



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 341 327**

51 Int. Cl.:
G10L 19/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03708417 .5**

96 Fecha de presentación : **20.03.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1500086**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.01.2005**

54 Título: **Codificación y decodificación de señales audio multicanal.**

30 Prioridad: **10.04.2002 EP 02076408**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.06.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.06.2010

73 Titular/es: **Koninklijke Philips Electronics N.V.**
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL

72 Inventor/es: **Aarts, Ronaldus, M. y**
Irwan, Roy

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 341 327 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

Codificación y decodificación de señales audio multicanal.

5 Esta invención se refiere a la codificación de señales multicanal que incluyen al menos una primera y una segunda componente de señal. Más particularmente, la invención se refiere a la codificación de señales de audio multifónicas, tales como las señales estereofónicas.

10 Las señales de audio estereofónicas comprenden una componente de señal izquierda (L) y una derecha (R) que pueden originarse a partir de una fuente de señal estéreo, por ejemplo a partir de micrófonos separados. La codificación de señales de audio pretende reducir la tasa de transmisión de bits de una señal estereofónica, por ejemplo, para permitir una transmisión eficaz de señales de sonido a través de una red de comunicaciones, tal como Internet, a través de un módem y líneas de teléfono analógicas, canales de comunicación móviles u otras redes inalámbricas, etc., y para almacenar una señal de sonido estereofónica en una tarjeta chip u otro medio de almacenamiento con capacidad de
15 almacenamiento limitada.

La patente estadounidense n.º 6.121.904 da a conocer un compresor para comprimir señales de audio digitales que comprende predictores correspondientes para los canales estéreo izquierdo y derecho. El predictor para el canal izquierdo recibe una muestra actual y muestras previas de la señal de audio izquierda así como las muestras actual y
20 previas de la señal de audio derecha y produce una siguiente muestra predicha de la señal izquierda. De forma similar, el predictor para el canal derecho recibe una muestra actual y muestras previas de la señal de audio derecha así como las muestras actual y previas de la señal de audio izquierda y produce una siguiente muestra predicha de la señal derecha.

25 En la técnica anterior se conoce también una técnica dada a conocer en el documento US 5.511.093 de codificación de señales multicanal que consisten en una primera y una segunda señal generando una estimación de la señal del segundo canal basándose en la señal del primer canal, un parámetro de retardo, un predictor, y codificando dicha señal multicanal como una señal del primer canal codificada, retardo, parámetros de filtrado y señal de diferencia de predicción.

30 Es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento y una disposición para codificar señales multicanal con una baja tasa de transmisión de bits.

35 El objeto anterior y otros se consiguen mediante un procedimiento para codificar una señal multicanal según la reivindicación 1.

Por consiguiente, codificando la señal multicanal como una primera componente de señal y un conjunto de parámetros de filtrado, la señal multicanal se codifica con una tasa de transmisión de bits que sólo es ligeramente superior a la de un único canal, por ejemplo un canal mono. La señal codificada resultante puede almacenarse y/o comunicarse
40 a un receptor. La invención se basa en el reconocimiento de que, para muchas señales multicanal, puede predecirse una componente de señal a partir de al menos otro canal de la señal multicanal mediante un proceso de filtrado adaptativo. Por consiguiente, cuando los parámetros de filtrado determinados se comunican a un decodificador, la señal multicanal puede recuperarse basándose en la primera componente de señal y los parámetros de filtrado, permitiendo al decodificador modelar la segunda componente de señal.

45 El término señal multicanal comprende cualquier señal que incluye dos o más componentes de señal interrelacionadas. Ejemplos de tales señales incluyen señales de audio multifónicas, tales como señales estereofónicas, o similares, que comprenden grabaciones sincronizadas de la misma presentación de audio. Según algunas realizaciones de la invención, la señal multicanal comprende componentes de señal transformadas de una señal fuente multicanal, por
50 ejemplo componentes de señal estereofónicas transformadas generadas transformando las señales estéreo L y R en un conjunto transformado de señales que puede ser más adecuado para el modelado de una componente de señal por otra según la invención. Ejemplos adicionales de señales multicanal incluyen señales recibidas desde un disco versátil digital (DVD) o un disco compacto de superaudio, etc.

55 En una realización preferida de la invención, la etapa de determinar el conjunto de parámetros de filtrado comprende la etapa de determinar los parámetros de filtrado de manera que una diferencia de la segunda componente de señal y la componente de señal estimada es menor que un valor predeterminado. Cuando la diferencia entre la señal modelada y la segunda componente de señal es pequeña, la señal modelada proporciona una buena estimación de la segunda
60 componente de señal. Por tanto, se proporciona una medición de calidad para el modelado de la segunda componente de señal, garantizándose así que el proceso de codificación según la invención proporciona una reducción mínima de calidad, por ejemplo, en el ejemplo de señales estéreo de audio, distorsiones audibles mínimas de la señal.

Según una realización preferida adicional de la invención, la etapa de representar la señal multicanal como la primera componente de señal y el conjunto de parámetros de filtrado comprende además la etapa de representar la
65 señal multicanal como la primera componente de señal, el conjunto de parámetros de filtrado y una señal de error indicativa de la diferencia de la segunda componente de señal y la componente de señal estimada, si dicha diferencia no es menor que dicho valor predeterminado.

Por tanto, si la señal estimada proporcionada por la etapa de filtrado no modela la segunda componente de señal de manera suficientemente buena, la señal de error se incluye en la señal codificada, proporcionando así al decodificador información adicional. El decodificador puede combinar la señal predicha con la señal de error recibida, consiguiendo así una buena aproximación de la segunda componente de señal. La tasa de transmisión de bits usada para comunicar la señal de error puede variarse, por ejemplo, según el ancho de banda disponible para un enlace de comunicación en un momento dado. Por tanto, es una ventaja de la invención el hecho de que proporciona la posibilidad de una compensación entre la tasa de transmisión de bits usada para comunicar la señal y la calidad de la señal en el receptor. Por tanto, se proporciona un mecanismo para una degradación ágil, por ejemplo, aumentando o disminuyendo de manera adaptativa la tasa de transmisión de bits permitida para la señal de error.

En otra realización preferida de la invención, el procedimiento comprende además la etapa de transformar al menos una primera componente de señal fuente y una segunda componente de señal fuente de una señal fuente multicanal en las componentes de señal primera y segunda. Por consiguiente, las componentes de señal primera y segunda son respectivas combinaciones de las señales componentes de señal fuente primera y segunda, proporcionando así una señal de entrada para el filtro de predicción que puede ser más adecuada para predecir la segunda componente de señal que las correspondientes señales fuente. Ejemplos de transformaciones incluyen combinaciones lineales de las señales fuente primera y segunda, por ejemplo, en el caso de señales de audio estereofónicas, las combinaciones L+R y L-R. Ejemplos adicionales incluyen rotaciones en el espacio de la señal y otras transformaciones. La transformación puede estar parametrizada por parámetros de transformación que pueden ser fijos o adaptativos. Es decir, pueden adaptarse según propiedades de la señal fuente.

En una realización preferida adicional de la invención,

- dicha primera componente de señal es una señal de componente principal de una señal multicanal fuente que incluye varias componentes de señal fuente y la segunda componente de señal es una señal residual correspondiente;

- el procedimiento comprende además la etapa de transformar al menos las componentes de señal fuente primera y segunda mediante una transformación predeterminada en la señal de componente principal que incluye la mayor parte de la energía de señal y al menos la señal residual que incluye menos energía que la señal de componente principal, estando la transformación predeterminada parametrizada por al menos un parámetro de transformación; y

- la etapa de representar la señal multicanal como la primera componente de señal y el conjunto de parámetros de filtrado comprende además la etapa de representar la señal multicanal como la señal de componente principal, el conjunto de parámetros de filtrado y el parámetro de transformación.

Por tanto, según esta realización, la señal multicanal está representada por la señal principal, el parámetro de transformación y el conjunto de parámetros de filtrado que permite al receptor modelar la pequeña señal residual, mejorándose así la eficacia de codificación para la señal multicanal. Esta realización se basa en el reconocimiento de que, para muchas señales multicanal, por ejemplo, en el caso de señales de audio para señales de música y voz, la señal residual puede estimarse con precisión como una versión filtrada de la señal principal. Por tanto es una ventaja de esta realización el hecho de que proporciona un procedimiento particularmente eficaz de codificación que conserva un alto nivel de calidad.

Preferiblemente, puede hacerse un seguimiento continuo del parámetro de transformación óptimo, garantizándose así que la transformación sigue siendo óptima incluso aunque las características de la señal de entrada cambien, por ejemplo, en el ejemplo de una señal de audio debido a una fuente de sonido en movimiento o a cambios en las propiedades acústicas del entorno.

Cuando la transformación predeterminada es una rotación y el parámetro de transformación corresponde a un ángulo de rotación, se proporciona una simple transformación basada tan sólo en un único parámetro, el ángulo de rotación. Adaptando el ángulo de manera que las componentes de señal, por ejemplo las componentes de señal L y R de una señal estéreo, se giran dando una señal de componente principal y una señal residual, se proporciona una codificación eficaz mientras se mantiene una señal de alta calidad.

Es una ventaja de la invención el hecho de que proporciona una utilización de la tasa de transmisión de bits eficaz, es decir, un esquema de codificación que usa una baja tasa de transmisión de bits para una calidad de sonido dada. El esquema de codificación según la invención puede usarse para reducir la tasa de transmisión de bits sin reducir de manera significativa la calidad de sonido, para mantener la tasa de transmisión de bits al tiempo que se mejora la calidad del sonido, o una combinación de lo anterior.

En una realización preferida de la invención, la etapa de determinar un conjunto de parámetros de filtrado comprende además la etapa de determinar al menos un parámetro de ajuste a escala (β_1, β_2) para ajustar a escala la estimación de la segunda componente de señal de manera que aumenta una medición de correlación entre la segunda componente de señal y la estimación de la segunda componente de señal. Por consiguiente, se optimiza una medición de similitud entre la señal estimada y la real, mejorándose así adicionalmente la calidad de la señal codificada.

La invención se refiere además a un procedimiento para decodificar información de señal multicanal según la reivindicación 10.

