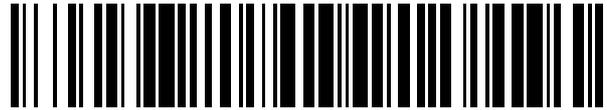


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 601**

51 Int. Cl.:

**H04M 11/06** (2006.01)

**H04B 3/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2011** **E 11858007 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016** **EP 2701373**

54 Título: **Procedimiento, aparato y sistema para soportar una línea no vectorizada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.09.2016**

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)**  
**Huawei Administration Building, Bantian**  
**Longgang District, Shenzhen, Guangdong**  
**518129, CN**

72 Inventor/es:

**WANG, XIANG y**  
**LI, CHENG**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 581 601 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento, aparato y sistema para soportar una línea no vectorizada

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de la comunicación de datos y, en particular, a un procedimiento, un aparato y un sistema para soportar una línea no vectorizada en un sistema de DSL vectorizada.

## 10 Antecedentes

Una línea de abonado digital (xDSL) es una técnica de transmisión de datos de alta velocidad en un par trenzado no blindado (UTP). La FIG. 1 muestra un modelo de referencia de sistema de un multiplexor de acceso DSL de sistema, DSLAM (Multiplexor de Acceso DSL), que proporciona múltiple acceso xDSL.

15 Debido a la inducción electromagnética, se produce una interferencia mutua entre múltiples señales del acceso DSLAM, lo que se denomina diafonía. Como se muestra en la Figura 2, la energía de la diafonía de extremo cercano, NEXT (Diafonía de Extremo Cercano), y la energía de la diafonía de extremo lejano, FEXT (Diafonía de Extremo Lejano), aumentan con el incremento de la frecuencia. Se aplica multiplexación por división de frecuencia a canales de enlace ascendente y de enlace descendente xDSL, donde la diafonía de extremo cercano no es demasiado nociva para el rendimiento del sistema. Sin embargo, a medida que se aplican bandas cada vez más anchas a una xDSL, la diafonía de extremo lejano afecta de manera más severa al rendimiento de la transmisión de la línea.

25 Actualmente se ha introducido en la industria una tecnología de DSL vectorizada (DSL vectorizada). Fundamentalmente aprovecha la posibilidad de una transmisión y recepción conjunta en el lado de un DSLAM y usa un procedimiento de procesamiento de señales para cancelar la interferencia FEXT y eliminar finalmente la interferencia FEXT en cada señal. La FIG. 3 y la FIG. 4 ilustran escenarios de funcionamiento de una transmisión sincrónica y una recepción sincrónica en el lado de un DSLAM, respectivamente.

30 En una DSL vectorizada es necesario estimar una matriz de precodificación de enlace descendente **P** y una matriz de cancelación de enlace ascendente **W**. En un sistema de DSL vectorizada se llevan a cabo las siguientes etapas:

- 35 1. Se implementa una alineación de símbolos de sincronización (Símbolos de Sincronización), donde el símbolo de sincronización es una señal de sincronización de símbolos DMT que transporta una trama de sincronización.
2. Una entidad de control de vectorización, VCE (Entidad de Control de Vectorización), asigna secuencias piloto a todas las líneas de manera unificada, y una unidad transceptora VDSL2 en una ONU (Unidad de Red Óptica) (VTU-O) de cada línea modula conjuntamente las secuencias piloto, que son asignadas por la VCE, en los símbolos de sincronización de todas las líneas.
- 40 3. El receptor responde con un error a la VCE.

La matriz de precodificación de enlace descendente **P** y la matriz de cancelación de enlace ascendente **W** pueden estimarse primero en la VCE y, después, la tecnología de vectorización se aplica para cancelar la FEXT. La matriz de precodificación de enlace descendente también se conoce como matriz de cancelación de diafonía de enlace descendente o como coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente, y la matriz de cancelación de enlace ascendente también se conoce como matriz de cancelación de diafonía de enlace ascendente o como coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente.

50 Un proceso de inicialización de una nueva línea que se une (Unión) a líneas VDSL2 no vectorizadas habituales o a líneas vectorizadas de DSL vectorizada de la técnica anterior incluye una toma de contacto (Toma de Contacto), el descubrimiento de canales (Descubrimiento de Canales), aprendizaje (Aprendizaje) y un análisis e intercambio de canales (Análisis e Intercambio de Canales). Una vez concluida la inicialización, comienza una fase de transmisión de datos (*Showtime*). La fase de Descubrimiento de Canales de una línea VDSL2 no vectorizada habitual incluye además una fase de Descubrimiento de Canales O-P 1 y una fase de Descubrimiento de Canales R-P 1; y la fase de Aprendizaje incluye además una fase de Aprendizaje O-P 1 y una fase de Aprendizaje R-P 1. Para la inicialización de la línea vectorizada de DSL vectorizada, antes de la fase de transmisión de datos (*Showtime*), una fase de VECTOR O-P 1 y una fase de VECTOR R-P 1 se añaden a la fase de Descubrimiento de Canales, y una fase de VECTOR O-P 1-1, una fase de VECTOR O-P 2-1, una fase de VECTOR R-P 1-1, una fase de VECTOR R-P 1-2 y una fase de VECTOR R-P 2 se añaden a la fase de Aprendizaje. En tales fases puede estimarse toda y/o parte de la matriz de precodificación de enlace descendente **P** y la matriz de cancelación de enlace ascendente **W**.

65 La DSL vectorizada es una línea de abonado digital 2 de velocidad muy alta (VDSL2) para la eliminación de la diafonía propia de extremo lejano. Puesto que la tecnología VDSL2 es más sencilla que la tecnología DSL vectorizada y ha tenido una amplia difusión, la actualización desde la VDSL2 a la DSL vectorizada debe poder soportar líneas heredadas, es decir, líneas VDSL2 no vectorizadas habituales. Un equipo en las instalaciones del cliente (CPE) de una línea heredada es un CPE heredado VDSL2 que no soporta la DSL vectorizada. Sin embargo,

el CPE heredado VDSL2 no puede enviar ni recibir una secuencia piloto ni información de respuesta acerca de un error en el símbolo de sincronización, lo que hace difícil que la VCE estime los coeficientes de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente y de enlace descendente que se usarán para cancelar la diafonía generada por la línea heredada en la línea vectorizada. Si algunas líneas del sistema están en la fase de transmisión de datos (*Showtime*), cuando una línea heredada se une al sistema, en caso de que no se haya cancelado la diafonía de la línea heredada, los errores de bit de la línea vectorizada en la fase de transmisión de datos aumentarán debido a una relación de señal a ruido (SNR) más baja, o incluso la línea vectorizada en la fase de transmisión de datos se desactiva y se somete de nuevo a la fase de aprendizaje. Como factor de incertidumbre latente, la línea heredada influye en gran medida en la velocidad de la línea vectorizada y en la estabilidad de todo el sistema de DSL vectorizada.

Si todos los CPE heredados VDSL2 de la VDSL2 de la red en servicio se actualizan o se sustituyen por equipos en las instalaciones del cliente vectorizados y habilitados por una DSL vectorizada, CPE vectorizados VDSL2, esto implica grandes costes. Algunos CPE heredados antiguos no pueden actualizarse a CPE vectorizados por varios motivos (por ejemplo, no soportan el cálculo de errores, información de respuesta de errores o el envío de secuencias piloto en el enlace ascendente), lo que hace necesario sustituir todo el CPE, aumentando más los costes.

En lo que respecta a que una DSL vectorizada sea retrocompatible con el CPE heredado, en la industria se ha introducido una solución de CPE orientado a vectores. En particular, la solución específica que el CPE orientado a vectores puede identificar y recibir una señal piloto modulada en un símbolo de sincronización de enlace descendente y, además, una VTU-O controla la alineación de símbolos de sincronización de enlace descendente de todas las líneas. Cuando el sistema de DSL vectorizada satisface las dos condiciones anteriores, para la línea vectorizada, la VCE puede estimar un coeficiente de cancelación de enlace descendente para cancelar la diafonía de línea heredada. De esta manera, el posible problema de estabilidad creado por la línea heredada en la línea vectorizada en todo el sistema de DSL vectorizada se elimina en la dirección del enlace descendente. En la aplicación de la solución orientada a vectores seguirá siendo necesario que el CPE heredado de la red en servicio se actualice a un CPE orientado a vectores, lo implica un alto coste. Puesto que el CPE orientado a vectores no puede enviar señales piloto de enlace ascendente, la VCE apenas puede estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano que se usará para cancelar la diafonía creada por la línea heredada en la dirección del enlace ascendente en la línea vectorizada. Por consiguiente, el posible problema de estabilidad creado por la línea heredada en la línea vectorizada en el sistema de DSL vectorizada no se elimina en la dirección del enlace ascendente.

El documento US 2009/0175156 A1 da a conocer un procedimiento para determinar coeficientes de acoplamiento entre al menos dos líneas de comunicación.

El artículo titulado "*DSL Crosstalk Coefficient Acquisition Using SNR Feedback*", de P. Whiting et al., publicado en las actas de la conferencia Globecom de IEEE celebrada en 2008, ISBN 978-1-4244-2324-8, da a conocer un procedimiento en el que las notificaciones de relación de señal a ruido proporcionadas por los equipos en las instalaciones del cliente pueden usarse para llevar a cabo una tarea "ajustando" un precodificador.

El documento US 2009/0271550 A1 da a conocer procedimientos para añadir una conexión de comunicación a un grupo vectorizado de conexiones de comunicación y aparatos correspondientes.

## Resumen

Las formas de realización de la presente invención tienen como objetivo resolver el siguiente problema técnico: soportar un CPE heredado VDSL2 de una red en servicio en un sistema de DSL vectorizada y eliminar los efectos generados por una línea heredada conectada al CPE heredado VDSL2, que es una línea no vectorizada, en la estabilidad de una línea vectorizada en todo el sistema de DSL vectorizada, es decir, eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la línea heredada en la línea vectorizada.

En un aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para soportar una línea no vectorizada, que incluye:

seleccionar  $n$  líneas no vectorizadas  $T_L$  a partir de líneas que están en una fase de inicialización, donde  $n$  es un entero mayor o igual que 1;

controlar que no se realice ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , hasta que la  $T_L$  entre totalmente en una fase de transmisión de datos; y

antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos, estimar un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{TL-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_L$  en la  $S_V$ ;

donde la estimación de un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_v$  que está en la fase de transmisión de datos comprende:

5 no controlar la alineación entre un símbolo de sincronización de las líneas no vectorizadas y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y recibir una señal de dominio de frecuencia presente en la  $T_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada;  
 recibir una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $S_v$ ; y  
 usar la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{TL-SV}$ .

10 En otro aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona un aparato para soportar una línea no vectorizada, que incluye:

15 una unidad de selección de línea no vectorizada, configurada para seleccionar  $n$  líneas no vectorizadas  $T_L$  a partir de líneas que están en una fase de inicialización, donde  $n$  es un entero mayor o igual que 1;  
 una unidad de control de inicialización de línea no vectorizada, configurada para controlar que no se lleve a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , hasta que la  $T_L$  entre totalmente en una fase de transmisión de datos; y

20 una unidad de estimación de coeficiente de diafonía de extremo lejano de línea no vectorizada, configurada para estimar, antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos, un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_v$  que está en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{TL-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_L$  en la  $S_v$ ; donde la estimación de un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_v$  que está en la fase de transmisión de datos comprende:

25 no controlar la alineación entre un símbolo de sincronización de las líneas no vectorizadas y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y recibir una señal de dominio de frecuencia presente en la  $T_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada;  
 recibir una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $S_v$ ; y  
 30 usar la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{TL-SV}$ .

En otro aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona un sistema para soportar una línea no vectorizada, que incluye:

35 una VCE, al menos dos líneas y una VTU-O, donde: las al menos dos líneas incluyen al menos una línea vectorizada y al menos una línea no vectorizada, y las al menos dos líneas están conectadas a la VTU-O y están controladas por la VTU-O, donde la al menos una línea vectorizada está conectada a una unidad transceptora vectorizada correspondiente en el lado de una ONU, VTU-O-v, y está controlada por la VTU-O-v, y la al menos una línea no vectorizada está conectada a una unidad transceptora vectorizada correspondiente en el lado de una ONU, VTU-O-l, y está controlada por la VTU-O-l;  
 la VCE selecciona  $n$  líneas no vectorizadas  $T_L$  a partir de líneas que están en una fase de inicialización, donde  $n$  es un entero mayor o igual que 1;  
 la VCE controla unidades transceptoras vectorizadas en el lado de una ONU correspondientes a otras líneas que están en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , para no llevar a cabo ninguna inicialización adicional para las otras líneas hasta que la  $T_L$  entre totalmente en una fase de transmisión de datos; y

45 antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos, la VCE estima un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_v$  que está en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{TL-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_L$  en la  $S_v$ ; donde el que la VCE estime un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_v$  que está en la fase de transmisión de datos comprende:

50 no controlar, por medio de la VCE, la alineación entre un símbolo de sincronización de las líneas no vectorizadas y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y transmitir a la VCE, por medio de la VTU-O-l, una señal de dominio de frecuencia presente en la  $T_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada;  
 transmitir a la VCE, por medio de la VTU-O-v, una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $S_v$ ;  
 y  
 55 usar, por medio de la VCE, la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{TL-S}$ .

60 En las formas de realización de la presente invención, un sistema de DSL vectorizada puede soportar CPE heredados VDSL existentes en una red en servicio sin actualizar los CPE heredados VDSL2 en la red en servicio de VDSL2 y, controlando la inicialización de un CPE vectorizado y de un CPE heredado de manera ordenada, cancelar la diafonía desde la línea heredada hasta la línea vectorizada en la dirección del enlace descendente, cancelar lo máximo posible la diafonía desde la línea heredada hasta la línea vectorizada en la dirección del enlace ascendente

y, por lo tanto, solucionar en gran medida posibles problemas de estabilidad provocados por la línea heredada en la línea vectorizada en todo el sistema de DSL vectorizada.

Breve descripción de los dibujos

5 Para ilustrar más claramente las soluciones técnicas en las formas de realización de la presente invención, a continuación se describen brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las formas de realización. Los dibujos adjuntos de la siguiente descripción muestran simplemente algunas formas de realización de la presente invención, y un experto en la técnica puede concebir otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin llevar a cabo investigaciones adicionales.

10 La FIG. 1 es un modelo de referencia de un sistema xDSL.  
La FIG. 2 es un modelo de diafonía en una línea.  
La FIG. 3 es un diagrama esquemático de un envío conjunto en un DSLAM y de una recepción por separado en un usuario.

