

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN
EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
31 de Diciembre de 2008 (31.12.2008)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2009/000947 A1

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:
H04B 3/58 (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2008/000417
- (22) Fecha de presentación internacional:
10 de Junio de 2008 (10.06.2008)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:
P200701761 25 de Junio de 2007 (25.06.2007) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):
DISEÑO DE SISTEMAS EN SILICIO, S.A. [ES/ES];
Charles Robert Darwin N°2, Parque Tecnológico, E-46980
Paterna (Valencia) (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **BLASCO CLARET, Jorge Vicente** [ES/ES]; Guardia Civil, 23-2-38,
- E-46020 Valencia (ES). **GONZÁLEZ MORENO, José Luis** [ES/ES]; Avda. Camí Nou, 29-Puerta 5, E-46950 Xirivella (Valencia) (ES). **CAMPS SORIANO, José Luis** [ES/ES]; Colón 4, E-46950 Xirivella (Valencia) (ES). **PAIRET MOLINA, Antonio** [ES/ES]; San Francisco, 8, E-46500 Sagunto (Valencia) (ES).
- (74) Mandatario: **UNGRÍA LÓPEZ, Javier**; Avda Ramón y Cajal, 78 ;, E-28043 Madrid (ES).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: SINGLE-PORT SIGNAL REPEATER

(54) Título: REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO

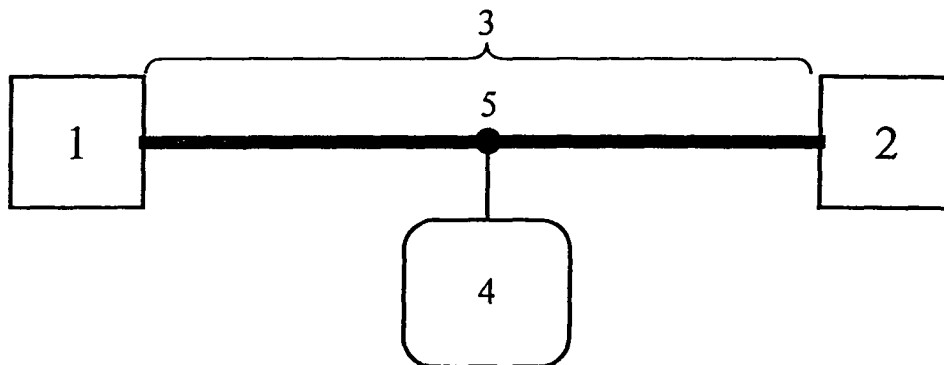


FIG. 1

(57) Abstract: Single-port signal repeater. The repeater is connected in parallel to the communication means (3), on which only one point of access (5) is needed. The repeater (4) comprises an amplifier, a hybrid circuit and a resupply and increases the scope and transmission capacity for communications made on a medium controlled without the disadvantages of the standard repeaters, which have to interrupt the line and need two access points to the channel.

(57) Resumen: Repetidor de señal de un sólo puerto. Se conecta en paralelo al medio de comunicación (3), sobre el que únicamente necesita un punto de acceso (5). El repetidor (4) consta de un amplificador, un circuito híbrido y una realimentación y consigue aumentar el alcance y la capacidad de transmisión de comunicaciones realizadas sobre un medio conducido sin los inconvenientes de los repetidores tradicionales, que tienen que interrumpir la línea y necesitan dos puntos de acceso al canal.



WO 2009/000947 A1



(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- *con informe de búsqueda internacional*
- *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones*

- 1 -

REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención, tal y como se expresa en el enunciado de esta memoria descriptiva se refiere a un sistema de repetición de señales para cualquier sistema de comunicación que utiliza un medio físico como canal de comunicaciones, con la característica de que no es necesario interrumpir dicho medio físico para introducir el dispositivo de repetición, sino que puede conectarse en paralelo manteniendo las ventajas de repetir la señal, esto es, alcanzar mayor cobertura y mayor capacidad de transmisión. Específicamente, este dispositivo es apropiado para comunicaciones sobre la red eléctrica, donde interrumpir la línea eléctrica para situar un repetidor de señales no es una posibilidad en la mayoría de entornos.

La ventaja principal del dispositivo de la invención, por tanto, es aumentar el alcance y la capacidad de transmisión de las señales de comunicación sin necesidad de cortar el canal de comunicaciones para insertar dicho dispositivo repetidor.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En general, los sistemas de comunicación pueden dividirse en sistemas de comunicación a través del medio aéreo (inalámbricas) o a través de un medio conducido.

En ambos tipos de sistemas, debido a las pérdidas inherentes de ambos medios, la señal transmitida se irá atenuando hasta que pase por debajo del umbral de sensibilidad de los posibles receptores, con lo que, a cierta distancia, se interrumpirá la comunicación.

Para aumentar el alcance, o bien mejorar la capacidad de transmisión en general, es necesario incluir repetidores o regeneradores de señal. Si la comunicación

- 2 -

se realiza a través del medio aéreo, la situación del repetidor no es especialmente problemática. En cambio, si el medio de comunicación es conducido, es probable que dicho repetidor tenga que situarse dentro de dicho medio, interrumpiendo la línea de comunicación. En muchos casos esto no puede realizarse por el tipo de canal de comunicación utilizado (como por ejemplo, la red eléctrica).

La presente invención muestra un repetidor de señales conducidas, incrementando el alcance y capacidad de transmisión de cualquier sistema de comunicaciones, sin necesidad de cortar o interrumpir el medio conducido.

En el estado de arte existen algunas patentes con conceptos relacionados pero que no afectan ni a la novedad ni a la altura inventiva de la presente invención. Por ejemplo, la patente US6598232B1 de título "Hybrid amplifier-regenerator for optimizing cable network transmissions" presenta un proceso de amplificación, pero para lo que realiza una conversión de 2 a 4 hilos en ambos extremos del dispositivo regenerador y amplifica cada sentido de transmisión por separado de forma digital. La presente invención propone un sistema alternativo en el que no es necesaria la interrupción del canal ni una amplificación independiente de cada sentido, con lo que se simplifica el hardware necesario y por tanto el coste final.

Otro ejemplo es la patente US3973089A1 de título "Adaptive hybrid circuit", que describe un convertor de 2 a 4 hilos con un híbrido activo realizado con un filtro "tapped delay line". Como ya ocurría con la anterior referencia, el utilizar un convertor de 2 a 4 hilos implica abrir el canal para insertar dos de estos dispositivos enfrentados para realizar la función de

- 3 -

repetidor bidireccional, cosa que no es necesaria con el dispositivo de la presente invención, en el que sólo es necesario tener acceso a un punto del canal sin necesidad de interrumpir el medio de transmisión.

5

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Para lograr los objetivos y evitar los inconvenientes indicados en anteriores apartados, la invención consiste en un repetidor de señal de un solo puerto, que se sitúa en paralelo al medio de comunicación sin necesidad de interrumpir dicho canal de comunicaciones, accediendo a dicho medio mediante un único punto de acceso, y que comprende un circuito híbrido, con un puerto bidireccional que se conecta al canal de comunicaciones, un puerto de entrada y puerto de salida, donde el puerto de entrada y el de salida se encuentran aislados; y un amplificador, cuya salida se conecta al puerto de entrada del circuito híbrido y cuya entrada se conecta al puerto de salida del circuito híbrido.

20

Para que el funcionamiento del repetidor de señal sea óptimo es necesario que el circuito híbrido esté adaptado a la impedancia del canal de comunicaciones en el punto de acceso, de forma que se consiga obtener ganancia de señal sin oscilación.

25

Dependiendo de si se conoce cual es la impedancia que el repetidor ve en el punto de acceso al canal, la adaptación del circuito híbrido será fija por diseño o deberá ser adaptable. Si la impedancia del canal de comunicaciones en el punto de acceso es fija y conocida, se diseña el circuito híbrido adaptado a dicha impedancia fija conocida. En cambio, si la impedancia del canal de comunicaciones en el punto de acceso es desconocida a priori, se utiliza un circuito híbrido

30

- 4 -

adaptativo para adaptarse a dicha impedancia desconocida.

