

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 507 215**

51 Int. Cl.:

H04B 3/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2010 E 10708980 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014 EP 2409412**

54 Título: **Proceso y dispositivo para la anulación de interferencias entre una señal portadora de una línea de portadora de corriente y una señal portada por una línea telefónica**

30 Prioridad:

18.03.2009 FR 0951738

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

14.10.2014

73 Titular/es:

**SAGEMCOM BROADBAND SAS (100.0%)
250, route de l'Empereur
92500 Rueil Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

SAMY, ROGER

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 507 215 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

Proceso y dispositivo para la anulación de interferencias entre una señal portadora de una línea de portadora de corriente y una señal portada por una línea telefónica.

5 La presente invención se refiere a un proceso y a un dispositivo para anular las interferencias entre una señal portadora de una línea portadora de corriente de un sistema de distribución de servicios digitales en el domicilio de un abonado y una señal portadora por una línea telefónica de dicho sistema situada cerca de la línea portadora de corriente.

10 Es bien sabido que los servicios digitales, tales como acceso a Internet, telefonía vía Internet o también televisión de alta definición, agrupados frecuentemente por los operadores en una oferta denominada triple-display, se distribuyen en el domicilio de un abonado por la red telefónica doméstica y también por la red eléctrica doméstica.

La Fig. 1 representa un ejemplo de un sistema de distribución en el domicilio de un abonado a servicios digitales.

15 El sistema SYST comprende un equipo red ER situado al final del bucle local. Cuando se utiliza una tecnología de tipo DSL (Digital Subscribe Line), dicho equipo se denomina normalmente DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Dicho equipo red tiene por función agrupar el tráfico de los datos que transitan en las líneas telefónicas conectadas y redirigir dicho tráfico hacia la red Internet una vez los datos han sido multiplexados temporalmente. El equipo red ER efectúa evidentemente la operación inversa, que consiste en demultiplexar los datos de tráfico
20 que le llegan y que están destinados a un abonado y transportar una señal portadora de dichos datos mediante una línea telefónica Lext hasta la instalación doméstica del abonado. Generalmente, la línea Lext está formada por un par de cables de cobre, representado esquemáticamente en la Fig.1 por dos líneas paralelas.

25 La instalación doméstica del abonado puede comprender aparatos telefónicos P1 y P2 conectados a una red telefónica doméstica, formada por el par de cables de cobre esquemáticamente representado en la Fig. 1, dos líneas paralelas y designada como línea Lpots. Los aparatos P1 y P2 están conectados a la línea Lext mediante la línea Lpots o bien a través de filtros, cuya función es dejar pasar sólo las señales de telefonía, o bien mediante un separador SPL (Master splitter en inglés) que centraliza dicha función de filtrado.

30 La instalación doméstica del abonado comprende también una pasarela GW prevista para recibir la señal transportada por la línea Lext en uno de sus puertos E. El puerto E de la pasarela GW puede estar conectado directamente a la línea Lext o bien a un puerto OSPL del separador SPL.

35 La pasarela GW comprende un modem MDSL conectado al puerto E de la pasarela GW y a otro puerto S de tipo Ethernet de la pasarela GW.

El tipo de modem MDSL depende del proceso de codificación de los datos utilizado. Habitualmente se utiliza una tecnología de tipo DSL, en particular la tecnología VDSL2 (Very high bit rate DSL, en inglés). Las tecnologías DSL utilizan un proceso de codificación multiportadora de tipo OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing en inglés). El principio de dicho proceso de codificación es repartir los bits de cada símbolo OFDM a
40 transmitir en unas frecuencias portadoras ortogonales entre sí y repartidas en una banda de frecuencias reservada, que es en este caso de 2 a 30 Mhz para la tecnología VDSL2.

45 La particularidad del sistema de distribución de la Fig. 1 procede de la utilización de la red eléctrica existente en el domicilio del abonado, representado esquemáticamente en la Fig. 1 por la línea Le, para transportar la señal transportada por la línea Lext hacia los diferentes equipos del abonado, que pueden estar entonces muy alejados físicamente de la pasarela GW.

Se habla entonces de línea de corriente portadora (CPL) o de PLC (Power Line Communication) o BPL (Broadband for Power Line) que se emplea en la red eléctrica doméstica existente.

5 Una línea de corriente portadora CPL puede ser, por ejemplo, conforme a la norma HomeplugAV, o ITU G.hn por ejemplo, o estar basada en la tecnología desarrollada por las empresas UPA/OPERA o Panasonic.

Estas tecnologías utilizan el proceso de codificación multiportadora de tipo OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing en inglés) en una banda de frecuencias reservada que va de 2 a 30 Mhz o de aproximadamente 1 a 80 Mhz para la norma ITU G.hn.

10 El empleo de la tecnología CPL requiere el uso de módems particulares conectados a la red eléctrica.

En la Fig. 1 se representan a título ilustrativo dos módems CPL1 y CPL2.

15 El modem CPL1 está conectado, por un lado, al puerto S de la pasarela GW mediante, por ejemplo, un cable Ethernet ETH, y por otro lado a un enchufe de corriente eléctrica PE1 de la red eléctrica doméstica que se encuentra cerca de la pasarela GW.

