

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 070**

51 Int. Cl.:
H03H 17/06 (2006.01)
H03H 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03775675 .6**
- 96 Fecha de presentación: **04.12.2003**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1570574**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.09.2005**

54 Título: **Filtro de multifrecuencia y un sistema de visualización y un teléfono móvil que comprende dicho filtro de multifrecuencia**

30 Prioridad:
06.12.2002 EP 02080103

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.09.2012

73 Titular/es:
ST-Ericsson SA
Chemin du Champ-des-Filles 39
1228 Plan-les-Ouates, CH

72 Inventor/es:
BRUEKERS, Alphons A. M. L. y
KALKER, Antonius A. C. M.

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 387 070 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

Filtro de multifrecuencia y un sistema de visualización y un teléfono móvil que comprende dicho filtro de multifrecuencia

5 La invención se refiere a un filtro de multifrecuencia, así como a un sistema de visualización y a un teléfono móvil que comprende un filtro de multifrecuencia.

10 Los filtros digitales encuentran un amplio uso en el procesamiento de audio y video, por ejemplo, en los teléfonos móviles, decodificadores, conjuntos de televisores digitales y otros productos de consumo o profesionales. Como se describe en el documento DE 44 02 632 A, los filtros simétricos forman una clase importante, debido a su característica de fase lineal y la posibilidad de explotar esta simetría para simplificar la arquitectura del filtro y reducir con ello el coste.

15 En particular, los filtros de multifrecuencia se usan en aplicaciones donde la señal de salida y la señal de entrada del filtro deberían tener mutuamente frecuencias de muestreo diferentes. Tales filtros se aplican, por ejemplo, en el procesamiento de la imagen para efectuar una escala de una imagen codificada digitalmente. Uno de los conceptos más importantes en el filtrado multifrecuencia es la descomposición polifásica y la estructura polifásica de relación estrecha. Este concepto permite implementaciones muy eficientes tanto en hardware como en el software de interpolación y filtros de diezmo.

Sin embargo, la implementación directa de la descomposición polifásica presenta, por lo general, componentes polifásicos asimétricos, lo que reduce sustancialmente la eficacia de la implementación.

25 Es un objetivo de la invención proporcionar una arquitectura para un filtro de multifrecuencia en el que se recupere la simetría de sus componentes. Para este objetivo, el filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención tiene una construcción tal como se define en la reivindicación 1. Se ha reconocido por los inventores que un filtro de multifrecuencia simétrico puede construirse a partir de una unidad de entrada, una unidad de filtro y una unidad de salida, en el que la unidad de filtro tiene módulos simétricos derivados de los componentes polifásicos del filtro de multifrecuencia siempre que los módulos se proporcionen en pares que tengan las funciones de transferencia $H_0(z)$ y $H_1(z)$, que se derivan, de una función de transferencia básica $H_B(z)$ como sigue. La primera $H_0(z)$ de las funciones de transferencia se basa en la suma de la función de transferencia básica $H_B(z)$ y su versión espejadora:

$$H_0(z) = c_0(H_B(z) + M_{\alpha,\psi} H_B(z)),$$

35 y la segunda $H_1(z)$ se basa en la diferencia de la función de transferencia básica $H_B(z)$ y su versión espejadora:

$$H_1(z) = c_1(H_B(z) - M_{\alpha,\psi} H_B(z)).$$

40 La operación espejo $M_{\alpha,\psi}$ en la función de transferencia básica $H_B(z)$ se define como:

$$M_{\alpha,\psi}(H_B(z)) = \alpha z^{-2\psi} H_B^*(z^{-1}),$$

y en la que

$$H_B^*(z) = \sum h_b^*[m]z^{-m}, H_B(z)$$

45 es la transformada-z de $h_b[m]$

En ella el valor 2ψ es un número entero, seleccionado desde Z , y el valor α es un elemento del conjunto C de números complejos.

50 Más en particular, se ha descubierto por los inventores que los componentes asimétricos del filtro polifásico pueden rediseñarse en una de las realizaciones descritas en las reivindicaciones 1, 2 y 3, o en una combinación de las mismas.

55 En la realización de las reivindicaciones 1 y 2, la función de transferencia básica $H_B(z)$ es un componente polifásico del filtro de multifrecuencia. En la realización de la reivindicación 1 la unidad de entrada comprende una unidad de combinación, y en la realización de la reivindicación 2, la unidad de salida comprende tal unidad de combinación. En la realización de la reivindicación 3, la función de transferencia básica $H_B(z)$ es una función lineal de dos componentes polifásicos del filtro de multifrecuencia.

La invención se refiere además a un método para diseñar un filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención. Tal método bien podría ser parte de una herramienta de diseño, pero como alternativa, podría ser parte de un dispositivo que tenga un filtro adaptativo. En este caso, el método permite que el dispositivo remplace los componentes polifásicos que se han calculado y el conjunto equivalente de los módulos simétricos.

Estos y otros aspectos de la invención se describen en más detalle con referencia a los dibujos. En ellos:

La figura 1 ilustra un sistema de visualización que comprende un filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención,

La figura 2 ilustra un teléfono móvil que comprende un filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención,

La figura 3A ilustra un filtro por medio de una línea de retardo de derivación,

La figura 3B ilustra una versión simplificada del filtro de la figura 3A,

La figura 3C ilustra un filtro por medio de una línea de retardo de adición,

La figura 3D ilustra una versión simplificada del filtro de la figura 3C,

La figura 4A muestra un filtro de diezmado,

La figura 4B muestra la implementación del filtro de la figura 4A por medio de una estructura polifásica,

La figura 5A muestra un filtro de interpolación,

La figura 5B muestra la implementación del filtro de la figura 5A por medio de una estructura polifásica,

La figura 6A muestra esquemáticamente un filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención,

La figura 6B muestra una primera realización del filtro de multifrecuencia según la invención,

La figura 6C muestra una segunda realización del filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención,

La figura 6D muestra una tercera realización del filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención,

La figura 7A muestra un filtro que tiene un factor de diezmado racional,

La figura 7B muestra una implementación de este filtro de acuerdo con la invención.

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema **a** de visualización que tiene un procesador **b** de imagen que incluye un filtro **e** de multifrecuencia. El filtro **e** se implementa como un filtro polifásico y permite tanto la interpolación como el diezmado. Típicamente, el sistema **a** de visualización incluye filtros para efectuar tanto el escalado horizontal como el vertical. El controlador **c** determina el escalado adecuado en cada dimensión, establece un modo apropiado del filtro **e** (interpolación o diezmado, según se requiere en la fase discreta o en la fase continua) y determina los coeficientes apropiados que se proporcionan mediante la memoria **d**, dependiendo del escalado y del modo.

La figura 2 muestra otra aplicación de un filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención, en este caso como un filtro para eliminar el ruido y otra interferencia de una señal recibida en un teléfono **h** móvil. Una señal portadora, por ejemplo, la voz codificada se recibe por la antena **g**, convertida a una banda base y amplificada si es necesario, a continuación mediante el receptor **h** se encamina a través de un convertidor **i** analógico a digital (ADC) para su conversión a muestras discretas. Las muestras discretas se encaminan a través del filtro **j** de multifrecuencia que filtra las frecuencias por debajo de un umbral seleccionado. El umbral se selecciona para distinguir entre los componentes de información de la señal transmitida y el ruido y otros componentes de interferencia. A continuación, las señales se desmodulan por un demodulador **k** y se decodifican por un decodificador **l** de señal. Las señales de salida desde el decodificador **l** se encaminan a un decodificador **m** de voz para su conversión a señales de voz digitalizadas. Las señales de voz digitalizadas se convierten en señales analógicas mediante un convertidor **n** digital a analógico (DAC) para finalmente salir a través de un altavoz **o** del teléfono móvil. También pueden proporcionarse otros componentes, tales como los componentes de detección de errores y de corrección, dentro de la parte de recepción del teléfono móvil.

