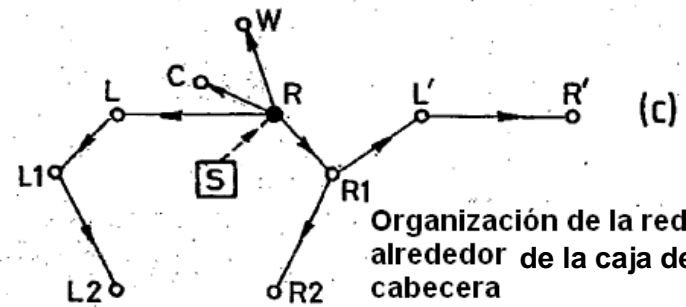
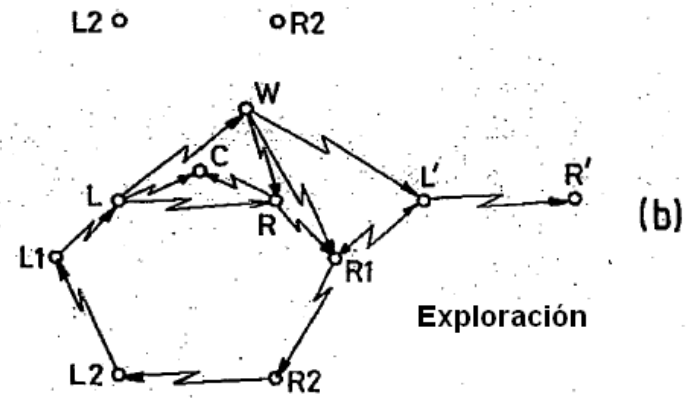
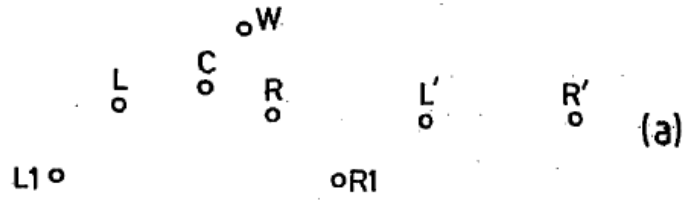
16. El sistema de la reivindicación 1, en el cual los medios aptos para designar entre las cajas de altavoces una de ellas como caja de altavoces de cabecera de la red funcionan en base a criterios predeterminados que comprenden uno o varios criterios entre: número de dirección MAC; posibilidad de establecer una conexión directa de la caja de altavoces de cabecera con cada una de las otras cajas de