El modem CPL2 está conectado, por un lado, a un equipo EQ1 del abonado y por otro lado a otro enchufe PE2 de la red eléctrica doméstica situada cerca del equipo EQ1.

Por ejemplo, el equipo EQ1 es una *set top box* STB que comprende un decodificador de flujo vídeo y que está conectada a un televisor TV con un cable de vídeo CTV.

20 Así, los datos transportados por la señal destinada al equipo EQ1 son transportados desde el equipo red ER hasta el modem CPL1 mediante la línea Lext y la pasarela GW. El modem CPL1 obtiene entonces una señal de tipo CPL portadora de dichos datos. Dicha señal es accesible entonces a partir de cualquier enchufe eléctrico de la red eléctrica doméstica y principalmente desde el enchufe eléctrico PE2 al cual está conectado el modem CPL2. El modem CPL2
25 obtiene entonces una señal a partir de dicha señal CPL y la transporta hasta el equipo EQ1 a través de una conexión tipo Ethernet ETH.

Se observó que cuando se utilizaban las tecnologías de tipo DSL (u otra) y CPL en el interior de una misma instalación doméstica, las señales transportadas por la red eléctrica y por la red telefónica generalmente interferían entre sí.

30 En efecto, como dichas tecnologías utilizan la misma banda de frecuencias y el mismo principio de codificación de datos, en este caso OFDM, y debido a que las líneas telefónicas Lpots están a menudo cerca de las líneas eléctricas Le, tal como se representa en la Fig. 1 por las zonas Z1 y Z2, las señales transportadas por dichas líneas interfieren por radiación unas con otras.

35 Además, como la pasarela GW y el modem CPL1 deben estar situados cerca uno del otro y debido a que los módems MDSL y CPL1 deben estar alimentados eléctricamente, es habitual que la alimentación de estos dos módems se realice con una misma rama de la red eléctrica doméstica, es decir están alimentados por una fuente eléctrica PW, lo que provoca interferencias por conducción entre estos dos módems.

40 Por tanto, estos dos tipos de interferencias contaminan las señales transportadas a la vez por la línea telefónica Lpots y por la línea Le, contaminación que se traduce generalmente en pérdidas de flujo a nivel de transmisión de la señal transportada por la línea telefónica Lpots.

La solicitud americana US2008/247537 describe un proceso de eliminación de interferencias entre una señal transportada por una línea portadora de corriente de un sistema de distribución de servicios digitales en el domicilio de un abonado y una señal transportada por una línea

telefónica de dicho sistema situada cerca de la línea portadora de corriente. Dicho proceso consiste en obtener la señal transportada por la línea portadora de corriente, filtrarla para obtener una estimación de la señal que perturba la señal transportada por la línea telefónica y restar dicha estimación a la señal transportada por la línea telefónica.

- 5 Uno de los objetivos de la presente invención es eliminar interferencias entre la señal transportada por la red telefónica y la señal transportada por la red eléctrica.

A tal efecto, según uno de sus aspectos, la presente invención se refiere a un proceso de eliminación de interferencias entre una señal transportada por una línea portadora de corriente y una señal transportada por una línea telefónica, el cual consiste en obtener la señal transportada por la línea portadora de corriente, filtrarla para obtener una estimación de la señal que perturba la señal transportada por la línea telefónica y restar dicha estimación a la señal transportada por la línea telefónica.

Así, la señal obtenida a partir de la línea portadora de corriente, una vez filtrada, es una modelización de la señal transportada por la línea portadora de corriente que interfiere en la señal transportada por la línea telefónica. La resta de dicha señal modelizada a la señal transportada por la línea telefónica suprime entonces las interferencias de la señal transportada por la línea portadora de corriente en la señal transportada por la red telefónica.

Según una forma de realización, dados unos símbolos de datos X_i de la misma naturaleza con $i = (1,2)$ obtenidos mediante un proceso de codificación multiportadora y emitidos en dichas líneas portadora de corriente y telefónica, la estimación \hat{X}_2 del símbolo en la línea portadora de corriente que perturba el símbolo transportado por la línea telefónica está dada por

$$\begin{pmatrix} \hat{X}_1 \\ \hat{X}_2 \end{pmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix}$$

donde T es una matriz traspuesta H cuyos coeficientes son números complejos que modelizan los canales de transmisión de los símbolos en dichas líneas, así como sus interferencias, mediante canales de Rayleigh independientes unos de otros y que varían cada uno en el tiempo, y donde la resta de dicha estimación del símbolo transportado por la línea telefónica está dada por

$$Y_1 - h_{1,2} \hat{X}_2$$

donde $h_{1,2}$ es el número complejo relativo al canal de Rayleigh que modeliza las interferencias del símbolo X_2 emitido en la línea portadora de corriente en el símbolo Y_1 transportado por la línea telefónica.

El proceso comprende una primera etapa durante la cual los números complejos de la matriz relativos al canal de transmisión en la línea portadora de corriente se determinan forzando al cero la señal transportada por la línea portadora de corriente y una segunda etapa durante la cual los números complejos relativos al canal de la línea telefónica se determinan emitiendo una señal en la línea telefónica y considerando los números complejos del canal de transmisión de la línea portadora de corriente determinados en la primera etapa.

