

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 441**

51 Int. Cl.:

H04H 40/63 (2008.01)

G10L 19/00 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2010 PCT/FR2010/052865**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2011 WO11077041**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2010 E 10808913 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 2517387**

54 Título: **Procedimiento de optimización de la recepción estéreo para radio analógica y receptor de radio analógica asociado**

30 Prioridad:

23.12.2009 FR 0959552

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

29.11.2017

73 Titular/es:

**ARKAMYS (100.0%)
31 rue Pouchet
75017 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**ESNAULT, THOMAS y
AMADU, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 644 441 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

Procedimiento de optimización de la recepción estéreo para radio analógica y receptor de radio analógica asociado

La invención se refiere a un procedimiento de optimización de la recepción estéreo para radio analógica, así como al receptor de radio analógica asociado.

5 La invención encuentra una aplicación particularmente ventajosa en el campo de la radio analógica, pero podría utilizarse igualmente en cualquier otro tipo de aplicación donde podría ser útil transformar dos señales audio fuertemente correlacionadas en una señal de tipo estéreo.

De manera conocida, una radio analógica incluye un sintonizador adecuado para seleccionar un canal de entre un conjunto de canales de frecuencias y para demodular una primera y una segunda señal contenidas en el canal. Se conoce que la primera señal G+D (llamada componente mono) corresponde a la suma de la señal de sonido izquierda y de la señal de sonido derecha del estéreo, mientras que la segunda señal G-D (llamada componente estéreo) corresponde a la sustracción de la señal de sonido derecha a la señal de sonido izquierda. En funcionamiento normal del sintonizador, es fácil combinar de manera conocida la primera y la segunda señal para obtener la señal estéreo compuesta por la señal de sonido derecha y la señal de sonido izquierda que hay que difundir.

Por ejemplo, el documento US 2005/157883 A1 describe un dispositivo y un método para construir una señal de salida multicanal o para generar una señal con número reducido de canales.

El documento JP 2007 079483 A describe igualmente un dispositivo de codificación de una señal estéreo, un dispositivo de decodificación de una señal estéreo, un método de decodificación de una señal estéreo, así como un programa y un medio de registro.

No obstante, cuando la captación de la señal por la radio es mala, la energía de la señal G-D tiene tendencia a disminuir y la señal estéreo tiene tendencia entonces a transformarse en una señal mono. Dicho de otra manera, en caso de mala recepción, las señales de sonido derecha e izquierda obtenidas tienen tendencia a correlacionarse fuertemente, lo que disminuye el efecto de estéreo.

25 La invención tiene como finalidad permitir una difusión en estéreo de la señal recibida, a pesar de una mala recepción de la radio.

Para ello, en el procedimiento de optimización de la recepción según la invención, un módulo de decorrelación va a decorrelacionar las señales de sonido derecha y de sonido izquierda recibidas en función de un coeficiente "alfa" de calidad de recepción del receptor radio.

30 Según la invención, se modifica la tasa de decorrelación del módulo de decorrelación en función del coeficiente "alfa" de calidad de recepción radio, con el fin de restablecer el efecto de estéreo de la señal recibida. De este modo, cuanto peor es la calidad de recepción (menor es "alfa" y más se correlacionan las señales), más asegurará el módulo de decorrelación una decorrelación de las señales derecha e izquierda; mientras que cuanto mejor es la calidad de recepción (mayor es "alfa"), menos asegurará el módulo de decorrelación una decorrelación de las señales derecha e izquierda.

Por lo tanto, la invención se refiere a un procedimiento de optimización de la restitución audiofónica en una radio analógica, caracterizado por que incluye las siguientes etapas:

- se selecciona un canal radio dado de entre un conjunto de canales de frecuencias,
- se demodulan las señales de este canal para obtener una señal de sonido derecha y una señal de sonido izquierda demoduladas,

- se decorrelacionan la señal de sonido derecha y la señal de sonido izquierda demoduladas, con la ayuda de un módulo de decorrelación, de manera que se obtengan unas señales decorrelacionadas la una con respecto a la otra que corresponden a la señal de sonido derecha optimizada y a la señal de sonido izquierda optimizada, teniendo este módulo de decorrelación una tasa de decorrelación variable,

- proporcionando la radio un coeficiente "alfa" de calidad de recepción, se modifica la tasa de decorrelación del módulo de decorrelación en función de este coeficiente "alfa", de modo que cuanto menor es el coeficiente de calidad de recepción "alfa", más importante es la tasa de decorrelación aplicada por el módulo de decorrelación y cuanto mayor es la tasa de calidad de recepción "alfa", menos importante es la tasa de decorrelación aplicada por el módulo de decorrelación.

50 Según una implementación:

- el módulo de decorrelación está formado por dos bloques elementales a la entrada de los que se aplica la señal de sonido derecha y la señal de sonido izquierda demoduladas, correspondiendo la señal de salida de estos bloques

respectivamente a la señal eléctrica de sonido derecha optimizada y a la señal eléctrica de sonido izquierda optimizada,

- siendo la señal de salida de cada bloque la combinación de la señal de entrada del bloque ponderada por una primera ganancia y de la combinación de la señal de salida del bloque ponderada por una segunda ganancia y de las señales de entrada del bloque retardada por una línea de retardo.

Según una implementación, para modificar la tasa de decorrelación del módulo de decorrelación, se modifican los parámetros de ganancia y de retardo de los bloques elementales.

Según una implementación:

- se almacena previamente en memoria un cuadro que establece la correspondencia entre los parámetros de cada bloque y el coeficiente "alfa" de calidad de recepción y

- se modifica la tasa de decorrelación del módulo de decorrelación seleccionando los parámetros que corresponden al coeficiente de calidad de recepción "alfa".