Una implementación del circuito híbrido adaptativo consistiría en un circuito sumador/restador
5 donde la entrada positiva es la señal del canal de comunicaciones y la entrada negativa es la salida del filtro adaptativo; una impedancia que conecta la salida del amplificador con el punto de acceso al canal de comunicaciones; y un filtro adaptativo cuya entrada es
10 la salida amplificador, y cuya salida es la entrada negativa del circuito sumador/restador; y una realimentación de la salida del circuito sumador/restador a la entrada del amplificador del repetidor de señal de un solo puerto. Gracias a ello se
15 consigue una ganancia de señal controlada tras adaptar el filtro a la función de transferencia entre la salida del amplificador y el punto de acceso al canal de comunicaciones.

El filtro adaptativo que constituye el núcleo del
20 circuito híbrido adaptativo puede implementarse de varias formas, entre ellas, mediante un filtro de respuesta impulsional finita (FIR) digital, o bien mediante un filtro de respuesta impulsional finita (FIR) analógico.

25 En cualquiera de los casos anteriores, utilizando un FIR analógico o digital, es necesario ajustar la respuesta del filtro, cosa que puede realizar aplicando un algoritmo de gradiente.

30 Antes de poner en funcionamiento el repetidor analógico de un solo puerto con circuito híbrido adaptativo, es necesario realizar una adaptación inicial al canal. Esto puede realizarse siguiendo los siguientes pasos: desconectar la realimentación, dejando el sistema

- 5 -

en lazo abierto; inyectar una señal al amplificador con contenido espectral en el ancho de banda utilizado en el canal de comunicaciones; realizar la adaptación del circuito híbrido en lazo abierto con la señal inyectada maximizando su aislamiento; y finalmente volver a cerrar el lazo para el funcionamiento normal como dispositivo repetidor.

Usualmente no es posible conectar el repetidor analógico de un solo puerto directamente al punto de acceso al canal de comunicaciones, sino que debe utilizarse una línea de transmisión para conectar el repetidor al punto de acceso. En este caso, la respuesta de dicha línea de transmisión debe ser tomada en cuenta en el proceso de repetición. Si el repetidor se conecta al canal de comunicaciones a través de una línea de transmisión de respuesta conocida, al repetidor se le añade una compensación en el bucle de realimentación entre la salida del circuito híbrido y la entrada del amplificador.

En cambio, si el repetidor se conecta al canal de comunicaciones a través de una línea de transmisión de respuesta desconocida, al repetidor se le añade un retardo entre dicha línea de transmisión de respuesta desconocida y el puerto bidireccional del circuito híbrido, o bien se añade dicho retardo dentro del bucle de realimentación del dispositivo repetidor.

Otra posibilidad en caso de que el repetidor se conecte al canal de comunicaciones a través de una línea de transmisión de respuesta desconocida es que se añada una compensación en el bucle de realimentación entre la salida del circuito híbrido y la entrada del amplificador cuyo valor se ajuste en función de la señal recibida por uno o más de los nodos del canal de

- 6 -

comunicaciones.

La compensación de la señal repetida puede ser utilizada bien para maximizar la señal recibida en uno o más de los nodos de la red de comunicaciones, o bien para minimizar la señal recibida en dichos nodos.

Finalmente, aunque el repetidor de señal de un solo puerto puede ser aplicado a cualquier medio conducido, las especiales características de la red eléctrica, el par trenzado y el cable coaxial les hacen ser los canales de comunicaciones idóneos para utilizar el dispositivo de invención.

A continuación, para facilitar una mejor comprensión de esta memoria descriptiva y formando parte integrante de la misma, se acompañan unas figuras en las que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado el objeto de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1.- Representa un ejemplo uso del repetidor de señal de un solo puerto en una red de comunicaciones compuesta de dos nodos de comunicación.

Figura 2.- Muestra varias gráficas del resultado obtenido antes y después de la inclusión del repetidor de señal de un solo puerto.

Figura 3.- Representa el dispositivo genérico de la invención, consistente en un amplificador y un circuito híbrido conectados en forma de bucle.

Figura 4.- Muestra una implementación alternativa en la que el circuito híbrido adaptativo consiste en una impedancia, un circuito sumador/restador y un filtro adaptativo.

Figura 5.- Representa el dispositivo de la figura anterior junto con una representación del circuito equivalente teórico de la señal en el punto de acceso

- 7 -

para realizar el cálculo teórico del efecto de repetición.

Figura 6.- Presenta la forma de identificación de sistemas mediante un algoritmo de gradiente que puede utilizarse en el dispositivo para la adaptación del filtro en el circuito híbrido adaptativo.

Figura 7.- Representa una implementación alternativa del dispositivo de la invención mediante filtrado digital.

Figura 8.- Muestra un ejemplo de realización del dispositivo de invención mediante filtrado analógico.

Figura 9.- Representa esquemáticamente el proceso de adaptación del circuito en lazo abierto antes de su puesta en funcionamiento en un entorno de comunicaciones real.

Figura 10.- Muestra la conexión del repetidor de un solo puerto a través de una línea de transmisión.

Figura 11.- Presenta el efecto, causado por utilizar una línea de transmisión para conectar el repetidor de señal de un solo puerto, sobre la señal en distintos puntos del canal de comunicaciones.

Figura 12.- Representa el dispositivo de la invención con un compensador del efecto de la línea de transmisión en el bucle realimentado.

Figura 13.- Presenta el efecto sobre la señal cuando se utiliza el dispositivo de la invención conectado por una línea de transmisión desconocida al canal de comunicaciones, y la señal recibida cuando se incluye un retardador en el dispositivo de la invención

Figura 14.- Muestra un ejemplo de realización en el que los coeficientes del compensador se calculan con la información del nodo receptor de forma que se maximiza la señal a la entrada de dicho nodo receptor.

- 8 -

Figura 15.- Muestra un ejemplo de realización en el caso que se pretenda minimizar la señal que viene de los nodos de comunicaciones de una red vecina, ajustando los coeficientes del compensador del bucle del repetidor de señal de un solo puerto.

DESCRIPCIÓN DE UN EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

Seguidamente se realiza la descripción de un ejemplo de realización de la invención, haciendo referencia a la numeración adoptada en las figuras.

El problema que el dispositivo de la invención quiere resolver, desde un punto de vista teórico, consiste en el diseño de un circuito que amplifique la señal que viaja por un canal de comunicaciones sin necesidad de interrumpir dicho canal. La figura 1 muestra un caso típico en el que hay dos nodos de comunicación, un transmisor (1) y un receptor (2) conectados a través de un canal de comunicaciones (3). El dispositivo de la invención (4) se conecta en un punto de acceso (5) al canal (3) para conseguir el efecto de repetición de la señal.

La figura 2 muestra tres gráficas de amplitud de señal en relación a la frecuencia en diferentes puntos del canal de comunicaciones (3). La gráfica referenciada como (6) muestra la señal a la salida del nodo transmisor (1). La marcada como (7) muestra la señal en el punto de acceso al canal (5) y la marcada como (8) muestra la señal a la entrada del nodo receptor (2). Si no se utiliza el repetidor de un solo puerto de esta invención, la señal atraviesa el canal (3) y se va atenuando según los niveles (9) representados con lo que es posible que el nodo receptor (2) sea incapaz de detectarla al ser inferior a su umbral de sensibilidad. Utilizando el dispositivo de la invención (4) la señal se incrementaría

- 9 -

hasta un nivel (10) lo que facilitará su detección en recepción.