Del mismo modo, el filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención es aplicable en la parte de envío de un teléfono móvil. La arquitectura de la parte de envío (no mostrada) de un teléfono móvil es globalmente la inversa de la parte receptora. Por lo tanto, tal teléfono móvil comprende un convertidor analógico a digital para convertir una señal de voz analógica en una señal de voz digital. A continuación, un codificador de voz comprime la señal de voz digital y proporciona la señal comprimida. Un codificador de señal realiza una operación de codificación de canal en la señal comprimida y proporciona una señal de canal. Un modulador modula la señal de canal. La señal de canal se filtra mediante un filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención como se describe, con mayor detalle, a continuación. La señal filtrada se convierte luego en una señal analógica mediante un convertidor digital a analógico. Un transmisor transmite la señal analógica.

En la presente descripción un filtro $h[n]$ que tiene la transformada- z $H(z)$ se define como simétrica- (α, Ψ) si cumple con la siguiente relación:

$$(5) \quad H(z) = \alpha z^{-2\Psi} H^*(z^{-1}),$$

que corresponde a

$$h[n] = \alpha h^*[2\Psi - n] \text{ en el dominio de tiempo}$$

Un caso especial es $(\alpha=1, \Psi)$, $h[n]$ siendo una función de valor real. Para estos filtros $h[n]$ la siguiente relación

mantiene:

$h[2\gamma - i] = h[i]$ en la que i es un entero,
 son ejemplos $h[] = \langle a, b, c, b, a \rangle$ que tiene simetría ($\alpha=1, \Psi=2$), y
 $h[] = \langle a, b, c, c, b, a \rangle$ que tiene simetría ($\alpha=1, \Psi=5/2$).

Otro caso especial es ($\alpha=-1, \Psi$). Para cualquiera de estos filtros $h[2\gamma - i] = -h[i]$ en el que i es un entero.

Estos filtros también se conocen como filtros anti-simétricos, no deben confundirse con los filtros asimétricos.
 Son ejemplos:

$h[] = \langle a, b, 0, -b, -a \rangle$ que tiene simetría ($\alpha=-1, \Psi=2$), y
 $h[] = \langle a, b, 0, 0, -b, -a \rangle$ que tiene simetría ($\alpha=-1, \Psi=5/2$).

Sin embargo, el signo de simetría no se limita a valores reales, como se ilustra mediante los siguientes ejemplos:

El filtro $h[] = \langle a+jb, b+ja \rangle$ que tiene simetría ($\alpha=j, \Psi=1/2$), y
 $h[] = \langle a+jb, -b-ja \rangle$ que tiene simetría ($\alpha=-j, \Psi=1/2$).

Los filtros que tienen la simetría- (α, Ψ) como se ha definido anteriormente pueden implementarse de manera eficiente. Se conoce como aprovechar su simetría mediante la reducción del número de componentes. Esto se ilustra en las la figuras 3A-3D. La figura 3A muestra un filtro de simetría implementado por medio de una línea de retardo de derivación. En el ejemplo mostrado, la línea de retardo comprende 4 elementos de retardo z^{-1} , un primer multiplicador que tiene un factor de multiplicación **a** que se conecta a la entrada de la línea de retardo, un segundo, un tercer y un cuarto multiplicador para multiplicar con los factores de multiplicación **b**, **c**, **d** que se conectan a los nodos de conexión posteriores entre los elementos de retraso z^{-1} y un quinto multiplicador que tiene un factor de multiplicación **e** que se conecta a la salida de la línea de retardo. La suma de las señales de salida de los cinco multiplicadores es la señal de salida del filtro. El filtro de la figura 3A se puede reducir al filtro de la figura 3B, que tiene solamente tres multiplicadores, si por un lado los coeficientes de multiplicación **a** y **e** son iguales y por otro lado los coeficientes de multiplicación **b** y **d** son iguales.

Análogamente, la figura 3D muestra una implementación eficiente de la línea de retardo de adición de la figura 3C.

Otra técnica conocida en el diseño del filtro es la descomposición en componentes polifásicos. En particular, esto es relevante para los filtros de diezmado o de interpolación, o para los filtros que usan una combinación de diezmado e interpolación.

Cualquier filtro $H(z)$ puede descomponerse en componentes R polifásicos $H_{R:r}(z)$, que se relacionan con $H(z)$ como:

$$H(z) = \sum_{r=0}^{R-1} z^{-r} H_{R:r}(z^R),$$

en el que los componentes polifásicos se refieren a la función de transferencia $h()$

como:

$$H_{R:r}(z) = \sum_n h[Rn + r]z^{-n}$$

Tal descomposición polifásica del filtro tiene la ventaja de que los componentes del filtro polifásico pueden funcionar a una velocidad de reloj inferior que un filtro que no se descompone.

Esto se ilustra en las figuras 4A y 4B. La figura 4A muestra un filtro de diezmado $H(z)$ con factor D de diezmado. El filtro tiene que funcionar a la misma velocidad de reloj que la señal $X(z)$ procesada por el filtro. La figura 4B muestra la descomposición de este filtro polifásico en los componentes $H_{D:0}(z), H_{D:1}(z), \dots, H_{D:D-1}(z)$. Los componentes polifásicos se conectan a través de un diezmador a una línea de retardo que tiene elementos de retardo con retardo z^{-1} . Los diezmadores diezman la frecuencia de muestreo de las señales obtenidas desde la línea de retardo con un factor D , de manera que ahora los componentes polifásicos pueden funcionar a una frecuencia más baja que la correspondiente.

Las figuras 5A y 5B ilustran un segundo ejemplo. En este caso la señal de salida $Y(z)$ se obtiene de la señal de entrada $X(z)$ mediante un filtro de interpolación $H(z)$ con un factor de interpolación I . En la figura 5A, la señal de interpolación recibida por el filtro $H(z)$ tiene una frecuencia que es I veces mayor que la frecuencia $X(z)$. La figura 5B muestra el filtro de la figura 5A descompuesto en sus componentes polifásicos $H_{I:1-1}(z), H_{I:1-2}(z), \dots, H_{I:0}(z)$. Cada uno de los componentes polifásicos recibe la señal de entrada $X(z)$, y de este modo pueden funcionar a la misma frecuencia que la señal $X(z)$ en lugar de a una frecuencia I veces mayor.

Desafortunadamente, incluso un filtro simétrico puede tener componentes polifásicos asimétricos, como se ilustra mediante el siguiente ejemplo:

5 Considerar el filtro $h[n]$ que tiene la respuesta de impulso simétrico $\langle a, b, c, d, d, c, b, a \rangle$. En el caso del factor de multifrecuencia $R=2$, tanto sus componentes polifásicos $H_{2,0}[n]$ como los $H_{2,1}[n]$ son no simétricos:

$$H_{2,0}[n] = \langle a, c, d, b \rangle, \text{ y}$$

$$H_{2,1}[n] = \langle b, d, c, a \rangle.$$

10 Los inventores han descubierto que los componentes polifásicos del filtro de multifrecuencia se pueden combinar en (α, Ψ) módulos de filtro simétrico. La estructura general de tal filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención se ilustra en la figura 6A.

El filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención que se muestra en ella tiene:

- 15
- una unidad 10 de entrada para recibir una señal Sin de entrada y para proporcionar una pluralidad de señales intermedias IS1, IS2 en respuesta a dicha señal de entrada,
 - una unidad 20 de filtro conectada a la unidad 10 de entrada,
 - una unidad 30 de salida conectada a la unidad 20 de filtro, que genera una señal Sout de salida.