La presente invención puede implementarse de diferentes maneras, incluyendo los procedimientos descritos anteriormente y a continuación, disposiciones para codificar y decodificar señales multicanal, respectivamente, una señal de datos, y medios de producto adicionales, que proporcionan, cada uno, uno o más de los beneficios y ventajas descritos en conexión con el procedimiento mencionado en primer lugar, y que tienen, cada uno, una o más realizaciones preferidas correspondientes a las realizaciones preferidas descritas en conexión con el procedimiento mencionado en primer lugar y dadas a conocer en las reivindicaciones dependientes.

Se observa que las características de los procedimientos descritos anteriormente y a continuación pueden implementarse en software y llevarse a cabo en un sistema de procesamiento de datos u otros medios de procesamiento provocados mediante la ejecución de instrucciones ejecutables por ordenador. Las instrucciones pueden ser medios de código de programa cargados en una memoria, tal como una RAM, desde un medio de almacenamiento o desde otro ordenador a través de una red informática. Alternativamente, las características descritas pueden implementarse mediante conjuntos de circuitos físicos en lugar de en software o en combinación con software.

La invención se refiere además a una disposición para codificar una señal multicanal según la reivindicación 12.

La invención se refiere además a una disposición para decodificar una señal multicanal según la reivindicación 13.

- un filtro de predicción para estimar una segunda componente de señal de la señal multicanal, recibiendo el filtro de predicción el conjunto de parámetros de filtrado recibido y la primera componente de señal recibida como entrada.

Las disposiciones anteriores pueden formar parte de cualquier equipo electrónico incluyendo ordenadores, tales como PC fijos y portátiles, equipos de radiocomunicaciones fijos y portátiles y otros dispositivos portátiles o de bolsillo, tales como teléfonos móviles, radiobuscadores, reproductores de audio, reproductores multimedia, comunicadores, es decir, organizadores electrónicos, teléfonos inteligentes, asistentes digitales personales (PDA), ordenadores de bolsillo, o similares.

El término medios de procesamiento comprende microprocesadores programables de propósito general o especial, procesadores de señal digital (DSP), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), disposiciones lógicas programables (PLA), disposiciones de puertas programables en campo (FPGA), circuitos electrónicos de propósito especial, etc., o una combinación de los mismos. Los primeros y segundos medios de procesamiento anteriores pueden ser medios de procesamiento separados o pueden estar comprendidos en unos medios de procesamiento.

El término medios de recepción incluye conjuntos de circuitos y/o dispositivos adecuados para permitir la comunicación de datos, por ejemplo, a través de un enlace de datos por cable o inalámbrico. Ejemplos de tales medios de recepción incluyen una interfaz de red, una tarjeta de red, un receptor de radio, un receptor para otras señales electromagnéticas adecuadas, tales como luz infrarroja, por ejemplo, a través de un puerto IrDa, comunicaciones basadas en radio, por ejemplo, a través de transceptores Bluetooth, o similares. Ejemplos adicionales de tales medios de recepción incluyen un módem de cable, un módem telefónico, un adaptador de red digital para servicios integrados (RDSI), un adaptador para línea de abonado digital (DSL), un transceptor por satélite, un adaptador Ethernet, o similares.

El término medios de recepción comprende además otros circuitos/dispositivos de entrada para recibir señales de datos, por ejemplo, señales de datos almacenadas en un medio legible por ordenador. Ejemplos de tales medios de recepción incluyen una unidad de disco flexible, una unidad de CDROM, una unidad de DVD, o cualquier otra unidad de disco adecuada, un adaptador de tarjeta de memoria, un adaptador de tarjeta inteligente, etc.

La invención se refiere además a una señal de datos que incluye información de señal multicanal, según la reivindicación 14. La señal puede implementarse como una señal de datos en una onda portadora, por ejemplo, como una señal de datos transmitida mediante medios de comunicaciones según se describe anteriormente y a continuación.

La invención se refiere además a un medio legible por ordenador que comprende un registro de datos indicativo de información de señal multicanal, según la reivindicación 15. El término medio legible por ordenador comprende cinta magnética, disco óptico, disco de vídeo digital (DVD), disco compacto (CD o CD-ROM), minidisco, disco duro, disco flexible, memoria ferroeléctrica, memoria de sólo lectura programable que puede borrarse eléctricamente (EEPROM), memoria *flash*, EPROM, memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica sincrónica (SDRAM), memoria ferromagnética, almacenamiento óptico, dispositivos acoplados a cargas, tarjetas inteligentes, tarjeta PCMCIA, etc.

La invención se refiere además a un dispositivo para comunicar una señal multicanal, según la reivindicación 16.

Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes a partir de y se dilucidarán con referencia a las realizaciones y con referencia al dibujo, en el que:

la figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema para comunicar señales estéreo según una realización de la invención;

la figura 2 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal multicanal según una primera realización de la invención;

la figura 3 muestra una vista esquemática de una disposición para decodificar una señal multicanal según la primera realización de la invención;

la figura 4 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal estéreo según una segunda realización de la invención;

la figura 5 ilustra la determinación de la transformación de señal según una realización de la invención;

la figura 6 muestra una vista esquemática de una disposición para decodificar una señal estéreo según la segunda realización de la invención;

las figuras 7a-c muestran vistas esquemáticas de ejemplos de un circuito de filtro para su uso en una realización de la invención;

la figura 8 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal estéreo según una tercera realización de la invención;

la figura 9 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal estéreo según una cuarta realización de la invención;

la figura 10 muestra una vista esquemática de una disposición para decodificar una señal estéreo según la cuarta realización de la invención;

la figura 11 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal multicanal según una quinta realización de la invención; y

la figura 12 muestra una vista esquemática de un circuito de resta para su uso con una realización de la invención.

La figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema para comunicar señales estéreo según una realización de la invención. El sistema comprende un dispositivo 101 de codificación para generar una señal estereofónica codificada y un dispositivo 105 de decodificación para decodificar una señal codificada recibida en una componente de señal estéreo L y una de señal estéreo R. El dispositivo 101 de codificación y el dispositivo 105 de decodificación pueden ser, cada uno, un equipo electrónico o formar parte de un equipo de este tipo. En este caso, el término equipo electrónico comprende ordenadores, tales como PC fijos y portátiles, equipos de radiocomunicación fijos y portátiles y otros dispositivos portátiles y de bolsillo, tales como teléfonos móviles, radiobuscadores, reproductores de audio, reproductores multimedia, comunicadores, es decir, organizadores electrónicos, teléfonos inteligentes, asistentes digitales personales (PDA), ordenadores de bolsillo, o similares. Se observa que el dispositivo 101 de codificación y el dispositivo de decodificación pueden combinarse en un equipo electrónico en el que se almacenan señales estereofónicas en un medio legible por ordenador para su posterior reproducción.

El dispositivo 101 de codificación comprende un codificador 102 para codificar una señal estereofónica según la invención, incluyendo la señal estereofónica una componente de señal L y una componente de señal R. El codificador recibe las componentes de señal L y R y genera una señal codificada T. La señal estereofónica L y R, puede originarse a partir de un conjunto de micrófonos, por ejemplo a través de otros equipos electrónicos, tal como un equipo de mezclado, etc. Las señales pueden recibirse además como una salida desde otro reproductor estéreo, por el aire como una señal de radio, o mediante cualquier otro medio adecuado. Realizaciones preferidas de un codificador de este tipo según la invención se describirán a continuación. Según una realización, el codificador 102 está conectado a un transmisor 103 para transmitir la señal codificada T a través de un canal 109 de comunicaciones al dispositivo 105 de decodificación. El transmisor 103 puede comprender conjuntos de circuitos adecuados para permitir la comunicación de datos, por ejemplo, a través de un enlace 109 de datos por cable o inalámbrico. Ejemplos de un transmisor de este tipo incluyen una interfaz de red, una tarjeta de red, un transmisor de radio, un transmisor para otras señales electromagnéticas adecuadas, tales como un LED para transmitir luz infrarroja, por ejemplo, a través de un puerto IrDa, comunicaciones basadas en radio, por ejemplo, a través de transceptores Bluetooth, o similares. Ejemplos adicionales de transmisores adecuados incluyen un módem de cable, un módem telefónico, un adaptador de red digital para servicios integrados (RDSI), un adaptador para línea de abonado digital (DSL), un transceptor por satélite, un adaptador Ethernet, o similares. De manera correspondiente, el canal 109 de comunicaciones puede ser cualquier enlace de datos por cable o inalámbrico adecuado, por ejemplo, de una red de comunicaciones basada en paquetes, tal como Internet u otra red TCP/IP, un enlace de comunicaciones de corto alcance, tal como un enlace de infrarrojos, una conexión Bluetooth u otro enlace basado en radio. Ejemplos adicionales del canal de comunicaciones incluyen redes informáticas y redes de telecomunicaciones inalámbricas, tales como una red de datos por paquetes digital celular (CDPD), una red del Sistema Global para Móviles (GSM), una red de acceso múltiple por división de código (CDMA), una red de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), una red de servicios de radio por paquetes general (GPRS), una red de tercera generación, tal como una red UMTS, o similares. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de codificación puede comprender una o más interfaces 104 distintas para comunicar la señal estéreo codificada T al dispositivo 105 de decodificación. Ejemplos de tales interfaces incluyen una unidad de disco para almacenar datos en un medio legible por ordenador, por ejemplo, una unidad de disco flexible, una unidad de CD-ROM de lectura/escritura, una unidad de DVD, etc. Otros ejemplos incluyen una ranura para tarjeta de memoria, un lector/grabador de tarjeta magnética, una interfaz para acceder a tarjetas inteligentes, etc. De manera correspondiente, el dispositivo 105 de

5 decodificación comprende un receptor 108 correspondiente para recibir la señal transmitida por el transmisor y/u otra interfaz 106 para recibir la señal estéreo codificada comunicada a través de la interfaz 104 y el medio 110 legible por ordenador. El dispositivo de decodificación comprende además un decodificador 107 que recibe la señal recibida T y la decodifica en componentes estéreo L' y R' correspondientes. Realizaciones preferidas de un decodificador de este tipo según la invención se describirán a continuación. Las señales decodificadas L' y R' pueden alimentarse más tarde a un reproductor estéreo para su reproducción a través de un conjunto de altavoces, auriculares, o similares.