15 La FIG. 4 es un diagrama esquemático de una recepción conjunta en un DSLAM y de un envío por separado en un usuario.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático de un diagrama de flujo para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

20 La FIG. 6 es un diagrama esquemático de un diagrama de flujo para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 7 es un diagrama esquemático de un diagrama de flujo para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 8 es un diagrama esquemático de un procesamiento para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

25 La FIG. 9 es un diagrama esquemático de cambios de estado para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 10 es un diagrama esquemático de un procesamiento para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

30 La FIG. 11 es un diagrama esquemático de cambios de estado para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 12 es un diagrama esquemático de un aparato para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 13 es un diagrama esquemático de interfaces de sistema según una forma de realización de la presente invención.

35 La FIG. 14 es un diagrama esquemático de un diagrama de flujo de estimación de un coeficiente de diafonía de extremo lejano desde una línea no vectorizada hasta una línea vectorizada según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 15 es un diagrama esquemático de un aparato para estimar un coeficiente de diafonía de extremo lejano según una forma de realización de la presente invención.

40 La FIG. 16 es un diagrama esquemático de una VTU-O según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 17 es un diagrama esquemático de una VTU-O según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 18 es un diagrama esquemático de una cancelación de diafonía de enlace descendente según una forma de realización de la presente invención.

45 Descripción de las formas de realización

A continuación se describe de manera clara y detallada las soluciones técnicas en las formas de realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las formas de realización de la presente invención. Las formas de realización descritas representan simplemente una parte y no todas las formas de realización de la presente invención. Todas las demás formas de realización concebidas por un experto en la técnica en función de las formas de realización de la presente invención sin llevar a cabo ninguna investigación adicional estarán dentro del alcance de protección de la presente invención.

55 Las líneas no vectorizadas en las formas de realización de la presente invención son líneas VDSL2 heredadas habituales, incluidas líneas existentes que usan equipos en las instalaciones del cliente, CPE, VDSL2 que no pueden enviar ni recibir secuencias piloto ni información de respuesta acerca de una muestra de error en un símbolo de sincronización.

60 En las formas de realización de la presente invención, los símbolos de la Tabla 1 se usan para representar líneas en fases diferentes.  $S_V$  representa una línea vectorizada en la fase de transmisión de datos,  $S_L$  representa una línea heredada en la fase de transmisión de datos,  $J_V$  representa una línea vectorizada en la fase de inicialización (Inicialización),  $J_L$  representa una línea heredada en la fase de Inicialización,  $V$  representa todas las líneas vectorizadas incluidas  $S_V$  y  $J_V$ , y  $L$  representa todas las líneas heredadas, incluidas  $S_L$  y  $J_L$ . Puede considerarse que los símbolos de la Tabla 1 representan los conjuntos de líneas correspondientes, respectivamente.

65

Tabla 1

	<i>Showtime</i> en la fase de transmisión de datos	Unión en la fase de inicialización
Conjunto de líneas vectorizadas	$S_V$	$J_V$
Conjunto de líneas heredadas	$S_L$	$J_L$

Una forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para soportar una línea vectorizada, como el mostrado mediante el número de referencia 500 en la FIG. 5, que incluye:

5 501. Una VCE selecciona  $n$  líneas no vectorizadas  $T_L$  a partir de líneas que están en una fase de inicialización, donde  $n$  es un enter o mayor o igual que 1.

10 503. La VCE controla que no se lleve a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , hasta que la  $T_L$  entre totalmente en una fase de transmisión de datos.

15 505. Antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos (*Showtime*), la VCE estima un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_L-S_V}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{T_L-S_V}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_L$  en la  $S_V$ .

20 Un experto en la técnica entenderá que el coeficiente de diafonía de extremo lejano se refiere a un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente o a un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente, o tanto a un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente como a un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente. Para facilitar la descripción, el coeficiente de diafonía de extremo lejano mencionado posteriormente se refiere a los tres casos anteriores, pudiendo determinarse si denota un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente, o un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente, o tanto un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente como un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente según el contexto.

25 En 503, la VCE controla que no se lleve a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ . Si otras líneas incluyen líneas no vectorizadas, la VCE puede controlar que la VTU-O no envíe una señal de toma de contacto a las líneas no vectorizadas; o puede controlar que la VTU-O impida que las líneas no vectorizadas entren en una fase de descubrimiento de canales o que permanezcan en la fase de descubrimiento de canales; si otras líneas incluyen líneas vectorizadas, la VCE puede controlar que la VTU-O no envíe una señal de toma de contacto a otras líneas vectorizadas que estén en la fase de inicialización; o puede controlar que la VTU-O correspondiente a otras líneas vectorizadas que están en la fase de inicialización impida que otras líneas vectorizadas en la fase de inicialización entren en la fase de descubrimiento de canales o permanezcan en la fase de descubrimiento de canales. En lo que respecta a la línea  $T_L$ , la VCE puede controlar que la VTU-O envíe una señal de toma de contacto a la línea  $T_L$  o hacer que la  $T_L$  entre en la fase de descubrimiento de canales o permanezca en la fase de descubrimiento de canales para seguir con el proceso de inicialización de la línea  $T_L$ .

30 La  $T_L$  debe incluir un número apropiado de líneas, es decir,  $n$  debería fijarse a un valor apropiado para garantizar que, antes de que todas las líneas de  $T_L$  entren en la fase de transmisión de datos, una línea vectorizada pueda enviar suficientes símbolos de sincronización y buscar las muestras de error correspondientes para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde las líneas de un subconjunto  $T$  hasta la línea vectorizada. Un número suficiente de símbolos de sincronización puede ser 4 o 5. En teoría, las muestras de error de 4 o 5 símbolos de sincronización son suficientes para estimar el coeficiente de cancelación desde las 4 o 5 líneas hasta otras líneas vectorizadas que están en la fase de transmisión de datos. En vista del efecto generado por el ruido en la precisión del valor estimado del coeficiente de cancelación, el número apropiado de líneas en la  $T_L$  puede ser de 1 a 5 para garantizar la precisión del valor estimado del coeficiente de cancelación. Si las líneas no vectorizadas se inicializan una a una, la línea vectorizada solo necesita enviar, en teoría, un símbolo de sincronización, que es suficiente para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea inicializada por separado actual hasta la línea vectorizada.

35 Además, el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_L-S_V}$  desde la  $T_L$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos puede estimarse solamente en la fase de descubrimiento de canales del proceso de inicialización de  $T_L$ ; o el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_L-S_V}$  desde la  $T_L$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos puede estimarse dos veces en la fase de descubrimiento de canales y en la fase de aprendizaje, respectivamente, del proceso de inicialización de  $T_L$ . El coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la  $T_L$  hasta la  $S_V$  puede estimarse en una fase de Descubrimiento de Canales O-P 1 de la fase de Descubrimiento de Canales, y el coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente desde la  $T_L$  hasta la línea  $S_V$  puede estimarse en una fase de Descubrimiento de Canales R-P 1. El coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la  $T_L$  hasta la  $S_V$  también puede volver a estimarse en una

fase de Aprendizaje O-P 1, y el coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente desde la  $T_L$  hasta la línea  $S_V$  puede estimarse en una fase de Aprendizaje R-P 1.

Además, para estimar un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_L-S_V}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos, puede aplicarse el procedimiento mostrado en la FIG. 14, que incluye: no controlar la alineación entre un símbolo de sincronización de la línea no vectorizada y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y recibir una señal de dominio de frecuencia existente en la  $T_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada, donde la señal se obtiene cuando no se controla si el símbolo de sincronización de la línea no vectorizada está alineado con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada; recibir una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $S_V$ , donde la muestra de error corresponde a la señal; y usar la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{T_L-S_V}$ , donde la  $S_V$  puede ser todas o parte de las líneas vectorizadas en la fase de transmisión de datos.

Como puede observarse en la anterior forma de realización, algunas líneas no vectorizadas se seleccionan para su inicialización, no llevándose a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas en el proceso de inicialización de las líneas no vectorizadas seleccionadas, controlándose así de manera ordenada la inicialización de líneas heredadas. Además, la interferencia generada con la inicialización de otras líneas en la inicialización de la línea seleccionada se reduce, obteniéndose mejores resultados de estimación cuando se estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano. Usando el coeficiente de cancelación de diafonía desde la línea no vectorizada hasta la línea vectorizada estimado en el proceso de inicialización, la diafonía de extremo lejano generada por la línea no vectorizada en la línea vectorizada se elimina lo máximo posible, reduciéndose así lo máximo posible la inestabilidad del sistema de DSL vectorizada generada por las líneas heredadas y permitiendo la compatibilidad con líneas no vectorizadas heredadas.

El procedimiento para soportar una línea no vectorizada puede incluir además las etapas de la FIG. 6, que incluye:

601. La VCE controla que se inicialice al menos una línea vectorizada  $T_V$  de las líneas que están en la fase de inicialización. La  $T_V$  puede ser todas o parte de las líneas vectorizadas que están actualmente en la fase de inicialización.

603. Antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, la VCE estima un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{S_L-T_V}$  desde la línea no vectorizada  $S_L$  que está en la fase de transmisión de datos hasta la  $T_V$ , y un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_V-T_V}$  entre las líneas  $T_V$ , donde el  $C_{S_L-T_V}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_L$  en la  $T_V$ , y el  $C_{T_V-T_V}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano entre las líneas  $T_V$ .

Las etapas anteriores pueden llevarse a cabo antes o después de las etapas mostradas en la FIG. 5.

Además, la estimación, por medio de la VCE, de un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{S_L-T_V}$  desde la línea no vectorizada  $S_L$  que está actualmente en la fase de transmisión de datos hasta la  $T_V$  y de un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_V-T_V}$  entre las líneas  $T_V$  en 603, puede llevarse a cabo en la fase de aprendizaje del proceso de inicialización de  $T_V$ . El coeficiente de cancelación de diafonía de enlace descendente desde la  $S_L$  hasta la  $T_V$  y el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace descendente entre las líneas  $T_V$  pueden estimarse en la fase de VECTOR O-P 2-1, y el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente desde la  $S_L$  hasta la  $T_V$  y el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente entre las líneas  $T_V$  pueden estimarse en la fase de VECTOR R-P 2.

Además, cuando la VCE estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_V-T_V}$  entre las líneas  $T_V$  en 603, la VCE puede estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace descendente entre las líneas  $T_V$  en la fase de VECTOR O-P 2-1, estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente entre las líneas  $T_V$  en la fase de VECTOR R-P 1, volver a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente entre las líneas  $T_V$  en la fase de VECTOR R-P 1-1, volver a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente entre las líneas  $T_V$  en la fase de VECTOR R-P 1-2 y estimar o volver a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente entre las líneas  $T_V$  en la fase de VECTOR R-P 2.

Además, el procedimiento mostrado en la FIG. 14 puede aplicarse para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{S_L-T_V}$  desde la  $S_L$  hasta la  $T_V$  en 603, que incluye: no controlar si un símbolo de sincronización de la línea no vectorizada está alineado con un símbolo de sincronización de la línea vectorizada; recibir una señal de dominio de frecuencia existente en la  $S_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada; recibir una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $T_V$ ; y usar la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{S_L-T_V}$ .

Como puede observarse en la anterior forma de realización, inicializando secuencialmente las líneas vectorizadas y las líneas no vectorizadas, se controla que las líneas recién incorporadas se sometan al proceso de inicialización de manera ordenada. Además, estimando el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea no vectorizada que está en la fase de transmisión de datos hasta la línea vectorizada en el proceso de inicialización de la línea

vectorizada y usando el coeficiente de diafonía de extremo lejano estimado para eliminar la diafonía de extremo lejano, la diafonía de extremo lejano generada por la línea no vectorizada en la línea vectorizada se elimina lo máximo posible, reduciéndose así lo máximo posible la inestabilidad del sistema de DSL vectorizada generada por las líneas heredadas y permitiendo la compatibilidad con las líneas no vectorizadas heredadas. Además, considerando el efecto causado por la línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos, el procedimiento para soportar una línea no vectorizada puede incluir además las etapas mostradas en la FIG. 7:

701. Antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, la VCE estima un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TV-SV}$  desde la  $T_V$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos y un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SV-TV}$  desde la  $S_V$  hasta la  $T_V$ , donde el  $C_{TV-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_V$  en la  $S_V$ , y el  $C_{SV-TV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_V$  en la  $T_V$ .

Además, el que la VCE estime el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TV-SV}$  desde la  $T_V$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está actualmente en la fase de transmisión de datos y el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SV-TV}$  desde la  $S_V$  hasta la  $T_V$  en 701 puede ser que la VCE estime el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace descendente desde la  $T_V$  hasta la  $S_V$  en la fase de VECTOR O-P 1, vuelva a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace descendente desde la  $T_V$  hasta la  $S_V$  en la fase de VECTOR O-P 1-1, estime el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace descendente desde la  $S_V$  hasta la  $T_V$  en la fase de VECTOR O-P 2-1, estime el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente desde la  $T_V$  hasta la  $S_V$  y pueda estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente desde la  $S_V$  hasta la línea  $T_V$  en la fase de VECTOR R-P 1, vuelva a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente desde la  $T_V$  hasta la  $S_V$  y pueda volver a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente desde la  $S_V$  hasta la línea  $T_V$  en la fase de VECTOR R-P 1-1, vuelva a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente desde la  $T_V$  hasta la  $S_V$  y pueda volver a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente desde la  $S_V$  hasta la línea  $T_V$  en la fase de VECTOR R-P 1-2, y estime o vuelva a estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de enlace ascendente desde la  $S_V$  hasta la línea  $T_V$  en la fase de VECTOR R-P 2.

La FIG. 8 muestra un ejemplo para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención, que incluye las siguientes etapas:

801. La VCE determina conjuntos de líneas  $S_V$ ,  $S_L$ ,  $J_V$  y  $J_L$ .

En un instante de tiempo específico puede determinarse en primer lugar cada conjunto de líneas en cada fase. Cada uno de los cuatro conjuntos puede estar vacío, pero al menos uno de entre  $J_V$  y  $J_L$  no está vacío. En el ejemplo de la FIG. 8, se supone que ninguno de los cuatro conjuntos está vacío. Según esta forma de realización, un experto en la técnica puede obtener fácilmente el procedimiento de procesamiento en caso de que un conjunto o de que determinados conjuntos estén vacíos. En esta forma de realización, se supone que después de que el  $S_V$ , el  $S_L$ , el  $J_V$  y  $J_L$  se determinen en 801 y antes de que la inicialización de todas las líneas de  $J_L$  finalice en 804, no se añade ninguna línea durante este periodo. En la etapa de toma de contacto, la VTU-R interactúa con la VTU-O para determinar si sus capacidades soportar CPE vectorizados o CPE heredados. Por lo tanto, antes de la fase de toma de contacto, la VCE no sabe si el CPE conectado a la misma es un CPE vectorizado, y en la fase de toma de contacto la VCE determina el tipo de CPE a través de la VTU-O y, por lo tanto, determina el tipo de la línea.