Según una implementación:

- para el primer bloque elemental, se tiene:

$$s_1(n) = e_1(n) \cdot g_1 + s_1(n-D1) \cdot g_2 + e_1(n-D1)$$

siendo e_1 la señal de entrada del primer bloque que corresponde a la señal de sonido derecha demodulada,

siendo s_1 la señal de salida del primer bloque que corresponde a la señal de sonido derecha optimizada,

siendo g_1, g_2 respectivamente los valores de la primera ganancia y de la segunda ganancia del primer bloque,

siendo D1 el valor del número de muestras de retardo introducido por la línea de retardo y

- para el segundo bloque elemental, se tiene:

$$s_2(n) = e_2(n) \cdot g_3 + s_2(n-D2) \cdot g_4 + e_2(n-D2),$$

siendo e_2 la señal de entrada del segundo bloque que corresponde a la señal de sonido izquierda demodulada,

siendo s_2 la señal de salida del segundo bloque que corresponde a la señal de sonido izquierda optimizada,

siendo g_3, g_4 respectivamente los valores de la primera ganancia y de la segunda ganancia del segundo bloque,

- siendo D2 el valor del número de muestras de retardo introducido por la línea de retardo.

Según una implementación, en el interior de un mismo bloque, la primera ganancia y la segunda ganancia presentan unos valores opuestos el uno con respecto al otro.

Según una implementación, las ganancias del primer bloque y las ganancias del segundo bloque presentan unos valores opuestos los unos a los otros, siendo el valor de la primera ganancia del primer bloque opuesta al valor de la primera ganancia del segundo bloque; mientras que el valor de la segunda ganancia del primer bloque es opuesto al valor de la segunda ganancia del segundo bloque.

Según una implementación, la primera ganancia del primer bloque y la segunda ganancia del segundo bloque presentan un valor g ; mientras que la segunda ganancia del primer bloque y la primera ganancia del segundo bloque presentan un valor $-g$.

- Según una implementación, los retardos introducidos por la línea de retardo del primer bloque elemental y la línea de retardo del segundo bloque elemental son iguales.

Según una implementación, se filtran previamente las señales derecha e izquierda demoduladas con la ayuda de filtros de paso alto y se aplica únicamente la parte de alta frecuencia de estas señales a la entrada del módulo de decorrelación.

- Según una implementación,

- se filtra la parte de baja frecuencia de las señales derecha e izquierda demoduladas,

- se retarda la parte de baja frecuencia filtrada de este modo en un tercer retardo y

- para obtener la señal de sonido derecha optimizada y la señal de sonido izquierda optimizada, se suman las partes de bajas frecuencias retardadas de este modo de la señal de sonido derecha y de la señal de sonido izquierda

respectivamente con la señal de sonido derecha y la señal de sonido izquierda obtenidas a la salida del módulo de decorrelación a partir de las partes de altas frecuencias de las señales izquierda y derecha demoduladas.

Según una implementación, se filtran (de ganancia y fase) las señales de salida de cada bloque elemental por medio de células de filtrado paramétricas para modificar la percepción sonora de estas señales de salida.

5 Según una implementación, para cada señal de sonido derecha e izquierda optimizada formada sustancialmente por un componente de baja frecuencia inferior a una frecuencia de corte,

- se aísla la parte de mayor frecuencia de la señal de sonido optimizada con la ayuda de un primer filtro de tipo pasa banda,

10 - se aplica a la parte aislada un procesador no lineal que crea los armónicos de alta frecuencia de la señal aislada para obtener una señal duplicada,

- se aplica un segundo filtro de pasa banda a la señal duplicada para formar un componente de alta frecuencia,

- se combina el componente de alta frecuencia creado de este modo con la señal de sonido optimizada previamente retardada por una célula de retardo y

15 - se obtiene una señal optimizada aumentada que incluye un componente de baja frecuencia y un componente de alta frecuencia recreado.

Según una implementación, los bornes superiores e inferiores del filtro de pasa banda son función del coeficiente "alfa" de calidad de recepción.

La invención se refiere, además, a un receptor de radio analógica optimizado, caracterizado por que incluye:

20 - un sintonizador adecuado para seleccionar un canal radio dado de entre un conjunto de canales de frecuencias y para demodular las señales de este canal para obtener una señal de sonido derecha y una señal de sonido izquierda demoduladas,

25 - un módulo de decorrelación adecuado para generar, a partir de las señales de sonido derecha y de la señal de sonido izquierda demoduladas, unas señales decorrelacionadas la una con respecto a la otra que corresponden a las señales de sonido derecha y de sonido izquierda optimizadas, teniendo este módulo de decorrelación una tasa de decorrelación variable,

- una célula de cálculo adecuada para proporcionar un coeficiente "alfa" de calidad de recepción,

30 - siendo el módulo de decorrelación adecuado para adaptar su tasa de decorrelación en función del coeficiente "alfa" medido, de modo que cuanto menor es el coeficiente de calidad de recepción "alfa", más importante es la tasa de decorrelación aplicada por el módulo de decorrelación y cuanto mayor es el coeficiente de calidad de recepción "alfa", menos importante es la tasa de decorrelación aplicada por el módulo de decorrelación.

Según una realización, incluye, además, un módulo de generación de los agudos que comprende:

- un primer filtro de tipo pasa banda para aislar la parte de mayor frecuencia de la señal de sonido optimizada,

- un procesador no lineal que crea los armónicos de alta frecuencia aplicado a la parte aislada de la señal para obtener una señal duplicada,

35 - un segundo filtro de pasa banda aplicado a la señal duplicada para formar un componente de alta frecuencia,

- unos medios para combinar el componente de alta frecuencia creado de este modo con la señal de sonido optimizada previamente retardada por una célula de retardo, de manera que se obtiene una señal optimizada aumentada que incluye un componente de baja frecuencia y un componente de alta frecuencia recreado.

40 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue y con el examen de las figuras que la acompañan. Estas figuras solo se dan a título ilustrativo, pero de ninguna manera limitativo de la invención. Muestran:

Figura 1: una representación esquemática de una radio según la invención equipada con un módulo según la invención que permite optimizar la recepción de la radio;

45 Figura 2: una representación esquemática de un modo de realización perfeccionado de la invención en el que la parte de baja frecuencia de las señales derecha e izquierda no se aplica a la entrada del módulo de decorrelación según la invención;

Figura 3: una representación esquemática de un módulo de generación de componente de alta frecuencia para las señales de sonido estéreo que hay que difundir;

Figuras 4a-4e: unas representaciones muy esquemáticas de las señales observables durante la utilización del módulo de generación de componente de alta frecuencia de la Figura 3.

Los elementos idénticos conservan la misma referencia de una figura a la otra.