30

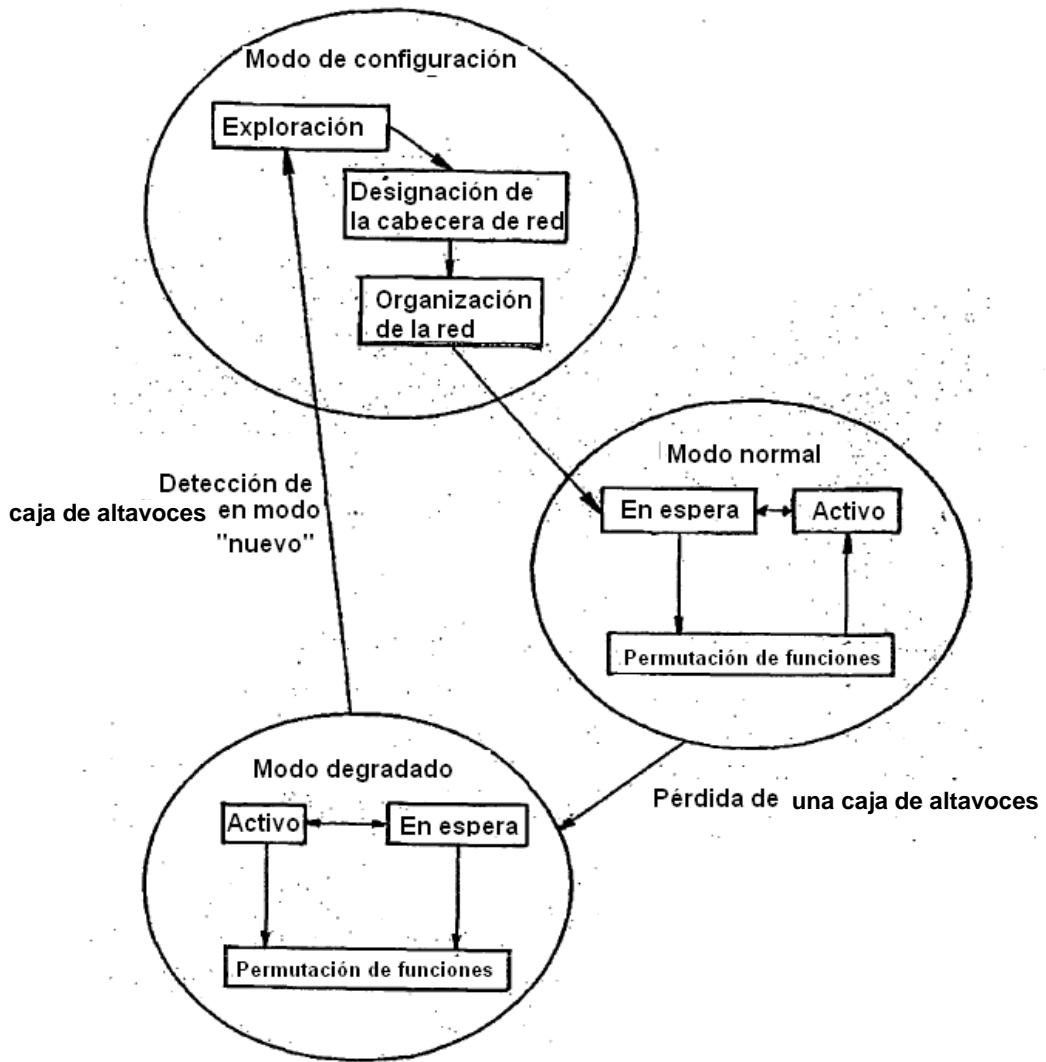
altavoces de la red; búsqueda de la topología más simple; función acústica de la caja de altavoces en la red.

- 5
- 17.** El sistema de la reivindicación 1 o de la reivindicación 16, en el cual los medios aptos para designar entre las cajas de altavoces una de ellas como caja de altavoces de cabecera de la red son medios aptos para volver a designar dinámicamente la caja de altavoces de cabecera en caso de modificación de dichas visibilidades mutuas de las cajas de altavoces y/o de dichos criterios predeterminados.
- 10
- 18.** El sistema de la reivindicación 1, en el cual los medios aptos para buscar para cada caja de altavoces cuáles son las otras cajas de altavoces con las cuales puede establecerse directamente una conexión inalámbrica comprenden medios de autenticación mutua de las cajas de altavoces.
- 15