802. La VCE controla la VTU-O conectada al  $J_V$  para seguir con la inicialización del  $J_V$ . Tras concluir la inicialización de  $J_V$  y antes de que  $J_V$  entre en la fase de transmisión de datos, la VCE estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $J_V$  hasta  $S_V$ , el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $S_V$  hasta  $J_V$ , el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $S_L$  hasta  $J_V$  y el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $J_V$  hasta  $J_V$ , es decir, el coeficiente de diafonía de extremo lejano entre las líneas de  $J_V$ .  $J_V$  entra en la fase de transmisión de datos tras concluir la inicialización.

En el periodo tras la reanudación de la inicialización de  $J_V$  y antes de que  $J_V$  entre en la fase de transmisión de datos, la VTU-O conectada a  $J_L$  se controla para impedir la inicialización de la línea  $J_L$ , es decir, para no realizar ninguna inicialización adicional para la línea  $J_L$ . Si  $S_L$  está vacío no es necesario estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $S_L$  hasta  $J_V$ .

803. Actualizar el conjunto de líneas  $S_V$  a un conjunto de unión del  $S_V$  y el  $J_V$  originales. En este momento,  $J_V$  pasa a ser un conjunto vacío.

804. La VCE controla la VTU-O conectada a  $J_L$  para seguir con la inicialización de las líneas de  $J_L$ . Puede seleccionarse un subconjunto  $T$  de  $J_L$  y una inicialización adicional de  $T$  se lleva a cabo de manera controlada. Antes de que  $T$  entre en la fase de transmisión de datos se estima el coeficiente de diafonía de extremo desde  $T$  hasta  $S_V$ , y  $T$  cambia de estado para entrar en la fase de transmisión de datos después de concluir la inicialización. En el periodo tras la reanudación de la inicialización de  $T$  y antes de que  $T$  entre en la fase de transmisión de datos, otras líneas de  $J_L$  se obstruyen, es decir, no se realiza ninguna inicialización adicional para otras líneas de  $J_L$  hasta que  $T$  entre totalmente en la fase de transmisión de datos. Una vez concluida la inicialización de  $T$ , el conjunto de líneas  $S_L$

se actualiza a un conjunto de unión de  $S_L$  y el subconjunto T determinado en 801, y el conjunto de líneas  $J_L$  se actualiza a un conjunto en el que T se ha eliminado del  $J_L$  original. Si aún quedan otras líneas en  $J_L$  el proceso anterior en esta etapa se repite hasta que  $J_L$  esté vacío. Para garantizar el efecto de la inicialización, el subconjunto T seleccionado cada vez debe incluir un número apropiado de líneas y, preferiblemente, incluir entre 1 y 5 líneas.

5 En 802, el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea  $J_V$  hasta la línea  $S_V$  puede estimarse primero, estimándose posteriormente otros coeficientes de diafonía de extremo lejano, para impedir en la  $S_V$  errores de bit u otros errores, o incluso una interrupción en la línea debida a la diafonía de  $J_V$ .

10 Para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea no vectorizada hasta la línea vectorizada en 804, pueden aplicarse algoritmos tales como un algoritmo de mínimo error cuadrático medio, LMS, un algoritmo de probabilidad de primer orden matricial o un algoritmo de inversión matricial.

15 A continuación se describe una aplicación específica del coeficiente de diafonía de extremo lejano estimado usando como ejemplo el escenario para soportar una línea no vectorizada mostrado en la FIG. 8. Una vez estimado en 802 el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea  $J_V$  hasta la línea  $S_V$ , la línea  $S_V$  puede habilitar un precodificador de enlace descendente y/o un cancelador de enlace ascendente desde la línea  $J_V$  hasta la línea  $S_V$ .

20 En la dirección de enlace descendente puede llevarse a cabo la siguiente precodificación:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{VS} = \mathbf{P}_{VS-VS} \mathbf{x}_{VS} + \mathbf{P}_{LS-VS} \mathbf{x}_{LS} + \mathbf{P}_{VJ-VS} \mathbf{x}_{VJ}$$

25 donde  $\mathbf{P}_{VS-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente existente entre las líneas  $S_V$ ,  $\mathbf{x}_{VS}$  es una señal de línea  $S_V$  introducida en el precodificador,  $\mathbf{P}_{LS-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente existente entre la línea  $S_L$  y la línea  $S_V$ ,  $\mathbf{x}_{LS}$  es una señal de línea  $S_L$  introducida en el precodificador,  $\mathbf{P}_{VJ-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la línea  $J_V$  hasta la línea  $S_V$  como el estimado en 802,  $\mathbf{x}_{VJ}$  es una señal de línea  $J_V$  introducida en el precodificador, y  $\tilde{\mathbf{x}}_{VS}$  es una señal proporcionada por el precodificador después de que la señal de línea  $S_V$  pase por el precodificador.

30 En la dirección de enlace ascendente puede llevarse a cabo la siguiente cancelación de diafonía de enlace ascendente:

$$\tilde{\mathbf{y}}_{VS} = \mathbf{W}_{VS-VS} \mathbf{y}_{VS} + \mathbf{W}_{LS-VS} \mathbf{y}_{LS} + \mathbf{W}_{VJ-VS} \mathbf{y}_{VJ}$$

35 donde  $\mathbf{W}_{VS-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente existente entre las líneas  $S_V$ ,  $\mathbf{y}_{VS}$  es una señal de línea  $S_V$  introducida en el cancelador,  $\mathbf{W}_{LS-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente existente desde la línea  $S_L$  hasta la línea  $S_V$ ,  $\mathbf{y}_{LS}$  es una señal de línea  $S_L$  introducida en el cancelador,  $\mathbf{W}_{VJ-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente desde la línea  $J_V$  hasta la línea  $S_V$  como el estimado en 802,  $\mathbf{y}_{VJ}$  es una señal de línea  $J_V$  introducida en el cancelador, e  $\tilde{\mathbf{y}}_{VS}$  es una señal proporcionada por el cancelador después de que la señal de línea  $S_V$  pase por el cancelador.

45 Después de estimar en 802 el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea  $S_V$  y la línea  $J_V$  hasta la línea  $J_V$  y el coeficiente de cancelación desde la línea  $S_L$  hasta la línea  $J_V$ , la línea  $J_V$  habilita precodificadores de enlace descendente y/o canceladores de enlace ascendente desde la línea  $S_V$  hasta la línea  $J_V$ , desde la línea  $J_V$  hasta la línea  $J_V$ , y desde la línea  $S_L$  hasta la línea  $J_V$ .

En la dirección de enlace descendente puede llevarse a cabo la siguiente precodificación:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{VJ} = \mathbf{P}_{VS-VJ} \mathbf{x}_{VS} + \mathbf{P}_{LS-VJ} \mathbf{x}_{LS} + \mathbf{P}_{VJ-VJ} \mathbf{x}_{VJ}$$

50 donde  $\mathbf{P}_{VS-VJ}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la línea  $S_V$  hasta la línea  $J_V$  como el estimado en 802,  $\mathbf{x}_{VS}$  es una señal de línea  $S_V$  introducida en el precodificador,  $\mathbf{P}_{LS-VJ}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la línea  $S_L$  hasta la línea  $J_V$  como el estimado en 802,  $\mathbf{x}_{LS}$  es una señal de línea  $S_L$  introducida en el precodificador,  $\mathbf{P}_{VJ-VJ}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la línea  $J_V$  hasta la línea  $J_V$  como el estimado en 802,  $\mathbf{x}_{VJ}$  es una señal de línea  $J_V$  introducida en el precodificador, y  $\tilde{\mathbf{x}}_{VJ}$  es una señal proporcionada por el precodificador después de que la señal de línea  $J_V$  pase por el precodificador.

60 En la dirección de enlace ascendente puede llevarse a cabo la siguiente cancelación de diafonía:

$$\tilde{\mathbf{y}}_{VJ} = \mathbf{W}_{VS-VJ} \mathbf{y}_{VS} + \mathbf{W}_{LS-VJ} \mathbf{y}_{LS} + \mathbf{W}_{VJ-VJ} \mathbf{y}_{VJ}$$

65 donde  $\mathbf{W}_{VS-VJ}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente desde la línea  $S_V$  hasta la línea  $J_V$  como el estimado en 802,  $\mathbf{y}_{VS}$  es una señal de línea  $S_V$  introducida en el cancelador,  $\mathbf{W}_{LS-VJ}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente desde la línea  $S_L$  hasta la línea  $J_V$  como el estimado en 802,  $\mathbf{y}_{LS}$  es

una señal de línea  $S_L$  introducida en el cancelador,  $\mathbf{W}_{VJ-VJ}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente desde la línea  $J_V$  hasta la línea  $J_V$  como el estimado en 802,  $\mathbf{y}_{VJ}$  es una señal de línea  $J_V$  introducida en el cancelador, e  $\tilde{\mathbf{y}}_{VJ}$  es una señal proporcionada por el cancelador después de que la señal de línea  $J_V$  pase por el cancelador.

Después de estimar en 804 el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea del subconjunto T hasta la línea de V, la línea de V habilita un precodificador y/o un cancelador de diafonía de enlace ascendente desde la línea de T hasta la línea de V. En la dirección de enlace descendente, el precodificador aplicado es como sigue:

$$\tilde{\mathbf{x}}_V = \mathbf{P}_{V-V} \mathbf{x}_V + \mathbf{P}_{LS-V} \mathbf{x}_{LS} + \mathbf{P}_{T-V} \mathbf{x}_T$$

donde  $\mathbf{P}_{V-V}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente entre las líneas V y puede obtenerse según el  $\mathbf{P}_{VS-VS}$  existente y los  $\mathbf{P}_{VS-VJ}$ ,  $\mathbf{P}_{VJ-VS}$  y  $\mathbf{P}_{VJ-VJ}$  estimados;  $\mathbf{P}_{LS-V}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la línea  $S_L$  hasta la línea V, y se obtiene según el  $\mathbf{P}_{LS-VS}$  existente y el  $\mathbf{P}_{LS-VJ}$  estimado;  $\mathbf{P}_{T-V}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la línea T hasta la línea V como el estimado en 804;  $\mathbf{x}_V$ ,  $\mathbf{x}_{LS}$  y  $\mathbf{x}_T$  son, respectivamente, señales de línea de V,  $S_L$  y T introducidas en el precodificador; y  $\tilde{\mathbf{x}}_V$  es una señal proporcionada por el precodificador después de que la señal de línea V pase por el precodificador.

En la dirección de enlace ascendente puede llevarse a cabo la siguiente cancelación de diafonía:

$$\tilde{\mathbf{y}}_V = \mathbf{W}_{V-V} \mathbf{y}_V + \mathbf{W}_{LS-V} \mathbf{y}_{LS} + \mathbf{W}_{T-V} \mathbf{y}_T$$

donde  $\mathbf{W}_{V-V}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente entre las líneas V y puede obtenerse según el  $\mathbf{W}_{VS-VS}$  existente y los  $\mathbf{W}_{VJ-VJ}$ ,  $\mathbf{W}_{VS-VJ}$  y  $\mathbf{W}_{VJ-VS}$  estimados;  $\mathbf{W}_{LS-V}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente desde la línea  $S_L$  hasta la línea V y puede obtenerse según el  $\mathbf{W}_{LS-VS}$  existente y el  $\mathbf{W}_{LS-VJ}$  estimado;  $\mathbf{W}_{T-V}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente desde la línea T hasta la línea V como el estimado en 803;  $\mathbf{y}_V$ ,  $\mathbf{y}_{LS}$  e  $\mathbf{y}_T$  son, respectivamente, señales de línea de V,  $S_L$  y T introducidas en el cancelador; e  $\tilde{\mathbf{y}}_V$  es una señal proporcionada por el cancelador después de que la señal de línea V pase por el cancelador.

En 802 se usa un algoritmo LMS para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $S_V$ ,  $S_L$  y  $J_V$  hasta  $J_V$ ; o, en función de los errores en múltiples ocasiones de información de respuesta de línea vectorizada, se aplica una fórmula en forma de la siguiente matriz, donde cada columna en  $\mathbf{X}$  y  $\mathbf{E}$  representa una ocasión de envío de una señal y el error correspondiente:

$$\mathbf{E}_{VJ} = \mathbf{H}_{VS-VJ} \mathbf{X}_{VS} + \mathbf{H}_{VJ-VJ} \mathbf{X}_{VJ} + \mathbf{H}_{LJ-VJ} \mathbf{X}_{LJ} + \mathbf{N}_{VJ}$$

Cabe señalar que se conocen  $\mathbf{E}_{VJ}$ ,  $\mathbf{X}_{VS}$ ,  $\mathbf{X}_{VJ}$ , y  $\mathbf{X}_{LJ}$ , que  $\mathbf{N}_{VJ}$  tiene un valor muy bajo y que puede aplicarse una estimación de probabilidad máxima o un procedimiento de mínimos cuadrados para estimar el coeficiente de cancelación de diafonía de extremo lejano desde  $S_V$ ,  $S_L$  y  $J_V$  con respecto a  $J_V$ ; o se aplica otro algoritmo a la estimación.

En 804 se usa un algoritmo LMS para estimar el coeficiente de cancelación desde T hasta  $S_V$ ; o, en función de los errores en múltiples ocasiones de información de respuesta de línea vectorizada, se aplica una fórmula en forma de la siguiente matriz, donde cada columna en  $\mathbf{X}$  y  $\mathbf{E}$  representa una ocasión de envío de una señal y el error correspondiente:

$$\mathbf{E}_{VS} = \mathbf{H}_{VS-VS} \mathbf{P}_{VS-VS} \mathbf{X}_{VS} + \mathbf{H}_{LS-VS} \mathbf{P}_{LS-VS} \mathbf{X}_{LS} + \mathbf{H}_{T-VS} \mathbf{X}_T + \mathbf{N}_{VS}$$

Asimismo,  $\mathbf{E}_{VS}$ ,  $\mathbf{X}_{VS}$ ,  $\mathbf{X}_{LS}$  y  $\mathbf{X}_T$  se conocen,  $\mathbf{N}_{VS}$  tiene un valor muy bajo y puede aplicarse una estimación de probabilidad máxima o un procedimiento de mínimos cuadrados para estimar el coeficiente de cancelación desde T hasta  $S_V$ ; o se aplica otro algoritmo a la estimación. Cuando se aplica el procedimiento anterior puede obtenerse un buen coeficiente de cancelación de diafonía desde la línea heredada hasta la línea vectorizada incluso si el símbolo de sincronización de la línea heredada no está alineado con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada; y cuando el símbolo de sincronización de algunas líneas heredadas está alineado con el símbolo de sincronización de las líneas vectorizadas, también pueden obtenerse coeficientes de cancelación de diafonía, aunque de menor precisión, desde la línea heredada hasta la línea vectorizada.