El esquema genérico del repetidor de señal de un solo puerto puede observarse en la figura 3. El diseño
5 consiste en un amplificador (11) y un circuito híbrido (12) conectados en forma de bucle realimentado. El circuito híbrido (12) tiene tres puertos, uno bidireccional (12a), que se conecta al canal de comunicaciones a través del punto de acceso (5); uno de
10 entrada (12b), que recibe la señal de salida del amplificador (11); y uno de salida (12c), que se conecta con la entrada del amplificador (11). Por especificación del circuito híbrido, existirá gran atenuación entre el puerto de entrada (12b) y el de salida (12c) del circuito
15 híbrido (12), con lo que la señal amplificada sería transmitida por la rama superior; esto es, desde el puerto de entrada (12b) al puerto bidireccional (12a); mientras que la señal del canal se tomaría por la rama inferior; esto es, desde el puerto bidireccional (12a) al
20 puerto de salida (12c).

Debido a que se utiliza un circuito realimentado para realizar el proceso de repetición, es posible que el dispositivo (4) oscile. Para evitarlo es necesario que el
25 circuito híbrido se encuentre adaptado a la misma impedancia que puede observarse hacia el canal desde el punto de acceso (5) a dicho canal (3).

Si se conoce la impedancia en dicho punto de acceso (5), el circuito híbrido (12) puede ser adaptado en la fase de diseño para tener el valor adecuado. Si no
30 se conoce dicha impedancia, es necesario utilizar un circuito híbrido (12) adaptativo y realizar una adaptación inicial para conseguir el efecto deseado.

-10-

La figura 4 muestra un ejemplo de implementación en el que el circuito híbrido adaptativo (12) consiste en un circuito sumador/restador (14), un filtro adaptativo (15) y una impedancia (13) de valor fijo. La entrada positiva del circuito sumador/restador (14) se conecta al punto de acceso (5) al canal (3) mientras que la entrada negativa se conecta a la salida del filtro adaptativo (15). La salida del circuito sumador/restador (14) se introduce como entrada al amplificador (11) del repetidor (4) y su salida se conecta a la entrada del filtro adaptativo (15) y al canal de comunicaciones (3) a través de la impedancia fija (13). La impedancia que el repetidor vería a través del punto de acceso (5) se representa por la impedancia (16).

La figura 5 muestra un esquema básico con una representación del circuito equivalente teórico del canal (3) (señal e impedancia) en el punto de acceso (5).

Para realizar el desarrollo teórico, el efecto del canal de comunicaciones (3) en el punto de acceso (5) (tensión, V_{in} , y una impedancia, Z_L) se ha representado con un generador de señal (18) cuyo valor de tensión es el doble de la tensión en el punto de acceso ($2*V_{in}$) y dos impedancias en divisor resistivo (17) del doble de la impedancia del canal de comunicaciones ($2*Z_L$) y que inicialmente es desconocida. Este valor Z_L coincide con el valor de la impedancia (16) de la figura 4.

En este ejemplo de realización del dispositivo de la invención, el repetidor (4) se ha particularizado en varios aspectos. El amplificador (11) tiene una función de transferencia G dependiente de la frecuencia, la impedancia fija (13) consiste en una resistencia de adaptación de valor R , y la función de transferencia del filtro adaptativo (15) se nombra como H_{est} .

-11-

El amplificador (11) trata de amplificar la señal de entrada que hay inicialmente en el canal de comunicaciones sin que se produzcan oscilaciones debido a la realimentación del circuito. Para ello debe cancelar lo máximo posible la señal de transmisión que se realimenta hacia recepción del amplificador (11), dejando realimentarse sin cancelar la señal de recepción deseada. Si la impedancia del canal de comunicaciones (3) se mantuviera de forma constante (tanto en tiempo como en frecuencia) en el valor R, el circuito híbrido únicamente consistiría de un sencillo circuito resistivo. Pero como la impedancia del canal (Z_L) es desconocida, el circuito híbrido necesita un filtro con función de transferencia H_{est} configurable, para mantenerse adaptado en todo momento a la impedancia del canal y de esta manera, conseguir la máxima cancelación de la señal de transmisión.

Este efecto del circuito puede describirse mediante las ecuaciones que rigen su funcionamiento. Mediante ellas es posible obtener la relación de la tensión de salida en función de la tensión original que existe en la línea, que, si es positiva, representará el efecto de amplificación del dispositivo de invención.

$$V_{LD} = V_{SUM} \cdot G \quad (\text{Ec. 1})$$

$$V_{SUM} = V_{OUT} - V_{HYB} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$V_{HYB} = V_{LD} \cdot H_{est} \quad (\text{Ec. 3})$$

Por superposición:

$$V_{OUT} = 2 \cdot V_{IN} \cdot X_1 + V_{LD} \cdot X_2 \quad (\text{Ec. 4})$$

30

Siendo:

-12-

$$X_2 = \frac{Z_L}{Z_L + R} = H_f \quad \text{y} \quad X_1 = \frac{R // 2 \cdot Z_L}{R // 2 \cdot Z_L + 2 \cdot Z_L} = \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{Z_L} \cdot \frac{Z_L}{Z_L + R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{Z_L} \cdot H_f$$

Sustituyendo X_1 , X_2 y (Ec. 1), (Ec. 2) y (Ec. 3) en la ecuación (Ec. 4):

$$5 \quad V_{OUT} = V_{IN} \cdot \frac{R}{Z_L} \cdot H_f + V_{LD} \cdot H_f \quad (\text{Ec. 5})$$

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot \frac{R}{Z_L} \cdot H_f + (V_{OUT} - V_{LD} \cdot H_{est}) \cdot G \cdot H_f \quad (\text{Ec. 6})$$

Para obtener V_{OUT} en función de V_{IN} debemos despejar V_{LD} de la ecuación (Ec. 5) y sustituirlo en (Ec. 6):

$$10 \quad V_{LD} = \frac{V_{OUT}}{H_f} - V_{IN} \cdot \frac{R}{Z_L}$$

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot \frac{R}{Z_L} \cdot H_f + \left[V_{OUT} - \left(\frac{V_{OUT}}{H_f} - V_{IN} \cdot \frac{R}{Z_L} \right) \cdot H_{est} \right] \cdot G \cdot H_f$$

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot \frac{R}{Z_L} \cdot H_f \cdot (1 + G \cdot H_{est}) + V_{OUT} \cdot G \cdot (H_f - H_{est}) \quad (\text{Ec. 7})$$

15

$$V_{OUT} = \frac{V_{IN} \cdot \frac{R}{Z_L} \cdot H_f \cdot (1 + G \cdot H_{est})}{1 - G \cdot (H_f - H_{est})} \quad (\text{Ec. 8})$$

Esta tensión de salida, en general, es la tensión de entrada multiplicada por un factor de amplificación.

20 Si se realiza una adaptación de la función del cancelador de señal y de la resistencia de adaptación conseguiremos el efecto deseado con el dispositivo de la invención.

En condiciones de adaptación $H_{est} = H_f$:

-13-

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot \frac{R}{Z_L} \cdot H_f \cdot (1 + G \cdot H_f)$$

Si además, $Z_L = R$:

5

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{G}{4} \right)$$

Con lo que se obtiene, con las condiciones dadas, que se amplifica la tensión de entrada en el punto de acceso (5) por un factor directamente proporcional a la ganancia del amplificador (11) utilizado en la figura 5

Para conseguir que este circuito no oscile es necesario adaptar el filtro adaptativo (15), esto es, encontrar los coeficientes del filtro con los que obtenemos la señal de salida deseada. Para ello puede utilizarse cualquiera de los algoritmos de gradiente. Por ejemplo, el algoritmo LMS (least mean squares) es particularmente adecuado ya que su carga computacional es baja.

En general el gradiente se estima con la señal de error y la señal entrada, por lo que la forma de actualización de los coeficientes o pesos del filtro se corresponde con la expresión:

$$W[n + 1] = W[n] + 2 \mu e[n] X[n]$$

Donde W son los pesos del filtro adaptativo, e la señal de error, X la señal de entrada y μ el parámetro de adaptación.