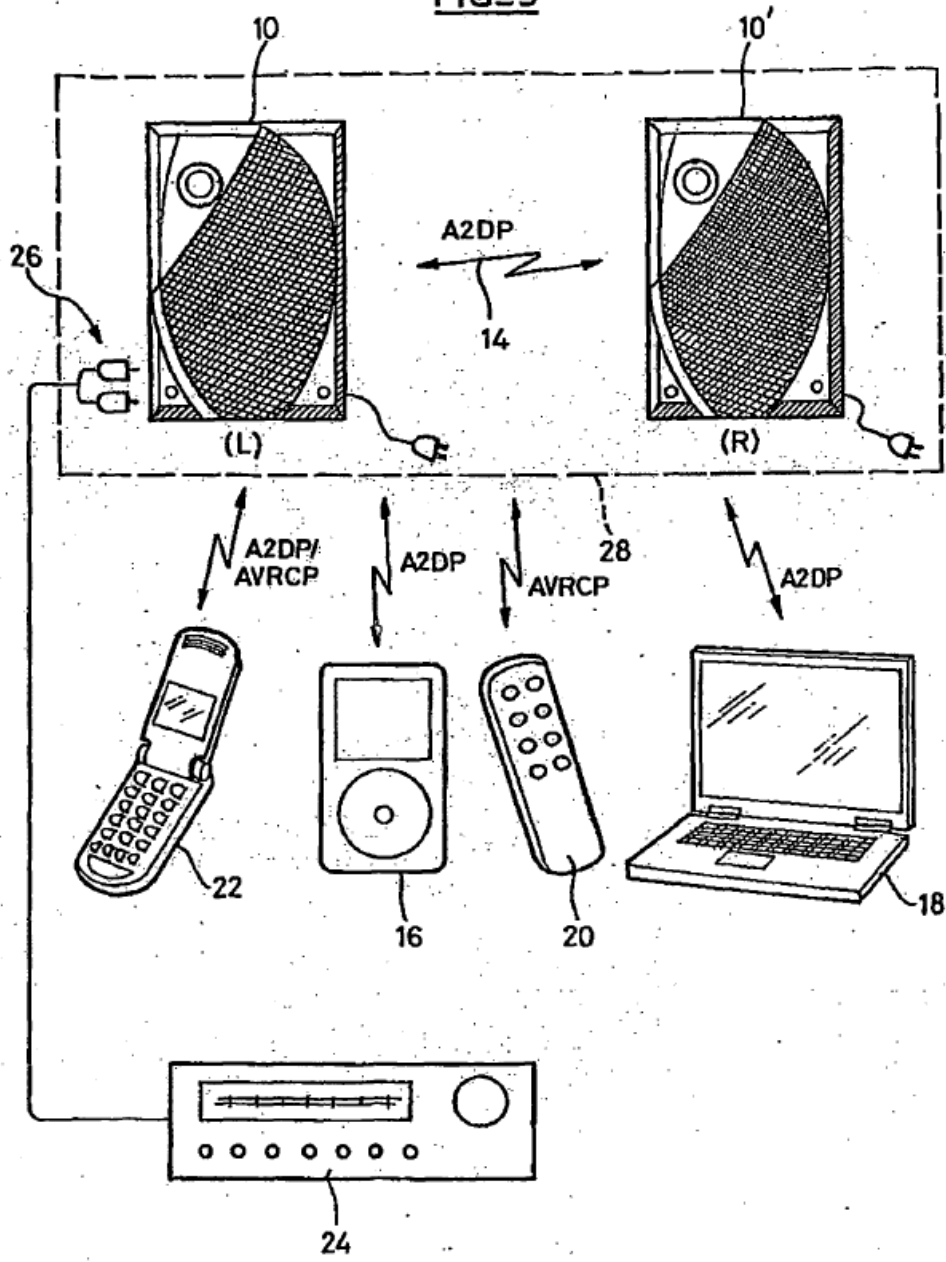
FIG. 1



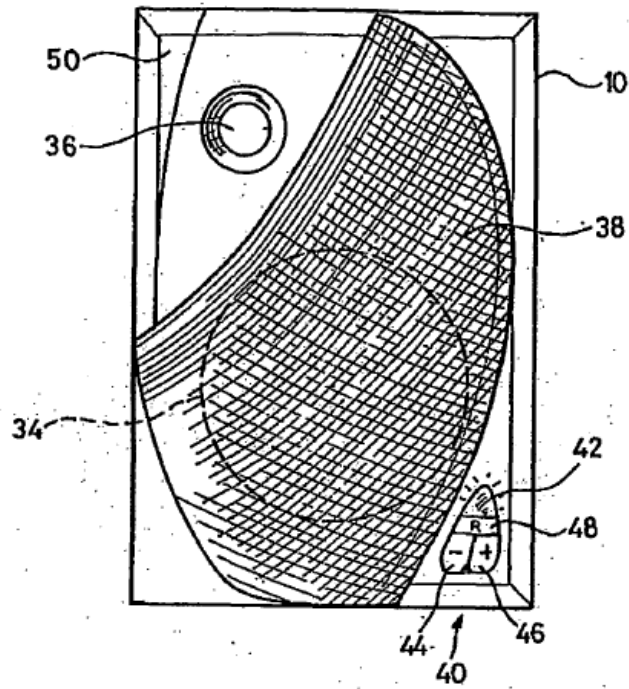
FIG_2