Según otro de sus aspectos, la presente invención se refiere a un dispositivo para la eliminación de interferencias entre una señal transportada por una línea portadora de corriente

de un sistema de distribución de servicios digitales de un abonado descrito en relación a la Fig. 1.

El dispositivo comprende un filtro adaptador conectado a la línea portadora de corriente, preferentemente entre un módem de corriente portadora y un enchufe eléctrico, y un circuito amplificador diferencial de banda ancha (SO) cuya entrada está conectada al filtro adaptador y cuya salida está conectada a la línea telefónica anterior a dicha pasarela.

Las características de la invención mencionadas anteriormente así como otras surgirán con mayor claridad de la lectura de la descripción siguiente de un ejemplo de realización, en relación a las figuras adjuntas, en las cuales:

- 10 Fig. 1: representa un ejemplo de un sistema de distribución en el domicilio de un abonado de servicios digitales;
- Fig. 2: representa una ilustración de la modelización de las interferencias entre las señales transportadas por las línea eléctrica y telefónicas de una instalación doméstica, y
- 15 Fig. 3: representa un ejemplo de un sistema de distribución en el domicilio de un abonado de servicios digitales según la invención.

La invención se refiere a un proceso para la anulación de interferencias entre una señal transportada por una línea portadora de corriente de un sistema de distribución de servicios digitales, descrito en la parte introductoria, y una señal transportada por una línea telefónica de dicho sistema que está situada cerca de la línea portadora de corriente.

En general, el proceso consiste en obtener la señal transportada por la línea portadora de corriente, filtrarla para obtener una estimación de la señal que perturba la señal transportada por la línea telefónica y restar dicha estimación a la señal transportada por la línea telefónica.

A continuación, se describe un modo de realización cuando la señal transportada por la línea telefónica es una señal según la norma VDSL2 y la señal transportada por la línea eléctrica es una señal según una tecnología CPL. Estas dos señales son portadoras de símbolos de una misma naturaleza, en este caso OFDM, y la eliminación de las interferencias entre las señales es así equivalente a la eliminación sucesiva de las interferencias entre símbolos OFDM relativos a dichas señales. De este modo, el proceso de eliminación de interferencias según la invención puede ampliarse a todo tipo de señales que transportan símbolos de datos de una misma naturaleza y que se obtienen mediante procesos de codificación de datos multiportadora.

Según una forma de realización del proceso, las interferencias mutuas entre un símbolo transportado por la línea Lpots y presente en el puerto E de la pasarela GW, denominado Y_1 , y un símbolo transportado por la línea portadora de corriente, denominado Y_2 , están modelizados por las ecuaciones (1) y (2).

Cada símbolo Y_1 está modelizado por la ecuación (1)

$$Y_1 = h_{1,1}X_1 + h_{1,2}X_2 + n_1 \quad (1)$$

Cada símbolo presente en el puerto O del módem CPL1 está modelizado por

$$Y_2 = h_{2,1}X_1 + h_{2,2}X_2 + n_2 \quad (2)$$

En las ecuaciones (1) y (2), n_i con $i = \{1,2\}$ designa un ruido aditivo cuya función de densidad de probabilidad gaussiana de promedio nulo y de diferencia tipo igual a $N_0/2$ está dada por

$$p(n) = \frac{1}{\sqrt{\pi N_0}} e^{\left(\frac{-n^2}{N_0}\right)}$$

Además, cada símbolo X_i , que representa los símbolos emitidos por una fuente, es considerado está multiplicado por un número complejo $h_{i,j}$ con $j = \{1,2\}$ e $i \neq j$, cuya parte real e imaginaria se distribuye según distribuciones gaussianas de promedio nulo y de diferencia tipo igual a $\frac{1}{2}$.

- 5 En otros términos, los canales de transmisión de los símbolos OFDM en dichas líneas, así como sus interferencias, están modelizados por canales de Rayleigh independientes unos de otros y que varían cada uno en el tiempo. La variabilidad con el tiempo de los canales de Rayleigh y más precisamente de los números complejos $h_{i,j}$ refleja la variabilidad con el tiempo de las interferencias, debida principalmente a la puesta en funcionamiento o a la detención de
10 aparatos eléctricos conectados a la red eléctrica doméstica.

Agrupando las ecuaciones (1) y (2), la modelización de las interferencias mutuas entre los símbolos Y_2 e Y_1 está dada por

$$Y = H.X + N \quad (3)$$

con
$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix}, H = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} \\ h_{2,1} & h_{2,2} \end{bmatrix}, X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} \text{ y } N = \begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \end{pmatrix}$$

- 15 Los canales de Rayleigh se utilizan habitualmente para la modelización de los canales de transmisión y de las interferencias entre símbolos en el caso de una transmisión denominada MIMO (Multiple Input Multiple Output). No obstante, la modelización de canales de tipo MIMO y de tipo CPL/VDSL es diferente, ya que los canales no son de la misma naturaleza.