10 La figura 2 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal multicanal según una primera realización de la invención. Según esta realización, la señal multicanal comprende dos componentes S₁ y S₂. La disposición comprende un filtro 201 adaptativo que recibe la componente de señal S₁ como entrada y genera una señal filtrada $\hat{S}_2$. Los parámetros de filtrado F_p del filtro adaptativo se seleccionan de manera que la señal filtrada $\hat{S}_2$ se aproxima a la segunda componente de señal S₂, por ejemplo, controlando el filtro 201 adaptativo mediante la señal de error e indicando la diferencia entre S₂ y $\hat{S}_2$ generada mediante un circuito 203 de resta. El filtro 201 puede ser cualquier filtro adecuado conocido en la técnica. Ejemplos de tales filtros incluyen un filtro de respuesta a impulso finita (FIR) 15 o un filtro de respuesta a impulso infinita (IIR), adaptativo o fijo, con las frecuencias de corte y las magnitudes fijas o con un seguimiento recursivo, o similar. El filtro puede ser de cualquier orden, preferiblemente inferior a 10. El tipo de filtro puede ser Butterworth, Chebychev, o cualquier otro tipo adecuado de filtro. En el ejemplo de señales de audio, ejemplos de tales filtros adaptativos incluyen un filtro adaptativo conocido del campo de la cancelación de eco, o un filtro basado en un modelo psicoacústico del sistema auditivo humano, por ejemplo, tal como se conoce a partir de la codificación MPEG, reduciéndose así el número de parámetros de filtrado. Según otra realización, el filtro puede simplificarse adicionalmente, por ejemplo, usando un filtro de orden 10 que usa 5 filtros biquadráticos y una unidad de reverberación artificial. En esta realización, en el lado del codificador, el filtro está ajustado y el tiempo de reverberación se determina. Estos parámetros varían lentamente, reduciéndose así la tasa de transmisión de bits necesaria para su transmisión.

25 Los parámetros de filtrado F_p resultantes se alimentan a un codificador 205, por ejemplo, un codificador que proporciona una codificación de Huffman o cualquier otro tipo de esquema de codificación adecuado, dando como resultado parámetros F_{pe} de filtrado codificados. Los parámetros F_{pe} de filtrado codificados se alimentan a un circuito 204 combinador. La disposición comprende además codificadores 202 que realizan una codificación adecuada de la componente de señal S₁. Por ejemplo, en el caso de señales de audio, la señal S₁ puede codificarse según MPEG, por ejemplo, MPEG I de capa 3 (MP3), según codificación sinusoidal (SSC), o esquemas de codificación de audio basados en esquemas de subbanda, paramétricos o de transformada, o cualquier otro esquema adecuado o combinación de los mismos. La señal S_{1,e} codificada resultante se alimenta al circuito 204 combinador junto con los parámetros de filtrado F_p. El circuito 204 combinador realiza división en tramas, asignación de tasa de transmisión de bits y codificación sin pérdida, dando como resultado una señal combinada T que va a comunicarse.

La figura 3 muestra una vista esquemática de una disposición para decodificar una señal multicanal según la primera realización de la invención. La disposición recibe una señal multicanal codificada T, por ejemplo, que se origina a partir de un codificador según la realización descrita en conexión con la figura 2. La disposición comprende 40 un circuito 301 para extraer la señal S_{1,e} codificada y los parámetros F_{pe} de filtrado codificados a partir de la señal combinada T, es decir, el circuito 301 realiza una operación inversa a la del combinador 204 de la figura 2. Los parámetros de filtrado se decodifican mediante un decodificador 303 de manera correspondiente a la codificación de los parámetros de filtrado por el codificador 205 de la figura 2. La señal S_{1,e} extraída se alimenta a un decodificador 302 para realizar decodificación de audio de manera correspondiente a la codificación realizada por el codificador 202 de la figura 2, dando como resultado la primera señal S₁' de componente de señal decodificada. La señal S₁' se alimenta a un filtro 303 junto con los parámetros de filtrado F_p decodificados. El filtro 304 genera una segunda componente $\hat{S}_2$ ' de señal estimada correspondiente. Por tanto, el decodificador de la figura 2 genera una salida correspondiente a la primera componente S₁' de señal recibida y a la segunda componente $\hat{S}_2$ ' de señal estimada.

50 La figura 4 muestra una vista esquemática de una disposición 102 para codificar una señal estéreo según una segunda realización de la invención. La disposición comprende el conjunto 401 de circuitos para realizar una rotación de la señal estéreo en el espacio L-R en un ángulo α , dando como resultado componentes de señal giradas y y r según la transformación

$$55 \quad Y = L \cos \alpha + R \sin \alpha = w_L L + w_R R$$

$$r = -L \sin \alpha + R \cos \alpha = -w_R L + w_L R, \quad (1)$$

60 donde $w_L = \cos \alpha$ y $w_R = \sin \alpha$ se denominarán factores de ponderación.

Según esta realización, el ángulo α se determina de manera que corresponde a una dirección de alta varianza de señal. La dirección de varianza de señal máxima, es decir, la componente principal, puede estimarse mediante un análisis de la componente principal de manera que la componente y girada corresponde a la señal de componente principal que incluye la mayor parte de la energía de señal, y r es una señal residual. De manera correspondiente, la disposición de la figura 4 comprende el conjunto 400 de circuitos que determina el ángulo α o, alternativamente, los factores de ponderación w_L y w_R .

En referencia a la figura 5, según una realización preferida, los factores de ponderación w_L y w_R anteriores se determinan según el siguiente algoritmo:

Inicialmente, las señales estéreo L y R entrantes se rectifican y se filtran paso bajo, dando como resultado señales envolventes $p(k)$ de L y $q(k)$ de R, respectivamente, donde $p(k)$ y $q(k)$ se muestrean de manera adecuada y el índice de muestreo se designa como k. Por tanto, el vector $x(k) = (p(k), q(k))$ designa el vector de señal entrante. Alternativamente, las señales L y R pueden usarse directamente, es decir, sin filtrarse, o pueden usarse otras versiones filtradas de L y R, por ejemplo, señales L y R filtradas paso alto. En la figura 5 se ilustran varios puntos de señal como círculos. Como ejemplo, se indica el punto de señal $x(k)$ y sus correspondientes componentes $p(k)$ y $q(k)$. Según la invención, las señales se giran en la dirección de la componente principal de los vectores de señal. En el ejemplo de la figura 5, esto corresponde a la dirección y donde α es el ángulo entre la dirección y y la dirección p. El vector de ponderación $w = (w_L, w_R)$ indica la dirección de la componente principal, y las componentes giradas de $x(k)$ se designan como y(k) y r(k), respectivamente.

La componente principal puede determinarse mediante cualquier procedimiento adecuado conocido en la técnica. En una realización particularmente ventajosa, se usa un procedimiento iterativo que utiliza la regla de Oja (véase, por ejemplo, S. Haykin: "Neural Networks", Prentice Hall, N.J., 1999). Según esta realización, el vector de ponderación w se estima de manera iterativa según la siguiente ecuación

$$w(k) = w(k-1) + \mu [x(k-1) - w(k-1) y(k-1)], \quad (2)$$

donde $w(k) = (w_L(k), w_R(k))$ corresponde a la estimación en el tiempo k. La iteración anterior puede iniciarse, por ejemplo, con un conjunto de pesos aleatorios pequeños $w(0)$, o de cualquier otra forma adecuada. El vector de ponderación estimado anterior puede usarse para calcular la señal girada según $y(k) = w^T(k)x(k)$. Alternativamente, la iteración de la ecuación (2) puede realizarse por bloques, por ejemplo, para un bloque de N muestras, donde N depende de la implementación particular, por ejemplo, N=512, 1024, 2048, etc. En esta realización, el vector de ponderación estimado $w(N)$ para un bloque puede usarse en la transformación de todas las muestras de ese bloque según $y(k) = w^T(N)x(k)$.

El factor μ en la ecuación (2) corresponde a una escala de tiempo del algoritmo de seguimiento. Si $\mu=0$, los factores de ponderación y, por tanto, el ángulo α , se mantienen constantes, mientras que cambian rápidamente para un μ grande. Como ejemplo, para un tamaño de bloque de 2048 muestras, μ puede seleccionarse del orden de 10^{-3} para una tasa de muestreo de 44,1 kHz.

Es una ventaja del algoritmo iterativo anterior el hecho de que es lineal, es decir, no requiere el cálculo de funciones trigonométricas, raíces cuadradas o similares. Es una ventaja adicional el hecho de que la iteración anterior produce un vector de ponderación normalizado w, ya que el término $-\mu w(k-1)y(k-1)$ en la ecuación (2) corresponde a un término de degradación de peso que penaliza a pesos grandes mientras que el término $+\mu x(k-1)$ dirige el vector de ponderación en la dirección de la componente principal. Se observa además que, en la presente realización, puesto que $x(k)$ es la señal envolvente, $w_L, w_R \in [0,1]$, es decir, el vector de ponderación w se encuentra en el primer cuadrante en la figura 5, garantizando así que μ es positivo. Es una ventaja adicional de esta realización el hecho de que es suficiente para transmitir uno de w_L y w_R , ya que el otro factor puede determinarse según $w_R = \sqrt{1 - (w_L)^2}$. Alternativamente, el ángulo α puede transmitirse.

De nuevo en referencia a la figura 4, el circuito 400 emite el ángulo α determinado o, alternativamente, uno o ambos factores de ponderación w_L y w_R . La información de ángulo se alimenta al circuito 401 de rotación que genera las componentes de señal y y r giradas. Se entiende que los circuitos 400 y 401 pueden combinarse en un único circuito que realiza el cálculo iterativo de la ecuación (2) y el cálculo de y y r según la ecuación (1).