20 La unidad 20 de filtro comprende al menos un primer y segundo módulo 21, 22 de filtro, que tienen una función de transferencia $H_0(z)$ y una función de transferencia $H_1(z)$, respectivamente, que se relacionan mutuamente de acuerdo con las relaciones

25

$$H_0(z) = c_0(H_B(z) + M_{\alpha, \Psi} H_B(z));$$

y

30

$$H_1(z) = c_1(H_B(z) - M_{\alpha, \Psi} H_B(z)).$$

En ellas $M_{\alpha, \Psi} H_B(z) = aZ^{2Y} H_B^*(z^{-1})$, y $H_B^*(z) = \sum h_b^*[m]z^{-m}$.
 $H_B(z)$ es la transformada-z de $h_b[m]$.

35 Mediante la combinación de un filtro no simétrico $H_B(z)$ con su versión especular, $M_{\alpha, \Psi} H_B(z)$ se obtiene o bien un filtro simétrico (en el caso de combinar por adición) o bien un filtro anti-simétrico (en el caso de combinar por sustracción). Esto se ilustra mediante el siguiente ejemplo. Cuando se añaden los dos componentes polifásicos no simétricos

$$H_{2,0}[n] = \langle a, c, d, b \rangle, \text{ y}$$

$$H_{2,1}[n] = \langle b, d, c, a \rangle,$$

40 se obtiene la siguiente función de transferencia simétrica:

$$h[n] = \langle a+b, c+d, d+c, b+a \rangle$$

45 Restando estos componentes polifásicos entre sí da la siguiente función de transferencia anti-simétrica.
 $h'[n] = \langle a-b, c-d, d-c, b-a \rangle$

50 El filtro de multifrecuencia comprende una unidad 11 de combinación conectada a los módulos 21, 22 de filtro que genera una primera señal Ssum de combinación y una segunda señal Sdiff de combinación. La unidad 11 de combinación puede ser una parte de la unidad 10 de entrada o una parte de la unidad 30 de salida. Como alternativa, tanto la unidad 10 de entrada como la unidad 30 de salida pueden comprender una o más unidades de combinación.

En una realización de la invención, la función de transferencia básica $H_B(z)$ es un componente polifásico, es decir,

55

$$H_B(z) = H_{R,r}(z) = \sum_n h[Rn+r]z^{-n}.$$

60 La figura 6B muestra una primera realización secundaria de dicha realización. En ella la unidad 11 de combinación está compuesta por la unidad 10 de entrada. La unidad 10 de entrada genera una primera y una segunda señal intermedia IS1, IS2 desde la señal Sin de entrada. La primera y la segunda señal intermedia IS1, IS2 se retrasan por las funciones de retardo z^{-r_q} y z^{-s_q} , respectivamente, en las que r_q y s_q son números enteros seleccionados desde Z . Después del retardo las señales se diezman con un factor D , de modo que las señales intermedias tienen una tasa de muestreo que es D menor que la de la señal Sin de entrada. A continuación, la unidad 11 de combinación genera

la primera y la segunda señal Ssum, Sdiff de combinación desde el par de señales intermedias IS1, IS2. En la realización mostrada en la figura 6B la primera señal Ssum de combinación es la suma de las señales intermedias IS1 e IS2 y la segunda señal Sdiff de combinación es la diferencia de las señales intermedias IS1 e IS2. El primer módulo 21 de filtro filtra la primera señal Ssum de combinación y el segundo módulo 22 de filtro filtra la segunda señal Sdiff de combinación. A continuación, la unidad 30 de salida combina las señales de salida de los módulos 21 y 22 de filtro para generar la señal Sout de salida total. Además, la unidad 30 de salida puede realizar una interpolación con un factor I e introducir un retraso extra z^{TP} a la señal Sout de salida.

Como se deduce de lo anterior, las funciones de transferencia de los módulos 21 y 22 de filtro son simétricas. La función de transferencia de $H_0(z)$ del primer módulo de filtro es la suma de la función de transferencia básica $H_B(z)$ y su equivalente espejo, y la función de transferencia $H_1(z)$ del segundo módulo de filtro es la diferencia de la función de transferencia básica $H_B(z)$ y su equivalente espejo. Por lo tanto, ambas funciones de transferencia $H_0(z)$ y $H_1(z)$ permiten una implementación eficiente, que tiene un pequeño número de multiplicadores relativamente. Por un lado, los módulos de filtro pueden funcionar relativamente lentos cuando procesan las señales Ssum y Sdiff, que se derivan de las señales diezmadas IS1 e IS2. La etapa de interpolación opcional sólo tiene lugar después de la unidad 20 de filtro.

La figura 6C muestra una segunda realización secundaria en la que la función de transferencia $H_B(z)$ es un componente polifásico. En este caso, el primer y el segundo módulo 121, 122 de filtro están en relación con cada una de las señales intermedias IS1, IS2, respectivamente. La unidad 131 de combinación está contenida en la unidad 130 de salida y genera la primera señal Ssum de combinación y la segunda señal Sdiff de combinación desde las señales de salida OS1, OS2 del primer y el segundo módulo de filtro. Opcionalmente, las señales de combinación se interpolan mediante el factor de interpolación I y se retrasan mediante un retardo de z^{-TP} y z^{-SP} respectivamente, antes que se recombinen en la señal de salida. Del mismo modo en este caso los módulos 121 y 122 de filtro son simétricos, y pueden implementarse con un número relativamente pequeño de multiplicadores. Debido a que el filtro está operativo después del diezmado y antes de la interpolación, el filtro puede funcionar a una velocidad de reloj relativamente baja.

Las funciones de transferencia $H_0(z)$ y $H_1(z)$ del primer y segundo módulo de filtro son la suma de una función $H_B(z)$ de transferencia básica y su versión especular $M_{\alpha,\psi}H_B(z)$. En las realizaciones mostradas en las figuras 6B y 6C la función de transferencia básica es un componente polifásico de la función de transferencia del filtro de multifrecuencia.

La figura 6D muestra una realización en la que la función $H_B(z)$ de transferencia básica, a partir de la cual se componen las funciones de transferencia $H_0(z)$ y $H_1(z)$, se deriva de dos componentes polifásicos de acuerdo con la relación:

$$H_B(z) = H_{R:r_0}(z) + z^b H_{R:r_1}(z).$$

La unidad 211 de combinación está compuesta por la unidad 210 de entrada, y genera la primera y la segunda señal de combinación Ssum, Sdiff desde un par de dichas señales intermedias IS1, IS2. El primer módulo 221 de filtro filtra la primera señal Ssum de combinación y el segundo módulo 222 de filtro filtra la segunda señal sdiff de combinación. La unidad 220 de filtro comprende además un tercer módulo 223 de filtro con una función de transferencia de $H_2(z)$ y un cuarto módulo 224 de filtro con una función de transferencia $H_3(z)$ que están mutuamente relacionados de acuerdo con las relaciones

$$H_2(z) = c_2(H'_B(z) - MH'_B(z))$$

$$H_3(z) = c_3(H'_B(z) + MH'_B(z)).$$

También la función $H'_B(z)$ de transferencia básica adicional se deriva de una combinación de dos componentes polifásicos:

$$H'_B(z) = H_{R:r_0}(z) - z^b H_{R:r_1}(z)$$

El tercer 223 y el cuarto 224 módulos de filtro están en relación cada uno con la primera señal Ssum de combinación y la segunda señal Sdiff de combinación, respectivamente. El filtro comprende una primera unidad 231 de combinación adicional que genera una primera señal AS1 auxiliar que representa la suma de las señales de salida del primer módulo 221 de filtro y el segundo módulo 222 de filtro, y una segunda señal AS2 auxiliar que representa la suma de las señales de salida del tercer módulo 223 de filtro y el cuarto módulo 224 de filtro. El filtro comprende

además una segunda unidad 232 de combinación adicional que genera una señal Ssum" de suma adicional y una señal Sdiff" de diferencia adicional de la primera y la segunda señales auxiliares AS1, AS2. Estas señales se recombinan en una señal Sout de salida después de una interpolación opcional con un factor 1. Además, las señales Ssum" y Sdiff" pueden retrasarse con unos retrasos adicionales z^{-rop} y z^{-sop} .