La VCE puede implementar una máquina de estados para controlar la inicialización de nuevas líneas para soportar líneas no vectorizadas. Las líneas en la fase de transmisión de datos constituyen en cualquier momento un conjunto S, y nuevas líneas que están actualmente en la fase de inicialización constituyen un conjunto J, donde S incluye un conjunto de líneas vectorizadas  $S_V$  y un conjunto de líneas heredadas  $S_L$ , y J incluye un conjunto de líneas

vectorizadas  $J_V$  y un conjunto de líneas heredadas  $J_L$ . La VCE puede llevar a cabo una transición de estados de la manera mostrada en la FIG. 9.

5 Cuando la VCE está en el estado S1, la VCE actualiza el estado actual de J regularmente o de manera irregular y lleva a cabo una transición de estados según el estado de J: si J es un conjunto vacío, es decir, ninguna línea se añade en este momento ni espera a estar en línea, no se sale del estado S1; si  $J_V$  no es un conjunto vacío, es decir, J incluye una línea vectorizada, el estado cambia al estado S2; si  $J_V$  es un conjunto vacío y  $J_L$  no es un conjunto vacío, es decir, J incluye solamente líneas heredadas, el estado cambia al estado S3.

10 Como puede observarse en la anterior consideración para la transición de estados, en el procesamiento de la máquina de estados, cuando una línea vectorizada y una línea heredada que están en el estado de inicialización coexisten, la línea vectorizada se inicializa primero.

15 Cuando la VCE está en el estado S2, la línea vectorizada en la fase de Inicialización se inicializa. En el proceso de inicialización, una nueva línea puede añadirse y debe inicializarse. La transición de estados puede llevarse a cabo según el estado de J en el sistema actual cada vez que concluya la inicialización de al menos una línea vectorizada; si J es un conjunto vacío, el estado cambia al estado S1; si  $J_V$  no es un conjunto vacío, no se sale del estado S2; y si  $J_V$  es un conjunto vacío y  $J_L$  no es un conjunto vacío, el estado cambia al estado S3.

20 Cuando la VCE está en el estado S3, la línea heredada se inicializa en la fase de Inicialización. En el proceso de inicialización, una nueva línea puede añadirse y debe inicializarse. La transición de estados puede llevarse a cabo según el estado de J en el sistema actual cada vez que concluya la inicialización de al menos una línea heredada; si J es un conjunto vacío, el estado cambia al estado S1; si  $J_V$  no es un conjunto vacío, el estado cambia al estado S2; y si  $J_V$  es un conjunto vacío y  $J_L$  no es un conjunto vacío, no se sale del estado S3.

25 A continuación se describe la máquina de estados de la FIG. 9 con referencia a un ejemplo específico. Después de que el sistema empiece a funcionar, en el tiempo  $t_0$ , no se añade ninguna línea y la máquina de estados funciona en el estado S1; y, en el tiempo  $t_1$ , si se añade una nueva línea, el valor de  $J_V$  cambia a  $J_{V1}$ , y el valor de  $J_L$  cambia a  $J_{L1}$  y, por lo tanto, el estado cambia a S2.

30 En el estado S2, la VTU-O correspondiente a las líneas  $J_{V1}$  puede controlarse de modo que las líneas  $J_{V1}$  sigan con el proceso de inicialización de manera simultánea o consecutiva. Aquí se supone que el proceso de inicialización continúa de manera simultánea. Una vez finalizada la inicialización, todas las líneas  $J_{V1}$  entran en la fase de transmisión de datos. En lo que respecta a las líneas  $J_{L1}$ , en el periodo después de que el proceso de inicialización continúe para las líneas  $J_{V1}$  de manera simultánea y antes de que todas las líneas  $J_{V1}$  entren en la fase de transmisión de datos, la VTU-O correspondiente a las líneas  $J_{L1}$  se controla para que impida el proceso de inicialización de las líneas  $J_{L1}$ .

35 Si una línea vectorizada  $S_{V1}$  en la fase de transmisión de datos ya existe en el sistema en el tiempo  $t_1$ , en el proceso de inicialización de  $J_{V1}$ , pueden estimarse el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{J_{V1}-S_{V1}}$  desde  $J_{V1}$  hasta la línea vectorizada  $S_{V1}$  que está actualmente en la fase de transmisión de datos, el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{S_{V1}-J_{V1}}$  desde  $S_{V1}$  hasta  $J_{V1}$  y el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{J_{V1}-J_{V1}}$  entre las líneas  $J_{V1}$ . Las  $J_{V1}$  entran en la fase de transmisión de datos tras concluir la inicialización. El  $C_{J_{V1}-S_{V1}}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $J_{V1}$  en la  $S_{V1}$ , el  $C_{S_{V1}-J_{V1}}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_{V1}$  en la  $J_{V1}$ , y el  $C_{J_{V1}-J_{V1}}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano entre las líneas  $J_{V1}$ .

40 Si una línea no vectorizada  $S_{L1}$  en la fase de transmisión de datos ya existe en el sistema en el tiempo  $t_1$ , en el proceso de inicialización de  $J_{V1}$ , el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{S_{L1}-J_{V1}}$  desde la  $S_{L1}$  hasta la  $J_{V1}$  puede estimarse en el proceso de inicialización de  $J_{V1}$ , donde el  $C_{S_{L1}-J_{V1}}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_{L1}$  en la  $J_{V1}$ .

45 En el proceso de inicialización de la  $J_{V1}$  no se inicializan otras líneas. Por lo tanto, las líneas vectorizadas y las líneas heredadas en la fase de transmisión de datos en el sistema no cambian hasta que no concluya la inicialización de las líneas  $J_{V1}$  y las líneas  $J_{V1}$  entren en la fase de transmisión de datos.

50 Después de inicializar las líneas  $J_{V1}$  y de que las líneas  $J_{V1}$  entren en la fase de transmisión de datos, a diferencia del tiempo  $t_1$ , en el tiempo  $t_2$  las líneas  $J_{V1}$  deben eliminarse de las líneas vectorizadas que están en la fase de Inicialización, y las líneas de  $J_{V1}$  se unen a las líneas vectorizadas que están en la fase de transmisión de datos, es decir, las  $S_{V2}$  en el tiempo  $t_2$  es un conjunto de unión de las  $S_{V1}$  y las  $J_{V1}$ . Si no se añade ninguna línea vectorizada nueva sino que se añade alguna línea heredada nueva en el periodo comprendido entre  $t_1$  y  $t_2$ ,  $J_{V2}$  es un conjunto vacío pero  $J_{L2}$  no es un conjunto vacío, y el estado debe cambiar a S3.

55 En el estado S3, la VCE puede seleccionar de manera aleatoria un grupo de líneas T a partir de  $J_{L2}$  para llevar a cabo una inicialización adicional, donde T necesita incluir un número apropiado de líneas. Preferiblemente, pueden seleccionarse 1 o 2 líneas para una inicialización adicional. En el periodo desde el inicio de la inicialización adicional

de T hasta que T entra totalmente en la fase de transmisión de datos no pueden inicializarse otras líneas. Se controla que no se lleve a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en el estado de inicialización, excepto las de T, hasta que T entre totalmente en la fase de transmisión de datos. El coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T-SV2}$  desde T hasta  $S_{V2}$  puede estimarse antes de que T entre en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{T-SV2}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por T en  $S_{V2}$ . Si el número de líneas en  $J_{L2}$  es mayor que el número de líneas en T, en el proceso de iniciación adicional de T, la VCE controla que la VTU-O correspondiente a las líneas no atribuidas a T en  $J_{L2}$  impida una inicialización adicional de las líneas heredadas y, además, controla que la VTU-O correspondiente a las líneas de T haga que las líneas de T actuales sigan en el proceso de inicialización simultáneamente. Sin embargo, la inicialización de líneas puede fallar. La línea que no puede inicializarse puede permanecer en el estado de Inicialización y volver a inicializarse en el momento adecuado. Para no alargar la descripción, esta forma de realización supone que todas las líneas pueden inicializarse con éxito. Un experto en la técnica puede saber cómo gestionar el escenario de fallo en la inicialización según esta forma de realización.

En el proceso de inicialización de T finaliza la no inicialización de otras líneas. Por lo tanto, las líneas vectorizadas y las líneas heredadas en la fase de transmisión de datos en el sistema no cambian hasta que no concluya la inicialización de las líneas de T y las líneas de T entren en la fase de transmisión de datos.

Después de que las líneas de T entren en la fase de transmisión de datos, a diferencia del tiempo  $t_2$ , en el tiempo  $t_3$ , donde T se elimina de las líneas no vectorizadas que están en la fase de Inicialización, las líneas no vectorizadas que está en la fase de Inicialización cambian a  $J_{L3}$ ; y, con el T añadido a las líneas no vectorizadas que están en la fase de transmisión de datos, las líneas no vectorizadas que están en la fase de transmisión de datos cambian a  $S_{L3}$ . Si todas las líneas  $J_{L2}$  entran en la fase de transmisión de datos en el tiempo  $t_3$  y ninguna línea nueva se añade entre  $t_2$  y  $t_3$ , es decir,  $J_{L3}$  es un conjunto vacío y  $J_{V3}$  es un conjunto vacío, el estado cambia al estado S1; si hay alguna línea en  $J_{L3}$  y  $J_{V3}$  es un conjunto vacío, entonces, según el procedimiento descrito anteriormente, un grupo de líneas T que están en la fase de Unión se seleccionan para inicializarse adicionalmente y no se sale del estado S3; y si hay una línea nueva y  $J_{V3}$  no es un conjunto vacío, el estado cambia al estado S2.

Como se muestra en la FIG. 10, otro ejemplo para soportar una línea no vectorizada según una forma de realización de la presente invención incluye las siguientes etapas:

1001. La VCE determina los conjuntos de líneas  $S_V$ ,  $S_L$ ,  $J_V$  y  $J_L$  en el instante actual.

En un instante de tiempo específico puede determinarse en primer lugar cada conjunto de líneas en cada fase. Cada uno de los cuatro conjuntos puede estar vacío, pero al menos uno de entre  $J_V$  y  $J_L$  no está vacío. En el ejemplo de la FIG. 10, se supone que ninguno de los cuatro conjuntos está vacío. Según esta forma de realización, un experto en la técnica puede obtener fácilmente el procedimiento de procesamiento en caso de que un conjunto o de que determinados conjuntos estén vacíos. En esta forma de realización, se supone que después de que  $S_V$ ,  $S_L$ ,  $J_V$  y  $J_L$  se determinen en 1001 y antes de que la inicialización de todas las líneas de  $J_L$  finalice en 1004, ninguna línea nueva se añade ni espera su inicialización durante este periodo.

1002. Continuar la inicialización de las líneas de  $J_L$ . Puede seleccionarse un subconjunto T de  $J_L$  y una inicialización adicional de T se lleva a cabo de manera controlada. Antes de que T entre en la fase de transmisión de datos, se estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde T hasta  $S_V$ , y T cambia de estado para entrar en la fase de transmisión de datos después de concluir la inicialización. En el periodo tras la reanudación de la inicialización de T y antes de que T entre en la fase de transmisión de datos, otras líneas de  $J_L$  se obstruyen, es decir, no se realiza ninguna inicialización adicional para otras líneas de  $J_L$  hasta que T entre totalmente en la fase de transmisión de datos. Una vez concluida la inicialización de T, el conjunto de líneas  $S_L$  se actualiza a un conjunto de unión de  $S_L$  y T determinado en 1001 y el conjunto de líneas  $J_L$  se actualiza a un conjunto donde T se ha eliminado del conjunto  $J_L$  original. Si aún quedan otras líneas en  $J_L$ , el proceso anterior en esta etapa se repite hasta que  $J_L$  esté vacío.

Para garantizar el efecto de inicialización, el subconjunto T seleccionado cada vez debe incluir un número apropiado de líneas y, preferiblemente, incluir 1 o 2 líneas.

1003. Continuar el proceso de inicialización de  $J_V$ . En el proceso de inicialización de  $J_V$  se estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $J_V$  hasta  $S_V$ , el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $S_V$  hasta  $J_V$  y el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $J_V$  hasta  $J_V$ , es decir, el coeficiente de diafonía de extremo lejano entre las líneas  $J_V$ , donde  $J_V$  entra en la fase de transmisión de datos después de concluir la inicialización. Actualizar el conjunto de líneas, donde el conjunto  $S_V$  actualizado es un conjunto de unión de los conjuntos  $S_V$  y  $J_V$  actualizados anteriormente. Cuando se estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano entre las líneas vectorizadas, la diafonía desde la línea  $S_L$  hasta la línea  $J_V$  puede tratarse como ruido de fondo.

1004. Estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde  $S_L$  hasta  $J_V$  y actualizar el conjunto de líneas  $J_V$  a un conjunto vacío.

A continuación se describe una aplicación específica del coeficiente de diafonía de extremo lejano estimado usando como ejemplo el escenario para soportar una línea no vectorizada mostrado en la FIG. 10. Después de estimar en 1002 el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea T hasta la línea S<sub>V</sub>, un precodificador y/o un cancelador de diafonía de enlace ascendente pueden habilitarse para cancelar la diafonía desde la línea S<sub>V</sub> hasta la línea T.

En la dirección de enlace descendente se aplica la siguiente precodificación:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{VS} = \mathbf{P}_{VS-VS} \mathbf{x}_{VS} + \mathbf{P}_{LS-VS} \mathbf{x}_{LS} + \mathbf{P}_{T-VS} \mathbf{x}_T$$

donde  $\mathbf{P}_{VS-VS}$ ,  $\mathbf{P}_{LS-VS}$  y  $\mathbf{P}_{T-VS}$  son coeficientes de diafonía de extremo lejano de enlace descendente desde la línea S<sub>V</sub>, la línea S<sub>L</sub> y la línea T hasta la línea S<sub>V</sub>, respectivamente;  $\mathbf{P}_{T-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente estimado;  $\mathbf{x}_{VS}$ ,  $\mathbf{x}_{LS}$  y  $\mathbf{x}_T$  son señales de línea S<sub>V</sub>, S<sub>L</sub> y T introducidas en el precodificador, respectivamente; y  $\tilde{\mathbf{x}}_{VS}$  es una señal proporcionada por el precodificador después de que la señal de línea S<sub>V</sub> pase por el precodificador.