5 La Figura 1 muestra un radio 1 según la invención equipada con un receptor 2 radio estándar analógico que comprende un sintonizador 3 en relación con un módulo 5 de decorrelación.

10 De manera conocida de por sí, el sintonizador 3 es adecuado para seleccionar un canal C_i de entre un conjunto de canales radio de frecuencias C_1-C_n y para demodular una primera y una segunda señal contenidas en el canal. Se conoce que la primera señal S_G+S_D corresponde a la suma de la señal de sonido izquierda S_G y de la señal de sonido derecha S_D ; mientras que la segunda señal corresponde a la señal S_G-S_D , es decir, a la sustracción de la señal de sonido derecha S_D a la señal de sonido izquierda S_G . Entonces, la primera y la segunda señal se combinan de manera conocida de por sí para obtener la señal estéreo formada por la señal de sonido derecha S_D y la señal de sonido izquierda S_G demodulada.

15 Estas señales de sonido derecha S_D e izquierda S_G se aplican a la entrada del módulo 5 de decorrelación que va a decorrelacionarlas la una con respecto a la otra en función de un coeficiente de calidad de recepción "alfa" proporcionado por el sintonizador 3. Para ello, el sintonizador 3 incluye una célula 6 de cálculo que permite obtener el coeficiente alfa de calidad de recepción. Cuanto mayor es "alfa", más cerca están las señales S_G y S_D de las señales emitidas; mientras que cuanto menor es "alfa", más correlacionadas están las señales S_G y S_D (y, por lo tanto, más tiende la radio a funcionar en modo monofónico).

20 Se adapta la tasa de decorrelación variable del módulo 5 en función del coeficiente de calidad de recepción "alfa" para restablecer el efecto de estéreo. De este modo, cuanto más correlacionadas están las señales S_G y S_D (menor es "alfa"), más importante es la tasa de decorrelación del módulo 5; mientras que cuanto más cerca están las señales S_G y S_D de las señales emitidas (mayor es "alfa"), menos importante es la tasa de decorrelación del módulo de decorrelación. De este modo, en el caso de una buena recepción, es posible que la tasa de decorrelación aplicada por el módulo 5 de decorrelación sea nula.

25 Para ello, el módulo 5 de decorrelación está formado por dos bloques 9.1, 9.2 elementales a la entrada de los que se aplica respectivamente la señal de sonido derecha S_D y de sonido izquierda S_G , correspondiendo la salida s_1 , s_2 de estos bloques 9.1, 9.2 respectivamente a la señal de sonido derecha optimizada S_{DO} y a la señal de sonido izquierda optimizada S_{GO} . La señal de salida s_1 , s_2 de cada bloque 9.1, 9.2 es función de la señal de entrada e_1 , e_2 del bloque ponderada por una primera ganancia g_1 , g_3 y de la combinación de las señales de entrada e_1 , e_2 y de la señal de salida s_1 , s_2 del bloque ponderada por una segunda ganancia g_2 , g_4 retardadas por una línea de retardo 10.1, 10.2.

30 Según una realización, la señal de entrada e_1 , e_2 del bloque 9.1, 9.2 está unida a una entrada de un primer sumador 11.1, 11.2 y aplicada sobre una entrada de un segundo sumador 12.1, 12.2 después de haberse multiplicado por la primera ganancia g_1 , g_3 . La señal de salida s_1 , s_2 del bloque se aplica sobre otra entrada del primer sumador 11.1, 11.2 después de haberse multiplicado por la segunda ganancia g_2 , g_4 , aplicándose la señal de salida del primer sumador 11.1, 11.2 a la entrada de la línea de retardo 10.1, 10.2. La señal de salida de línea de retardo 10.1, 10.2 se aplica sobre otra entrada del segundo sumador 11.1, 11.2, correspondiendo la señal de salida de este segundo sumador 11.1, 11.2 a la señal de salida s_1 , s_2 del bloque elemental 9.1, 9.2 (y, por lo tanto, a la señal de sonido derecha e izquierda optimizada S_{DO} , S_{GO} en la Figura 1).

De este modo, para el primer bloque elemental 9.1, se tiene:

40
$$s_1(n)=e_1(n).g_1+s_1(n-D1).g_2+e_1(n-D1)$$

siendo e_1 la señal de entrada del primer bloque 9.1 que corresponde a la señal de sonido derecha demodulada S_D ,

siendo s_1 la señal de salida del primer bloque 9.1 que corresponde a la señal de sonido derecha optimizada S_{DO} ,

siendo g_1 , g_2 respectivamente los valores de la primera ganancia y de la segunda ganancia del primer bloque 9.1,

siendo $D1$ el valor del número de muestras de retardo introducido por la línea de retardo 10.1.

45 Para el segundo bloque elemental 9.2, se tiene:

$$s_2(n)=e_2(n).g_3+s_2(n-D2).g_4+e_2(n-D2)$$

siendo e_2 la señal de entrada del segundo bloque 9.2 que corresponde a la señal de sonido izquierda demodulada S_G ,

siendo s_2 la señal de salida del segundo bloque 9.2 que corresponde a la señal de sonido izquierda optimizada S_{GO} ,

50 siendo g_3 , g_4 respectivamente los valores de la primera ganancia y de la segunda ganancia del segundo bloque 9.2,

siendo D2 el valor del número de muestras de retardo introducido por la línea de retardo 10.2.

Preferentemente, en el interior de un mismo bloque 9.1 (resp. 9.2), la primera ganancia g_1 (resp. g_3) y la segunda ganancia g_2 (resp. g_4) presentan unos valores opuestos el uno con respecto al otro. Cada bloque 9.1, 9.2 se comporta entonces como un filtro de tipo paso total que no modifica la ganancia de la señal de entrada e_1 , e_2 sino únicamente su fase.

Además, las ganancias g_1 , g_2 del primer bloque 9.1 y las ganancias g_3 , g_4 del segundo bloque 9.2 presentan preferentemente unos valores opuestos los unos a los otros. De este modo, el valor de la primera ganancia g_1 del primer bloque 9.1 es opuesto al valor de la primera ganancia g_3 del segundo bloque 9.2; mientras que el valor de la segunda ganancia g_2 del primer bloque 9.1 es opuesto al valor de la segunda ganancia g_4 del segundo bloque 9.2.