El algoritmo LMS permite ser usado para la identificación de sistemas lineales, de forma que nuestro

-14-

filtro adaptativo (15) será adaptado para que tenga la respuesta deseada (determinada por la impedancia del canal en el punto de acceso). El esquema general de identificación de sistemas con LMS puede observarse en la figura 6, donde la señal de entrada $x[n]$ (19) sería la señal de entrada al filtro adaptativo (15) y al sistema (20) al que nos queremos adaptar, que en este caso es la respuesta entre la salida del amplificador (11) y el punto de acceso (5) al canal de comunicaciones (3). Las salidas de ambos $d[n]$ (21) y $y[n]$ (22) se restan, generando una señal de error $e[n]=d[n]-y[n]$ (23) cuyo valor modificará el filtro adaptativo (15) hasta alcanzar una señal de error mínima, caso en que el filtro adaptativo (15) tendrá una respuesta próxima a la deseada.

Existen dos formas básicas de implementar el filtro adaptativo: de forma digital o de forma analógica.

Para utilizar un filtro digital es necesario convertir la señal del dominio analógico al digital, realizar el filtrado y volver al dominio digital. Para ello se emplearán conversores analógico-digitales y digitales-analógicos, tal y como puede observarse en el ejemplo de implementación de la figura 7.

En esta figura 7, el filtro adaptativo (15) se sustituye por un atenuador (28), un filtro anti-réplica (antialiasing) (29), un conversor analógico-digital (26) y el filtro de respuesta impulsional finital (FIR) digital adaptativo (24), cuyos coeficientes se calculan a partir de la señal de error, que es la salida del sumador/restador (14). La señal que llega del canal de comunicaciones también se hace pasar por un atenuador (28), un filtro anti-réplica (29) y un conversor analógico-digital (26), después del cual se introduce

-15-

como entrada positiva al sumador/restador (14). Una diferencia entre esta implementación y la genérica es que se ha incluido un generador de secuencia de entrenamiento (30) y un multiplexador (multiplex) (31), un convertor digital-analógico (25) y un filtro de suavizado (smoothing) (27) antes del amplificador (11). Estos circuitos por un lado permiten pasar del dominio digital al dominio analógico, y por otro lado sirven para realizar la adaptación inicial del filtro.

10 La figura 8 muestra otra implementación del dispositivo de la invención, esta vez utilizando un filtro analógico. En este caso, al no ser necesario un cambio de dominio, el filtro consiste únicamente en amplificador de ganancia programable (32) ó PGA, el
15 filtro de respuesta impulsional finita analógico (33) y un atenuador variable (34).

Si se utiliza un circuito híbrido adaptativo, antes de utilizar el repetidor de señal de un solo puerto es necesario adaptarlo a la impedancia del canal de comunicaciones en el punto de acceso. Para ello el
20 dispositivo debe ser conectado al canal de comunicaciones en condiciones de lazo abierto, y realizar la adaptación en momentos de silencio.

Una vez conseguida la adaptación se vuelve a cerrar el lazo. Si este proceso no se realiza, es probable que la realimentación del circuito provoque una oscilación del repetidor.

Un ejemplo de realización del proceso de adaptación puede observarse en la figura 9. En este caso
30 la señal utilizada para la adaptación es un ruido blanco con contenido espectral suficientemente ancho como para cubrir la banda de trabajo del dispositivo repetidor.

-16-

La señal de salida del generador de ruido blanco (35) se convierte al dominio analógico mediante un conversor (25) y dicha señal se inyecta tanto al filtro adaptativo (15) a través del amplificador de ganancia programable (32) como al canal de comunicaciones (3) a través de la impedancia fija (13). Esta señal también se introduce en un circuito (36) que realiza el cálculo de coeficientes mediante el algoritmo LMS, para lo que también necesita la señal de salida del sumador/restador (14) transformada al dominio digital mediante el conversor (26). Los coeficientes calculados ($w[n]$) se trasladan al dominio analógico mediante un conversor (25) y se introducen en el filtro FIR analógico (33) (o si el filtro es digital, como coeficientes del filtro FIR digital sin necesidad del procedimiento de conversión).

Según simulación es necesario que la señal de ruido blanco esté al menos 26 dBs por encima de la señal de ruido de línea para que el proceso de adaptación funcione adecuadamente. El tiempo necesario para la adaptación dependerá principalmente del número de coeficientes empleados y del algoritmo de adaptación elegido. Para el algoritmo LMS y veinte coeficientes, se necesita un tiempo entre 1 y 15 microsegundos según simulación.

Para la aplicación genérica del dispositivo de la invención se ha supuesto que la conexión del repetidor (4) de señal de un solo puerto al canal de comunicaciones (3) se hace directamente en el punto de acceso (5) al canal (3). Dependiendo de la topología de la red, en casos reales será difícil hacer esta conexión directamente, y será necesario utilizar una línea de transmisión (37) entre la salida del repetidor (4) y el punto de acceso (5) al canal (3) para realizar dicha

conexión. Este caso se ha representado en la figura 10 donde el repetidor de señal de un solo puerto (4) se conecta al punto de acceso (5) a través de una línea de transmisión (37) de longitud genérica L.

5 La figura 11 muestra los valores de amplitud en función de la frecuencia en distintos puntos del sistema en el caso de que se conecte el repetidor (4) a través de una línea de transmisión (37). La gráfica (6) muestra la señal a la salida del nodo transmisor (1). Las gráficas
10 (8) y la (38) muestran la señal a la entrada del nodo receptor (2). En la primera (8), no se ha realizado ninguna compensación del efecto de la línea de transmisión (37), mientras que en la segunda (38) se ha compensado el efecto de la línea en el bucle de
15 realimentación del repetidor de señal de un solo puerto. Como en anteriores gráficas, se indica la señal en los distintos puntos si no se aplica el repetidor de señal de un solo puerto (9) y si se aplica (10).

 Como puede observarse, si no se compensa
20 adecuadamente, la línea de transmisión (37) modifica la amplitud de la señal en función de la frecuencia.

 Si dicha línea de transmisión (37) tiene una función de transferencia conocida, es posible compensar el efecto en el bucle de realimentación del repetidor. La
25 figura 12 muestra un ejemplo de realización en el que se ha incluido un bloque compensador (39) con una respuesta tal que compensa el efecto de la línea de transmisión (37) que conecta el repetidor de señal de un solo puerto al punto de acceso (5) al canal (3).

30 Si dicha línea de transmisión (37) tiene una función de transferencia desconocida, una posible solución es generar un desfase adicional en el propio repetidor de un orden de magnitud mayor al introducido

-18-

por la línea de transmisión (37). Dicho retardo puede colocarse dentro del bucle de realimentación o bien fuera de dicho bucle. La figura 13 muestra la señal en distintos puntos del sistema para el caso de utilizar el repetidor con un retardo adicional. La gráfica (6) muestra la señal a la salida del nodo transmisor (1), mientras que las gráficas (8) y (40) muestran la señal a la entrada del nodo receptor (2) sin utilizar el retardo, en el caso de la gráfica (8), y utilizando dicho retardo, en el caso de la gráfica (40). Como en casos anteriores, el nivel referenciado como (9) se refiere a la señal sin aplicar el repetidor de señal de un solo puerto, mientras que el nivel referenciado como (10) indica el nivel de señal si se aplica el repetidor de señal de un solo puerto.

El valor de dicho retardo debe ser elevado en comparación con el de la línea (37) para que el efecto dominante sea el del retardo añadido. De esta forma, se consigue un efecto de rizado con picos (efecto constructivo) y valles (efecto destructivos), y el efecto en media, en la entrada del nodo receptor (2), será una ganancia positiva de señal, como puede verse al comparar los valores de la señal recibida sin repetidor (9) y colocando el repetidor (10) que en este caso incluye el retardo.