En la dirección de enlace ascendente, la diafonía puede cancelarse usando el siguiente procedimiento:

$$\tilde{\mathbf{y}}_{VS} = \mathbf{W}_{VS-VS} \mathbf{y}_{VS} + \mathbf{W}_{LS-VS} \mathbf{y}_{LS} + \mathbf{W}_{T-VS} \mathbf{y}_T$$

donde  $\mathbf{W}_{VS-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente existente entre las líneas S<sub>V</sub>,  $\mathbf{y}_{VS}$  es una señal de línea S<sub>V</sub> introducida en el cancelador,  $\mathbf{W}_{LS-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente existente desde la línea S<sub>L</sub> hasta la línea S<sub>V</sub>,  $\mathbf{y}_{LS}$  es una señal de línea S<sub>L</sub> introducida en el cancelador,  $\mathbf{W}_{T-VS}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente estimado desde T hasta la línea S<sub>V</sub>,  $\mathbf{y}_T$  es una señal de línea T introducida en el cancelador, e  $\tilde{\mathbf{y}}_{VS}$  es una señal proporcionada por el cancelador después de que la señal de línea S<sub>V</sub> pase por el cancelador.

Después de que los coeficientes de diafonía de extremo lejano desde la línea J<sub>V</sub> hasta todas las líneas S<sub>V</sub> se estimen en 1003, un precodificador y/o un cancelador de diafonía de enlace ascendente pueden habilitarse para cancelar la diafonía desde la línea S<sub>V</sub> hasta la línea J<sub>V</sub>, y un precodificador y/o un cancelador de diafonía de enlace ascendente pueden habilitarse para cancelar la diafonía desde la línea J<sub>V</sub> hasta la línea S<sub>V</sub>. En este caso, la cancelación de enlace ascendente y de enlace descendente de la línea S<sub>V</sub> es como sigue:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{VS} = \mathbf{P}_{VS-VS} \mathbf{x}_{VS} + \mathbf{P}_{LS-VS} \mathbf{x}_{LS} + \mathbf{P}_{VJ-VS} \mathbf{x}_{VJ}, e$$

$$\tilde{\mathbf{y}}_{VS} = \mathbf{W}_{VS-VS} \mathbf{y}_{VS} + \mathbf{W}_{LS-VS} \mathbf{y}_{LS} + \mathbf{W}_{VJ-VS} \mathbf{y}_{VJ},$$

Puesto que el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea S<sub>L</sub> hasta J<sub>V</sub> no se estima por el momento, la cancelación de enlace ascendente y de enlace descendente de la línea J<sub>V</sub> es como sigue:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{VJ} = \mathbf{P}_{VS-VJ} \mathbf{x}_{VS} + \mathbf{P}_{VJ-VJ} \mathbf{x}_{VJ}, e$$

$$\tilde{\mathbf{y}}_{VJ} = \mathbf{W}_{VS-VJ} \mathbf{y}_{VS} + \mathbf{W}_{VJ-VJ} \mathbf{y}_{VJ},$$

Después de que el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea S<sub>L</sub> hasta la línea J<sub>V</sub> y el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea J<sub>L</sub> hasta la línea J<sub>V</sub> se estimen en 1004, un precodificador y/o un cancelador de diafonía de enlace ascendente pueden habilitarse para cancelar la diafonía desde la línea J<sub>V</sub> hasta la línea S<sub>L</sub>, y un precodificador y/o un cancelador de diafonía de enlace ascendente pueden habilitarse para cancelar la diafonía en la línea J<sub>L</sub>. En este caso, la cancelación de enlace ascendente y de enlace descendente de la línea J<sub>V</sub> es como sigue:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{VJ} = \mathbf{P}_{VS-VJ} \mathbf{x}_{VS} + \mathbf{P}_{LS-VJ} \mathbf{x}_{LS} + \mathbf{P}_{VJ-VJ} \mathbf{x}_{VJ}, e$$

$$\tilde{\mathbf{y}}_{VJ} = \mathbf{W}_{VS-VJ} \mathbf{y}_{VS} + \mathbf{W}_{LS-VJ} \mathbf{y}_{LS} + \mathbf{W}_{VJ-VJ} \mathbf{y}_{VJ},$$

Los significados de los parámetros de las fórmulas anteriores pueden obtenerse según la descripción anterior y no se describen de nuevo en el presente documento.

La VCE puede implementar una máquina de estados para controlar la inicialización de nuevas líneas para soportar líneas no vectorizadas. Las líneas en la fase de transmisión de datos constituyen en cualquier momento un conjunto S, y nuevas líneas que están actualmente en la fase de Inicialización constituyen un conjunto J, donde S incluye un

conjunto de líneas vectorizadas  $S_V$  y un conjunto de líneas heredadas  $S_L$ , y J incluye un conjunto de líneas vectorizadas  $J_V$  y un conjunto de líneas heredadas  $J_L$ . La VCE puede llevar a cabo una transición de estados de la manera mostrada en la FIG. 11.

5 Cuando la VCE está en el estado T1, la VCE actualiza el estado actual de J regularmente o de manera irregular y lleva a cabo una transición de estados según el estado de J: si J es un conjunto vacío, es decir, ninguna línea se añade en este momento ni espera a estar en línea, no se sale del estado T1; si  $J_L$  no es un conjunto vacío, es decir, J incluye una línea heredada, el estado cambia al estado T2; si  $J_L$  es un conjunto vacío y  $J_V$  no es un conjunto vacío, es decir, J incluye solamente líneas vectorizadas, el estado cambia al estado T3.

10 A partir de la anterior consideración para la transición de estados puede observarse que en la máquina de estados, cuando una línea vectorizada y una línea heredada que están en el estado de Unión coexisten, la línea heredada se inicializa primero.

15 Cuando la VCE está en el estado T2, la línea heredada se inicializa en la fase de Inicialización. En el proceso de inicialización, una nueva línea puede añadirse y debe inicializarse. La transición de estados puede llevarse a cabo cada vez según el estado de J en el sistema actual después de concluir la inicialización de al menos una línea heredada; si J es un conjunto vacío, el estado cambia al estado T1; si  $J_L$  no es un conjunto vacío, no se sale del estado T2; y si  $J_L$  es un conjunto vacío y  $J_V$  no es un conjunto vacío, el estado cambia al estado T3.

20 Cuando la VCE está en el estado T3, la línea vectorizada se inicializa en la fase de Inicialización. En el proceso de inicialización, una nueva línea puede añadirse y debe inicializarse. La transición de estados puede llevarse a cabo cada vez según el estado de J en el sistema actual después de concluir la inicialización de al menos una línea vectorizada; si J es un conjunto vacío, el estado cambia al estado T1; si  $J_L$  no es un conjunto vacío, el estado cambia al estado T2; y si  $J_L$  es un conjunto vacío y  $J_V$  no es un conjunto vacío, no se sale del estado T3.

A continuación se describe la máquina de estados de la FIG. 11 con referencia a un ejemplo específico.

30 Después de que el sistema empiece a funcionar, en el tiempo  $t_0$ , no se añade ninguna línea, y la máquina de estados funciona en el estado T1; y, en el tiempo  $t_1$ , una nueva línea se añade a las líneas que están en la fase de inicialización, el valor de  $J_L$  cambia a  $J_{L1}$ , y el valor de  $J_V$  cambia a  $J_{V1}$  y, por lo tanto, el estado cambia a T2. La línea vectorizada en la fase de transmisión de datos en el tiempo  $t_1$  es  $S_{V1}$ .

35 En el estado T2, la VCE puede seleccionar de manera aleatoria un grupo de líneas T a partir de  $J_{L1}$  para llevar a cabo una inicialización adicional, donde T necesita incluir un número apropiado de líneas. Preferiblemente, pueden seleccionarse 1 o 2 líneas para la inicialización. En el periodo tras la reanudación de la inicialización de T y antes de que T entre en la fase de transmisión de datos, debe impedirse el proceso de inicialización para otras líneas, es decir, no se realiza ninguna inicialización adicional para otras líneas que ya estén en la fase de Inicialización. Antes de que T entre en la fase de transmisión de datos, se estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T-SV1}$  desde T hasta la línea vectorizada  $S_{V1}$  que está actualmente en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{T-SV1}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por T en  $S_{V1}$ . Una vez concluida la inicialización, T entra en la fase de transmisión de datos. Si el número de líneas en  $J_{L1}$  es mayor que el número de líneas en T, en el periodo de iniciación de T, la VCE controla que la VTU-O correspondiente a las líneas no atribuidas a T en  $J_{L1}$  impida una inicialización adicional de las líneas y, además, controla que la VTU-O correspondiente a las líneas T haga que las líneas T actuales sigan en el proceso de inicialización simultáneamente. Además, en el periodo de inicialización de T, también se impide la inicialización de líneas  $J_{V1}$ , es decir, no se realiza ninguna inicialización adicional para las líneas  $J_{V1}$ .

50 En el proceso de inicialización de T finaliza la no inicialización de otras líneas. Por lo tanto, las líneas vectorizadas y las líneas heredadas en la fase de transmisión de datos en el sistema no cambian hasta que no concluya la inicialización de las líneas T y las líneas T entren en la fase de transmisión de datos.

55 Después de que las líneas T entren en la fase de transmisión de datos, a diferencia del tiempo  $t_1$ , en el tiempo  $t_2$ , donde T se ha eliminado de las líneas no vectorizadas que están en la fase de Inicialización, las líneas no vectorizadas que están en la fase de Inicialización cambian a  $J_{L2}$ ; y, con el conjunto T añadido a las líneas no vectorizadas que están en la fase de transmisión de datos, las líneas no vectorizadas que están en la fase de transmisión de datos cambian a  $S_{L2}$ . Si todas las líneas  $J_{L1}$  entran en la fase de transmisión de datos en el tiempo  $t_2$  y ninguna línea nueva se añade entre  $t_1$  y  $t_2$ , es decir,  $J_{L2}$  es un conjunto vacío y  $J_{V2}$  es un conjunto vacío, el estado cambia al estado T1; si hay alguna línea en  $J_{L2}$ , entonces, según el procedimiento descrito anteriormente, otro grupo de líneas T que están en la fase de Inicialización se seleccionan para inicializarse adicionalmente, y no se sale del estado T2; y si  $J_{L2}$  pasa a ser un conjunto vacío y  $J_{V2}$  no es un conjunto vacío, el estado cambia al estado T3.

60 En el estado T3, la VTU-O correspondiente a las líneas  $J_{V2}$  se controla de modo que las líneas  $J_{V2}$  entren en el proceso de inicialización de manera simultánea. Una vez concluida la inicialización, todas las líneas  $J_{V2}$  entran en la fase de transmisión de datos.

65

5 Si una línea vectorizada  $S_{V2}$  en la fase de transmisión de datos ya existe en el sistema en el tiempo  $t2$ , en el proceso de inicialización de  $J_{V2}$ , pueden estimarse el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{JV2-SV2}$  desde  $J_{V2}$  hasta la línea vectorizada  $S_{V2}$  que está actualmente en la fase de transmisión de datos, el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SV2-JV2}$  desde  $S_{V2}$  hasta  $J_{V2}$  y el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{JV2-JV2}$  entre las líneas  $J_{V2}$ . Las líneas  $J_{V2}$  entran en la fase de transmisión de datos tras concluir la inicialización. El  $C_{JV2-SV2}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $J_{V2}$  en la  $S_{V2}$ , el  $C_{SV2-JV2}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_{V2}$  en la  $J_{V2}$  y el  $C_{JV2-JV2}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano entre las líneas  $J_{V2}$ .

10 En el proceso de inicialización de  $J_{V2}$  puede estimarse el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SL2-JV2}$  desde  $S_{L2}$  hasta  $J_{V2}$ , donde el  $C_{SL2-JV2}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_{L2}$  en la  $J_{V2}$ .

15 En el proceso de inicialización de  $J_{V2}$  finaliza la no inicialización de otras líneas. Por lo tanto, en el periodo desde el tiempo  $t2$  hasta el tiempo en que finaliza la inicialización de las líneas  $J_{V2}$  y las líneas  $J_{V2}$  entran en la fase de transmisión de datos, las líneas vectorizadas y las líneas heredadas en la fase de transmisión de datos en el sistema no cambian.

20 Después de finalizar la inicialización de las líneas  $J_{V2}$  y de que las líneas  $J_{V2}$  entren en la fase de transmisión de datos, a diferencia del tiempo  $t2$ , en el tiempo  $t3$  las líneas  $J_{V2}$  se eliminan de las líneas vectorizadas que están en la fase de Unión, y las líneas  $J_{V2}$  se unen a las líneas vectorizadas que están en la fase de transmisión de datos, es decir, las  $S_{V3}$  en el tiempo  $t3$  es un conjunto de unión de  $S_{V2}$  y  $J_{V2}$ . Si una nueva línea heredada se añade durante el periodo comprendido entre  $t2$  y  $t3$ ,  $J_{L3}$  no es un conjunto vacío y el estado debe cambiar a T2. Una forma de realización de la presente invención proporciona un aparato para soportar una línea no vectorizada. Como se muestra mediante el número de referencia 1200 en la FIG. 12, el aparato incluye:

25 una unidad de selección de línea no vectorizada 1201, configura para seleccionar  $n$  líneas no vectorizadas  $T_L$  a partir de líneas que están en una fase de inicialización, donde  $n$  es un entero mayor o igual que 1;  
 30 una unidad de control de inicialización de línea no vectorizada 1203, configurada para controlar que no se lleve a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , hasta que la  $T_L$  entre totalmente en una fase de transmisión de datos; y  
 una unidad de estimación de coeficiente de diafonía de extremo lejano de línea no vectorizada 1205, configurada para estimar, antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos, un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de  
 35 transmisión de datos, donde el  $C_{TL-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_L$  en la  $S_V$ .

Además, el aparato mostrado mediante el número de referencia 1200 puede incluir:

40 una unidad de inicialización de línea vectorizada 1207, configurada para controlar la inicialización de al menos una línea vectorizada  $T_V$  en las líneas que están en la fase de inicialización; y  
 una unidad de estimación de coeficiente de diafonía de extremo lejano de línea vectorizada 1209, configurada para estimar, antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SL-TV}$  desde la línea no vectorizada  $S_L$  que está actualmente en la fase de transmisión de  
 45 datos hasta la  $T_V$ , y un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TV-TV}$  entre las líneas  $T_V$ , donde el  $C_{SL-TV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_L$  en la  $T_V$ , y el  $C_{TV-TV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano entre las líneas  $T_V$ .