Preferentemente, se elegirán igualmente unas ganancias para el primer 9.1 y el segundo 9.2 bloques que tienen un valor absoluto idéntico g . De este modo, preferentemente, la primera ganancia g_1 del primer bloque 9.1 y la segunda ganancia g_4 del segundo bloque 9.2 presentan un valor g ; mientras que la segunda ganancia g_2 del primer bloque 9.1 y la primera g_3 ganancia del segundo bloque 9.2 presenta un valor $-g$.

Preferentemente, los retardos D1, D2 introducidos por la línea de retardo 10.1 del primer bloque elemental 9.1 y la línea de retardo 10.2 del segundo bloque 9.2 elemental son iguales y valen 176. No obstante, sería posible elegir unos retardos D1, D2 que tengan unas duraciones diferentes.

Para hacer variar la tasa de decorrelación del módulo 5 de decorrelación, se hacen variar los parámetros g_1 , g_2 , g_3 , g_4 , D1, D2 de los bloques elementales 9.1, 9.3. Para ello, un cuadro 15 almacenado en memoria establece la correspondencia entre los parámetros de cada bloque 9.1, 9.2 (primera ganancia g_1 , g_3 y segunda ganancia g_2 , g_4 y retardo D1, D2 de la línea 10.1, 10.2) y el coeficiente "alfa" de calidad de recepción, seleccionándose los parámetros de cada bloque 9.1, 9.2 en función del coeficiente "alfa" de calidad de recepción proporcionado por la radio.

En un perfeccionamiento de la invención mostrado en la Figura 2, se utiliza, además, un nivel 17 compuesto por filtros de paso alto 18 y por filtros de paso bajo 19 que permiten separar las señales de bajas frecuencias de las señales de altas frecuencias en las señales derecha S_D e izquierda S_G . En este caso, solo se aplica la parte de alta frecuencia de las señales derecha S_D e izquierda S_G a la entrada del módulo 5 de decorrelación.

La parte de baja frecuencia de las señales derecha S_D e izquierda S_G se aplica a la entrada de una tercera línea de retardo 23 y las partes de bajas frecuencias de las señales derecha S_D e izquierda S_G retardadas de este modo se suman respectivamente con las señales obtenidas a las salidas de los bloques 9.1, 9.2, de manera que se obtengan las señales de sonido derecha e izquierda optimizadas S_{DO} y S_{GO} .

Esto permite mejorar el resultado sonoro final, ya que se descubre que estadísticamente las señales de baja frecuencia están muy correlacionadas, por lo tanto, no hay lugar a decorrelacionarlas con la ayuda del módulo de decorrelación, ya que si no la percepción audiófónica del conjunto no sería agradable para el oído.

En un ejemplo, el retardo D3 de la tercera línea 23 vale 176 (con una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz).

Además, es posible utilizar unas células de igualación paramétricas 25.1, 25.2 conectadas a la salida de cada bloque elemental 9.1, 9.2 antes de suma con la parte de baja frecuencia retardada. Estas células de igualación tienen como efecto que modifican la percepción de las señales de salida s_1 , s_2 de estos bloques 9.1, 9.2, ya que aunque las señales s_1 , s_2 presentan unos niveles sustancialmente idénticos, existen unas diferencias en su percepción debido a la decorrelación que presentan la una con respecto a la otra. Por consiguiente, puede ser útil modificar perceptivamente estas señales para que la impresión auditiva de conjunto sea la mejor posible.

Para ello, las células 25.1, 25.2 de igualación incluyen cada una un filtro cuya ganancia y fase pueden regularse en función de diferentes bandas de frecuencia de las señales s_1 , s_2 y una ganancia que actúa sobre el conjunto del espectro de las señales s_1 , s_2 . Estos parámetros de ganancia y de fase están adaptados por unos ingenieros del sonido, en concreto, en función de la aplicación considerada.

Se señala que cuanto peor es la calidad de recepción, más tendencia se tiene a suprimir la parte de alta frecuencia de las señales recibidas, ya que los parásitos se sitúan a menudo en las bandas de frecuencias altas. En cambio, cuanto mejor es la calidad de recepción, más tendencia se tiene a conservar el componente de alta frecuencia de las señales recibidas.

La invención permite recrear un componente de alta frecuencia de las señales de sonido derecha S_{DO} o izquierda S_{GO} que se ha suprimido en caso de mala recepción. Este aspecto de la invención es independiente del principio técnico de la creación del estéreo en caso de mala recepción y podría implementarse, por lo tanto, de manera independiente de este principio.

Para ello, las señales de sonido izquierda S_{GO} y derecha S_{DO} , que se forman sustancialmente por un componente de baja frecuencia S_{BF} inferior a la frecuencia de corte f_c (véase Figura 4a), se aplican cada una a la entrada de un módulo 35 de generación de los agudos mostrado en detalles en la Figura 3