Hasta ahora se ha descrito un sistema autónomo, sin ninguna realimentación de información de los nodos transmisor (1) y receptor (2). Teniendo información de la comunicación efectuada, es posible ajustar el repetidor de señal de un solo puerto de forma óptima para conseguir maximizar el efecto de repetición que el dispositivo puede alcanzar. Este ejemplo puede observarse en la figura 14, donde el nodo receptor (2) envía información

-19-

sobre su comunicación al repetidor (4) de forma que este ajusta el compensador (39) hasta que la señal de entrada al nodo receptor (2) es óptima.

En algunos casos, es interesante que la
5 repetición de señal sirva para conseguir que la señal a la entrada del nodo receptor (2) sea mínima (por ejemplo, para minimizar la interferencia de señales que vienen de redes vecinas). En este caso, que puede observarse en la figura 15, el compensador (39) se ajusta con la
10 información recibida del nodo receptor (2) hasta conseguir el mínimo en la señal de entrada al nodo de la red vecina (39).

REIVINDICACIONES

1. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, caracterizado porque comprende los siguientes elementos y conexiones:

5 - un circuito híbrido (12), con un puerto bidireccional (12a) que se conecta al canal de comunicaciones (3), un puerto de entrada (12b) y puerto de salida (12c), donde el puerto de entrada y el de salida se encuentran aislados;
10 y

 - un amplificador (11), cuya salida se conecta al puerto de entrada (12b) del circuito híbrido (12) y cuya entrada se conecta al puerto de salida (12c) del circuito híbrido (12);

15 para situarse el repetidor paralelo al canal de comunicaciones (3) sin necesidad de interrumpir dicho canal de comunicaciones (3) y accediendo a dicho canal (3) mediante un único punto de acceso (5).

2. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 1, donde el circuito híbrido (12) está adaptado a la impedancia del canal de comunicaciones (3) en el punto de acceso (5), para obtener ganancia de señal sin oscilación.

25 3. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 2, tal que, si la impedancia del canal de comunicaciones (3) en el punto de acceso (5) es fija (5) y conocida; el diseño del circuito híbrido (12) está adaptado a dicha impedancia fija conocida.

30 4. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 2, tal que, si la impedancia del canal de comunicaciones (3) en el punto de acceso (5) es desconocida a priori, se utiliza un circuito

-21-

híbrido (12) adaptativo para adaptarse a dicha impedancia desconocida.

5. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 4, tal que el circuito híbrido (12) adaptativo comprende:

- 5 - un circuito sumador/restador (14) donde la entrada positiva es la señal del canal de comunicaciones (3) y la entrada negativa es la salida de un filtro adaptativo (15);
- 10 - una impedancia (13) que conecta la salida del amplificador (11) con el punto de acceso (5) al canal de comunicaciones (3); y
- siendo la entrada del filtro adaptativo (15) la salida del amplificador (11), y cuya
- 15 salida es la entrada negativa del circuito sumador/restador (14); y
- una realimentación de la salida del circuito sumador/restador (14) a la entrada del
- 20 amplificador (11) del repetidor de señal de un solo puerto;

para conseguir una ganancia de señal controlada tras adaptar el filtro (15) a la función de transferencia entre la salida del amplificador (11) y el punto de acceso (5) al canal de comunicaciones (3).

25 6. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 5, donde el filtro adaptativo (15) comprende un filtro de respuesta impulsional finita (FIR) digital (24).

30 7. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 5, donde el filtro adaptativo (15) comprende un filtro de respuesta impulsional finita (FIR) analógico (33).

-22-

8. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 6 ó 7, donde el filtro de respuesta impulsional finita (FIR) se ajusta mediante un algoritmo de gradiente.
- 5
9. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 4, en el que la adaptación del circuito híbrido (12) adaptativo al canal (3) comprende:
- 10
- desconectar la realimentación, dejando el receptor en lazo abierto;
 - inyectar una señal al amplificador (11) con contenido espectral en el ancho de banda utilizado en el canal de comunicaciones (3);
 - 15 - realizar la adaptación del circuito híbrido (12) en lazo abierto con la señal inyectada maximizando su aislamiento; y
 - cerrar el lazo para el funcionamiento normal como dispositivo repetidor.
- 20
10. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 1, tal que el repetidor se conecta al canal de comunicaciones (3) a través de una línea de transmisión (37) de respuesta conocida, caracterizado porque se añade una compensación (39)
- 25
- en el bucle de realimentación entre la salida del circuito híbrido (12) y la entrada del amplificador (11).
11. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 1, tal que el repetidor se conecta al
- 30
- canal de comunicaciones (3) a través de una línea de transmisión (37) de respuesta desconocida, caracterizado porque se añade un retardo entre dicha línea de transmisión (37) de respuesta desconocida y

-23-

el puerto bidireccional (12a) del circuito híbrido.

12. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 1, tal que el repetidor (4) se conecta al canal de comunicaciones (3) a través de una línea de transmisión (37) de respuesta desconocida, caracterizado porque se añade un retardo en el bucle de realimentación del dispositivo repetidor (4).
13. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 1, tal que el repetidor (4) se conecta al canal de comunicaciones (3) a través de una línea de transmisión (37) de respuesta desconocida, caracterizado porque se añade una compensación (39) en el bucle de realimentación entre la salida del circuito híbrido (12) y la entrada del amplificador (11) cuyo valor se ajusta en función de la señal recibida por uno o más de los nodos del canal de comunicaciones (3).
14. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 13, tal que la compensación de la señal repetida maximiza la señal recibida en uno o más de los nodos de la red de comunicaciones.
15. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 13, tal que la compensación de la señal repetida minimiza la señal recibida en uno o más de los nodos de la red de comunicaciones.
16. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 1, donde el canal de comunicaciones (3) es la red eléctrica.
17. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según reivindicación 1, donde el canal de comunicaciones (3) es cable coaxial.
18. **REPETIDOR DE SEÑAL DE UN SOLO PUERTO**, según

reivindicación 1, donde el canal de comunicaciones
(3) es par trenzado.