En una transmisión MIMO, los símbolos son emitidos y recibidos por varias antenas. Cada
20 señal emitida por una antena recorre trayectos múltiples antes de ser recibida por al menos una de las antenas del receptor. En la recepción, se reciben entonces varios canales para una señal emitida por una antena. Por tanto, cada antena recibe varias señales desfasadas en el tiempo por cada señal emitida. Estas señales están igualmente atenuadas por los debilitamientos naturales del canal de radio y se producen igualmente interferencias entre
25 símbolos.

Los canales de Rayleigh modelizan entonces dicho tipo de canales de transmisión, que presentan desfasajes temporales y atenuaciones aleatorias.

La transmisión MIMO permite aumentar la eficacia de transmisión de los símbolos mediante la
30 utilización de diferentes antenas. Para ello, las señales recibidas deben ser tratadas para suprimir principalmente las interferencias entre símbolos. Existen procesamientos que, basándose en una modelización de los canales de transmisión mediante canales de Rayleigh, permiten suprimir dichas interferencias entre símbolos.

Estos procesamientos están condicionados, ya que las señales, aunque desfasadas entre sí, están todas sincronizadas en un mismo reloj.

- 35 En el caso de transmisión CPL y VDSL, las señales de tipo CPL y DSL no están sincronizadas según un mismo reloj, lo que vuelve inoperantes los procesamientos clásicamente utilizados en una transmisión MIMO para suprimir las interferencias entre símbolos. En efecto, las señales

de tipo CPL están todas alineadas temporalmente en la red eléctrica, mientras que las señales DSL están todas alineadas temporalmente en un mismo reloj del DSLAM.

Además, las señales de tipo CPL transmitidas en la red eléctrica se ven atenuadas por los diferentes aparatos electrodomésticos conectados a dicha red eléctrica. Así, la transmisión de símbolos OFDM en una red eléctrica presenta el inconveniente de que algunas frecuencias, denominadas selectivas, se ven muy atenuadas, por ejemplo cuando están conectados a la red eléctrica electrodomésticos de tipo capacitivo. Se construyeron algoritmos de tipo "Water-filling" para atribuir los bits de los símbolos a transmitir en frecuencias portadoras en menos atenuadas evitando en lo posible emitir en las frecuencias selectivas.

Una estimación \ddot{X}_j de los símbolos emitidos X_j se obtiene entonces mediante la ecuación (4)

$$\begin{pmatrix} \ddot{X}_1 \\ \ddot{X}_2 \end{pmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix} \quad (4)$$

donde se define un filtro por los coeficientes de la matriz

$$(H^T H)^{-1} H^T$$

con T la traspuesta de una matriz y $(H^T H)^{-1}$ la matriz pseudo-inversa de la matriz H . De este modo, el filtro se determina una vez conocidos los números complejos h_{ij} .

El proceso de eliminación de interferencias termina con la resta de la estimación \ddot{X}_2 del símbolo Y_1 . El resultado de la resta viene dado por

$$\begin{pmatrix} Y_1 - h_{1,2} \ddot{X}_2 \\ Y_2 - h_{2,2} \ddot{X}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{1,1} X_1 + n_1 \\ h_{2,1} X_1 + n_2 \end{pmatrix} \quad (5)$$

La ecuación (5) demuestra que restando la estimación \ddot{X}_2 del símbolo Y_1 presente en el puerto E de la pasarela GW, es decir en la entrada del módem MDSL, se anula la interferencia del símbolo X_2 emitida en el símbolo Y_1 .

De este modo, la señal transportada por la línea portadora de corriente, es decir por la red eléctrica doméstica, no interfiere ya en la señal transportada por la línea telefónica, es decir en la red telefónica.

Según una forma de realización del proceso, los números complejos h_{ij} se determinan en dos etapas.

Durante una etapa 1, los números complejos $h_{1,2}$ y $h_{2,2}$, relativos al canal de transmisión en la línea portadora de corriente, se determinan forzando a cero la señal transportada por la línea telefónica, es decir que no existe ninguna comunicación de señales entre el equipo EQ1, la pasarela GW y el equipo red ER.

Se calculan entonces los números complejos $h_{1,2}$ y $h_{2,2}$ para que se verifique la ecuación (6)

$$\begin{pmatrix} Y_1 - h_{1,2} \ddot{X}_2 \\ Y_2 - h_{2,2} \ddot{X}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

donde la estimación \ddot{X}_2 está dada por

$$\ddot{X}_2 = (H^T H)^{-1} H^T \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix}$$

5 Durante otra etapa 2, los números complejos $h_{2,1}$ y $h_{1,1}$ relativos al canal de transmisión de la línea telefónica se determinan emitiendo una señal en la línea telefónica y considerando los números complejos $h_{1,2}$ y $h_{2,2}$ calculados en la etapa 1.

Los números complejos $h_{2,1}$ y $h_{1,1}$ se calculan entonces para que se verifique la ecuación (7)

$$\begin{pmatrix} Y_1 - h_{1,2} \ddot{X}_2 \\ Y_2 - h_{2,2} \ddot{X}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{1,1} \ddot{X}_1 \\ h_{2,1} \ddot{X}_1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

donde la estimación \ddot{X}_1 viene dada por la ecuación (4).