5 Como en las realizaciones mostradas en las figuras 6B y 6C la unidad 220 de filtro del filtro de multifrecuencia puede, por un lado, funcionar a una velocidad relativamente baja en comparación con un filtro sin descomposición polifásica. Y por el contrario, los módulos 221, 222, 223, 224 de la unidad 220 de filtro tienen una función de transferencia simétrica, de modo que pueden implementarse con un número relativamente pequeño de multiplicadores.

10 Las figuras 7A y 7B ilustran una realización adicional de la invención. La figura 7A muestra un filtro de multifrecuencia que tiene un factor de diezmado racional de 3/2.

15 La figura 7B muestra la implementación de la invención de este filtro. La unidad 320 de filtro comprende dos grupos de módulos de filtraje. Un grupo comprende los módulos 323, 324, 325 y 326 que tienen las funciones de transferencia $E_0(z)$, $E_1(z)$, $E_2(z)$ y $E_3(z)$, respectivamente. El otro grupo comprende los módulos 321 y 322 que tienen las funciones de transferencia $E_4(z)$ y $E_5(z)$, respectivamente. Las funciones de transferencia para el primer grupo se derivan de los componentes polifásicos del filtro original $H(z)$ como sigue.

20

$$E_0(z) = \frac{1}{4}(H_{6:0}(z) + H_{6:-2}(z) + H_{6:3}(z) + H_{6:1}(z))$$

$$E_1(z) = \frac{1}{4}(H_{6:0}(z) + H_{6:-2}(z) - H_{6:3}(z) - H_{6:1}(z))$$

$$E_2(z) = \frac{1}{4}(H_{6:0}(z) - H_{6:-2}(z) + H_{6:3}(z) - H_{6:1}(z))$$

$$E_3(z) = \frac{1}{4}(H_{6:0}(z) - H_{6:-2}(z) - H_{6:3}(z) + H_{6:1}(z)).$$

Las funciones de transferencia para el segundo grupo son

$$E_4(z) = \frac{1}{2}(H_{6:2}(z) + H_{6:5}(z))$$

$$E_5(z) = \frac{1}{2}(H_{6:2}(z) - H_{6:5}(z)).$$

25 Se observa que los expertos en la materia considerarán muchas alternativas dentro del alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones. Por ejemplo, las funciones z^2 , z^0 y z^1 de retardo en la unidad de entrada pueden remplazarse mediante las funciones z^{2-k} , z^{-k} y z^{1-k} de retardo en combinación con una función z^k de retardo en la línea de señal proporcionada por la señal de entrada $X(z)$. Se observa que sólo son de importancia los retrasos relativos generados entre las señales proporcionadas por las funciones de retardo en la unidad 310 de entrada.

35 También está claro para los expertos en la materia que pueden intercambiarse varias funciones. Por ejemplo, las unidades de diezmado indicadas por las flechas que apuntan hacia abajo con la etiqueta 3 pueden localizarse en las salidas de la unidad 311 de combinación. Además, las unidades de retardo indicadas con Z^0 y Z^1 pueden incluirse en la unidad 311 de combinación. En este caso, un primer elemento de combinación de la unidad 311 de combinación (el superior en el dibujo) genera la señal $X(z) + z^1X(z) = X(z)(1+z)$. El otro elemento de combinación de dicha unidad de combinación genera $X(z)(1-z)$.

Además, el experto en la materia se dará cuenta de que se pueden intercambiar otras operaciones, por ejemplo, la secuencia de operaciones:

5 interpolar con un factor I,
 retrasar con z^a ,
 diezmar con un factor D

puede remplazarse por la secuencia

10 retrasar con z^{aq} ,
 diezmar con un factor D
 interpolar con un factor I,
 retrasar con z^{aq} .

15 Siempre que D e I sean primos entre sí.
 Otros ejemplos son que las operaciones de multiplicación pueden intercambiarse con las operaciones de retardo y con el diezmo o con las operaciones de interpolación.

20 Un filtro de multifrecuencia de acuerdo con la invención puede diseñarse mediante la realización de las siguientes etapas:

25 a. descomponer un filtro H simétrico en sus componentes polifásicos $H_{R:1}, \dots, H_{R:R-1}$.
 Esta clase de descomposición se conoce bien, y se describe, por ejemplo, en la tesis "Efficiency in multirate and complex digital signal processing" A.W.M van den Eenden, ISBN 90 6674 650 5. En particular la referencia se hace en el capítulo 2.8 y en el Apéndice C de la misma.

30 El conjunto de componentes polifásicos así obtenido, puede sustituirse por un conjunto de módulos simétricos como sigue. Naturalmente aquellos componentes polifásicos que son ya simétricos no necesitan remplazarse. Las siguientes situaciones pueden ocurrir.

35 b. El conjunto de componentes polifásicos puede comprender pares de componentes $H_{R:1}$ y $H_{R:2}$, que son asimétricos, que comparten una entrada común, y que se relacionan entre sí de acuerdo a la relación $H_{R:2} = M_{\alpha\Psi}(H_{R:1})$. Los parámetros α, Ψ pueden ser diferentes para cada par. Tales pares de componentes $H_{R:1}$ y $H_{R:2}$ pueden remplazarse por un primer módulo con la función de transferencia $H_0 = H_{R:1} + H_{R:2}$, un segundo módulo con función de transferencia $H_1 = H_{R:1} - H_{R:2}$, en la que el primer y el segundo módulo comparten la entrada común, y por una unidad de combinación que genera una primera y una segunda señal de combinación de las señales de salida del primer y el segundo módulo.

40 c. El conjunto de componentes polifásicos puede comprender pares de componentes $H_{R:1} + H_{R:2}$, que son asimétricos, que comparten una salida común, y que se relacionan entre sí de acuerdo a la relación $H_{R:2} = M_{\alpha\Psi}(H_{R:1})$, en la que los parámetros α, Ψ pueden ser diferentes para cada par.

45 Cada par de componentes $H_{R:1} + H_{R:2}$ puede remplazarse por un primer módulo con la función de transferencia $H_0 = H_{R:1} + H_{R:2}$, un segundo módulo con la función de transferencia $H_1 = H_{R:1} - H_{R:2}$, tales módulos comparten la salida común, y por una unidad de combinación que genera una primera señal de combinación de una primera y una segunda señal intermedia, y proporcionar dicha señal de combinación al tercer módulo, y para generar una segunda señal de combinación de una primera y una segunda señal intermedia, y proporcionar dicha señal de combinación al cuarto módulo.

50 d. Por último, los componentes pueden producirse cuádruples y que sean asimétricos y que comprendan un primer par $H_{R:1}, H_{R:2}$, que están relacionados por $H_{R:2} = M_{\alpha\Psi}(H_{R:1})$ un segundo par $H_{R:3}, H_{R:4}$, que están relacionados por $H_{R:4} = M_{\alpha\Psi}(H_{R:3})$ en el que, los componentes $H_{R:1}$ y $H_{R:3}$ comparten una primera entrada común, los componentes $H_{R:2}$ y $H_{R:4}$ comparten una segunda entrada común, los componentes $H_{R:1}$ y $H_{R:2}$ comparten una primera salida común, y los componentes $H_{R:3}$ y $H_{R:4}$ comparten una segunda salida común.

55 Cada componente cuádruple puede remplazarse por un componente cuádruple de módulos de filtro simétricos y tres unidades de combinación. El componente cuádruple de módulos de filtro comprende un primer módulo que tiene la función de transferencia $H_0 = H_{R:1} + H_{R:2} + H_{R:3} + H_{R:4}$, un segundo módulo que tiene la función de transferencia $H_1 = H_{R:1} - H_{R:2} + H_{R:3} - H_{R:4}$, un tercer módulo que tiene la función de transferencia $H_2 = H_{R:1} + H_{R:3} - H_{R:2} - H_{R:4}$, un cuarto módulo que tiene la función de transferencia $H_3 = H_{R:1} - H_{R:3} + H_{R:2} - H_{R:4}$.