Según esta realización de la invención, se reconoce que la señal residual r puede estimarse como una versión filtrada de la señal principal y. En una grabación acústica de una fuente de audio grabada por dos micrófonos en ausencia de distorsiones acústicas, por ejemplo, debido a reflexiones, etc., la señal principal y corresponde a la fuente de audio y la señal residual es sustancialmente cero. Por ejemplo, las señales estéreo L y R pueden expresarse como $L=M+S$ y $R=M-S$, donde M corresponde a una señal media o central y S corresponde a una señal estéreo o lateral. En el caso de una grabación acústica de una fuente de sonido estacionaria, por ejemplo, un emisor grabado por dos micrófonos, las señales L y R son sustancialmente iguales, si el emisor está situado exactamente entre los micrófonos y suponiendo que no hay distorsiones acústicas tales como reflexiones, etc. Por tanto, en este caso S es sustancialmente cero o al menos pequeña y el esquema de codificación según esta realización produce sustancialmente y correspondiente a $L+R$ y r correspondiente a $L-R$ siendo cero o pequeña; esto corresponde a $\alpha=45$ grados. Si el emisor no está situado exactamente entre los micrófonos, es decir, hay una asimetría, pero suponiendo todavía que no hay reflexiones u otras distorsiones, la señal girada y según la invención todavía corresponde al emisor y la señal residual r es sustancialmente cero. Sin embargo, en este caso el ángulo α difiere de 45 grados.

En una situación más realista se producen distorsiones, por ejemplo, debido a reflexiones de la señal en las paredes de una sala y en la cabeza y el torso del emisor, etc. Estos efectos influyen en la señal residual r. Por consiguiente, cuando se estima la señal residual mediante un filtro, el filtro modela en efecto la acústica de la sala, etc. Para una orquesta clásica, la situación es similar, mientras que en el caso de música pop moderna, la situación puede ser

ligeramente diferente. En este caso, un ingeniero de sonido normalmente mezcla múltiples canales en dos canales, usando a menudo reverberación artificial, cajas de efectos, etc. En este caso, el filtro modela los efectos acústicos introducidos por el proceso de mezclado.

5 Por consiguiente, todavía en referencia a la figura 4, la disposición comprende además un filtro 201 adaptativo que recibe la señal principal y como entrada y genera una señal filtrada $\hat{r}$. Los parámetros de filtrado F_p del filtro adaptativo se seleccionan de manera que la señal filtrada $\hat{r}$ se aproxima a la señal residual r , por ejemplo, controlando el filtro 201 adaptativo mediante la señal de error e indicando la diferencia entre r y $\hat{r}$ generada mediante un circuito 203 de resta. Los parámetros de filtrado F_p resultantes se alimentan a un codificador 205, por ejemplo, un codificador
10 que proporciona una codificación Huffman o cualquier otro esquema de codificación adecuado, dando como resultado parámetros F_{pe} de filtrado codificados. Los parámetros F_{pe} de filtrado codificados se alimentan a un circuito 204 combinador. El filtro 201 puede ser cualquier filtro adecuado conocido en la técnica. Ejemplos de tales filtros incluyen un filtro de respuesta a impulso finita (FIR) o un filtro de respuesta a impulso infinita (IIR), adaptativo o fijo, con las frecuencias de corte y las magnitudes fijas o con seguimiento recursivo, o similar. El filtro puede ser de cualquier
15 orden, preferiblemente inferior a 10. El tipo de filtro puede ser Butterworth, Chebychev, o cualquier otro tipo adecuado de filtro. La disposición comprende además un codificador 202 para codificar la señal principal descrita en conexión con la figura 2, dando como resultado la señal principal codificada y_e que se alimenta al circuito 204 combinador junto con los parámetros de filtrado F_p y la información de ángulo α . Como se describe en conexión con la figura 2, el circuito 204 combinador realiza división en tramas, asignación de tasa de transmisión de bits y codificación sin
20 pérdida, dando como resultado una señal combinada T que va a comunicarse que incluye la señal principal codificada y_e , los parámetros de filtrado F_p y la información de ángulo α . En una realización, el ángulo α o, alternativamente, w_L y/o w_R pueden comunicarse como parte de una cabecera transmitida antes de una trama de señal, un bloque de señales, o similar.

25 Según la invención, puesto que se hace un seguimiento del ángulo α de transformación de manera que la señal de componente principal incluye la mayor parte de la energía de señal, las tasas de transmisión de bits asignadas a las señales y y r pueden seleccionarse para ser diferentes, optimizándose así la eficacia de codificación. Como se describió anteriormente, en el ejemplo de una grabación acústica de una fuente de audio grabada por dos micrófonos en ausencia de distorsiones acústicas, la señal principal y corresponde a la fuente de audio y la señal residual es sustancialmente
30 cero. En este ejemplo, el ángulo α corresponde a la posición de la fuente de sonido relativa a los micrófonos. Si la fuente de sonido se mueve, por ejemplo, de izquierda a derecha, el procedimiento según la invención todavía produce una señal de componente principal y correspondiente a la fuente y una pequeña señal residual r que, de manera ideal, es $r=0$. En este caso, α cambia desde 0 (totalmente izquierda) hasta 90 grados (totalmente derecha). El ejemplo anterior ilustra la ventaja del seguimiento del ángulo α . Por tanto, es una ventaja de la invención el hecho de que permite una
35 codificación eficaz de señales estéreo.

Según esta realización de la invención, la tasa de transmisión de bits que va a asignarse a los parámetros de filtrado F_p puede ser considerablemente más pequeña que la tasa de transmisión de bits necesaria para la señal principal y , por ejemplo, en una realización, la tasa de transmisión de bits para F_p puede ser, como promedio, inferior al 10%
40 de la tasa de transmisión de bits para y . Por tanto, es una ventaja de la invención el hecho de que reduce la tasa de transmisión de bits necesaria para transmitir una señal estéreo. La tasa de transmisión de bits total según la invención sólo es ligeramente superior a la de un único canal mono. Se observa, sin embargo, que esta proporción puede variar durante una grabación. Por ejemplo, la proporción puede volverse más pequeña, por ejemplo en una situación con pocas distorsiones y una fuente fija, pero también más grande, por ejemplo si las señales L y R son momentáneamente
45 independientes.

La figura 6 muestra una vista esquemática de una disposición 107 para decodificar una señal estéreo según la segunda realización de la invención. La disposición recibe una señal estéreo codificada T , por ejemplo que se origina a partir de un codificador según la realización descrita en conexión con la figura 4. La disposición comprende un circuito
50 301 para extraer las señales codificadas y_e , los parámetros F_{pe} de filtrado codificados y la información de ángulo α a partir de la señal combinada T , es decir, el circuito 301 realiza una operación inversa a la del combinador 204 de la figura 4. La señal extraída y_e se alimenta a un decodificador 302 para realizar decodificación de audio de manera correspondiente a la codificación realizada por el codificador 202 de la figura 4, dando como resultado la señal de componente principal decodificada y' . Los parámetros de filtrado codificados F_{pe} se decodifican por un decodificador
55 303 de manera correspondiente a la codificación de los parámetros de filtrado por el codificador 205 de la figura 4. La señal y' se alimenta a un filtro 304 junto con los parámetros de filtrado decodificados F_p . El filtro 304 genera una señal residual estimada $\hat{r}'$ correspondiente. La señal de componente principal recibida y' , la señal residual estimada $\hat{r}'$ y la información de ángulo α recibida se alimentan a un circuito 601 de rotación que gira las señales y' , $\hat{r}'$ de vuelta en la dirección de las componentes L y R originales, dando así como resultado las señales recibidas L' y R' .
60

En la realización descrita en conexión con las figuras 4 y 6, los filtros 201 y 304 pueden ser filtros adaptativos convencionales en el dominio temporal o del tiempo (véase, por ejemplo, "Adaptive Filter Theory", de S. Haykin, Prentice Hall, 2001), por ejemplo, un filtro adaptativo conocido del campo de la cancelación de eco. Otros ejemplos de filtros incluyen un filtro FIR o IIR fijo con una frecuencia de corte y magnitud fija o adaptativa. Alternativamente,
65 el filtro puede basarse en un modelo psicoacústico del sistema auditivo humano u otro filtro adecuado, por ejemplo, usando un filtro de orden 10 que usa 5 filtros biquadráticos y una unidad de reverberación artificial, tal como se describe en conexión con la figura 2.

Las figuras 7a-c muestran vistas esquemáticas de ejemplos de un circuito de filtro para su uso en una realización de la invención.

En el ejemplo de la figura 7a, el filtro 201 comprende una combinación de un filtro 701 y un filtro 702 de reverberación. Por ejemplo, el filtro 701 puede ser un filtro adaptativo convencional en el dominio temporal o del tiempo, un filtro FIR o IIR fijo con una frecuencia de corte y magnitud fija o adaptativa, etc., por ejemplo, un filtro paso alto. Según esta realización, tanto los parámetros de filtrado del filtro 701 como los parámetros del filtro 702 de reverberación, tal como el tiempo de reverberación designado como T_{60} , se transmiten al decodificador como parámetros de filtrado F_p .

En el ejemplo de la figura 7b, además de los filtros 701 y 702, se añaden dos circuitos 703-704 de control. Un circuito 703 de control se añade para garantizar que la potencia promedio de la señal residual r y la potencia promedio de la salida del reverberador 702 son aproximadamente iguales, por ejemplo, multiplicando la salida del reverberador 702 por un parámetro β_1 . Un segundo circuito 704 de control multiplica la salida ajustada a escala del reverberador por β_2 . El factor β_2 puede seleccionarse en el intervalo entre -3dB y +6dB y se determina de manera que la correlación cruzada ρ entre r y $\hat{r}$ es lo más alta posible, es decir, que las señales r y $\hat{r}$ son lo más parecidas posible. Por tanto, la disposición de filtro de la figura 7b comprende además un circuito 705 para determinar la correlación cruzada ρ . La disposición de filtro comprende además un multiplicador 706 para generar el producto $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2$ que se emite como parte de los parámetros de filtrado F_p . Por tanto, β_1 es una ganancia que se controla de manera automática, por ejemplo, comparando la media absoluta de r y $\hat{r}$, y β_2 es otra ganancia que se controla de manera automática, por ejemplo, usando el coeficiente de correlación cruzada ρ . La primera ganancia está prevista para garantizar que la energía de r se mantiene, es decir que la energía de la señal predicha $\hat{r}$ en el receptor corresponde a la energía de r . La segunda ganancia es para garantizar que r y $\hat{r}$ están bien correlacionadas.