10 Al finalizar las etapas 1 y 2, queda definido el filtro. No obstante, cuando la red eléctrica sufre variaciones debidas a la puesta en funcionamiento o al apagado de aparatos eléctricos, la señal transportada por la línea portadora de corriente y con ello el símbolo Y_2 tiene fluctuaciones. La estimación de los símbolos dada por la ecuación (4) también fluctúa, lo que
15 puede volver obsoletos los valores de los números complejos calculados durante las etapas 1 y 2.

Según una característica de la invención, el filtro es adaptativo, es decir que los números complejos de la matriz H se actualizan periódicamente según las variaciones del canal de transmisión de la línea portadora de corriente. El valor del período es inferior al de las
20 variaciones del canal de transmisión de la línea portadora de corriente, típicamente de algunos segundos.

La actualización de los números complejos de la matriz H se realiza ejecutando las etapas 1 y 2 periódicamente.

La Fig. 3 representa un ejemplo de un sistema de distribución en el domicilio de un abonado de servicios digitales según la invención.

25 Las referencias de la Fig. 3 idénticas a las de la Fig. 1 designan los mismos elementos. Por otra parte, sólo algunos elementos del sistema SYST de la Fig. 1 están representados en la Fig. 3 para mayor claridad. Sin embargo, resulta evidente que los elementos del sistema SYST que no están representados en la Fig. 3 forman parte también del sistema de distribución de servicios digitales en el domicilio del abonado según la invención.

30 El sistema comprende un dispositivo D que realiza el proceso de eliminación de interferencias entre una señal transportada por la línea L_{pots} y una señal transportada por la línea L_e descrita anteriormente.

El dispositivo D comprende un filtro adaptativo F y un circuito amplificador diferencial de banda ancha SO con dos entradas y una salida.

5 El circuito amplificador diferencial de banda ancha SO está montado en serie en la línea telefónica antes de dicha pasarela, en este caso al nivel del puerto E de la pasarela GW. Cuando el sistema comprende un filtro relativo a cada aparato telefónico P1 y P2, una de las entradas del circuito amplificador diferencial de banda ancha SO está conectada a la línea telefónica. Cuando el sistema comprende un separador SPL (tal como se representa en la Fig. 1), dicha entrada del circuito amplificador diferencial de banda ancha SO está conectada a un puerto del separador SPL.

10 La entrada del filtro adaptativo F está conectada a la red eléctrica, preferentemente entre el módem CPL1 y el enchufe eléctrico PE1. La salida del filtro F está conectada a la otra entrada del circuito amplificador diferencial de banda ancha SO.

El dispositivo D comprende igualmente un acoplador CO de una misma naturaleza, en este caso capacitivo, que el acoplador del módem CPL1. El acoplador CO, que está preferentemente conectado a un enchufe eléctrico situado cerca de la pasarela GW, tiene como función recuperar la señal transportada por la línea Le.

15 El dispositivo D comprende igualmente medios conmutables MC para garantizar que no se intercambie ninguna señal entre el equipo EQ1, la pasarela GW y el equipo de red ER vía la red telefónica, y para garantizar una continuidad de impedancia idéntica durante las etapas 1, 2 y el funcionamiento nominal del sistema.

20 Tal como se representa en la Fig. 3, los medios MC comprenden un interruptor K montado en serie entre la salida del circuito amplificador diferencial de banda ancha SO y el puerto E de la pasarela GW.

Así, durante la etapa 1, el interruptor K se encuentra en posición abierta y permanece en posición cerrada durante la etapa 2, pero también durante el funcionamiento nominal del sistema.

25 Además, los medios MC comprenden una resistencia R con valor idéntico a la impedancia de carga vista desde el puerto de la pasarela E, por ejemplo de 100 ohm, que conecta un borne del interruptor K a la masa.

30 El dispositivo D comprende igualmente medios de control MCAL que realizan los cálculos de las etapas 1 y 2 y que controlan la apertura y el cierre del interruptor K. Los medios MCAL se activan por ejemplo mediante un circuito electrónico programable.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la anulación de interferencias entre una señal transportada por una línea portadora de corriente de un sistema de distribución de servicios digitales en el domicilio de un abonado y una señal transportada por una línea telefónica de dicho sistema, situada cerca de la línea portadora de corriente, obteniéndose unos símbolos de datos X_i de la misma naturaleza, con $i = (1,2)$, mediante un proceso de codificación multiportadora y siendo emitidos en dichas líneas portadora de corriente y telefónica, donde una estimación \hat{X}_2 del símbolo en la línea portadora de corriente que perturba el símbolo transportado por la línea telefónica viene dada por

$$\begin{pmatrix} \hat{X}_1 \\ \hat{X}_2 \end{pmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix}$$

donde T es una matriz H traspuesta cuyos coeficientes son números complejos que modelizan los canales de transmisión de los símbolos en dichas líneas, así como sus interferencias, por canales de Rayleigh independientes entre sí y que varían cada uno en el tiempo, y donde una resta de dicha estimación del símbolo transportado por la línea telefónica viene dada por

$$Y_1 - h_{1,2} \hat{X}_2$$

en la cual $h_{1,2}$ es el número complejo relativo al canal de Rayleigh que modeliza las interferencias del símbolo X_2 emitido en la línea portadora de corriente en el símbolo Y_1 transportado por la línea telefónica,