ES 2 644 441 T3

- 5 Este módulo 35 incluye un primer filtro 36 de pasa banda a la entrada del que se aplica la señal de sonido izquierda S_{GO} (resp. derecha S_{DR}). Este primer filtro 36 permite aislar la parte de mayor frecuencia de la señal de entrada S_{GO} (resp S_{DO}) comprendida entre un borne inferior y un borne superior. En un ejemplo, el borne superior es igual a la frecuencia de corte f_c y el borne inferior es igual a f_c/N , valiendo N preferentemente 2 o 4. La parte aislada S_i de la señal obtenida a la salida del filtro de pasa banda 36 se muestra en la Figura 4b.
- 10 La parte aislada S_i se aplica a continuación a la entrada de un procesador 38 de tipo no lineal que permite duplicar frecuencialmente la señal aislada S_i creando los armónicos de altas frecuencias a $f_1, f_2... f_n$ de esta señal S_i , lo que permite rellenar el espectro de frecuencias en la zona de las altas frecuencias. La señal duplicada S_D obtenida de este modo a la salida del procesador 38 no lineal se muestra en la Figura 4c. Preferentemente, como se representa, los armónicos de la señal S_D presentan una amplitud que decrece de con el aumento de la frecuencia.
- 15 A continuación, se aísla la parte de alta frecuencia de la señal duplicada S_D (sin la parte aislada S_i a partir de la que se ha obtenido), con el fin de obtener un componente de alta frecuencia S_{HF} de señal de sonido mostrado en la Figura 4d. Con esta finalidad, se utiliza un filtro de pasa banda 39 que presenta un borne inferior y un borne superior. En un ejemplo, el borne inferior vale f_c , mientras que el borne superior vale $M.f_c$, valiendo M , por ejemplo, 2 o 4.
- 20 Por otra parte, la señal de sonido izquierda S_{GO} (resp. derecha S_{DO}) restituida se filtra con la ayuda de un filtro de paso bajo 41 que tiene una frecuencia de corte sustancialmente igual a f_c para conservar solo el componente de baja frecuencia S_{BF} de la señal restituida S_{GR}, S_{DR} . La parte de baja frecuencia S_{BF} se retarda, a continuación, en un retardo D_4 con la ayuda de una célula 42 de retardo. Este retardo D_4 es del orden de algunas muestras.
- 25 A continuación, el componente de baja frecuencia S_{BF} se suma con el componente de alta frecuencia S_{HF} con la ayuda de un sumador 44, con el fin de obtener una señal de sonido optimizada aumentada izquierda S_{GOA} (resp. derecha S_{DOA}) formada por el componente inicial de baja frecuencia S_{BF} de la señal de sonido optimizada y por el componente de alta frecuencia S_{HF} creada de este modo por el procedimiento según la invención.
- 30 Preferentemente, pero esto no es obligatorio, una célula de postratamiento 45 modifica la forma de la respuesta espectral del componente de alta frecuencia S_{HF} , y se aplican unas ganancias g_8 y g_9 sobre los componentes de alta frecuencia S_{HF} y de baja frecuencia S_{BF} antes de suma por el sumador 44.
- 35 Los parámetros de los filtros 36, 39, 41 dependen del coeficiente "alfa" de calidad de recepción. En efecto, los filtros 36, 39, 41 presentan unos bornes que dependen de la frecuencia de corte f_c . Como esta frecuencia de corte f_c depende del coeficiente "alfa", los bornes dependen igualmente del coeficiente "alfa". Por lo tanto, existe una tabla 47 que establece la correspondencia entre el coeficiente "alfa" de calidad de recepción y los parámetros de filtros asociados que permiten generar el componente de alta frecuencia de las señales de sonido izquierda y derecha.
- Los parámetros de la célula 45 de postratamiento, del procesador 38 no lineal, de la célula 42 de retardo y de ganancias g_8 y g_9 dependen igualmente del coeficiente "alfa" de calidad de recepción preferentemente.
- Los parámetros de los módulos de generación de los agudos 35 que tratan la señal de sonido izquierda S_{GR} y la señal de sonido derecha S_{DR} son preferentemente simétricos, es decir, que el módulo 35 que trata la señal de sonido izquierda S_{GR} presenta unos parámetros de mismo valor que el módulo 35 que trata la señal de sonido derecha S_{DR} .

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de optimización de la recepción estéreo en una radio analógica, que incluye las siguientes etapas:

- se selecciona un canal radio (C_i) dado de entre un conjunto de canales de frecuencias (c_1, c_n),

5 - se demodulan las señales de este canal (C_i) para obtener una señal de sonido derecha (S_D) y una señal de sonido izquierda (S_G) demoduladas,

10 - se decorrelacionan la señal de sonido derecha (S_D) y la señal de sonido izquierda (S_G) demoduladas, con la ayuda de un módulo (5) de decorrelación, de manera que se obtengan unas señales decorrelacionadas la una con respecto a la otra llamadas respectivamente señal de sonido derecha (S_{DO}) decorrelacionada denominada "optimizada" y señal de sonido izquierda (S_{GO}) decorrelacionada denominada "optimizada", teniendo este módulo (5) de decorrelación una tasa de decorrelación variable,

caracterizado por que

15 - proporcionando la radio un coeficiente "alfa" de calidad de recepción, se modifica la tasa de decorrelación del módulo (5) de decorrelación en función de este coeficiente "alfa", de modo que cuanto menor es el coeficiente de calidad de recepción "alfa", es decir, cuanto más correlacionadas están las señales demoduladas SG y SD, más importante es la tasa de decorrelación aplicada por el

módulo (5) de decorrelación y cuanto mayor es la tasa de calidad de recepción "alfa", es decir, cuanto más cerca están las señales

demoduladas SG y SD de las señales emitidas,

menos importante es la tasa de decorrelación aplicada por

20 el módulo (5) de decorrelación.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que:

25 - el módulo (5) de decorrelación está formado por dos bloques (9.1, 9.2) elementales a la entrada de los cuales se aplica la señal de sonido derecha (S_D) y la señal de sonido izquierda (S_G) demoduladas, correspondiendo la señal de salida de estos bloques (9.1, 9.2) respectivamente a la señal eléctrica de sonido derecha optimizada (S_{DO}) y a la señal eléctrica de sonido izquierda optimizada (S_{GO}),

- siendo la señal de salida de cada bloque (9.1, 9.2) la combinación de la señal de entrada (e_1, e_2) del bloque ponderada por una primera ganancia g_1, g_3 y de la combinación de la señal de salida (s_1, s_2) del bloque ponderada por una segunda ganancia (g_2, g_4) y de las señales de entrada (e_1, e_2) del bloque retardada por una línea de retardo (10.1, 10.2).

30 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que para modificar la tasa de decorrelación del módulo (5) de decorrelación, se modifican los parámetros de ganancia (g_1 - g_4) y de retardo (D_1, D_2) de los bloques elementales.

4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que:

35 - se almacena previamente en memoria un cuadro (15) que establece la correspondencia entre los parámetros de cada bloque (g_1 - g_4, D_1, D_2) y el coeficiente "alfa" de calidad de recepción y

- se modifica la tasa de decorrelación del módulo (5) de decorrelación seleccionando los parámetros (g_1 - g_4, D_1, D_2) que corresponden al coeficiente de calidad de recepción "alfa".