En una realización, el reverberador 702 y el filtro 701 pueden ser fijos, es decir, no adaptados según los parámetros de filtrado F_p . Además, β_2 puede ser fijo, dejando así el parámetro β_1 que varía lentamente como el único parámetro adaptativo que tiene que ajustarse y transmitirse. Por consiguiente se proporciona una disposición de filtro particularmente simple. Una ventaja de esta realización es que sólo requiere aproximadamente la mitad de la tasa de transmisión de bits estéreo original para transmitir una señal estéreo. Se observa que pueden usarse variaciones adicionales de la realización anterior. Por ejemplo, en una realización, el filtro 701 puede omitirse.

Además, alternativa o adicionalmente a la correlación ρ , pueden usarse otras mediciones de correlación para garantizar un alto grado de similitud entre la señal original y la señal después de la codificación-decodificación. Por ejemplo, en una realización pueden usarse dos correladores en lugar del correlador 705. Un correlador puede calcular la correlación cruzada ρ_{LR} de las señales L y R de entrada. Además, un segundo correlador puede calcular la correlación cruzada ρ'_{LR} de las salidas L' y R' resultantes del codificador-decodificador, es decir, según esta realización, el codificador comprende además un circuito decodificador para determinar las señales L' y R' . Esta realización usa la diferencia $\varepsilon_\rho = \rho_{LR} - \rho'_{LR}$ para controlar β_2 de manera que ε_ρ sea mínimo. Esto se ilustra en la figura 7c, en la que el correlador de la figura 7b se ha sustituido por el circuito 707 que recibe las señales L y R así como L' y R' como entradas y genera como salida una señal indicativa de la diferencia ε_ρ . La salida ε_ρ del circuito 707 controla el circuito 704 para ajustar a escala el residuo estimado $\hat{r}$ de manera que ε_ρ se minimiza. En una realización, las entradas al circuito 707 se filtran paso alto, por ejemplo a 250 Hz, de manera que las bajas frecuencias contribuyen cada vez menos a ε_ρ . Como en la realización de la figura 7b, es una ventaja de esta realización el hecho de que la correlación entre la imagen estéreo resultante y la imagen estéreo original antes de la codificación-decodificación es muy alta.

La figura 8 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal estéreo según una tercera realización de la invención. La disposición es una variación de la realización descrita en conexión con la figura 4, y comprende el conjunto 401 de circuitos para realizar una rotación de las señales estéreo L y R , el conjunto 400 de circuitos para determinar el ángulo de rotación, un filtro 201 adaptativo, un circuito 203 de resta, un codificador 202, un codificador 205 y un circuito 204 combinador, tal como se describe en conexión con la figura 4. Según esta realización, la señal de componente principal y no se alimenta directamente al filtro 201. En lugar de ello, la disposición comprende además un decodificador 302 tal como se describe en conexión con la figura 6. El decodificador 302 recibe la señal de componente principal codificada y_e generada por el codificador 202 y genera la señal principal decodificada y' que se alimenta al filtro 201. Es una ventaja de esta realización el hecho de que reduce el efecto de errores de codificación introducidos por la codificación y la decodificación de la señal y . Estos errores de codificación hacen que la señal decodificada y' sea ligeramente diferente de la señal original y debido al hecho de que el decodificador 302 en la práctica, no es una inversa perfecta del codificador 202, es decir, $E E^{-1} \neq 1$. Por consiguiente, aplicando una codificación y decodificación de la señal y en el decodificador, la entrada y' al filtro 201 corresponde a la entrada y' alimentada al filtro 304 (de la figura 6) en el receptor, mejorando así el resultado de la predicción de $\hat{r}'$ de la señal residual en el receptor. Por tanto, el codificador según esta realización, puede usarse en conexión con un decodificador según la realización de la figura 6.

La figura 9 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal estéreo según una cuarta realización de la invención. La disposición es una variación de la realización descrita en conexión con la figura 4, y comprende el conjunto 401 de circuitos para realizar una rotación de las señales estéreo L y R , el conjunto 400 de circuitos para determinar el ángulo de rotación, un filtro 201 adaptativo, un circuito 203 de resta, un codificador 202, un codificador 205 y un circuito 204 combinador, tal como se describe en conexión con la figura 4. Según esta realización, la señal de componente principal y no se alimenta directamente al filtro 201. En lugar de ello, la disposición

comprende además un circuito 901 de multiplicación que multiplica la señal residual r recibida desde el circuito 401 por una constante γ , y un circuito 902 de suma para sumar la señal residual ajustada a escala a la señal de componente principal y , dando como resultado una señal $y + \gamma r$ que se alimenta al filtro 201. En este caso, γ es un valor positivo pequeño, por ejemplo del orden de 10^{-2} . En una realización, se hace un seguimiento adaptativo de la constante γ . Una ventaja de esta realización es que las frecuencias que sustancialmente no están presentes en el espectro de la señal y , pero que están presentes en el espectro de r pueden utilizarse en el modelado de la señal residual $\hat{r}$ mediante el filtro 201, mejorando así la calidad de la señal codificada. Según esta realización, la señal $y + \gamma r$ se alimenta al codificador 202 que genera la señal principal decodificada y_c que va a transmitirse al receptor. Además, según esta realización, la constante γ se alimenta al combinador 204 y se transmite al receptor.

La figura 10 muestra una vista esquemática de una disposición para decodificar una señal estéreo según la cuarta realización de la invención, es decir, adecuada para decodificar una señal recibida desde un codificador según la figura 9. La disposición comprende un circuito 301 para extraer la información recibida a partir de la señal combinada T , un decodificador 302, un decodificador 303, un filtro 304 y un circuito 601 de rotación tal como se describe en conexión con la figura 6. Según esta realización, el circuito 301 extrae además la constante γ de la señal combinada T , y la disposición comprende además un circuito 1001 de multiplicación para multiplicar la señal residual predicha $\hat{r}'$ generada por el filtro 304 por la constante recibida γ . La disposición comprende además un circuito 1002 para restar la señal residual predicha ajustada a escala $\gamma \hat{r}'$ resultante, de la señal principal decodificada y' .

La figura 11 muestra una vista esquemática de una disposición para codificar una señal multicanal según una quinta realización de la invención. La disposición recibe una señal multicanal que comprende n canales $S_1, \dots, S_n$. La disposición comprende un analizador 1100 de componente principal para realizar un análisis de la componente principal de las componentes de señal $S_1, \dots, S_n$, dando como resultado un vector de ponderación $w = (w_1, \dots, w_n)$ para transformar la señal de entrada en una señal de componente principal y y $n-1$ señales residuales $r_1, r_2, \dots, r_{n-1}$. La disposición comprende además un circuito 1101 de transformación que recibe las componentes de señal de entrada $S_1, \dots, S_n$ y el vector de ponderación w determinado, y genera las señales y y $r_1, \dots, r_{n-1}$ según la transformación anterior. La señal de componente principal y se alimenta a un conjunto de filtros 201 adaptativos, que predice, cada uno, una de las señales residuales $r_1, \dots, r_{n-1}$, tal como se describe en conexión con la figura 4, dando como resultado parámetros de filtrado $F_{p1}, \dots, F_{p(n-1)}$ correspondientes que se alimentan a los codificadores 205 correspondientes y, posteriormente, al combinador 204. En un decodificador correspondiente (no mostrado), se usan filtros correspondientes para generar estimaciones $\hat{r}'_1, \dots, \hat{r}'_{n-1}$ de las señales residuales basándose en los parámetros de filtrado, tal como se describe en conexión con la figura 6. La disposición comprende además un codificador 202 para codificar la señal de componente principal y , que da como resultado una señal codificada y_c que también se alimenta al combinador 204.

Se entiende que, según una realización, sólo un subconjunto de señales residuales, por ejemplo $r_1, \dots, r_k$, $k < n-1$, puede transmitirse al receptor o alimentarse a los filtros correspondientes, reduciéndose así la tasa de transmisión de bits necesaria al tiempo que se mantiene en su mayor parte la calidad de señal.

La figura 12 muestra una vista esquemática de un circuito de resta para su uso con una realización de la invención. En las realizaciones anteriores, los parámetros de filtrado se determinan comparando una señal objetivo con una señal estimada, es decir, mediante la señal de error e que indica la diferencia entre r y $\hat{r}$ generada por un circuito 203 de resta. Se entiende que el circuito de resta puede generar diferentes mediciones de diferencia entre r y $\hat{r}$, por ejemplo, una diferencia puede determinarse en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia. En referencia a la figura 12, el circuito 203 puede comprender circuitos 1201 para transformar las señales r y $\hat{r}$, respectivamente, en el dominio de la frecuencia, por ejemplo, realizando una transformación rápida de Fourier (FFT). Las componentes de frecuencia resultantes pueden procesarse adicionalmente mediante respectivos circuitos 1204. Por ejemplo diferentes frecuencias pueden ponderarse de manera diferente, preferiblemente según las propiedades del sistema auditivo humano, dándose mayor peso de este modo a las diferencias en el intervalo de frecuencias audibles. Otros ejemplos de procesamiento posterior por los circuitos 1204 incluyen un promediado de componentes de frecuencias predeterminadas, calcular la magnitud de las componentes de frecuencias complejas, el agrupamiento de componentes de filtro, o similares. Por ejemplo, en una realización preferida, se realiza un agrupamiento antes de la resta en el dominio de la frecuencia. Este agrupamiento puede realizarse usando un banco de filtros, por ejemplo, con anchos de banda secundarios lineales o logarítmicos. Alternativamente, el agrupamiento puede realizarse usando el denominado ancho de banda rectangular equivalente (ERB) (véase, por ejemplo, "An introduction to the Psychology of Hearing", de Brian Moore, Academic Press, Londres, 1997). La técnica de ancho de banda rectangular equivalente agrupa bandas en frecuencia que corresponden a los filtros auditivos humanos, por ejemplo, las denominadas bandas críticas. Según esta realización, el valor correspondiente del ERB en función de la frecuencia central, f (en kHz), puede calcularse según $ERB = 24,7(4,37 f + 1)$. Todavía en referencia a la figura 12, el circuito 203 comprende además un circuito 1203 de resta para restar las componentes en frecuencia procesadas. Alternativamente, las señales transformadas generadas por los circuitos 1201 se alimentan directamente al circuito 1204 de resta sin procesamiento adicional. La señal de diferencia generada por el circuito 1204 de resta se alimenta a un circuito 1202 de transformación para transformar la señal de error de nuevo al dominio del tiempo, por ejemplo, realizando una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT). Alternativamente, la señal de diferencia en el dominio de la frecuencia puede usarse directamente.