5

10

15

20

25

30

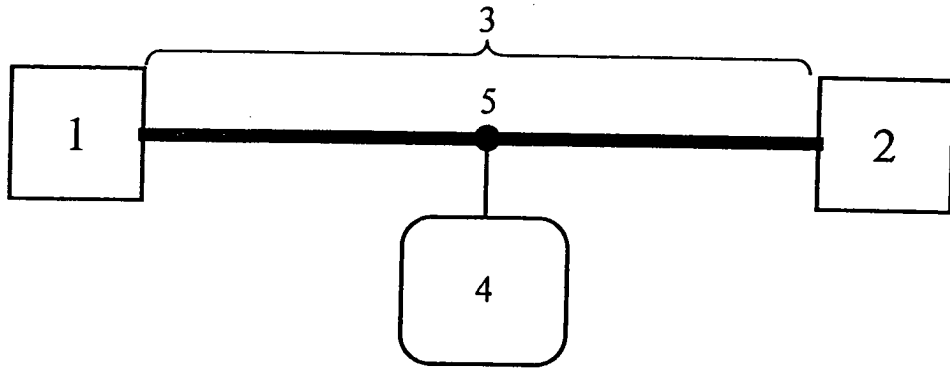


FIG. 1

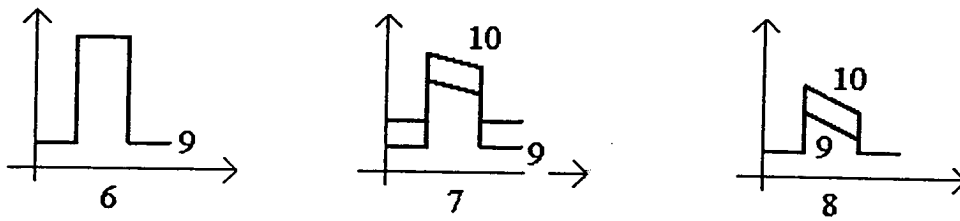


FIG. 2

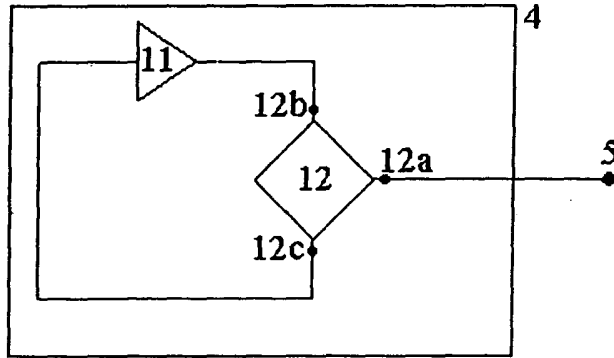


FIG. 3

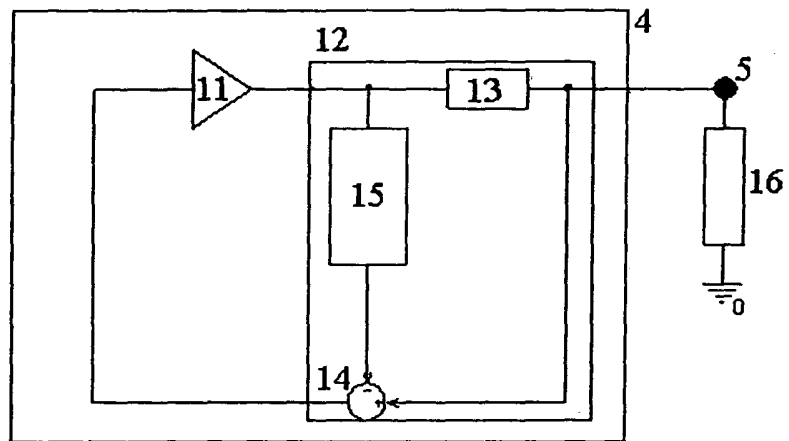


FIG. 4

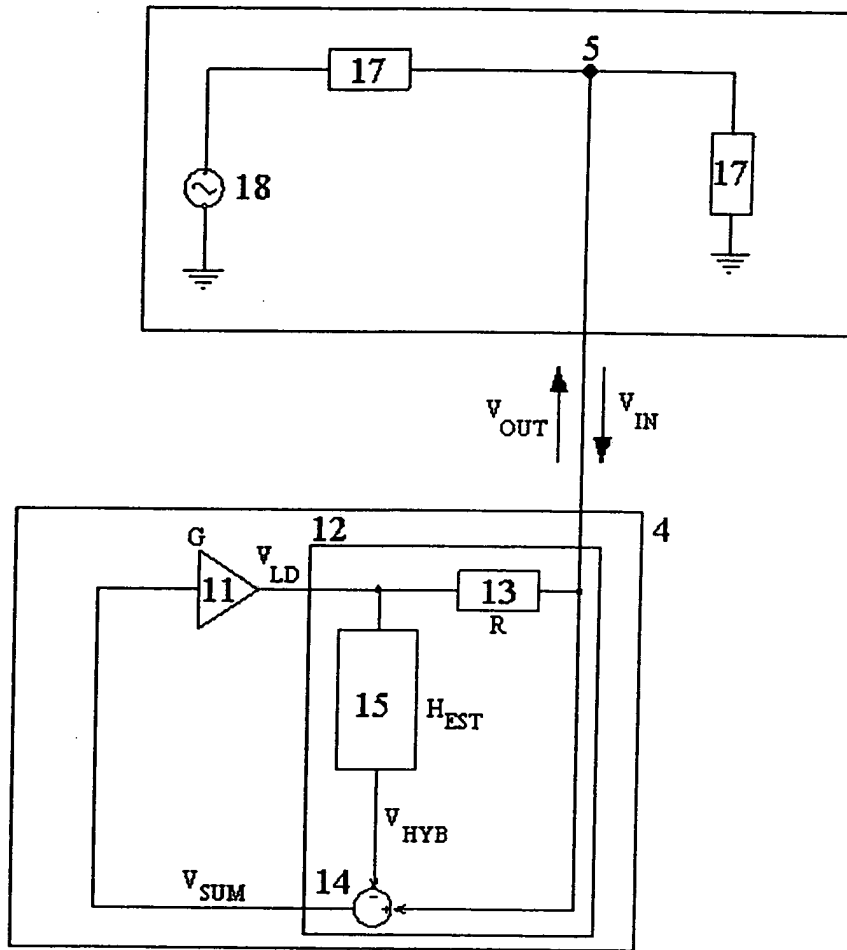


FIG. 5

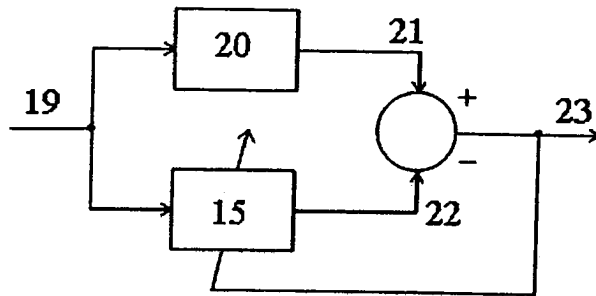


FIG. 6

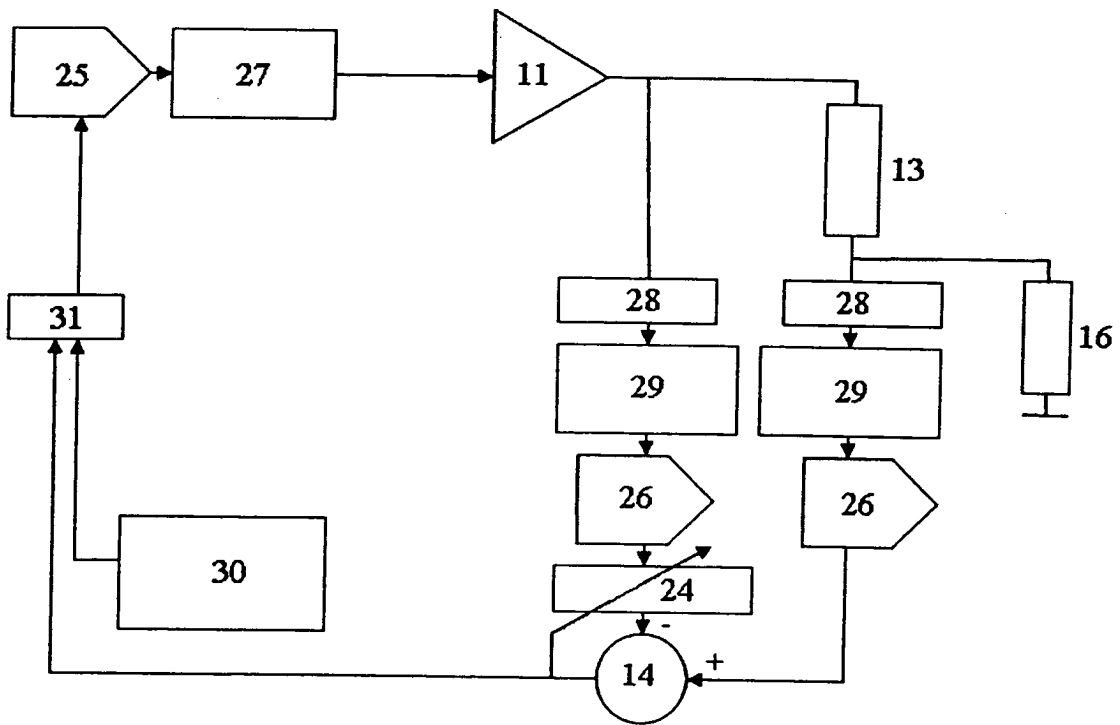


FIG. 7

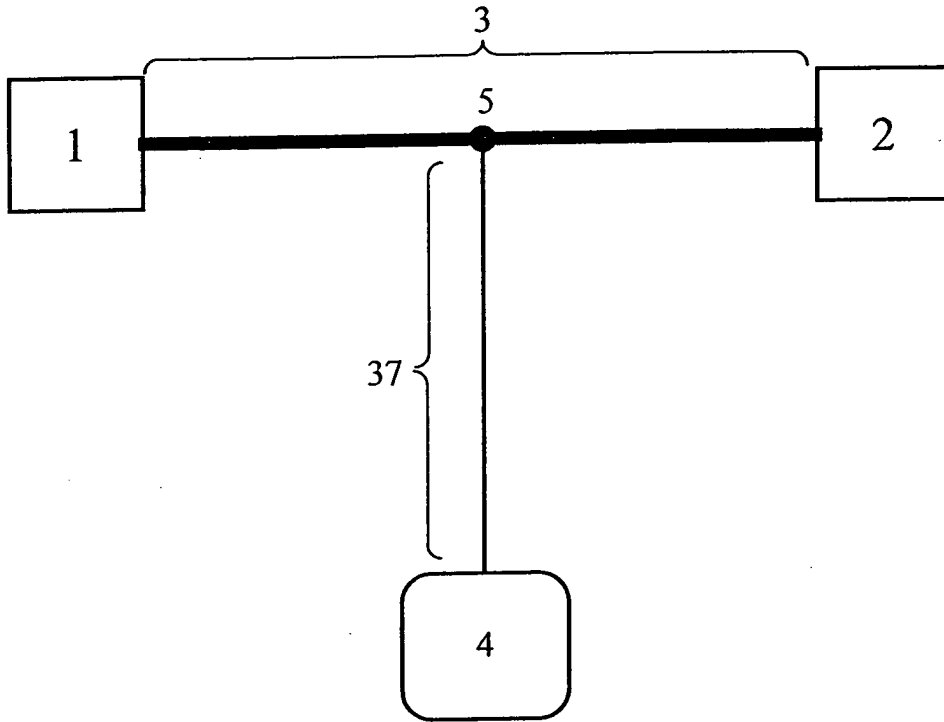


FIG. 10

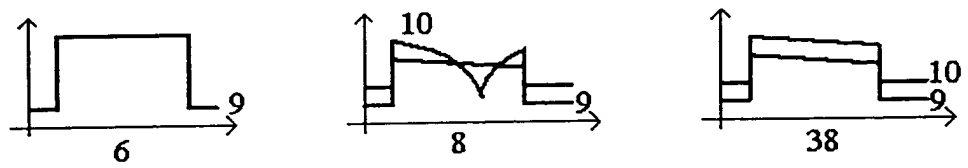


FIG. 11

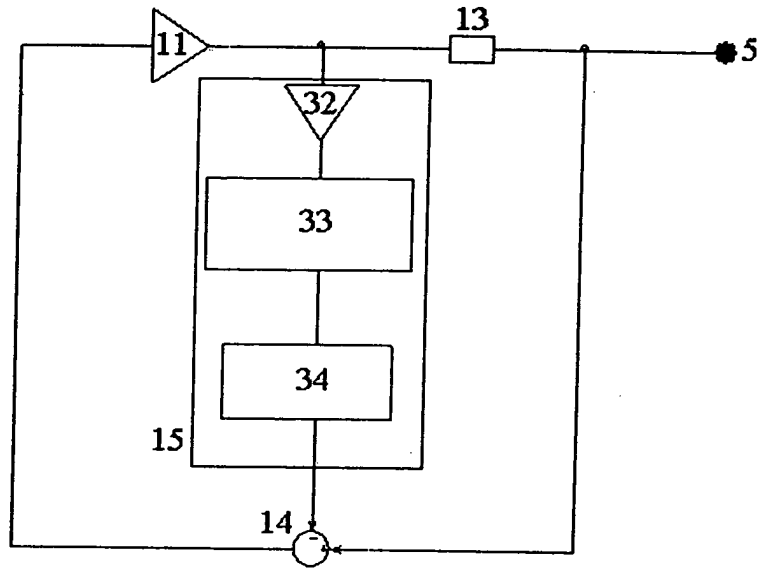


FIG. 8

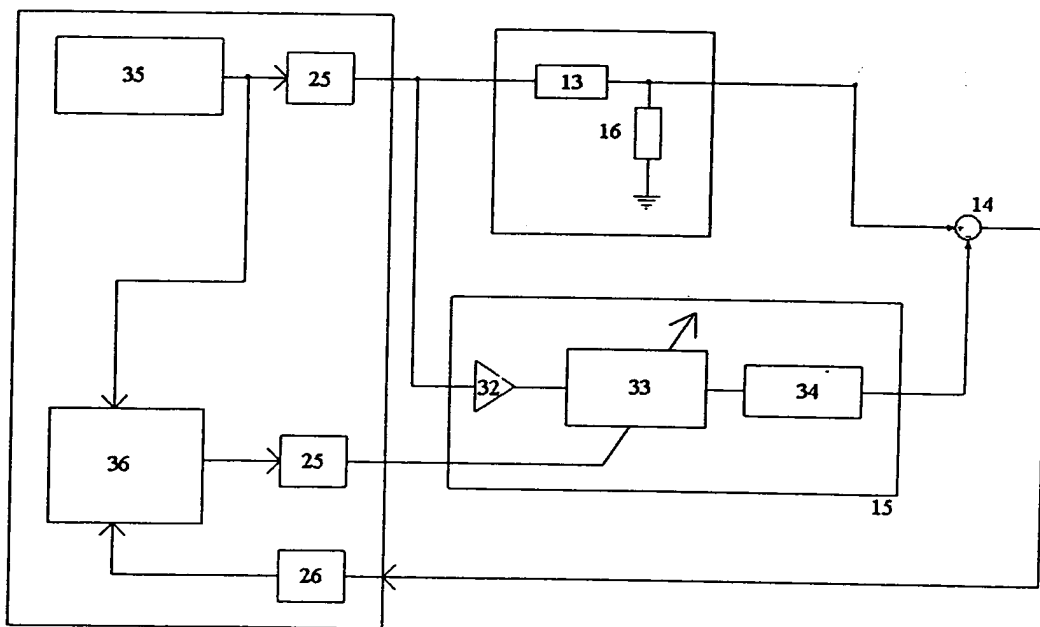


FIG. 9

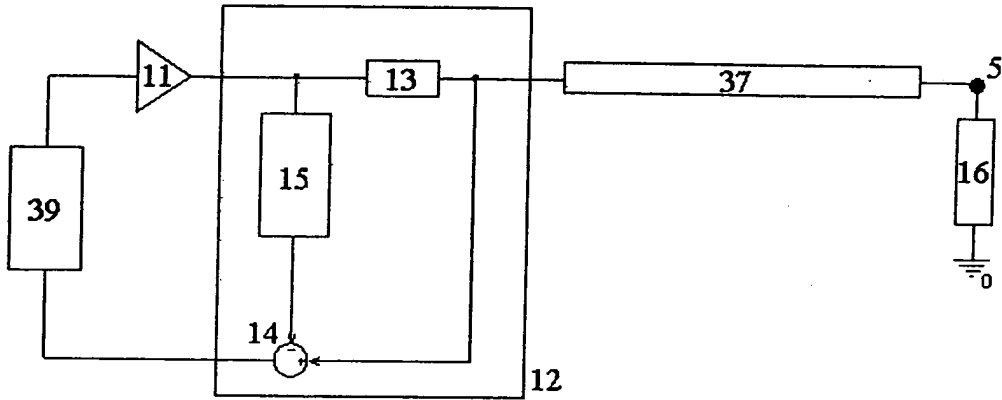


FIG. 12

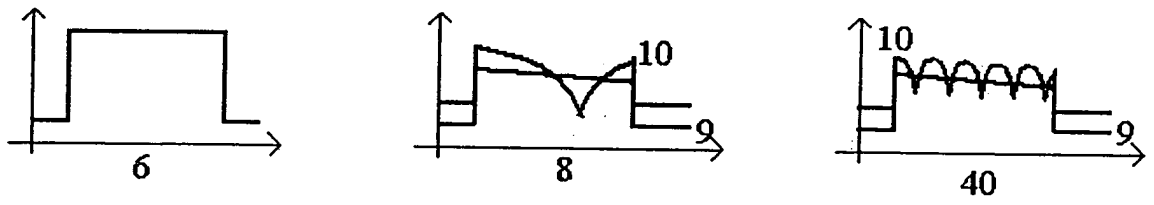


FIG. 13

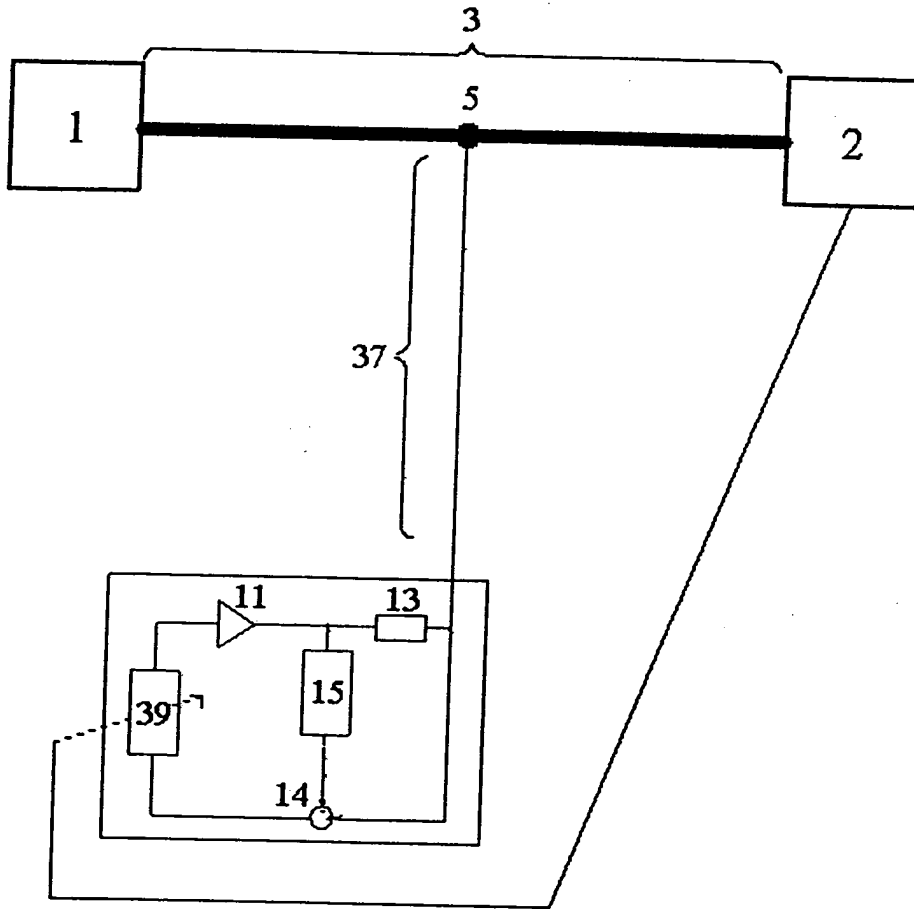


FIG. 14

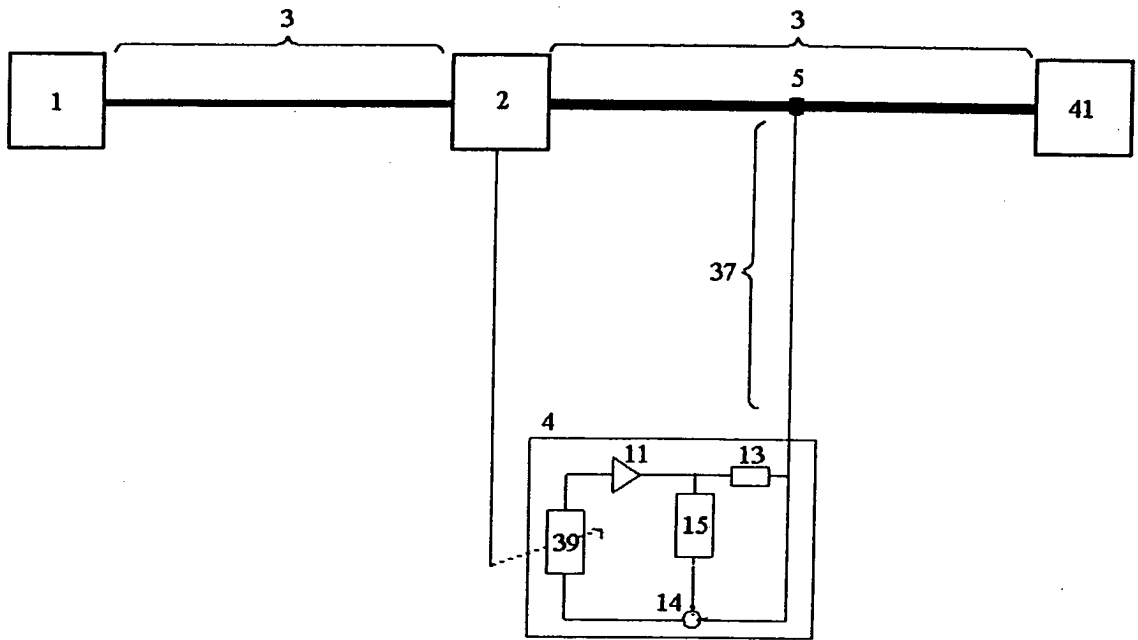


FIG. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ ES 2008/000417

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 3/58 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B3/58, H04B3/56, H04B3/54

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E, INSPEC.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6298046 B1 (THIELE) 02.10.2001, the whole document.	1-18
A	JP 62107541 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 18.05.1987 (abstract, figures). [on line][retrieved on 15.10.2008]. Retrieved from the: EPOQUE Database.	1-18