65 Una primera unidad de combinación genera una primera señal de combinación desde las señales de entrada recibidas en la primera y la segunda entrada común, y proporciona dicha primera señal de combinación al primer y al segundo módulo. También genera una segunda señal de combinación desde esas señales de entrada, y se las

proporciona al tercer y al cuarto módulo.

5 Una segunda unidad de combinación genera una primera señal auxiliar desde las señales de salida generadas por la primera y la tercera unidad. Se genera una segunda señal auxiliar desde las señales de salida generadas por la segunda y la cuarta unidad.

Una tercera unidad de combinación genera una primera y una segunda señales de salida desde la primera y la segunda señal auxiliar.

10 Se observa que las situaciones B, C y D pueden ocurrir en combinaciones.

REIVINDICACIONES

1. Filtro de multifrecuencia para generar una señal (Sout) de salida en respuesta a una señal (Sin) de entrada, el filtro de multifrecuencia que comprende una unidad (20) de filtro con al menos un primer (21) y un segundo (22) de filtro, que tienen, respectivamente, una función $H_0(z)$ de transferencia y una función $H_1(z)$ de transferencia y que comprende una unidad (11) de combinación conectada a dichos módulos de filtro para generar una primera señal (Ssum) de combinación y una segunda señal (Sdiff) de combinación, el filtro de multifrecuencia comprende además:

- una unidad (10) de entrada para recibir la señal (Sin) de entrada y para proporcionar una pluralidad de señales (IS1, IS2) intermedias en respuesta a dicha señal de entrada,
- una unidad (30) de salida conectada a la unidad de filtro, para generar una señal (Sout) de salida,
- en el que la unidad (20) de filtro está conectada a la unidad de entrada,

en el que la función de transferencia $H_0(z)$ y la función de transferencia $H_1(z)$ están mutuamente relacionadas de acuerdo con las relaciones,

$$H_0(z) = c_0 (H_B(z) + M_{a,\gamma} H_B(z)) \text{ y}$$

$$H_1(z) = c_1 (H_B(z) + M_{a,\gamma} H_B(z)), \text{ en la que}$$

$$M_{a,\gamma} (H_B(z)) = \alpha z^{-2\gamma} H_B^+(z^{-1}), \text{ y en la que}$$

$H_B^+(z) = Sh_b^*[m]z^m$, $H_B(z)$ es la transformada-z de $H_B[m]$, en la que

$$H_B(z) = H_{R,r}(z) = \sum_n h[Rn + r]z^{-n}$$

en la que

$H(z)$ es la transformada-z de $h[n]$, y en la que α es un elemento del conjunto C de los números complejos y 2γ es un número entero seleccionado de Z,

en el que la unidad (11) de combinación está comprendida en la unidad (10) de entrada, en el que las señales (IS1, IS2) intermedias se proporcionan para la unidad (11) de combinación y en la que la primera señal (Ssum) de combinación se proporciona para el primer módulo (21) de filtro y la segunda señal (Sdiff) de combinación se proporciona para el segundo módulo (22) de filtro.

2. Filtro de multifrecuencia para generar una señal (Sout) de salida en respuesta a una señal (Sin) de entrada, el filtro de multifrecuencia que comprende una unidad (20) de filtro con al menos un primer (21) y un segundo (22) de filtro, que tienen respectivamente una función $H_0(z)$ de transferencia y una función $H_1(z)$ de transferencia, y que comprende una unidad (11) de combinación conectada a dichos módulos de filtro para generar una primera señal (Ssum) de combinación y una segunda señal (Sdiff) de combinación, el filtro de multifrecuencia comprende además:

- una unidad (110) de entrada para recibir una señal (Sin) de entrada y para proporcionar una pluralidad de señales (IS1, IS2) intermedias en respuesta a dicha señal de entrada,
- una unidad (130) de salida conectada a la unidad de filtro, para generar una señal (Sout) de salida,

en el que la unidad (120) de filtro está conectada a la unidad de entrada, en el que la función $H_0(z)$ de transferencia y la función $H_1(z)$ de transferencia están mutuamente relacionadas de acuerdo con las relaciones,

$$H_0(z) = c_0 (H_B(z) + M_{a,\gamma} H_B(z)) \text{ y}$$

$$H_1(z) = c_1 (H_B(z) + M_{a,\gamma} H_B(z)), \text{ en la que}$$

$$M_{a,\gamma} (H_B(z)) = \alpha z^{-2\gamma} H_B^+(z^{-1}), \text{ y en la que}$$

$H_B^+(z) = Sh_b^*[m]z^m$, $H_B(z)$ es la transformada-z de $H_B[m]$, en la que

$$H_B(z) = H_{R,r}(z) = \sum_n h[Rn + r]z^{-n}$$

en la que

$H(z)$ es la transformada-z de $h[n]$, y en la que α es un elemento del conjunto C de los números complejos y 2γ es un número entero número seleccionado de Z,

en el que la unidad (131) de combinación es parte de la unidad (130) de salida, y en el que las señales (IS1, IS2) intermedias se proporcionan para el primer y segundo módulos de filtro, la primera y la segunda señales de combinación se generan desde las señales (SO1, OS2) de salida del primer y segundo módulos (121, 122) de filtro.

3. Filtro de multifrecuencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de filtro comprende un tercer módulo (223) de filtro con una función $H_2(z)$ de transferencia y un cuarto módulo (224) de filtro con una función $H_3(z)$ de transferencia que se relacionan mutuamente de acuerdo con

las relaciones

$$H_2(z) = c_2 (H'_B(z) - M_{a,\gamma} H'_B(z))$$

$$H_3(z) = c_3 (H'_B(z) + M_{a,\gamma} H'_B(z)), \text{ en la que}$$

$$H'_B(z) = H_{R:r0}(z) - z^b H_{R:n}(z)$$

5
tercer y cuarto módulo (223, 224) de filtro que están en relación con la primera señal (Ssum) de combinación y la segunda señal (Sdiff) de combinación, respectivamente, el filtro comprende una primera unidad (231) de combinación adicional para generar una primera señal (AS1) auxiliar que representa la suma de las señales de salida del primer y el segundo módulos de filtro y una segunda señal (AS2) auxiliar que representa la suma de las
10
señales de salida del tercer y cuarto módulos de filtro en respuesta a las señales de salida del tercer módulo (223) de filtro y del cuarto módulo (224) de filtro, el filtro comprende una segunda unidad (232) de combinación adicional para generar una primera (S"sum) y una segunda (S"diff) señales de combinación adicionales desde la primera y la segunda señal auxiliar.

15
4. Dispositivo (b) de procesamiento de imagen comprende una entrada para recibir datos de imagen, un filtro (e) de multifrecuencia de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, un controlador (c) para controlar el filtro, una memoria (d) para almacenar los datos para usarse por el filtro configurable, y una, salida para proporcionar datos de salida a un dispositivo (f) de visualización.

20
5. Teléfono móvil que comprende:

- un receptor (h) para recibir una señal de información desde una antena,
- un convertidor (i) analógico a digital para convertir la señal de información a muestras discretas, un filtro (j) de multifrecuencia de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, para filtrar las muestras discretas proporcionadas por el convertidor analógico a digital,
- un demodulador (k) para desmodular una señal de salida del filtro (j),
- un decodificador (l) de señal para realizar una operación de decodificación de canal en una señal de salida obtenida del demodulador (k), y
- un decodificador (m) de voz para descomprimir una señal de voz obtenida desde el decodificador (l) de señal y proporcionar una señal de salida a un convertidor (n) digital a analógico que genera una señal de salida analógica.