Se entiende que un experto puede adaptar las realizaciones anteriores, por ejemplo, añadiendo o eliminando características, o combinando características de las realizaciones anteriores. Por ejemplo, se entiende que las características introducidas en las realizaciones de la figura 8 y 9 pueden incorporarse también en la realización de la figura 11. Como otro ejemplo, la señal de error e que describe la calidad de la señal residual estimada en la realización de la figura 4

puede compararse con un error umbral que indica un error aceptable máximo. Si el error no es aceptable, la señal de error puede transmitirse, tras una codificación adecuada, junto con la señal T de manera similar a los procedimientos usados en el campo de la codificación predictiva lineal (LPC).

Se observa además que la invención no se limita a señales estereofónicas, sino que también puede aplicarse a otras señales de entrada multicanal que tienen dos o más canales de entrada. Ejemplos de tales señales multicanal incluyen señales recibidas desde un disco versátil digital (DVD) o un disco compacto de superaudio, etc. En este caso más general, una señal de componente principal y una o más señales residuales r todavía pueden generarse según la invención. El número de señales residuales transmitidas depende del número de canales y la tasa de transmisión de bits deseada, ya que pueden omitirse residuos de orden superior sin degradar de manera significativa la calidad de señal.

En general, es una ventaja de la invención el hecho de que la asignación de la tasa de transmisión de bits puede variarse de manera adaptativa, permitiendo así una degradación ágil. Por ejemplo, si el canal de comunicación momentáneamente sólo permite transmitir a una tasa de transmisión de bits reducida, por ejemplo debido a un aumento en el tráfico de red, ruido, o similar, la tasa de transmisión de bits de la señal transmitida puede reducirse sin degradar de manera significativa la calidad perceptible de la señal. Por ejemplo, en el caso de una fuente de sonido fija anteriormente comentada, la tasa de transmisión de bits puede reducirse en un factor de aproximadamente dos sin degradar de manera significativa la calidad de señal, de manera correspondiente a la transmisión de un único canal en lugar de dos.

Se observa que las disposiciones anteriores pueden implementarse como microprocesadores programables de propósito general o especial, procesadores de señal digital (DSP), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), disposiciones lógicas programables (PLA), disposiciones de puertas programables en campo (FPGA), circuitos electrónicos de propósito especial, etc., o una combinación de los mismos.

Debe observarse que las realizaciones anteriormente mencionadas ilustran más que limitan la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier símbolo de referencia situado entre paréntesis no deberá interpretarse como que limita la reivindicación. El término “que comprende” no excluye la presencia de otros elementos o etapas aparte de los enumerados en una reivindicación. La invención puede implementarse mediante hardware que comprende varios elementos distintos, y mediante un ordenador programado de manera adecuada. En una reivindicación de dispositivo que enumere varios medios, varios de estos medios pueden implementarse mediante un mismo elemento de hardware. El mero hecho de que se indiquen ciertas medidas en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse de manera ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para codificar una señal multicanal que incluye al menos una primera componente de señal y una segunda componente de señal que representan una señal de audio fuente multicanal, comprendiendo el procedimiento las etapas de
 - determinar un conjunto de parámetros de filtrado de un filtro de predicción de manera que el filtro de predicción proporciona una estimación de la segunda componente de señal cuando se recibe la primera componente de señal como entrada; y
 - codificar la primera componente de señal y el conjunto de parámetros de filtrado
 - representar la señal multicanal como la primera componente de señal codificada y el conjunto de parámetros de filtrado codificado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de determinar el conjunto de parámetros de filtrado comprende la etapa de determinar los parámetros de filtrado de manera que una diferencia de la segunda componente de señal y la componente de señal estimada es menor que un valor predeterminado.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la etapa de representar la señal multicanal como la primera componente de señal y el conjunto de parámetros de filtrado comprende además la etapa de representar la señal multicanal como la primera componente de señal, el conjunto de parámetros de filtrado y una señal de error indicativa de la diferencia de la segunda componente de señal y la componente de señal estimada, si dicha diferencia no es menor que dicho valor predeterminado.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la primera componente de señal tiene una primera energía de señal y la segunda componente de señal tiene una segunda energía de señal menor que la primera energía de señal.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el procedimiento comprende además la etapa de transformar al menos una primera componente de señal fuente y una segunda componente de señal fuente de una señal fuente multicanal en las componentes de señal primera y segunda.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la señal fuente multicanal comprende una señal estereofónica que incluye una componente de señal izquierda y una derecha.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que
 - dicha primera componente de señal es una señal de componente principal de una señal multicanal fuente que incluye varias componentes de señal fuente y la segunda componente de señal es una señal residual correspondiente;
 - el procedimiento comprende además la etapa de transformar al menos las componentes de señal fuente primera y segunda mediante una transformación predeterminada en la señal de componente principal que incluye la mayor parte de la energía de señal y al menos la señal residual que incluye menos energía que la señal de componente principal, estando la transformación predeterminada parametrizada por al menos un parámetro de transformación; y
 - la etapa de representar la señal multicanal como la primera componente de señal y el conjunto de parámetros de filtrado comprende además la etapa de representar la señal multicanal como la señal de componente principal, el conjunto de parámetros de filtrado y el parámetro de transformación.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que la transformación predeterminada es una rotación y el parámetro de transformación corresponde a un ángulo de rotación.
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la etapa de determinar un conjunto de parámetros de filtrado comprende además la etapa de determinar al menos un parámetro de ajuste a escala para ajustar a escala la estimación de la segunda componente de señal de manera que aumenta una medición de correlación entre la segunda componente de señal y la estimación de la segunda componente de señal.
10. Procedimiento para decodificar información de señal multicanal que representa una señal de audio fuente multicanal, comprendiendo el procedimiento las etapas de
 - recibir una primera componente de señal codificada y un conjunto de parámetros de filtrado codificado;
 - decodificar dicha primera componente de señal codificada y dicho conjunto de parámetros de filtrado codificado;
 - estimar una segunda componente de señal usando un filtro de predicción correspondiente al conjunto de parámetros de filtrado decodificado, recibiendo el filtro de predicción la primera componente de señal decodificada como entrada.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que

- la etapa de recibir la primera componente de señal comprende además la etapa de recibir un parámetro de transformación, correspondiendo la primera componente de señal a un resultado de una transformación predeterminada de al menos una primera y una segunda componente de señal fuente de una señal multicanal fuente, estando la transformación predeterminada parametrizada por al menos el parámetro de transformación; y

- el procedimiento comprende además la etapa de generar una primera y una segunda componente de señal decodificada transformando de manera inversa la primera componente de señal recibida y la segunda componente de señal estimada.

12. Disposición para codificar una señal multicanal que incluye al menos una primera componente de señal y una segunda componente de señal que representan una señal de audio fuente multicanal, comprendiendo la disposición

- un filtro de predicción para estimar la segunda componente de señal, correspondiendo el filtro de predicción a un conjunto de parámetros de filtrado y recibiendo la primera componente de señal como entrada; y

- medios de codificación para codificar la primera componente de señal y el conjunto de parámetros de filtrado;

- medios de procesamiento para representar la señal multicanal como la primera componente de señal codificada y el conjunto de parámetros de filtrado codificado.

13. Disposición para decodificar una señal multicanal correspondiente a al menos dos componentes de señal que representan una señal de audio fuente multicanal, comprendiendo la disposición

- medios de recepción para recibir una primera componente de señal codificada de la señal multicanal y un conjunto de parámetros de filtrado codificado;

- medios de decodificación para decodificar dicha primera componente de señal codificada y dicho conjunto de parámetros de filtrado codificado;

- un filtro de predicción para estimar una segunda componente de señal de la señal multicanal, recibiendo el filtro de predicción el conjunto de parámetros de filtrado decodificado y la primera componente de señal decodificada como entrada.

14. Señal de datos que incluye información de señal multicanal, generándose la señal de datos mediante un procedimiento de codificación de una señal multicanal según la reivindicación 1, consistiendo dicha señal en la primera componente de señal codificada y el conjunto de parámetros de filtrado codificado.

15. Medio legible por ordenador que comprende un registro de datos indicativo de una señal de datos según la reivindicación 14.

16. Dispositivo para comunicar una señal multicanal, comprendiendo el dispositivo una disposición para codificar una señal multicanal según la reivindicación 12.