50 La unidad de estimación de coeficiente de diafonía de extremo lejano de línea vectorizada 1209 está configurada además para estimar, antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TV-SV}$  desde la  $T_V$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está actualmente en la fase de transmisión de datos y un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SV-TV}$  desde la  $S_V$  hasta la  $T_V$ , donde el  $C_{TV-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_V$  en la  $S_V$ , y el  $C_{SV-TV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_V$  en la  $T_V$ .  
 55

El aparato mostrado mediante el número de referencia 1200 puede implementarse en la VCE, y la VCE controla la VTU-O-v correspondiente a la línea vectorizada y la VTU-O-I correspondiente a la línea heredada de manera unificada de manera que la VTU-O-v y la VTU-O-I puedan llevar a cabo el proceso de inicialización en un determinado orden para las líneas conectadas a las mismas, y puede usar las interfaces descritas posteriormente para llevar a cabo funciones relacionadas con el cálculo del coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada. Mediante un control uniforme ejercido por la VCE, las líneas heredadas en la fase de Inicialización y/o las líneas vectorizadas en la fase de Inicialización finalizan el proceso de inicialización en un orden determinado.  
 60  
 65

En la forma de realización de la presente invención debe estimarse el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde una línea no vectorizada hasta una línea vectorizada. Para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada, el símbolo de la línea heredada puede sincronizarse con el símbolo de la línea vectorizada, lo que puede completarse mediante la VTU-O controlando la alineación de símbolos transmitidos de enlace descendente entre la línea heredada y la línea vectorizada. En el sistema VDSL2 actual, un valor de avance de tiempo TA apropiado puede fijarse para lograr la sincronización de símbolos de enlace ascendente recibidos por la VTU-O entre la línea heredada y la línea vectorizada.

Además, la VCE necesita controlar la línea heredada y la línea vectorizada de manera unificada para controlar el proceso de inicialización de la línea heredada y el proceso de inicialización de la línea heredada y de la línea vectorizada en un determinado orden, y estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada de la manera más rápida y precisa posible.

Además, para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada de la manera más precisa posible, las señales enviadas por la línea heredada en el símbolo de sincronización de la línea vectorizada deben aleatorizarse lo máximo posible.

Sin embargo, en el símbolo de sincronización de la línea heredada, la línea heredada modula una trama de sincronización compuesta por todo ceros o todo unos. La trama de sincronización se invierte, es decir, pasa de todo ceros a todo unos o de todo unos a todo ceros solamente cuando se usa para señalar una indicación de tiempo válida de reconfiguración en línea enviada por una VTU homóloga y, por lo tanto, las señales de enlace descendente enviadas o las señales de enlace ascendente recibidas por la línea heredada en su símbolo de sincronización están muy poco aleatorizadas. En la dirección de enlace descendente, para evitar el uso de señales muy poco aleatorizadas que se envían por la línea heredada en su símbolo de sincronización, la VCE puede controlar las posiciones del símbolo de sincronización de la línea heredada en la dirección de enlace descendente de manera unificada para conseguir una no alineación entre el símbolo de sincronización de la línea heredada y el símbolo de sincronización de la línea vectorizada (las posiciones de los símbolos de sincronización de todas las líneas vectorizadas son idénticas). En la dirección de enlace ascendente, la VCE apenas puede controlar la no alineación entre el símbolo de sincronización de la línea heredada y el símbolo de sincronización de la línea vectorizada.

Independientemente de que la VCE controle las posiciones de símbolos de sincronización de enlace descendente o de enlace ascendente de la línea heredada para impedir que el símbolo de sincronización se alinee con el símbolo de sincronización de enlace descendente o de enlace ascendente de la línea vectorizada en la misma dirección, la forma de realización de la presente invención demostrará que bajo un control no forzado, es decir, con la condición de que el símbolo de sincronización de la línea heredada esté alineado con uno cualquiera de los 257 símbolos, en concreto 256 símbolos de datos y 1 símbolo de sincronización, en una hipertrama de la línea vectorizada con la misma probabilidad, el símbolo de sincronización de la línea heredada no está alineado con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada en la mayoría de casos en la dirección de enlace descendente y/o en la dirección de enlace ascendente. En este caso, la señal de dominio de frecuencia existente en la línea heredada y correspondiente al instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada puede ser un símbolo de sincronización o un símbolo de datos, sin tener que ser forzosamente un símbolo que no es de sincronización.

En la dirección de enlace descendente o en la dirección de enlace ascendente, la VDSL2 y el sistema de DSL vectorizada insertan un símbolo de sincronización cada 256 símbolos de datos de manera cíclica, siendo la longitud de tiempo de los símbolos de datos igual a la longitud de tiempo de los símbolos de sincronización y estando alineados los símbolos de sincronización de todas las DSL vectorizadas. Por lo tanto, para cualquier dirección, cuando el número total de líneas heredadas en la fase de transmisión de datos, la fase de inicialización y la fase de unión en el sistema actual es  $N$ , la probabilidad  $P_k$  de alineación entre los símbolos de sincronización de  $k$  o más líneas heredadas y los símbolos de sincronización de las líneas vectorizadas es:

$$P_k = \sum_{i=k}^N C_N^i \cdot \left(\frac{1}{257}\right)^i \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-i}$$

Tras realizar determinados cálculos se obtiene la siguiente tabla:

$N$	$P_2$	$P_3$
39	10,2‰	0,48‰
50	16,4‰	1‰
92	50,3‰	5,7‰
100	58,3‰	7,2‰
113	72,2‰	10‰
137	100,1‰	16,8‰

$N$	$P_2$	$P_3$
150	116,3‰	21,3‰
200	183,2‰	44‰

En primer lugar, la deficiente aleatorización de las señales enviadas en los símbolos de sincronización alineados de las líneas heredadas puede afectar a la precisión de la estimación del coeficiente de diafonía de extremo lejano desde las líneas heredadas hasta las líneas vectorizadas solo cuando los símbolos de sincronización en cualquier dirección de dos o más líneas heredadas están alineados con los símbolos de sincronización de las líneas vectorizadas. Como puede observarse a partir de la tabla anterior, cuando el número de líneas heredadas en el sistema actual no es mayor que 100, la probabilidad del efecto anterior no es superior al 6%; y cuando el número de líneas heredadas en el sistema actual no es superior a 50, la probabilidad del efecto anterior no es superior al 2%. Por lo tanto, a partir del análisis anterior puede obtenerse que la alineación entre los símbolos de sincronización de dos o más líneas heredadas y los símbolos de sincronización de las líneas vectorizadas es un evento de baja probabilidad.

En segundo lugar, si los símbolos de sincronización de  $k$  líneas heredadas (donde  $k$  es superior o igual a 2) están alineados con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada, la precisión en  $K$  columnas se verá afectada cuando la VCE estime el coeficiente de canal de diafonía desde la línea heredada hasta la línea vectorizada. Con referencia al análisis de probabilidad, si hay  $N$  líneas heredadas en el sistema, el número  $K$  de columnas cuya precisión de coeficiente de canal de diafonía se ve afectada por término medio es:

$$\begin{aligned}
 K &= \sum_{i=2}^N \left[ C_N^i \cdot \left(\frac{1}{257}\right)^i \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-i} \cdot i \right] \\
 &= \sum_{i=1}^N \left[ C_N^i \cdot \left(\frac{1}{257}\right)^i \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-i} \cdot i \right] - C_N^1 \cdot \left(\frac{1}{257}\right)^1 \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-1} \cdot 1 \\
 &= \frac{N}{257} \cdot \sum_{i=1}^N \left[ C_{N-1}^{i-1} \cdot \left(\frac{1}{257}\right)^{i-1} \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-1-(i-1)} \right] - \frac{N}{257} \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-1} \\
 &= \frac{N}{257} \cdot \sum_{j=0}^{N-1} \left[ C_{N-1}^j \cdot \left(\frac{1}{257}\right)^j \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-1-j} \right] - \frac{N}{257} \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-1} \\
 &= \frac{N}{257} - \frac{N}{257} \cdot \left(\frac{256}{257}\right)^{N-1} \\
 &= \frac{N}{257} \cdot \left[ 1 - \left(\frac{256}{257}\right)^{N-1} \right]
 \end{aligned}$$

Para un número total  $N$  de líneas heredadas, el número medio de columnas  $K$  afectadas es el siguiente:

$N$	$K$
30	0,0125
50	0,0338
100	0,1246
150	0,2572
200	0,4200
347	0,9998
348	1,0040

Como se observa a partir de la tabla anterior, cuando el número total de líneas heredada no es mayor que 347, el número de columnas con la precisión de estimación afectada del coeficiente de canal de diafonía es, por término medio, inferior a 1. En una aplicación práctica, en vista de la capacidad de soporte del sistema, el número total de usuarios accedidos, la asignación de todos los usuarios que usan los servicios de VDSL2 habitual no vectorizada y los servicios de DSL vectorizada, y la relación de convergencia en línea de usuarios que usan los servicios de VDSL2 habitual,  $N$  no es, por lo general, mayor que 50.

En tercer lugar, usando un procedimiento de estimación apropiado, tal como el algoritmo de mínimo error cuadrático medio (LMS), la tasa de líneas vectorizadas puede seguir aumentando usando el coeficiente de diafonía de extremo lejano estimado.

5 En resumen, incluso si la VCE no controla si el símbolo de sincronización de la línea heredada en cualquier dirección está alineado o no con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada, es decir, no se controla la alineación entre el símbolo de sincronización de la línea heredada y el símbolo de sincronización de la línea vectorizada, es muy poco probable que los símbolos de sincronización de dos o más líneas heredadas estén alineados con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada y cuando la VCE estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde tales líneas heredadas hasta la línea vectorizada, solo se ve afectado el grado de precisión. Por término medio, cuando el número total de líneas en el sistema no es mayor que 347, el número de columnas con la precisión de estimación afectada del coeficiente de canal de diafonía es inferior a 1. Por lo tanto, aplicando la forma de realización de la presente invención, en cualquier dirección, la VCE puede seguir estimando el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada de manera eficaz.

15 La FIG. 13 muestra un sistema de DSL vectorizada según una forma de realización de la presente invención. El sistema incluye  $n$  líneas vectorizadas, donde  $n$  es superior o igual a 1. La VTU-O correspondiente a la línea vectorizada  $k$  ( $k=1, \dots, n$ ) se denota como VTU-O- $v_k$ . La VCE está conectada a la VTU-O- $v_k$  a través de una interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $v_k$  y controla la VTU-O- $v_k$ .

20 La VTU-O de cada línea vectorizada está conectada a la VTU-O de otras líneas vectorizadas, donde la VTU-O- $v_i$  correspondiente a la línea  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ) está conectada a la VTU-O- $v_j$  correspondiente a la línea  $j$  ( $j=1, \dots, n$ ;  $j \neq i$ ) a través de una interfaz  $\epsilon$ - $v_i$ - $v_j$ , y transmite las señales de la línea  $i$  para cancelar la diafonía de la línea  $j$ .

25 El sistema incluye  $m$  líneas heredadas, donde  $m$  es superior o igual a 1. La VTU-O correspondiente a la línea heredada  $k$  ( $k=1, \dots, m$ ) se denota como VTU-O- $l_k$ . La VCE está conectada a la VTU-O- $l_k$  a través de una interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $l_k$  y controla la VTU-O- $l_k$ ; y la VCE controla la línea heredada a través de la VTU-O- $l_k$ .

30 La VCE no controla si el símbolo de sincronización de la línea heredada está alineado con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y la VTU-O- $l_k$  transmite una señal enviada y una señal recibida de la línea heredada en el dominio de frecuencia en el instante de tiempo de símbolo de sincronización de la línea vectorizada a la VCE a través de la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $l_k$ .

35 La VTU-O- $v_i$  envía una muestra de error del símbolo de sincronización de cada línea vectorizada a la VCE a través de la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $v_i$  ( $i=1, \dots, n$ ).

40 La VCE estima el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada usando la señal enviada y la señal recibida de la línea heredada en el dominio de frecuencia en el instante de tiempo de símbolo de sincronización de la línea vectorizada y la muestra de error correspondiente al símbolo de sincronización de la línea vectorizada.

La VCE envía el coeficiente de diafonía de extremo lejano estimado a la VTU-O- $v_i$  correspondiente a través de la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $v_i$  ( $i=1, \dots, n$ ).

45 La VTU-O de cada línea heredada interactúa con la VTU-O de cada línea vectorizada, donde la interfaz entre la VTU-O- $l_i$  correspondiente a la línea heredada  $i$  ( $i=1, \dots, m$ ) y la VTU-O- $v_j$  correspondiente a la línea vectorizada  $j$  ( $j=1, \dots, n$ ) es  $\epsilon$ - $l_i$ - $v_j$ , y la VTU-O- $l_i$  transmite la señal enviada y la señal recibida en el dominio de frecuencia en la línea heredada  $i$  a la VTU-O- $v_j$  a través de la interfaz  $\epsilon$ - $l_i$ - $v_j$ .

50 La VTU-O- $v_i$  usa el coeficiente de diafonía de extremo lejano recibido y la señal enviada y la señal recibida en el dominio de frecuencia en la línea heredada  $i$  para cancelar la diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada.

55 La VTU-O- $v_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) usa la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $v_i$  y la VTU-O- $l_j$  ( $j=1, \dots, m$ ) usa la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $l_j$  para notificar a la VCE si el CPE usado por la línea conectada es un CPE vectorizado que soporta la norma de DSL vectorizada o un CPE heredado que no soporta la norma de DSL vectorizada. La VCE puede identificar la información notificada por la VTU-O, es decir, la información que indica si el CPE soporta la norma de DSL vectorizada.

60 A través de la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $v_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) y la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $l_j$  ( $j=1, \dots, m$ ), la VCE controla la sincronización entre el símbolo de enlace descendente enviado por la VTU-O- $v_i$  de la línea vectorizada  $i$  y el símbolo de enlace descendente enviado por la VTU-O- $l_j$  de la línea heredada  $j$ .

65 Según la información, a través de la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $v_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) y la interfaz  $\epsilon$ - $c$ - $l_j$  ( $j=1, \dots, m$ ), la VCE controla la no alineación entre el símbolo de sincronización de enlace descendente enviado por la VTU-O- $v_i$  de la línea vectorizada  $i$  y el símbolo de sincronización de enlace descendente enviado por la VTU-O- $l_j$  de la línea heredada  $j$ . La VTU-O también puede usarse para controlar la no alineación entre el símbolo de sincronización de enlace ascendente

enviado por la unidad transeptora vectorizada de extremo remoto VTU-R (unidad transeptora vectorizada en remoto) de la línea heredada y el símbolo de sincronización de enlace ascendente enviado por la VTU-R de la línea vectorizada. Una forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para estimar un coeficiente de diafonía de extremo lejano. El procedimiento se usa para estimar un coeficiente de diafonía de extremo lejano de la diafonía generada por una línea heredada en una línea vectorizada. Como se muestra mediante el número de referencia 1400 en la FIG. 14, el procedimiento incluye las siguientes etapas:

1401. No controlar la alineación entre un símbolo de sincronización de una línea heredada y un símbolo de sincronización de una línea vectorizada, y recibir una señal de cada línea heredada, donde la señal es un símbolo de sincronización de enlace ascendente o un símbolo de datos que está en un dominio de frecuencia y que corresponde a un instante de tiempo de un símbolo de sincronización de enlace ascendente de la línea vectorizada, o es un símbolo de sincronización o un símbolo de datos que está en el dominio de frecuencia y que corresponde a un instante de tiempo de un símbolo de sincronización de enlace descendente de la línea vectorizada, o es la señal de enlace ascendente y la señal de enlace descendente.