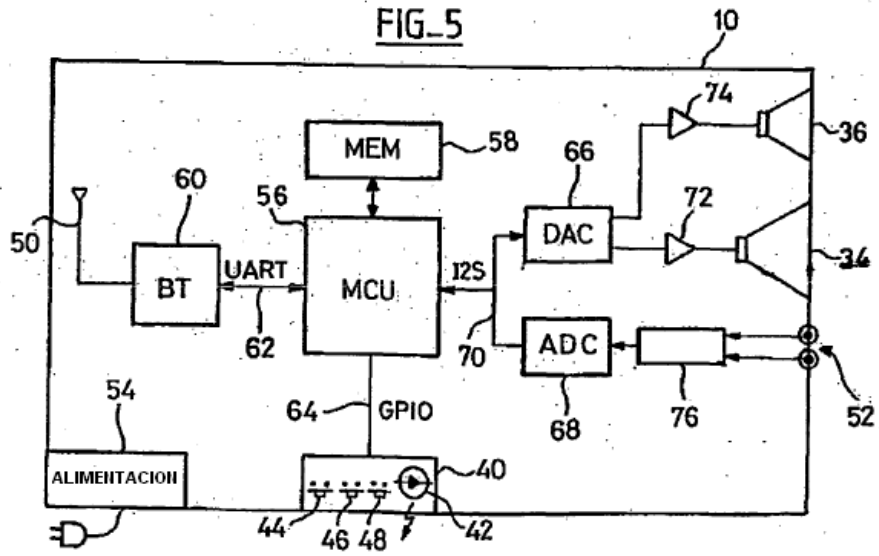
FIG_3

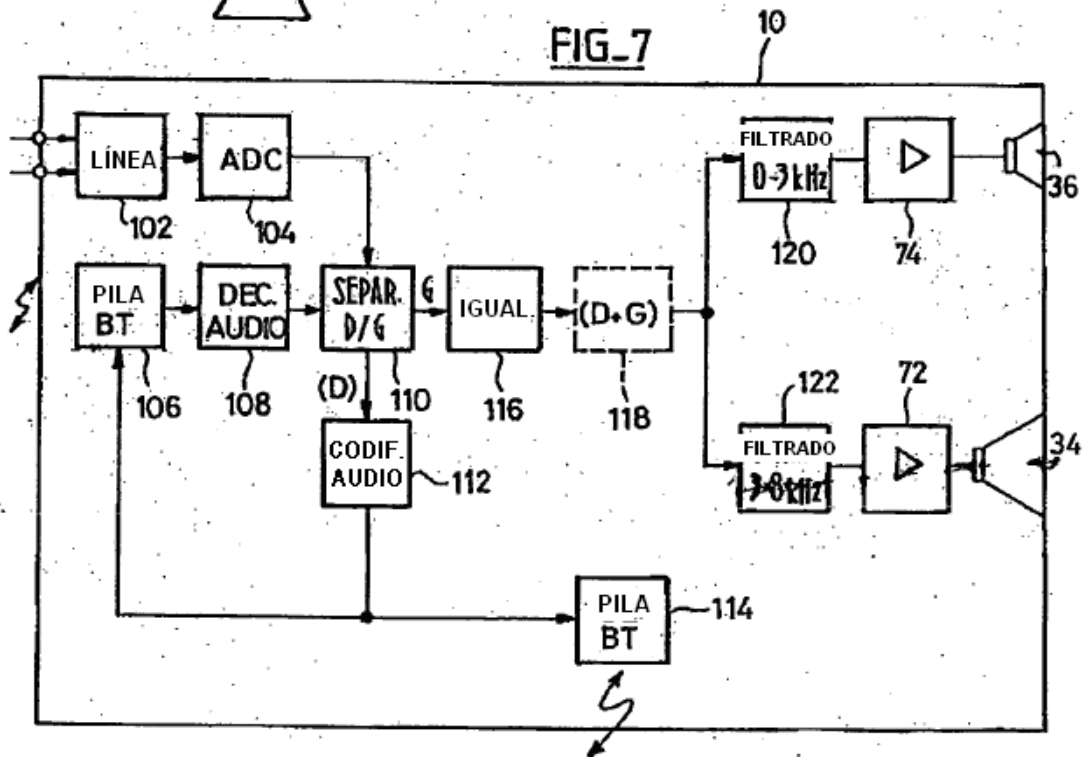
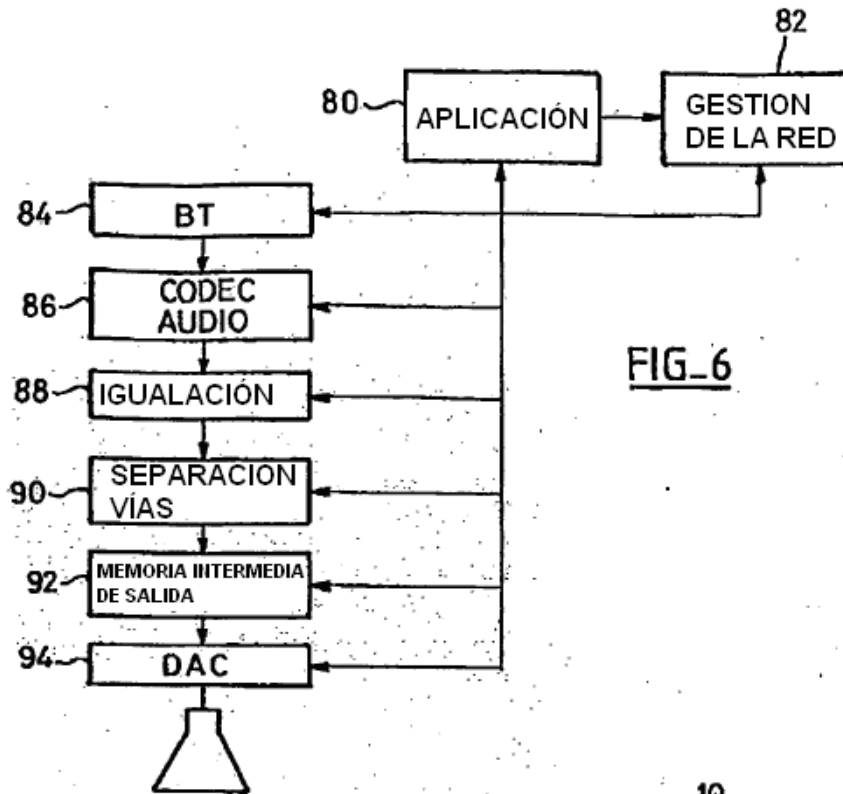