25
30
6. Teléfono móvil que comprende:

- un convertidor analógico a digital para convertir una señal de voz analógica en una señal de voz digital,
- un codificador de voz para comprimir la señal de voz digital y proporcionar la señal comprimida,
- un codificador de señal para realizar una operación de codificación de canal en la señal comprimida y proporcionar una señal de canal,
- un modulador para modular la señal de canal,
- un filtro de multifrecuencia de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, para filtrar la señal de canal,
- un convertidor digital a analógico, para convertir la señal de canal de filtrado en una señal analógica,
- una transmisión para transmitir la señal analógica.

35
40
45
7. Un método para diseñar un filtro de multifrecuencia como se reivindica en la reivindicación 3, comprendiendo el método:

- a. descomponer un filtro H simétrico en sus componentes polifásicos $H_{R:1}, \dots, H_{R:R-1}$ y la realización al menos de uno de los siguientes:
- b.1. identificar los pares de componentes $H_{R:r1}$ y $H_{R:r2}$, que son asimétricos, que comparten una entrada común y que están relacionados entre sí de acuerdo a la relación $H_{R:r2} = M_{\alpha,\Psi} (H_{R:r1})$. En la que los parámetros α, Ψ pueden ser diferentes para cada par, y
- b.2. reemplazar cada par de componentes $H_{R:r1}$ y $H_{R:r2}$ por

- un primer módulo con la función de transferencia $H_0 = H_{R:r1} + H_{R:r2}$,
- un segundo módulo con función de transferencia $H_1 = H_{R:r1} + H_{R:r2}$, el primer y el segundo módulo comparten la entrada común, y por
- una unidad de combinación para generar una primera y una segunda señal de combinación desde las señales de salida del primer y segundo módulo; y

- c.1. identificar los pares de componentes $H_{R:r1}$ y $H_{R:r2}$, que son asimétricos, que comparten una salida común y que están relacionados entre sí de acuerdo a la relación $H_{R:r2} = M_{\alpha,\Psi} (H_{R:r1})$, en la que los parámetros α, Ψ pueden ser diferentes para cada par, y pueden ser diferentes de los identificados en la etapa b1,
- c.2. reemplazar cada par de componentes $H_{R:r1}$ y $H_{R:r2}$ por

- un primer módulo con la función de transferencia $H_0 = H_{R:r1} + H_{R:r2}$,
- un segundo módulo con la función de transferencia $H_1 = H_{R:r1} + H_{R:r2}$, en la que los módulos comparten la

salida común, y por

- una unidad de combinación para generar una primera señal de combinación desde una primera y una segunda señal intermedia, y proporcionar dicha señal de combinación al tercer módulo, y para generar una segunda señal de combinación desde una primera y una segunda señal intermedia, y proporcionar dicha señal de combinación al cuarto módulo; e

5

d.1. identificar los componentes cuádruples que son asimétricos y que comprenden;

- un primer par $H_{R:r1}$, $H_{R:r2}$, que están relacionados por $H_{R:r2} = M_{\alpha\psi}(H_{R:r1})$
- un segundo par $H_{R:r3}$, $H_{R:r4}$, que están relacionados por $H_{R:r4} = M_{\alpha\psi}(H_{R:r3})$ en el que,
- los componentes $H_{R:r1}$ y $H_{R:r3}$ comparten una primera entrada común,
- los componentes $H_{R:r2}$ y $H_{R:r4}$ comparten una segunda entrada común,
- los componentes $H_{R:r1}$ y $H_{R:r2}$ comparten una primera salida común, y
- los componentes $H_{R:r3}$ y $H_{R:r4}$ comparten una segunda salida común,

10

15

d.2. y reemplazar dichos componentes cuádruples por

- un primer módulo que tiene la función de transferencia

$$H_0 = H_{R:r0} + H_{R:r1} + H_{R:r2} + H_{R:r3},$$

20

- un segundo módulo que tiene la función de transferencia

$$H_1 = H_{R:r0} - H_{R:r1} - H_{R:r2} + H_{R:r3},$$

25

- un tercer módulo que tiene la función de transferencia

$$H_2 = H_{R:r0} + H_{R:r1} - H_{R:r2} - H_{R:r3},$$

30

- un cuarto módulo que tiene la función de transferencia

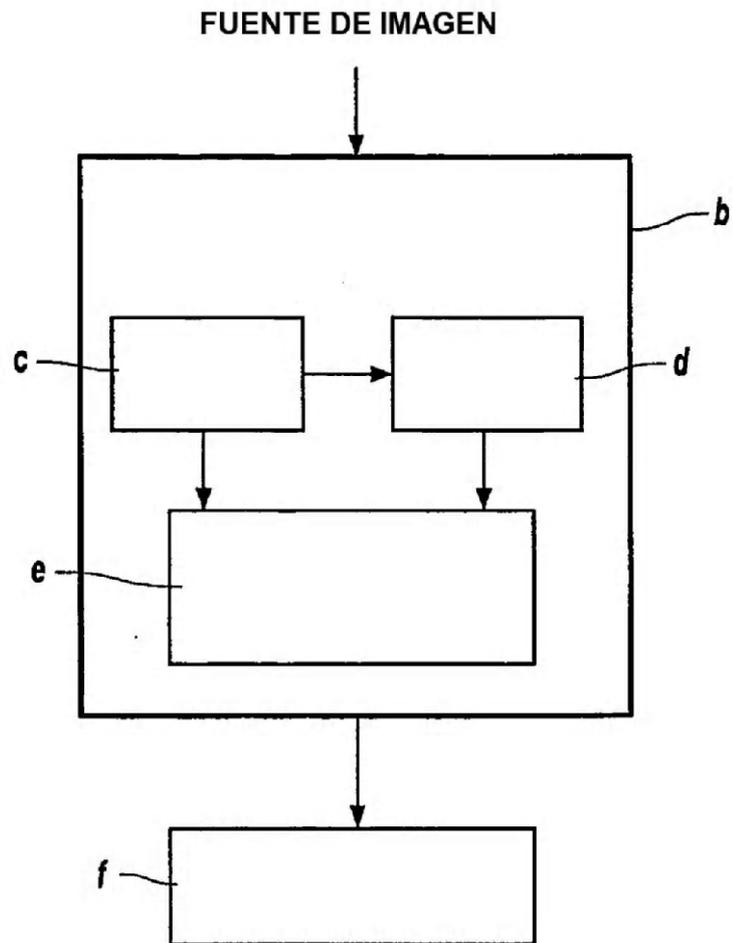
$$H_3 = H_{R:r0} - H_{R:r1} + H_{R:r2} - H_{R:r3},$$

35

- una primera unidad de combinación para generar una primera señal de combinación generada desde las señales de entrada recibidas en la primera y la segunda entrada común, y que proporcionan dicha primera señal de combinación al primer y al segundo módulo, y para generar una segunda señal de combinación generada desde esas señales de entrada, y que proporciona dicha segunda señal de combinación al tercer y al cuarto módulo,

40

- una segunda unidad de combinación para generar una primera señal auxiliar desde las señales de salida generadas por la primera y la tercera unidad, y para generar una segunda señal auxiliar desde las señales de salida generadas por la segunda y la cuarta unidad,
- una tercera unidad de combinación para generar una primera y una segunda señales de salida desde la primera y la segunda señal auxiliar.