- caracterizado porque el proceso comprende una primera etapa durante la cual los números complejos de la matriz relativos al canal de transmisión en la línea portadora de corriente están determinados forzando a cero la señal transportada por la línea portadora de corriente y una segunda etapa durante la cual los números complejos relativos al canal de la línea telefónica están determinados emitiendo una señal en la línea telefónica y considerando los números complejos del canal de transmisión de la línea portadora de corriente determinados en la primera etapa.
2. Proceso según la reivindicación 1, caracterizado porque durante la primera etapa, los números complejos relativos al canal de transmisión de la línea portadora de corriente $h_{1,2}$ y $h_{2,2}$ están determinados por la resolución de la ecuación

$$\begin{pmatrix} Y_1 - h_{1,2} \hat{X}_2 \\ Y_2 - h_{2,2} \hat{X}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

y durante la segunda etapa, los números complejos relativos al canal de transmisión de la línea telefónica $h_{2,1}$ y $h_{1,1}$ están determinados por la resolución de la ecuación

$$\begin{pmatrix} Y_1 - h_{1,2} \hat{X}_2 \\ Y_2 - h_{2,2} \hat{X}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{1,1} \hat{X}_1 \\ h_{2,1} \hat{X}_1 \end{pmatrix}$$

3. Proceso según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque la primera y la segunda etapa se repiten un período de tiempo definido según las variaciones del canal de transmisión de la línea portadora de corriente.
- 5 4. Dispositivo para la anulación de interferencias entre una señal transportada por una línea portadora de corriente (Le) de un sistema de distribución de servicios digitales en el domicilio de un abonado y una señal portada por una línea telefónica (Lpots) de dicho sistema, situada cerca de la línea portadora de corriente, comprendiendo dicho sistema una pasarela (GW) prevista para recibir la señal transportada por la línea telefónica (Lpots) y un módem (CPL1) previsto para convertir una señal que transita por la pasarela (GW) en una señal portadora de corriente transportada por la línea portadora de corriente (Le), comprendiendo el dispositivo un filtro adaptativo (F) conectado a la línea portadora de corriente (Le) y un circuito amplificador diferencial de banda ancha (SO) en el cual una entrada está conectada al filtro adaptativo (F) y la salida está conectada a la línea telefónica (Lpots) anterior a dicha pasarela (GW),
- 10
- 15 caracterizado porque comprende medios conmutables (MC) para garantizar que no se intercambie ninguna señal entre un equipo del abonado (EP1), la pasarela (GW) y la red externa vía la línea telefónica (Lpots) y para garantizar una continuidad de impedancia idéntica durante la ejecución de las etapas de uno de los procesos según las reivindicaciones 1 a 3.
- 20 5. Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado porque cuando el sistema comprende al menos un aparato telefónico (P1, P2) conectado a la línea telefónica (Lpots) a través de un filtro, otra entrada del circuito amplificador diferencial de banda ancha (SO) está conectada a la línea telefónica (Lpots), y, cuando el sistema comprende un separador (SPL), otra entrada del circuito amplificador diferencial de banda ancha (SO) está conectada a un puerto del separador (SPL).
- 25
6. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque comprende un acoplador (CO) de la misma naturaleza que el acoplador del módem (CPL1) cuya función es obtener la señal transportada por la línea portadora de corriente (Le) y que preferentemente está conectado a un enchufe eléctrico situado cerca de la pasarela (GW).
- 30
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque comprende medios de control (MCAL) que realizan los cálculos de uno de los procesos de las reivindicaciones 1 a 3 y que controlan dichos medios conmutables (MC).