FIG_4

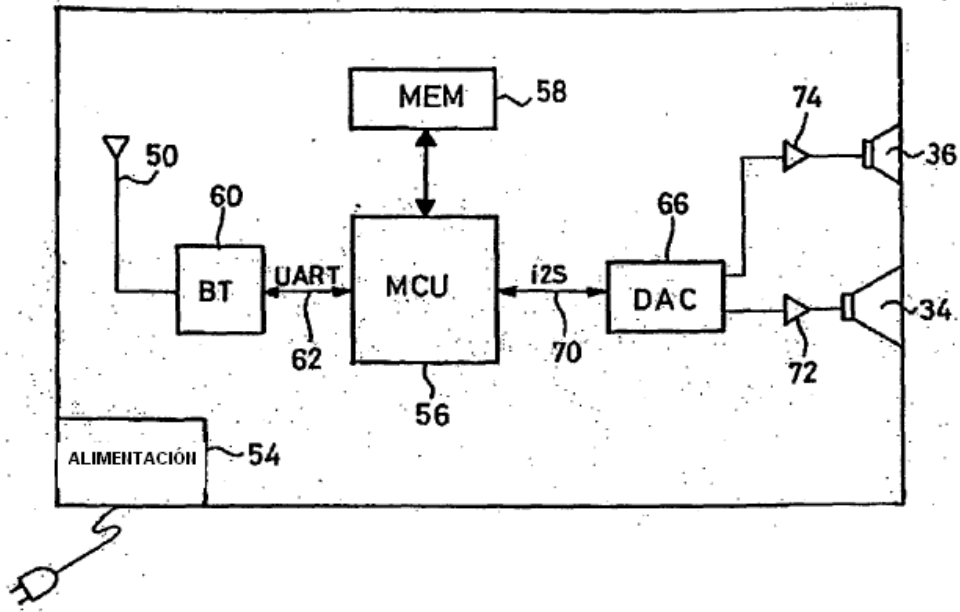


FIG_5





FIG_8



FIG_9