a

FIG. 1

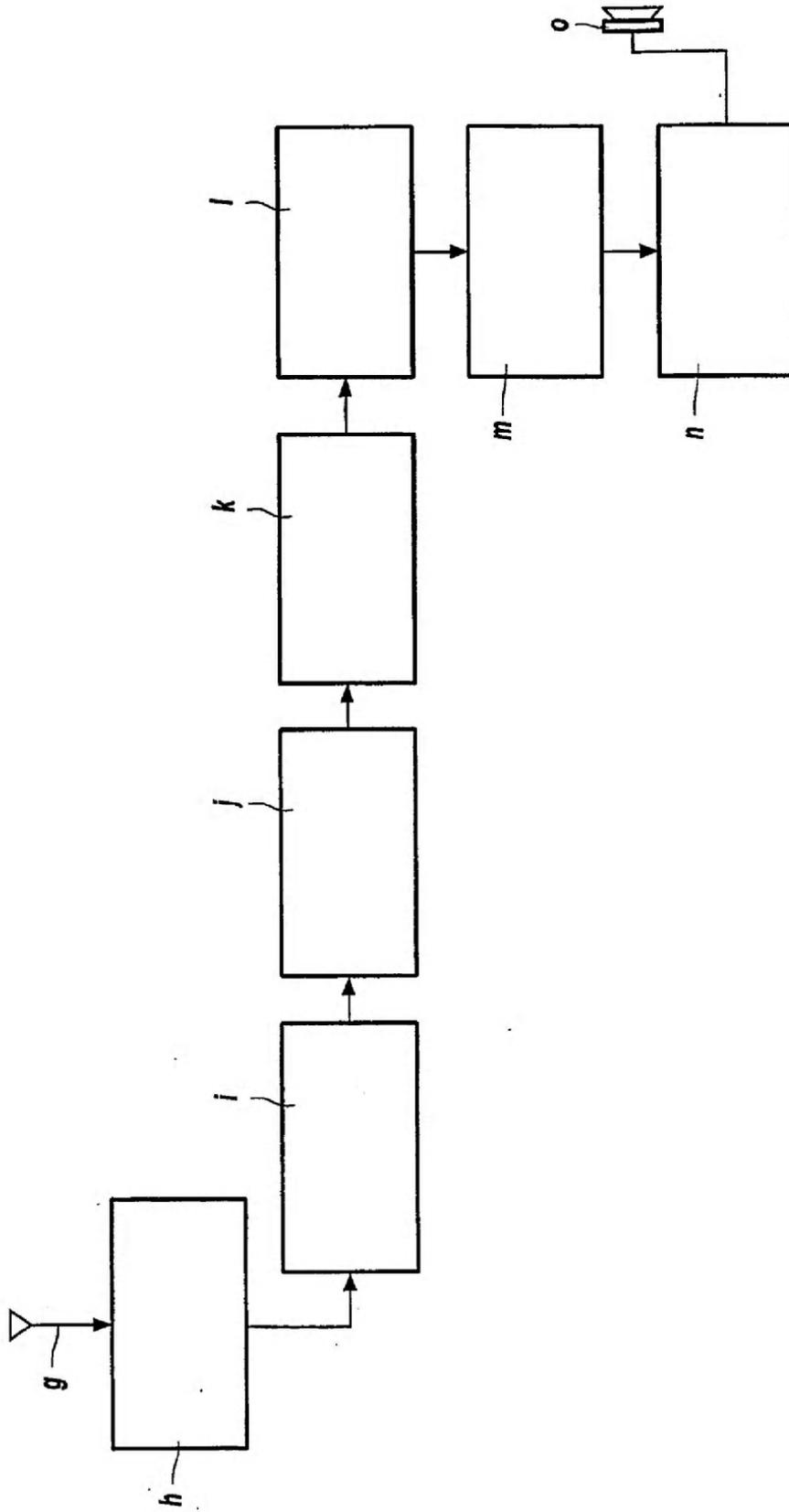


FIG. 2

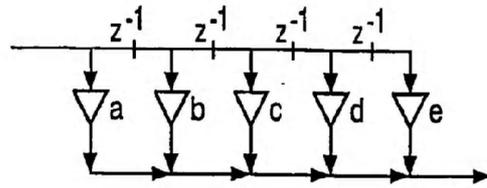


FIG. 3A

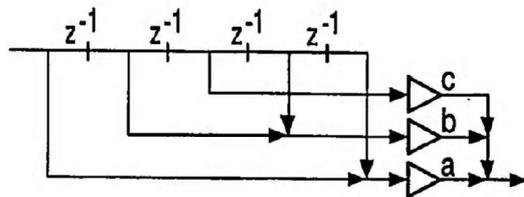


FIG. 3B

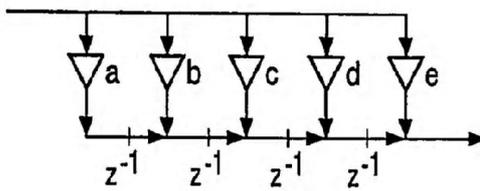


FIG. 3C

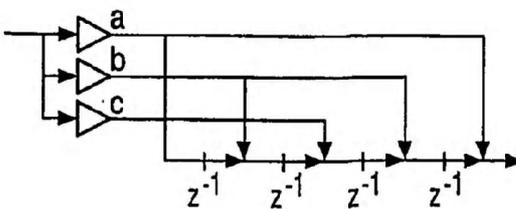


FIG. 3D

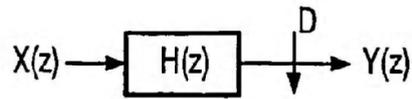


FIG. 4A

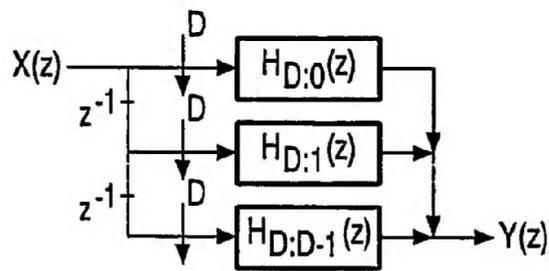


FIG. 4B