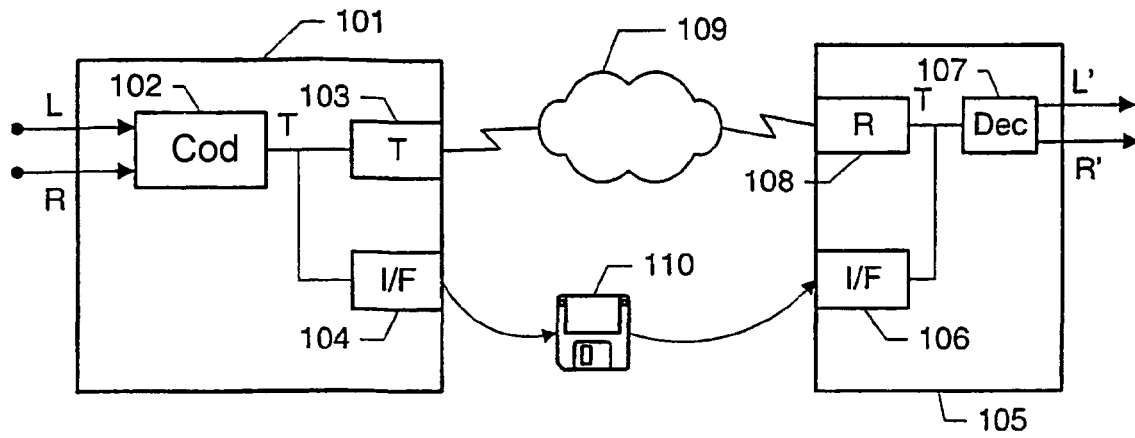


Fig. 1

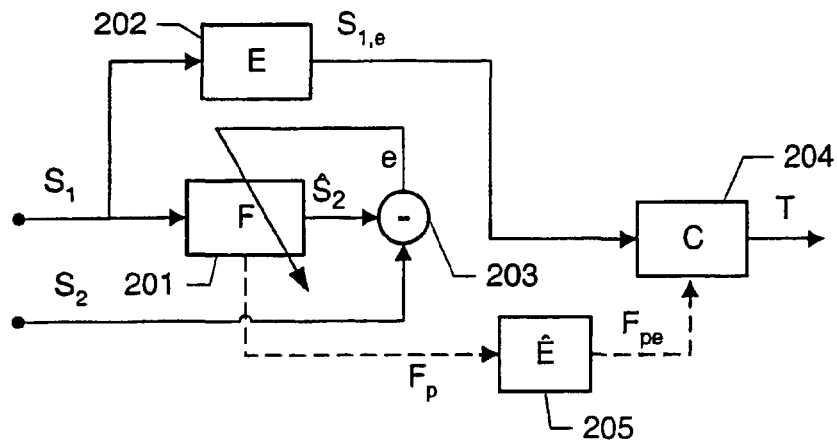


Fig. 2

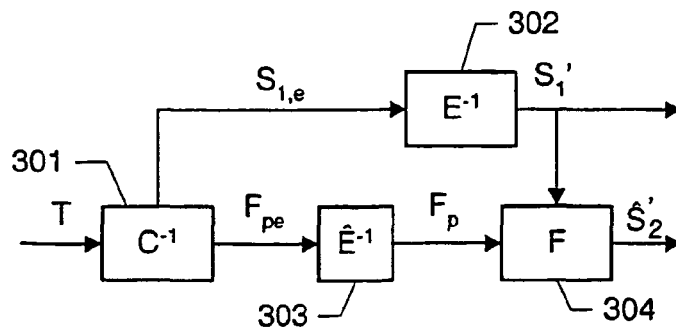


Fig. 3

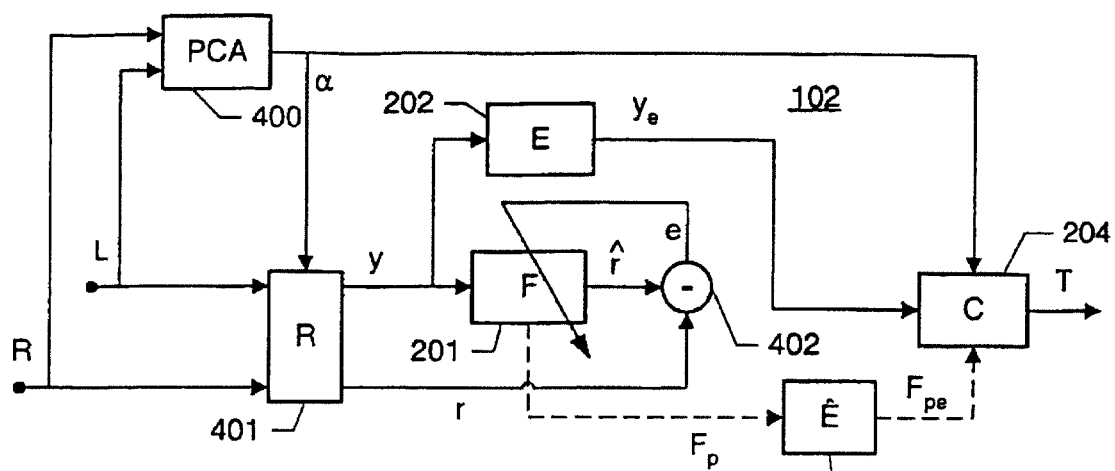


Fig. 4

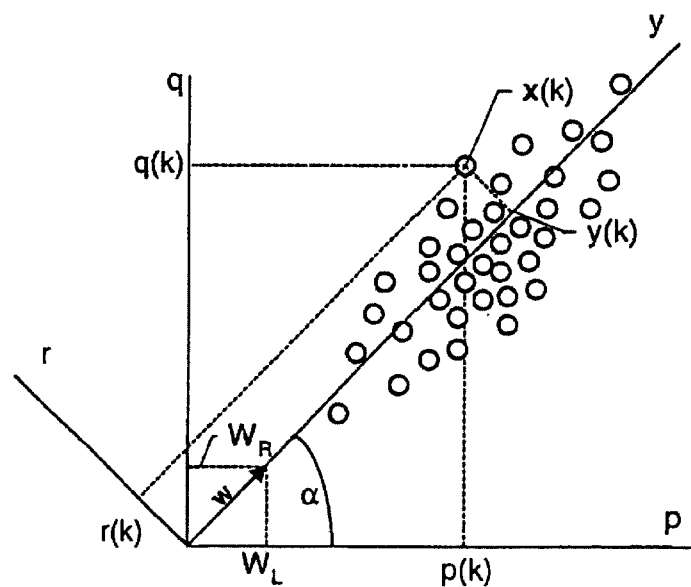


Fig. 5

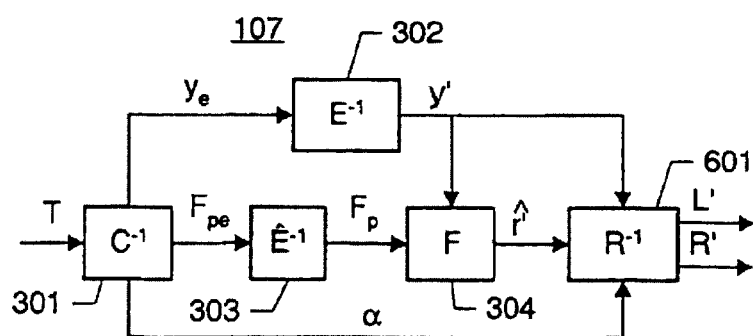


Fig. 6

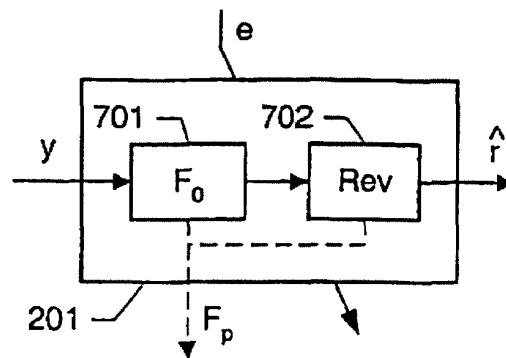


Fig. 7a