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que

40 - para el primer bloque elemental (9.1), se tiene:

$$s_1(n) = e_1(n) \cdot g_1 + s_1(n-D_1) \cdot g_2 + e_1(n-D_1)$$

siendo e_1 la señal de entrada del primer bloque (9.1) que corresponde a la señal de sonido derecha demodulada (S_D),

siendo s_1 la señal de salida del primer bloque que corresponde a la señal de sonido derecha optimizada (S_{DO}),

45 siendo g_1, g_2 respectivamente los valores de la primera ganancia y de la segunda ganancia del primer bloque (9.1),

siendo D1 el valor del número de muestras de retardo introducido por la línea de retardo (10.1) y

- para el segundo bloque elemental (9.2), se tiene:

$$s_2(n) = e_2(n) \cdot g_3 + s_2(n-D2) \cdot g_4 + e_2(n-D2)$$

siendo e_2 la señal de entrada del segundo bloque que corresponde a la señal de sonido izquierda demodulada (S_G),

siendo s_2 la señal de salida del segundo bloque que corresponde a la señal de sonido izquierda optimizada (S_{GO}),

siendo g_4, g_3 respectivamente los valores de la primera ganancia y de la segunda ganancia del segundo bloque (9.2),

siendo D2 el valor del número de muestras de retardo introducido por la línea de retardo (10.2).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado por que en el interior de un mismo bloque (9.1, 9.2), la primera ganancia (g_1, g_3) y la segunda ganancia (g_2, g_4) presentan unos valores opuestos el uno con respecto al otro.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado por que las ganancias (g_1, g_2) del primer bloque (9.1) y las ganancias (g_3, g_4) del segundo bloque (9.2) presentan unos valores opuestos los unos a los otros, siendo el valor de la primera ganancia (g_1) del primer bloque (9.1) opuesto al valor de la primera ganancia (g_3) del segundo bloque (9.2); mientras que el valor de la segunda ganancia (g_2) del primer bloque (9.1) es opuesto al valor de la segunda ganancia (g_4) del segundo bloque (9.2).

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizado por que la primera ganancia (g_1) del primer bloque (9.1) y la segunda ganancia (g_4) del segundo bloque (9.2) presentan un valor g ; mientras que la segunda ganancia (g_2) del primer bloque (9.1) y la primera (g_3) ganancia del segundo bloque (9.2) presentan un valor $-g$.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizado por que los retardos (D1, D2) introducidos por la línea de retardo (10.1) del primer bloque elemental (9.1) y la línea de retardo (10.2) del segundo bloque (9.2) elemental son iguales.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que se filtran previamente las señales derecha (S_D) e izquierda (S_G) demoduladas con la ayuda de filtros (18) de paso alto y se aplica únicamente la parte de alta frecuencia de estas señales (S_D, S_G) a la entrada del módulo (5) de decorrelación.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que:

- se filtra la parte de baja frecuencia de las señales derecha (S_D) e izquierda (S_G) demoduladas,

- se retarda la parte de baja frecuencia filtrada de este modo en un tercer retardo (D3) y

- para obtener la señal de sonido derecha optimizada (S_{DO}) y la señal de sonido izquierda optimizada (S_{GO}), se suman las partes de bajas frecuencias retardadas de este modo de la señal de sonido derecha (S_D) y de la señal de sonido izquierda (S_G) respectivamente con la señal de sonido derecha (s_1) y la señal de sonido izquierda (s_2) obtenidas a la salida del módulo (5) de decorrelación a partir de las partes de altas frecuencias de las señales izquierda y derecha demoduladas.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 11, caracterizado por que se filtran (en ganancia y fase) las señales de salida de cada bloque elemental (9.1, 9.2) por medio de células de filtrado paramétricas para modificar la percepción sonora de estas señales de salida.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que para cada señal de sonido derecha (S_{DO}) e izquierda (S_{GO}) optimizada formada sustancialmente por un componente de baja frecuencia (S_{BF}) inferior a una frecuencia de corte (f_c),

- se aísla la parte de mayor frecuencia de la señal de sonido optimizada (S_{DO}, S_{GO}) con la ayuda de un primer filtro (36) de tipo pasa banda,

- se aplica a la parte aislada (S_i) un procesador no lineal (38) que crea los armónicos de alta frecuencia de la señal aislada para obtener una señal duplicada (S_D'),

- se aplica un segundo filtro de pasa banda a la señal duplicada (S_D') para formar un componente de alta frecuencia (SHF),

- se combina (44) el componente de alta frecuencia (SHF) creado de este modo con la señal de sonido optimizada (S_{DO}, S_{GO}) previamente retardada por una célula (42) de retardo y

- se obtiene una señal optimizada aumentada (SDOA, SGOA) que incluye un componente de baja frecuencia (S_{BF}) y un componente de alta frecuencia (S_{HF}) recreado.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que los bornes superiores e inferiores del filtro de pasa banda (36) son función del coeficiente "alfa" de calidad de recepción.

5 15. Receptor de radio analógica optimizado, que incluye:

- un sintonizador adecuado para seleccionar un canal radio (C_i) dado de entre un conjunto de canales de frecuencias (c_1, c_n) y para demodular las señales de este canal (C_i) para obtener una señal de sonido derecha (S_D) y una señal de sonido izquierda (SG) demoduladas,

10 - un módulo (5) de decorrelación adecuado para generar, a partir de las señales de sonido derecha (SD) y de la señal de sonido izquierda (SG) demoduladas, unas señales decorrelacionadas la una con respecto a la otra llamadas respectivamente señal de sonido derecha (S_{DO}) decorrelacionada denominada "optimizada" y señal de sonido izquierda (S_{GO}) decorrelacionada denominada "optimizada", teniendo este módulo (5) de decorrelación una tasa de decorrelación variable,

caracterizado por que incluye, además:

15 - una célula de cálculo (6) adecuada para proporcionar un coeficiente "alfa" de calidad de recepción,

- siendo el módulo (5) de decorrelación adecuado para adaptar su tasa de decorrelación en función del coeficiente "alfa" medido, de modo que cuanto menor es el coeficiente de calidad de recepción "alfa", es decir, cuanto más correlacionadas están las señales demoduladas SG y SD, más importante es la tasa de decorrelación aplicada por el módulo (5) de decorrelación y cuanto mayor es el coeficiente de calidad de recepción "alfa", es decir, cuanto más cerca están las señales demoduladas SG y SD de las señales emitidas, menos importante es la tasa de decorrelación aplicada por el módulo (5) de decorrelación.