A	JP 2007028270 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD) 01.02.2007 (abstract, figures). [on line][retrieved on 15.10.2008]. Retrieved from the: EPOQUE Database.	1-18

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>“E” earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	--

Date of the actual completion of the international search

28.October.2008 (28.10.2008)

Date of mailing of the international search report

(06/11/2008)

Name and mailing address of the ISA/
O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.
Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

J. Botella Maldonado

Telephone No. +34 91 349 53 82

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ ES 2008/000417

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6298046 B	02.10.2001	NONE	-----
JP 62107541 A	18.05.1987	JP 7046793 B JP 2011716 C	17.05.1995 02.02.1996
JP 2007028270 A	01.02.2007	NONE	-----

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°
PCT/ ES 2008/000417

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

H04B 3/58 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04B3/58, H04B3/56, H04B3/54

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E, INSPEC.

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
A	US 6298046 B1 (THIELE) 02.10.2001, todo el documento.	1-18
A	JP 62107541 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 18.05.1987 (resumen, figuras). [en línea][recuperado el 15.10.2008]. Recuperado de: EPOQUE Database.	1-18
A	JP 2007028270 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD) 01.02.2007 (resumen, figuras). [en línea][recuperado el 15.10.2008]. Recuperado de: EPOQUE Database.	1-18

En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>“A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>“E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>“L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>“O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>“P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>“T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>“X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>“Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>“&” documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
28.Octubre.2008 (28.10.2008)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional
06 de Noviembre de 2008 (06/11/2008)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
O.E.P.M.

Funcionario autorizado
J. Botella Maldonado

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.
N° de fax 34 91 3495304

N° de teléfono +34 91 349 53 82

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES 2008/000417

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US 6298046 B	02.10.2001	NINGUNO	-----
JP 62107541 A	18.05.1987	JP 7046793 B JP 2011716 C	17.05.1995 02.02.1996
JP 2007028270 A	01.02.2007	NINGUNO	-----