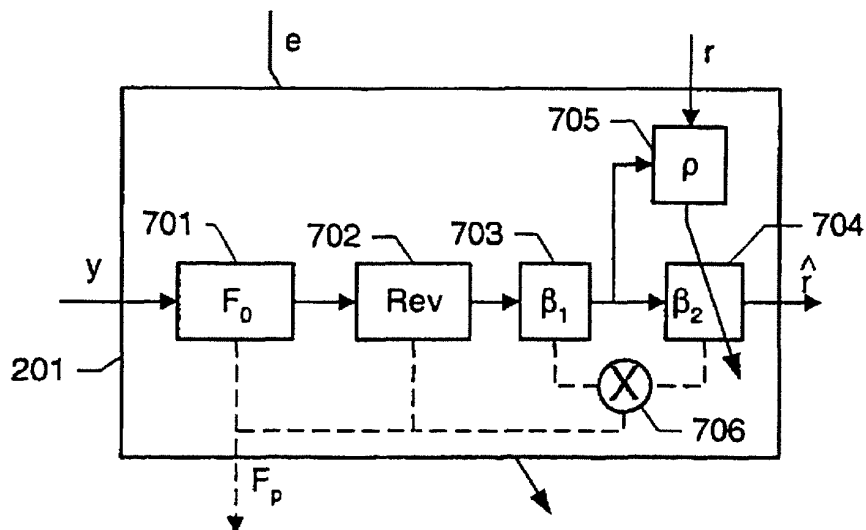


Fig. 7b

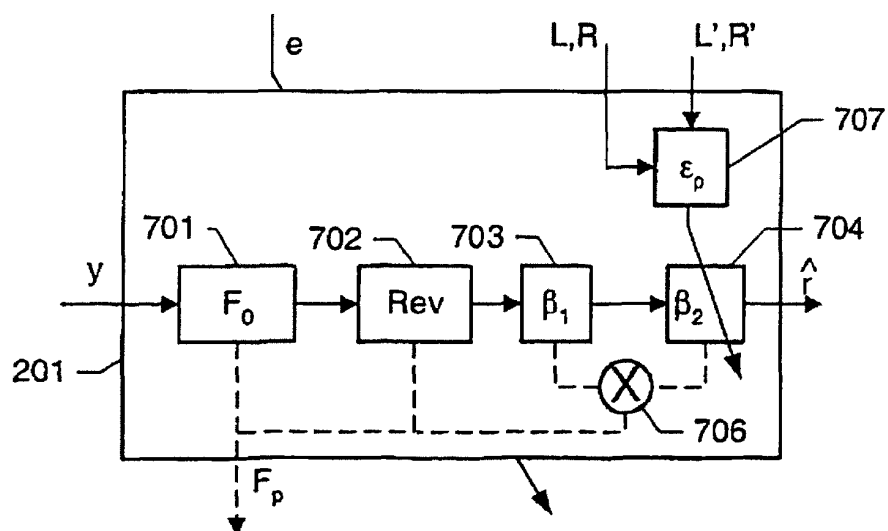


Fig. 7c

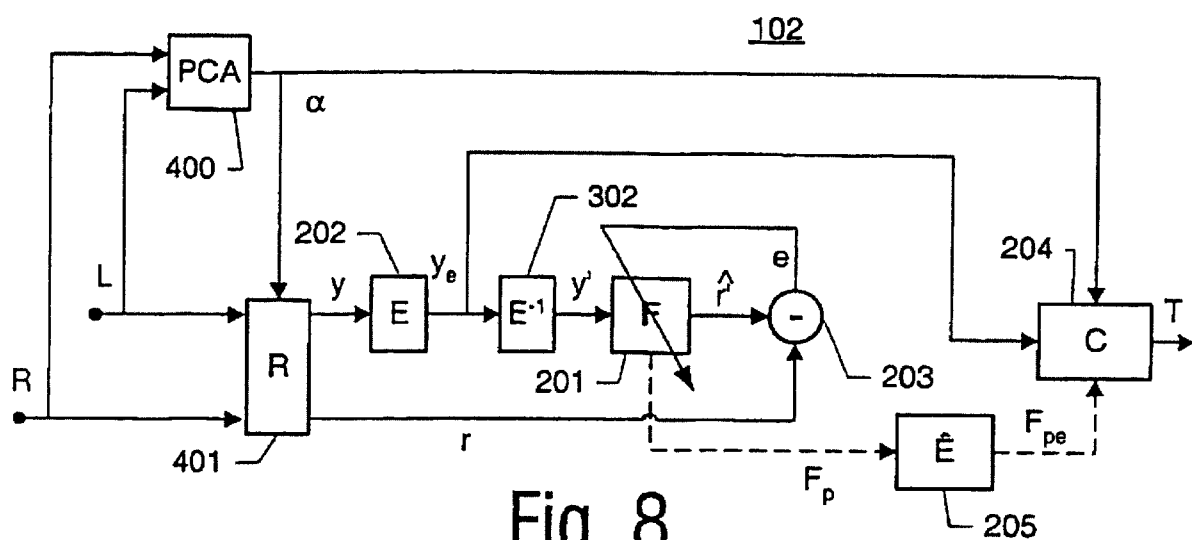


Fig. 8

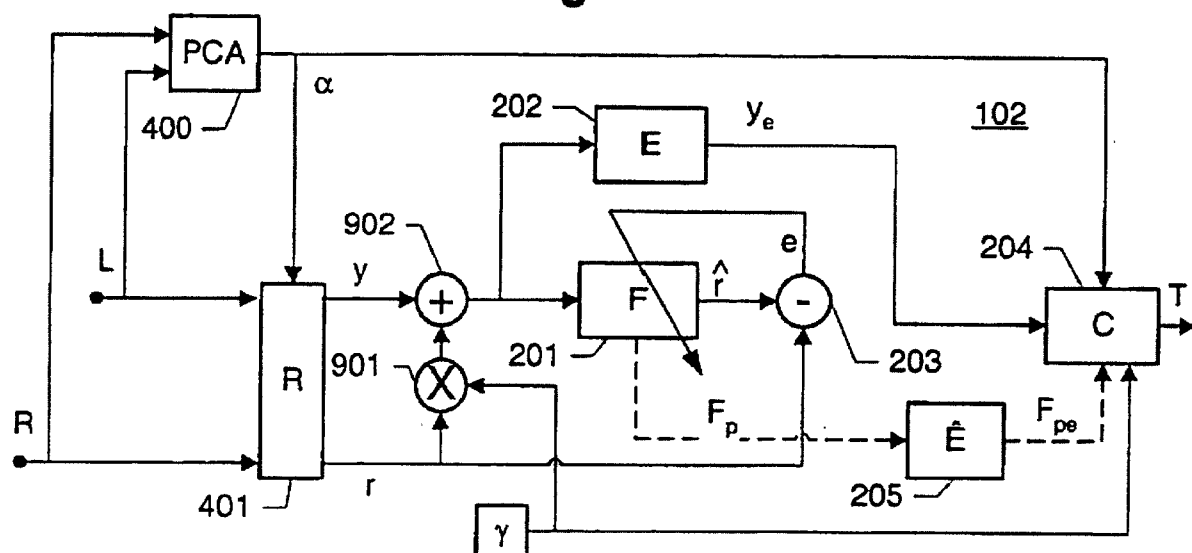


Fig. 9

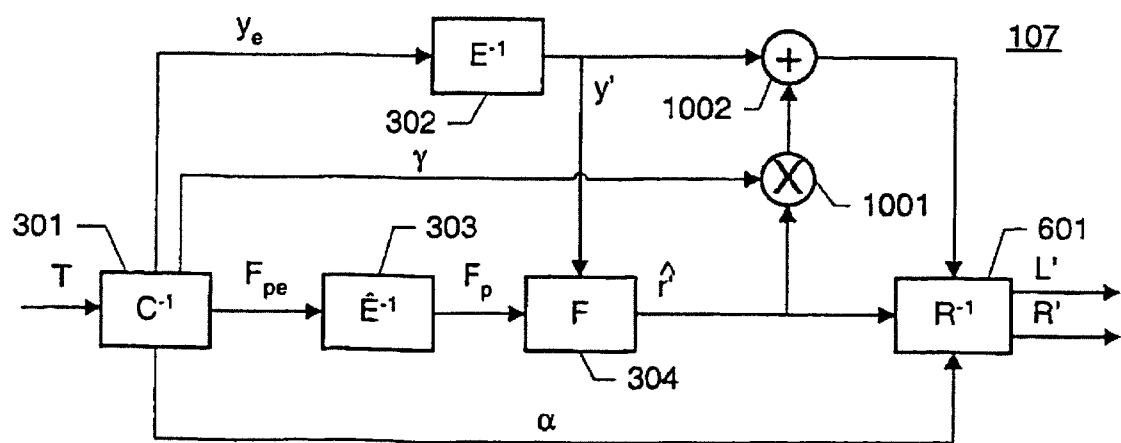


Fig. 10

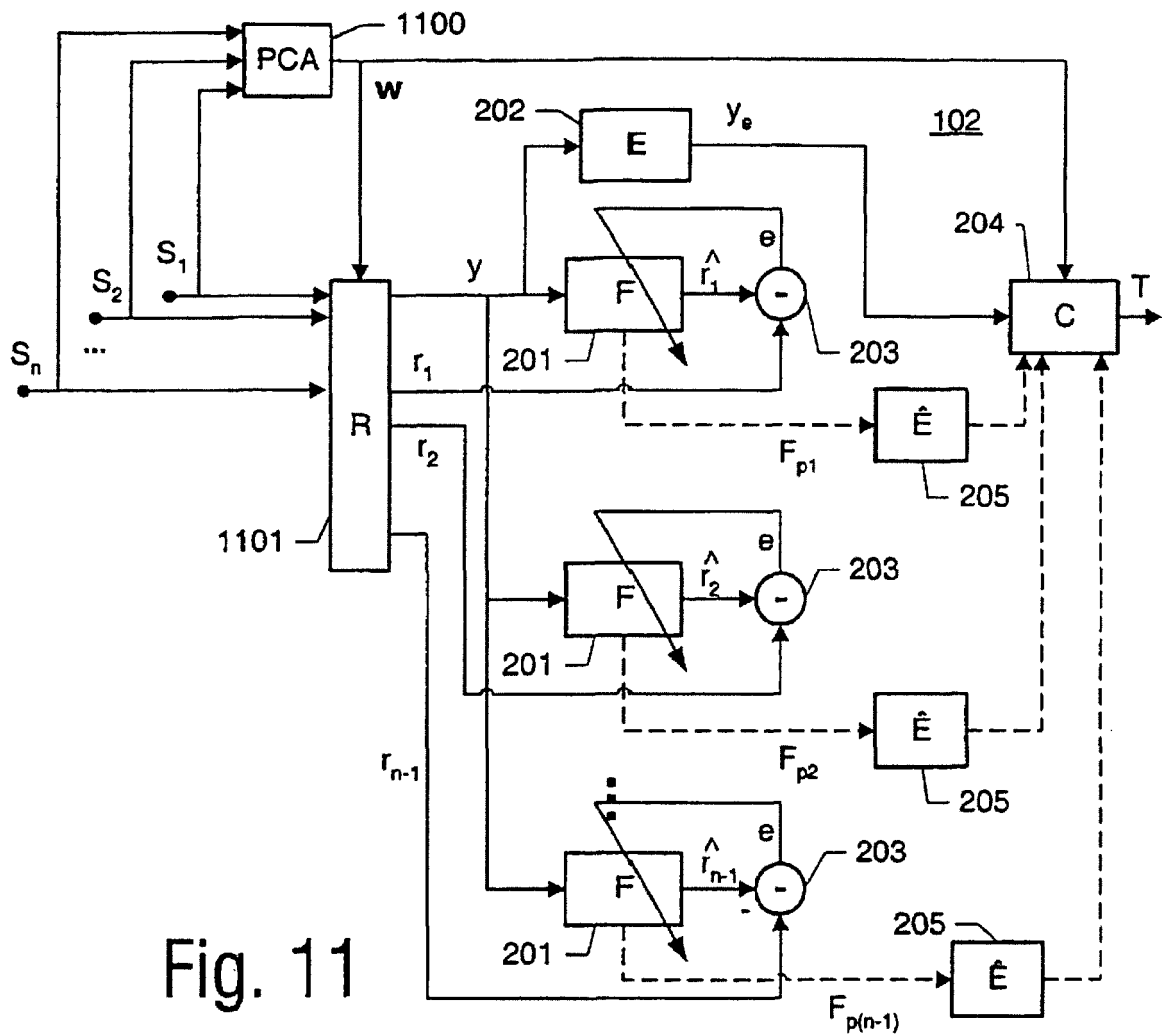


Fig. 11

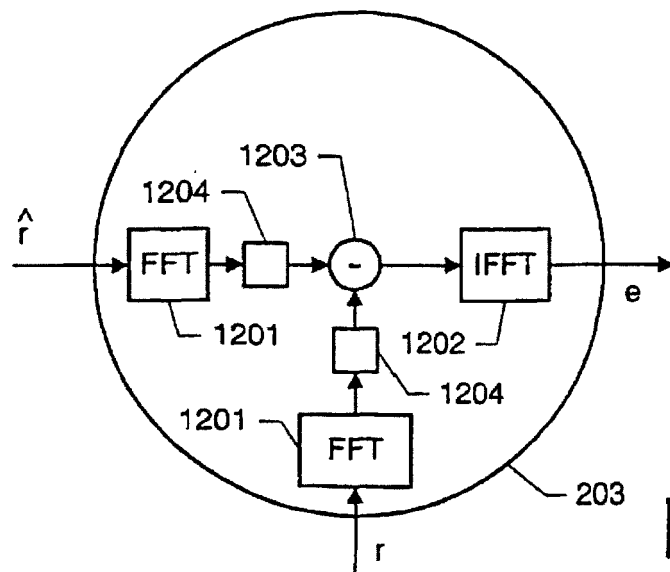


Fig. 12