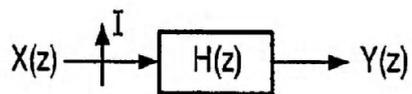


FIG. 5A

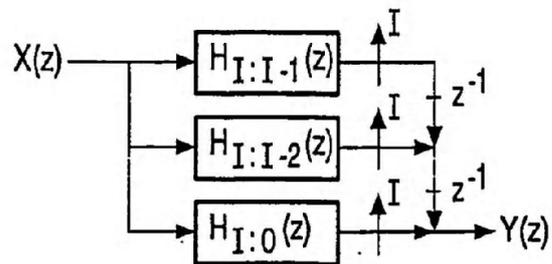


FIG. 5B

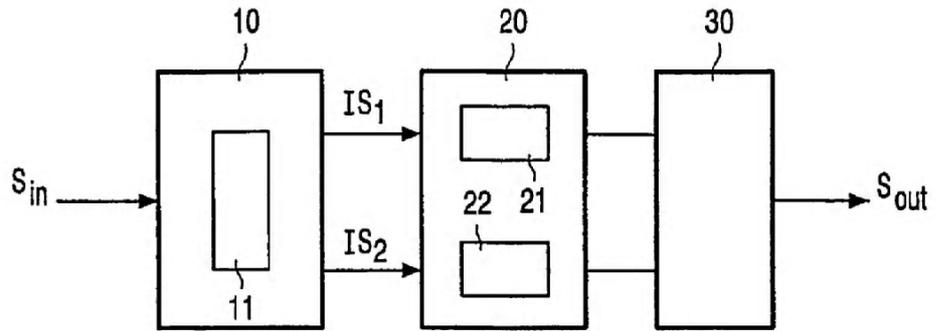


FIG. 6A

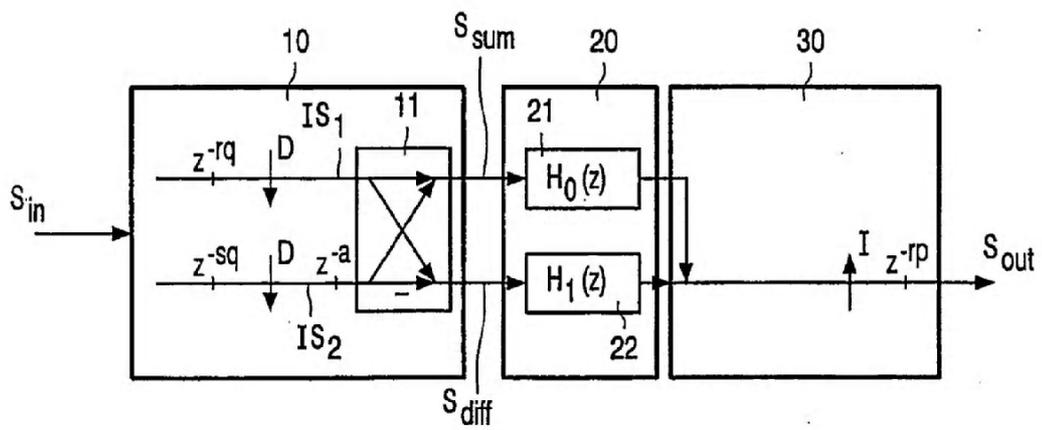


FIG. 6B

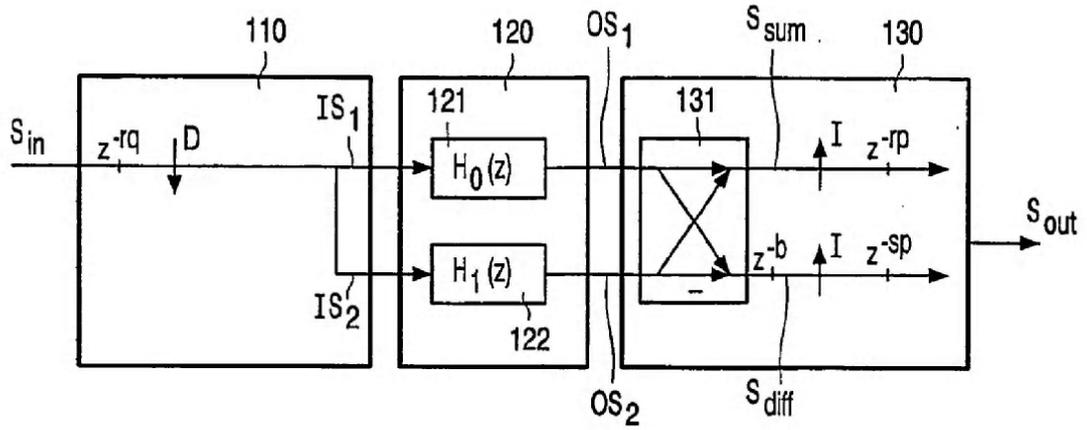


FIG. 6C

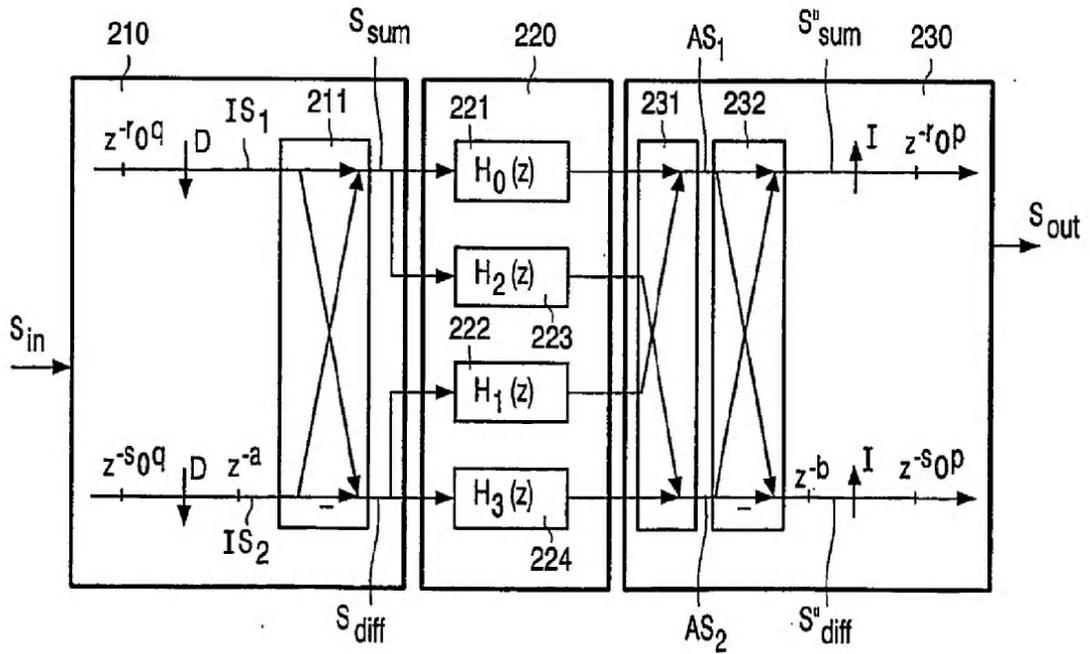


FIG. 6D

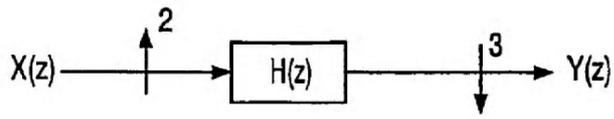


FIG. 7A

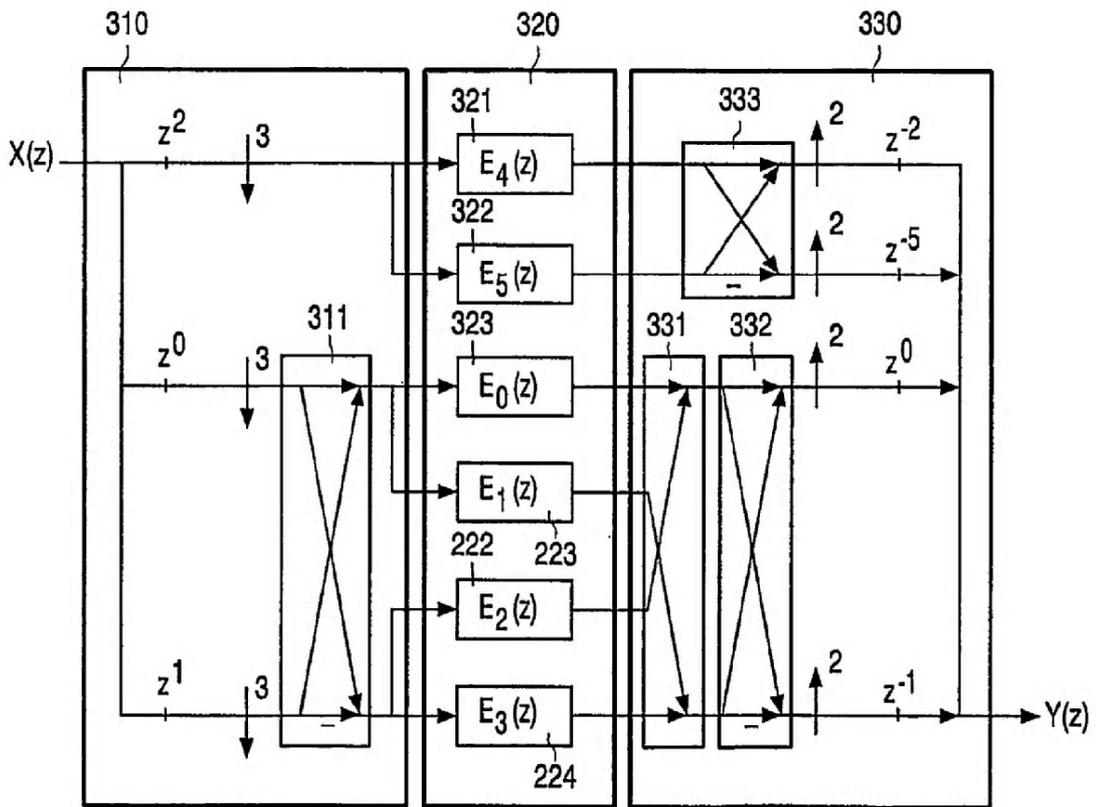


FIG. 7B