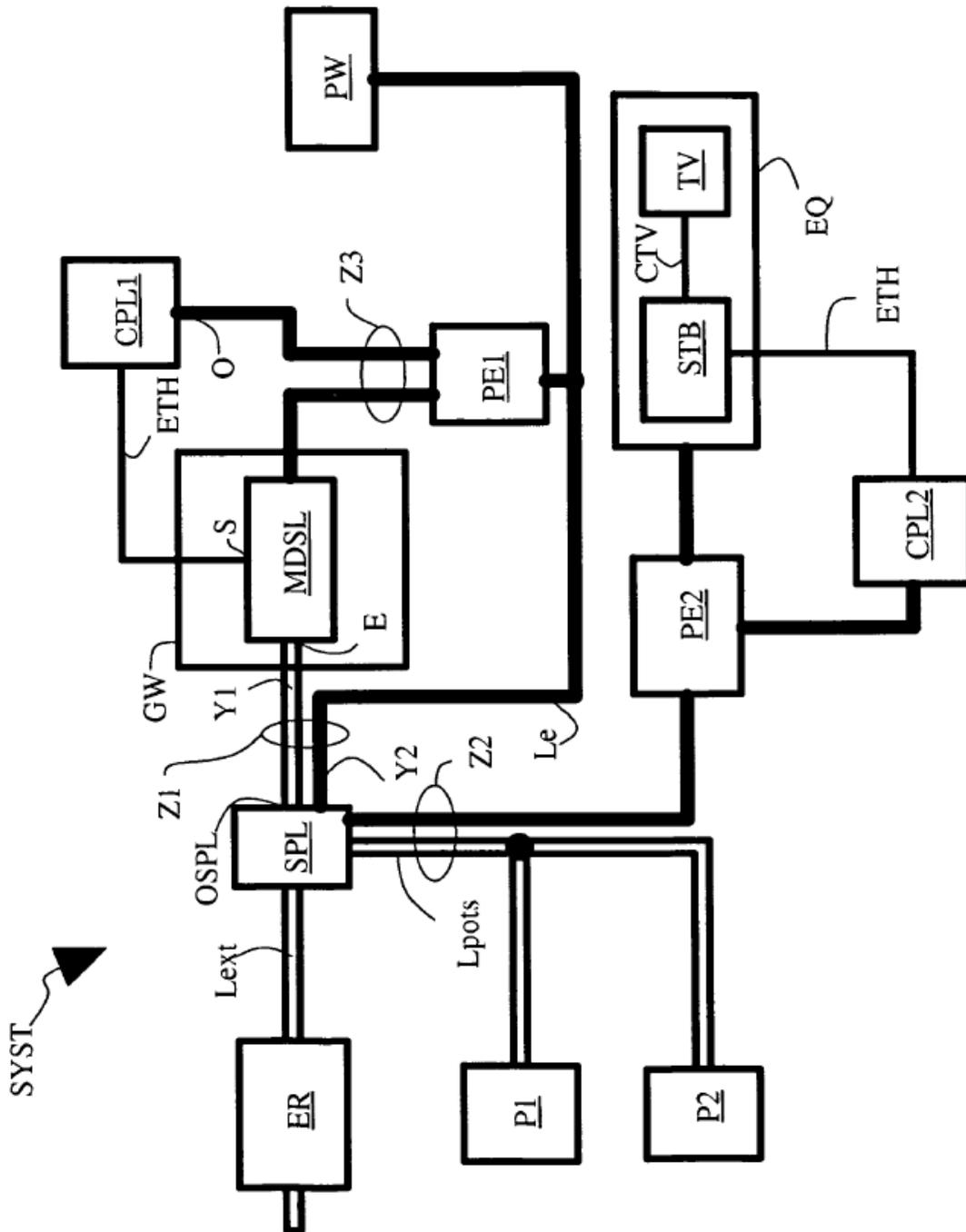


Fig. 1

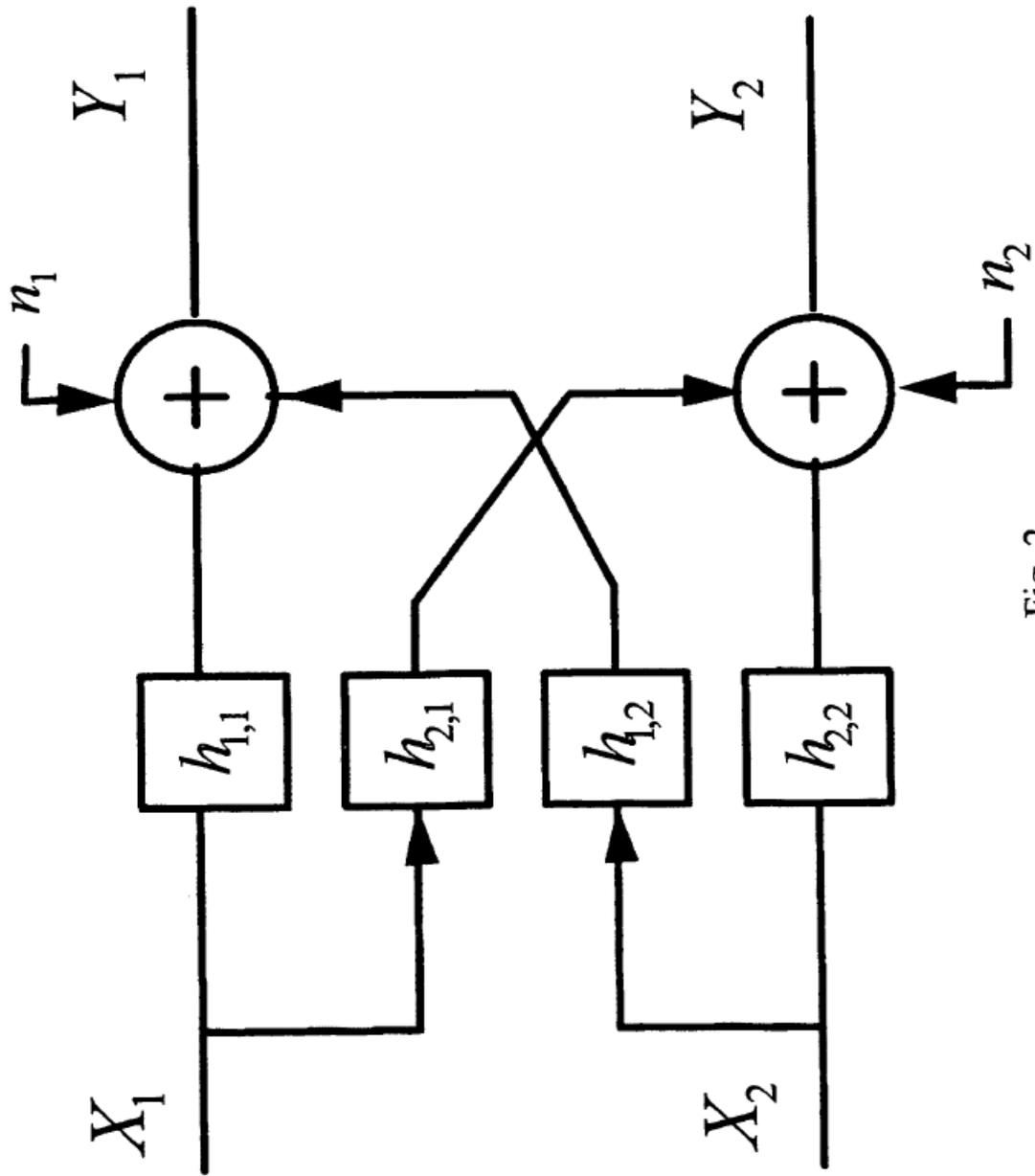