20 16. Receptor de radio según la reivindicación 15, caracterizado por que incluye, además, un módulo (35) de generación de los agudos que comprende:

25 - un primer filtro (36) de tipo pasa banda para aislar la parte de mayor frecuencia de la señal de sonido optimizada (S_{DO}, S_{GO}),

- un procesador no lineal (38) que crea los armónicos de alta frecuencia aplicado a la parte aislada (S_i) de la señal para obtener una señal duplicada (S_D),

- un segundo filtro de pasa banda aplicado a la señal duplicada (S_D) para formar un componente de alta frecuencia (SHF),

30 - unos medios para combinar (44) el componente de alta frecuencia (SHF) creado de este modo con la señal de sonido optimizada (SDO, SGO) previamente retardada por una célula (42) de retardo, de manera que se obtiene una señal optimizada aumentada (SDOA, SGOA) que incluye un componente de baja frecuencia (S_{BF}) y un componente de alta frecuencia (S_{HF}) recreado.

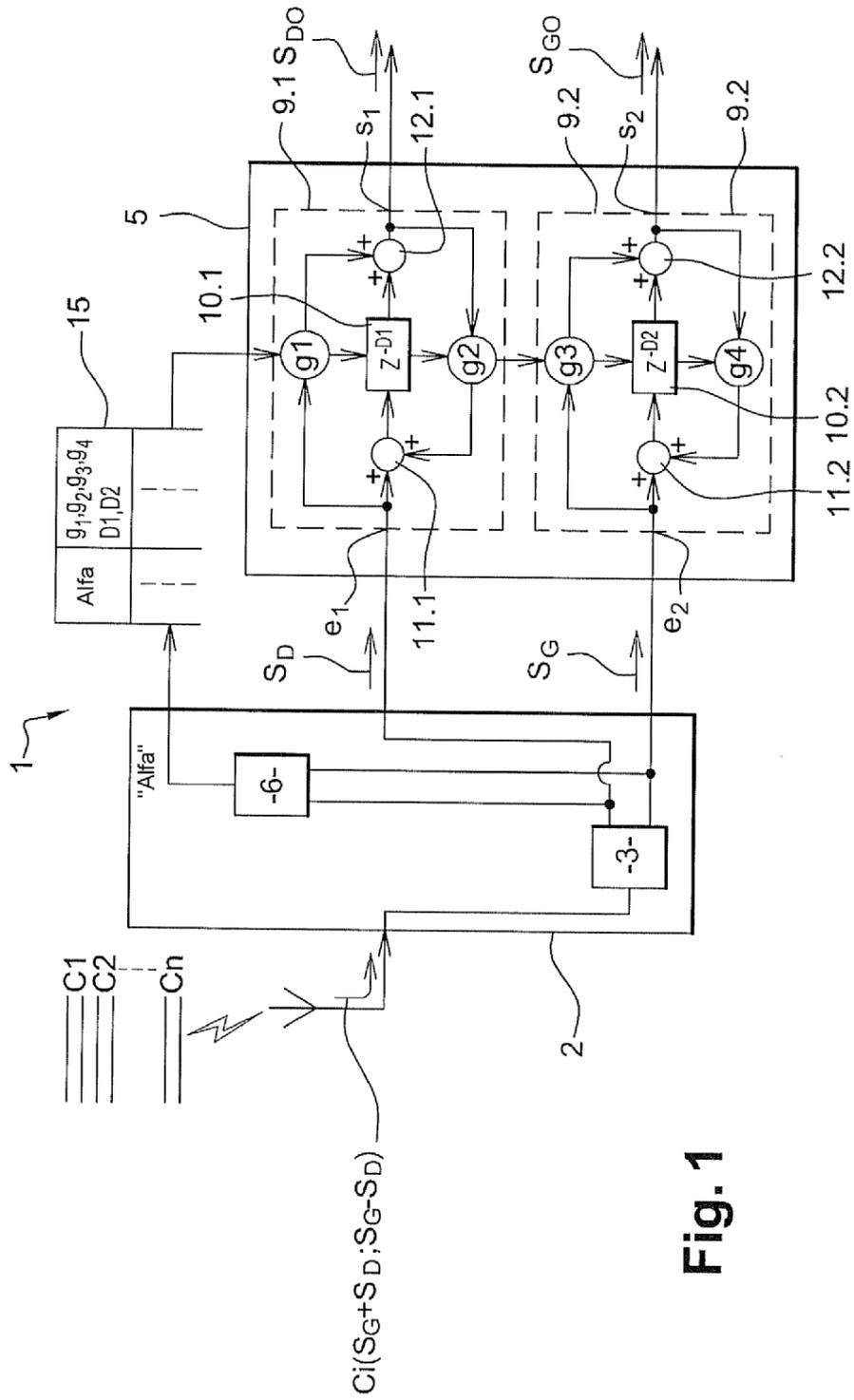


Fig. 1

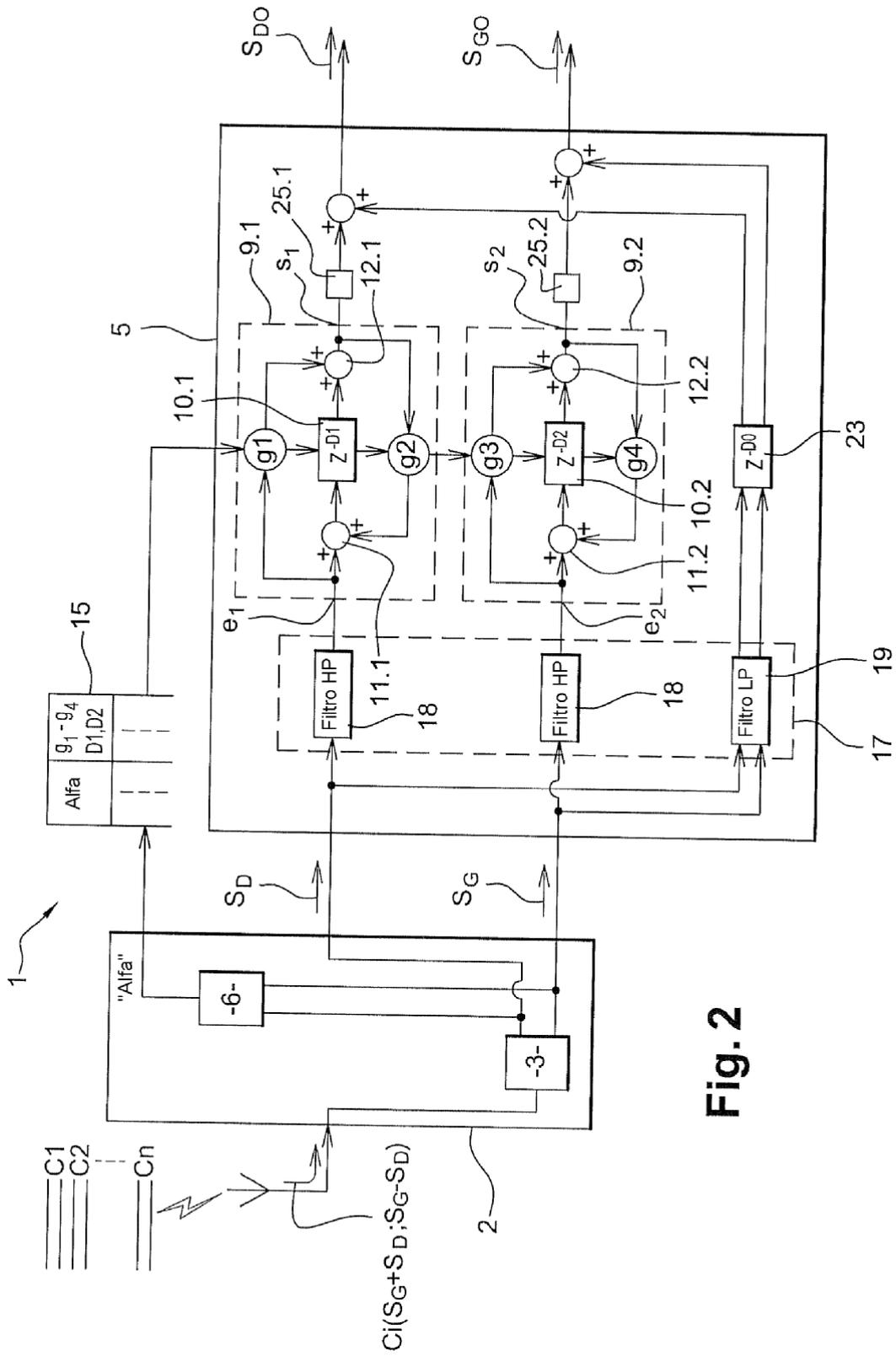


Fig. 2

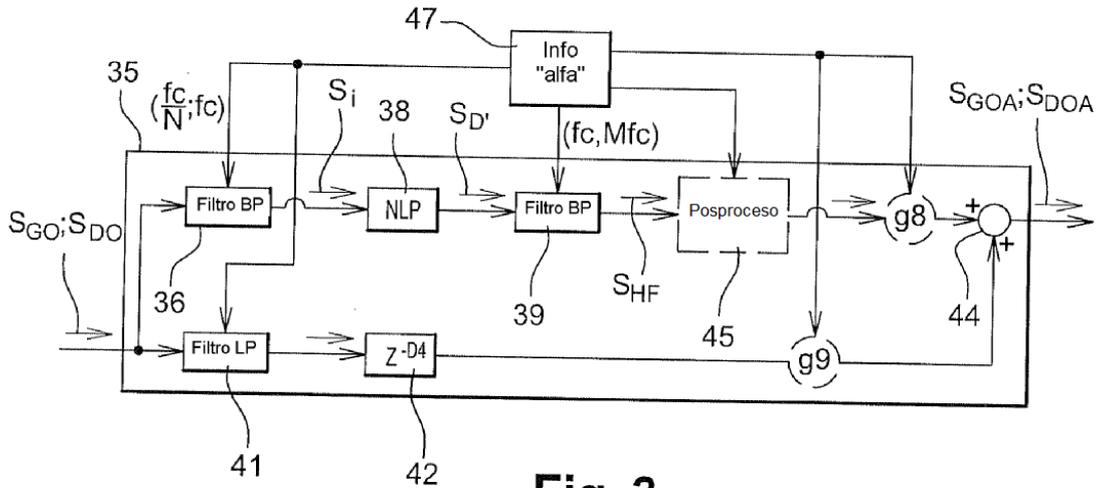


Fig. 3

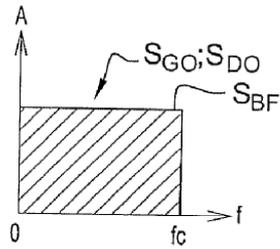


Fig. 4a

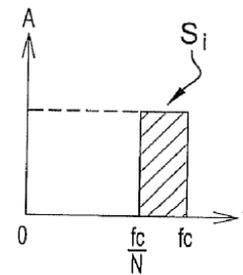


Fig. 4b

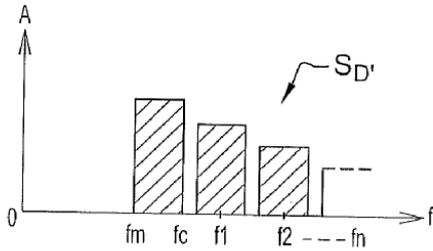


Fig. 4c

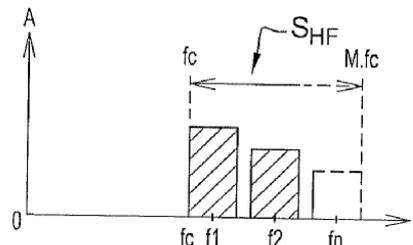


Fig. 4d

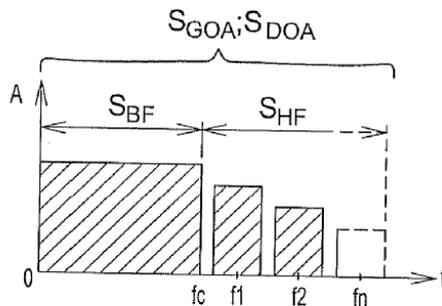


Fig. 4e