Fig. 2

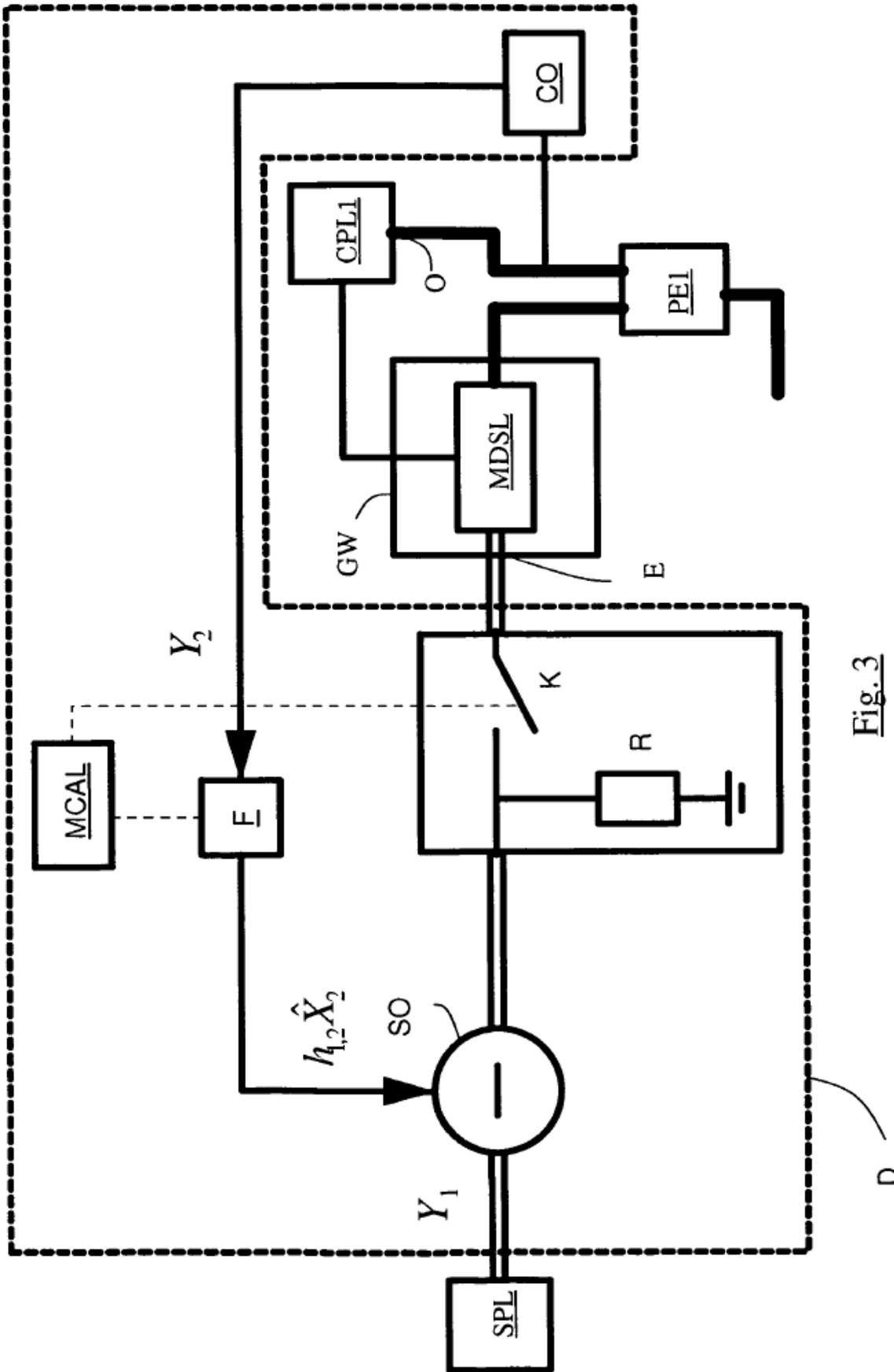


Fig. 3