En la dirección de enlace descendente o en la dirección de enlace ascendente en 1401 no se controla la alineación o la no alineación entre el símbolo de sincronización de la línea heredada y el símbolo de sincronización de la línea vectorizada y, por lo tanto, la señal puede ser un símbolo de sincronización o un símbolo de datos.

1403. Recibir una muestra de error de cada línea vectorizada, donde la muestra de error es una muestra de error de enlace ascendente correspondiente al símbolo de sincronización de enlace ascendente de la línea vectorizada, o una muestra de error de enlace descendente correspondiente al símbolo de sincronización de enlace descendente de la línea vectorizada, o la muestra de error de enlace ascendente y la muestra de error de enlace descendente.

1405. Usar la señal y la muestra de error para calcular el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde cada línea heredada hasta cada línea vectorizada, donde el coeficiente de diafonía de extremo lejano es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente, o un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente, o tanto el coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente como el coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente; la señal de enlace ascendente y la muestra de error de enlace ascendente se usan para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente; y la señal de enlace descendente y la muestra de error de enlace descendente se usan para estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente.

Para calcular el coeficiente de diafonía de extremo lejano en 1405 pueden aplicarse algoritmos tales como un algoritmo de mínimo error cuadrático medio LMS (mínimo cuadrado medio), un algoritmo de probabilidad de primer orden matricial o un algoritmo de inversión matricial.

En la forma de realización anterior, sin actualizar el CPE existente de la línea heredada, el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea no vectorizada hasta la línea vectorizada puede estimarse cuando no se controla la alineación en el símbolo de sincronización de la línea no vectorizada y en el símbolo de sincronización de la línea vectorizada para forzar una no alineación o una alineación entre los dos. De esta manera, la diafonía de extremo lejano desde la línea no vectorizada hasta la línea vectorizada se elimina lo máximo posible usando el coeficiente de diafonía estimado, y la inestabilidad del sistema de DSL vectorizada generada por la línea heredada se reduce así lo máximo posible.

Una forma de realización de la presente invención proporciona un aparato para estimar un coeficiente de diafonía de extremo lejano, donde un diagrama esquemático de la estructura del aparato se muestra mediante el número de referencia 1500 en la FIG. 15. La VTU-O- $i$  correspondiente a la línea heredada  $i$  ( $i=1, \dots, m$ ) transmite una señal de la línea no vectorizada a la VCE a través de la interfaz  $\epsilon$ -c- $i$ , sin controlar si el símbolo de sincronización de la línea no vectorizada está alineado con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada. La señal es una señal de enlace ascendente que está en un dominio de frecuencia y que corresponde a un instante de tiempo de un símbolo de sincronización de enlace ascendente de la línea vectorizada, o es una señal de enlace descendente que está en el dominio de frecuencia y que corresponde a un instante de tiempo de un símbolo de sincronización de enlace descendente de la línea vectorizada, o es la señal de enlace ascendente y la señal de enlace descendente. La señal se recibe mediante una unidad de recepción de señales 1501 de la VCE.

La VTU-O- $v_i$  correspondiente a la línea vectorizada  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ) transmite la muestra de error de la línea vectorizada a la VCE a través de la interfaz  $\epsilon$ -c- $v_i$ , donde la muestra de error es una muestra de error de enlace ascendente correspondiente al símbolo de sincronización de enlace ascendente de la línea vectorizada, o es una muestra de error de enlace descendente correspondiente al símbolo de sincronización de enlace descendente de la línea vectorizada, o es la muestra de error de enlace ascendente y la muestra de error de enlace descendente. La muestra de error se recibe mediante una unidad de recepción de errores 1503 de la VCE.

En la unidad de cálculo 1505, la VCE usa la señal recibida y la muestra de error para calcular el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada.

Una forma de realización de la presente invención proporciona una VTU-O de una línea vectorizada. Como se muestra en la FIG. 16, la VTU-O incluye:

- 5 una unidad de emisión 1601, configurada para enviar una muestra de error de la línea vectorizada, donde la muestra de error es una muestra de error de enlace ascendente correspondiente al símbolo de sincronización de enlace ascendente de la línea vectorizada, o una muestra de error de enlace descendente correspondiente al símbolo de sincronización de enlace descendente de la línea vectorizada, o la muestra de error de enlace ascendente y la muestra de error de enlace descendente;
- 10 una unidad de recepción de coeficientes 1603, configurada para recibir el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea, donde el coeficiente de diafonía de extremo lejano es un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente o un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente, o tanto un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace ascendente como un coeficiente de diafonía de extremo lejano de enlace descendente;
- 15 una unidad de recepción de señales 1605, configurada para recibir una señal, que incluye símbolos de datos y símbolos de sincronización, desde la línea heredada, donde la señal es una señal de enlace ascendente, o una señal de enlace descendente, o una señal de enlace ascendente y de enlace descendente; y
- 20 una unidad de cancelación 1607, configurada para usar el coeficiente de diafonía de extremo lejano y la señal para cancelar la interferencia causada por la diafonía de extremo lejano en la línea vectorizada.

Una forma de realización de la presente invención proporciona una VTU-O de una línea heredada. Como se muestra mediante el número de referencia 1700 en la FIG. 17, la VTU-O incluye:

- 25 una primera unidad de emisión 1701, configurada para enviar una primera señal de una línea heredada, donde la primera señal es una señal de enlace ascendente que está en un dominio de frecuencia y que corresponde a un instante de tiempo de un símbolo de sincronización de enlace ascendente de una línea vectorizada, o es una señal de enlace descendente que está en el dominio de frecuencia y que corresponde a un instante de tiempo de un símbolo de sincronización de enlace descendente de la línea vectorizada, o es la señal de enlace ascendente y la señal de enlace descendente, y la primera señal es
- 30 una señal es un caso en el que no se controla si el símbolo de sincronización de la línea no vectorizada está alineado con el símbolo de sincronización de la línea vectorizada;
- 35 una segunda unidad de emisión 1703, configurada para enviar una segunda señal de la línea heredada, donde la segunda señal es una señal de enlace descendente, o una señal de enlace ascendente, o una señal de enlace ascendente y de enlace descendente, y la señal de enlace ascendente y la señal de enlace descendente incluyen un símbolo de datos y un símbolo de sincronización.

Después de estimar el coeficiente de diafonía, la VCE transmite el coeficiente de diafonía de extremo lejano estimado a la VTU-O- $v_i$  correspondiente a la línea vectorizada  $i$  a través de la interfaz  $\epsilon$ -c- $v_i$  ( $i=1, \dots, n$ ).

- 40 La FIG. 18 muestra un escenario de una cancelación de diafonía de enlace descendente en un sistema según una forma de realización de la presente invención. Cada unidad de cancelación cancela la diafonía generada por su línea respectiva. Una unidad de cancelación  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ) se usa para cancelar la diafonía en la línea vectorizada  $i$ . La unidad de cancelación  $i$  puede estar ubicada en la VTU-O- $v_i$ , y la unidad de cancelación es una unidad de cancelación  $(n+m) \times 1$  y, usando señales que incluyen todas las señales de línea vectorizada y todas las señales de línea heredada, y un coeficiente de cancelación desde todas las líneas que incluyen todas las líneas vectorizadas y todas las líneas heredadas hasta la línea vectorizada  $i$ , lleva a cabo la siguiente cancelación de diafonía, es decir, lleva a cabo una operación de multiplicación y de suma:

$$X'_{vi} = \sum_{j=1}^n p_{vj-vi} X_{vj} + \sum_{j=1}^m p_{lj-vi} X_{lj}$$

- 50 donde  $p_{vj-vi}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea vectorizada  $j$  hasta la línea vectorizada  $i$ ,  $p_{lj-vi}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada  $j$  hasta la línea vectorizada  $i$ ,  $X_{vj}$  son datos de señal introducidos desde la línea vectorizada  $j$  en el cancelador,  $X_{lj}$  son datos de señal introducidos desde la línea heredada  $j$  en el cancelador,  $X'_{vi}$  son datos de señal proporcionados por el cancelador de la línea vectorizada  $i$ , y  $p_{vi-vi}$  puede fijarse a 1 u otro valor. Todas las  $n$  unidades de cancelación forman un cancelador que está en una forma matricial:

$$\tilde{\mathbf{x}}_v = \mathbf{P}_{v-v} \mathbf{x}_v + \mathbf{P}_{L-v} \mathbf{x}_L$$

- 60 donde  $\mathbf{P}_{v-v}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano entre las líneas vectorizadas,  $\mathbf{P}_{L-v}$  es un coeficiente de diafonía de extremo lejano desde una línea heredada hasta una línea vectorizada,  $\mathbf{x}_v$  son datos de señal introducidos desde la línea vectorizada en el cancelador,  $\mathbf{x}_L$  son datos de señal introducidos desde la línea heredada en el cancelador, y  $\tilde{\mathbf{x}}_v$  son datos de señal proporcionados por el cancelador de la línea vectorizada.

La VCE transmite el coeficiente de diafonía de extremo lejano calculado desde la línea heredada hasta la línea vectorizada a la VTU-O correspondiente a la línea vectorizada a través de la interfaz  $\varepsilon$ -c- $v_k$  ( $k=1, \dots, n$ ), denotada como  $\varepsilon$ -c.

5 Entre las VTU-O correspondientes a la línea vectorizada, la  $i$ -ésima ( $i=1, \dots, n$ ) VTU-O- $v_i$  está conectada a la  $j$ -ésima ( $j=1, \dots, n$ ;  $j \neq i$ ) VTU-O- $v_j$  a través de la interfaz  $\varepsilon$ - $v_i$ - $v_j$ , y transmite la señal de la  $i$ -ésima línea a la  $j$ -ésima línea para cancelar la diafonía de la  $j$ -ésima línea.

10 A través de la interfaz  $\varepsilon$ - $l_i$ - $v_j$  ( $i=1, \dots, m$ ,  $j=1, \dots, n$ ), la VTU-O- $l_i$  transmite la señal enviada y la señal recibida en el dominio de frecuencia de la  $i$ -ésima línea heredada a la VTU-O- $v_j$  para cancelar la diafonía desde la línea heredada hasta la línea vectorizada. La VTU-O- $v_j$  usa las señales y el coeficiente de diafonía de extremo lejano desde la línea heredada hasta la línea vectorizada para cancelar la diafonía de la línea heredada.

15 La  $k$ -ésima interfaz  $\varepsilon$ - $v_k$  ( $k=1, \dots, n$ ) agrega señales para la cancelación de diafonía de  $m$  interfaces  $\varepsilon$ - $l_i$ - $v_k$  ( $i=1, \dots, m$ ) y  $n-1$  interfaces  $\varepsilon$ - $v_j$ - $v_k$  ( $j=1, \dots, n$ ;  $j \neq k$ ), donde las señales se usan para cancelar la diafonía dentro del cancelador.

La FIG. 18 muestra un ejemplo de un escenario de enlace descendente. Un escenario de enlace ascendente puede inferirse fácilmente por un experto en la técnica según el escenario de enlace descendente.

20 En la forma de realización de la presente invención, sin actualizar el CPE heredado VDSL2 en la red en servicio de la VDSL2, el sistema de DSL vectorizada puede seleccionar algunas líneas no vectorizadas para su inicialización y no inicializar adicionalmente otras líneas en el proceso de inicialización de las líneas no vectorizadas seleccionadas, controlando así de manera ordenada la inicialización de las líneas heredadas. Por otro lado, la interferencia generada por la inicialización de otras líneas en la inicialización de la línea seleccionada puede reducirse. Para  
25 estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano, puede conseguirse un mejor resultado de estimación y, por lo tanto, se soporta el CPE heredado VDSL existente en la red en servicio, la diafonía desde la línea heredada hasta la línea vectorizada en la dirección de enlace descendente y la diafonía desde la línea heredada hasta la línea vectorizada en la dirección de enlace ascendente se cancelan lo máximo posible, y el efecto generado por la línea heredada en la estabilidad de la línea vectorizada en todo el sistema de DSL vectorizada se reduce lo máximo  
30 posible.

Gracias a la descripción anterior de las formas de realización, los expertos en la técnica pueden entender claramente que la presente invención puede implementarse mediante software junto con una plataforma de hardware necesaria, o solamente mediante hardware. En base a tales descripciones, toda o parte de las soluciones  
35 técnicas de la presente invención que contribuyen a la técnica anterior pueden implementarse en forma de un producto de software. El producto de software informático puede almacenarse en un medio de almacenamiento, tal como ROM/RAM, un disco magnético y un disco óptico, y puede incluir varias instrucciones que hacen que un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red) lleve a cabo los procedimientos descritos en cada forma de realización o en determinadas partes de las formas de realización de la  
40 presente invención.

Las descripciones anteriores son simplemente formas de realización específicas a modo de ejemplo de la presente invención y no limitan el alcance de protección de la presente invención. Cualquier variación o sustitución concebida  
45 fácilmente por un experto en la técnica dentro del alcance técnico dado a conocer en la presente invención estará dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para soportar una línea no vectorizada, que comprende:

5 seleccionar (501)  $n$  líneas no vectorizadas  $T_L$  a partir de líneas que están en una fase de inicialización, donde  $n$  es un entero mayor o igual que 1;  
 controlar (503) que no se lleve a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , hasta que la  $T_L$  entre totalmente en una fase de transmisión de datos; y  
 10 antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos, estimar (505) un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{TL-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_L$  en la  $S_V$ ;  
 donde estimar (505) un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos comprende:

15 no controlar la alineación entre un símbolo de sincronización de las líneas no vectorizadas y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y recibir una señal de dominio de frecuencia existente en la  $T_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada;  
 20 recibir una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $S_V$ ; y  
 usar la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{TL-SV}$ .

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos, la estimación (505) de un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos comprende:

25 en solamente una fase de descubrimiento de canales del proceso de inicialización de  $T_L$ , estimar el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos; o  
 30 en la fase de descubrimiento de canales y una fase de aprendizaje del proceso de inicialización de  $T_L$ , estimar dos veces el coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos.

3. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende además:

35 controlar (601) que se inicialice al menos una línea vectorizada  $T_V$  de las líneas que están en la fase de inicialización; y  
 antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, estimar (603) un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SL-TV}$  desde la línea no vectorizada  $S_L$  que está en la fase de transmisión de datos hasta la  
 40  $T_V$ , y un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TV-TV}$  entre las líneas  $T_V$ , donde el  $C_{SL-TV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_L$  en la  $T_V$ , y el  $C_{TV-TV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano entre las líneas  $T_V$ .

4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, el procedimiento comprende:

estar en una fase de aprendizaje del proceso de inicialización de  $T_V$ .

5. El procedimiento según la reivindicación 3 o 4, en el que la estimación de un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SL-TV}$  desde la línea no vectorizada  $S_L$  que está en la fase de transmisión de datos hasta la  $T_V$  comprende:

50 no controlar la alineación entre un símbolo de sincronización de la línea no vectorizada y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y recibir una señal de dominio de frecuencia existente en la  $S_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada;  
 55 recibir una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $T_V$ ; y  
 usar la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{SL-TV}$ .

6. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que comprende además:

60 antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, estimar (701) un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TV-SV}$  desde la  $T_V$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos, y un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{SV-TV}$  desde la  $S_V$  hasta la  $T_V$ , donde el  $C_{TV-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_V$  en la  $S_V$ , y el  $C_{SV-TV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_V$  en la  
 65  $T_V$ .

7. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que controlar que no se lleve a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , comprende:

5            controlar que una unidad transceptora VDSL2 en el lado de red óptica, VTU-O, no envíe una señal de toma de contacto a otras líneas;  
              o controlar que una VTU-O impida que otras líneas entren en una fase de descubrimiento de canales o permanezcan en la fase de descubrimiento de canales.

8. Un aparato (1200) para soportar una línea no vectorizada, que comprende:

10           una unidad de selección de línea no vectorizada (1201), configura para seleccionar  $n$  líneas no vectorizadas  $T_L$  a partir de líneas que están en una fase de inicialización, donde  $n$  es un entero mayor o igual que 1;  
              una unidad de control de inicialización de línea no vectorizada (1203), configurada para controlar que no se lleve a cabo ninguna inicialización adicional para otras líneas que estén en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , hasta que la  $T_L$  entre totalmente en una fase de transmisión de datos; y  
 15           una unidad de estimación de coeficiente de diafonía de extremo lejano de línea no vectorizada (1205), configurada para estimar, antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos, un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_L-S_V}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{T_L-S_V}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_L$  en la  $S_V$ ; donde la estimación de un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_L-S_V}$  desde la  $T_L$  hasta a una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos comprende:

25           no controlar la alineación entre un símbolo de sincronización de las líneas no vectorizadas y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y recibir una señal de dominio de frecuencia existente en la  $T_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada;  
              recibir una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $S_V$ ; y  
              usar la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{T_L-S_V}$ .

9. El aparato según la reivindicación 8, en el que la unidad de estimación de coeficiente de diafonía de extremo lejano de línea no vectorizada (1205) comprende:

35           una subunidad de recepción de señales, configurada para recibir, sin controlar la alineación entre un símbolo de sincronización de la línea no vectorizada y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, una señal de dominio de frecuencia existente en la  $T_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada;  
              una subunidad de recepción de errores, configurada para recibir una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $S_V$ ; y  
 40           una subunidad de cálculo, configurada para usar la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{T_L-S_V}$ .

10. El aparato según la reivindicación 8 o 9, que comprende además:

45           una unidad de inicialización de línea vectorizada (1207), configurada para controlar la inicialización de al menos una línea vectorizada  $T_V$  en las líneas que están en la fase de inicialización; y  
              una unidad de estimación de coeficiente de diafonía de extremo lejano de línea vectorizada (1209), configurada para estimar, antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{S_L-T_V}$  desde la línea no vectorizada  $S_L$  que está en la fase de transmisión de datos hasta la  $T_V$ , y un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_V-T_V}$  entre las líneas  $T_V$ , donde el  $C_{S_L-T_V}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_L$  en la  $T_V$ , y el  $C_{T_V-T_V}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano entre las líneas  $T_V$ .

55           11. El aparato según la reivindicación 10, en el que la unidad de estimación de coeficiente de diafonía de extremo lejano de línea vectorizada (1209) está configurada además para estimar, antes de que la  $T_V$  entre en la fase de transmisión de datos, un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{T_V-S_V}$  desde la  $T_V$  hasta la línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos y un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{S_V-T_V}$  desde la  $S_V$  hasta la  $T_V$ , donde el  $C_{T_V-S_V}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_V$  en la  $S_V$ , y el  $C_{S_V-T_V}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $S_V$  en la  $T_V$ .

12. Un sistema para soportar una línea no vectorizada, que comprende:

65           una entidad de control de vectorización, VCE, al menos dos líneas y una unidad transceptora vectorizada en el lado de una ONU, VTU-O, donde: las al menos dos líneas comprenden al menos una línea vectorizada y al menos una línea no vectorizada, y las al menos dos líneas están conectadas a la VTU-O y están controladas

por la VTU-O, donde la al menos una línea vectorizada está conectada a una unidad transceptora vectorizada correspondiente en el lado de una ONU, VTU-O-v, y está controlada por la VTU-O-v, y la al menos una línea no vectorizada está conectada a una unidad transceptora vectorizada correspondiente en el lado de una ONU, VTU-O-I, y está controlada por la VTU-O-I;

5 la VCE selecciona  $n$  líneas no vectorizadas  $T_L$  a partir de líneas que están en una fase de inicialización, donde  $n$  es un entero mayor o igual que 1;

la VCE controla unidades transceptoras vectorizadas en el lado de una ONU correspondientes a otras líneas que están en la fase de inicialización, excepto la  $T_L$ , para no llevar a cabo ninguna inicialización adicional para las otras líneas hasta que la  $T_L$  entre totalmente en una fase de transmisión de datos; y

10 antes de que la  $T_L$  entre en la fase de transmisión de datos, la VCE estima un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos, donde el  $C_{TL-SV}$  se usa en el procesamiento de señales para eliminar la diafonía de extremo lejano generada por la  $T_L$  en la  $S_V$ , donde la estimación, por parte de la VCE, de un coeficiente de diafonía de extremo lejano  $C_{TL-SV}$  desde la  $T_L$  hasta una línea vectorizada  $S_V$  que está en la fase de transmisión de datos comprende:

15 no controlar, por medio de la VCE, la alineación entre un símbolo de sincronización de la línea no vectorizada y un símbolo de sincronización de la línea vectorizada, y transmitir a la VCE, por medio de la VTU-O-I, una señal de dominio de frecuencia existente en la  $T_L$  y correspondiente a un instante de tiempo del símbolo de sincronización de la línea vectorizada;

20 transmitir a la VCE, por medio de la VTU-O-v, una muestra de error del símbolo de sincronización de la  $S_V$ ; y

usar, por medio de la VCE, la señal y la muestra de error para calcular el  $C_{TL-SV}$ .

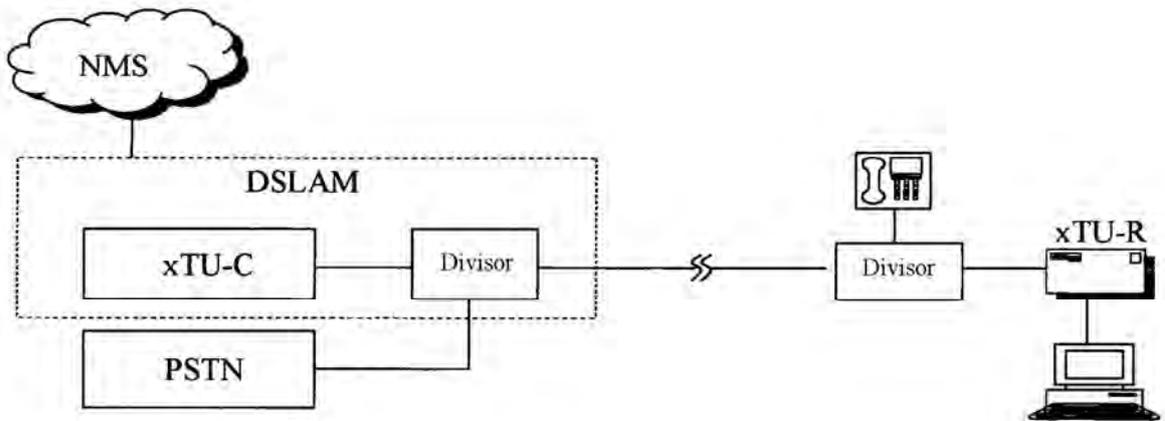


FIG. 1

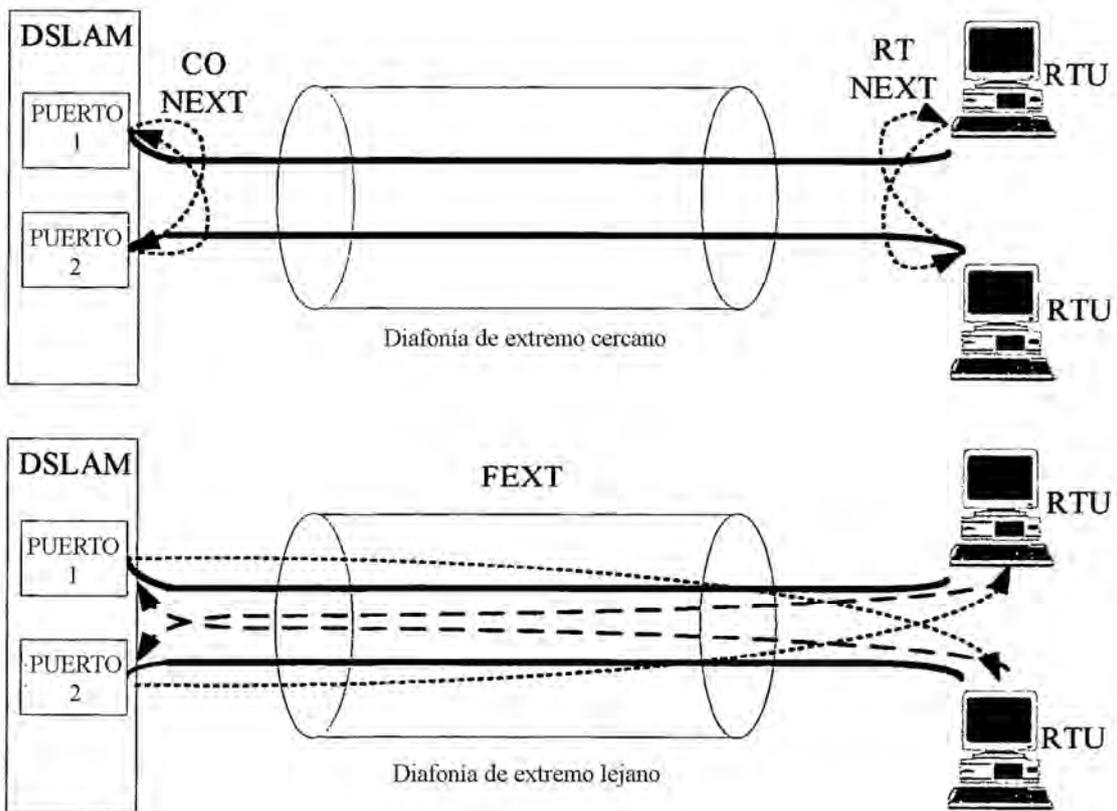


FIG. 2

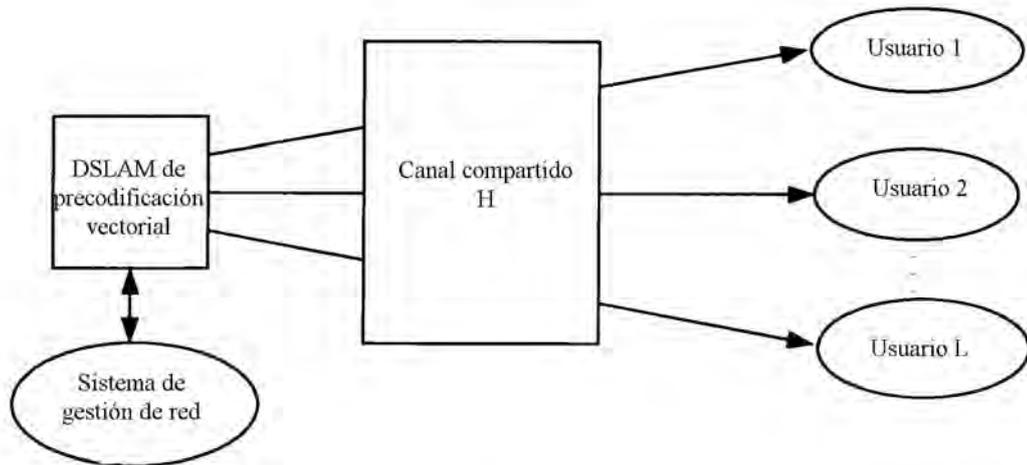


FIG. 3

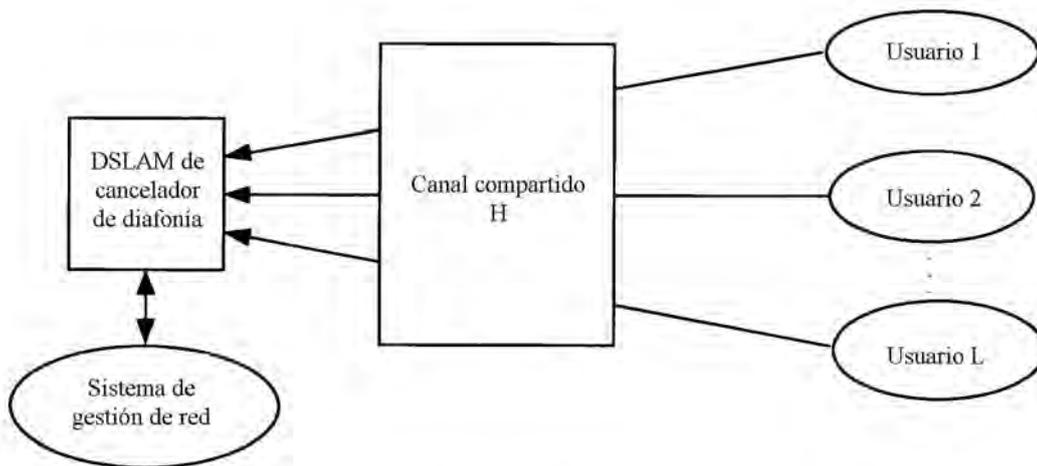


FIG. 4

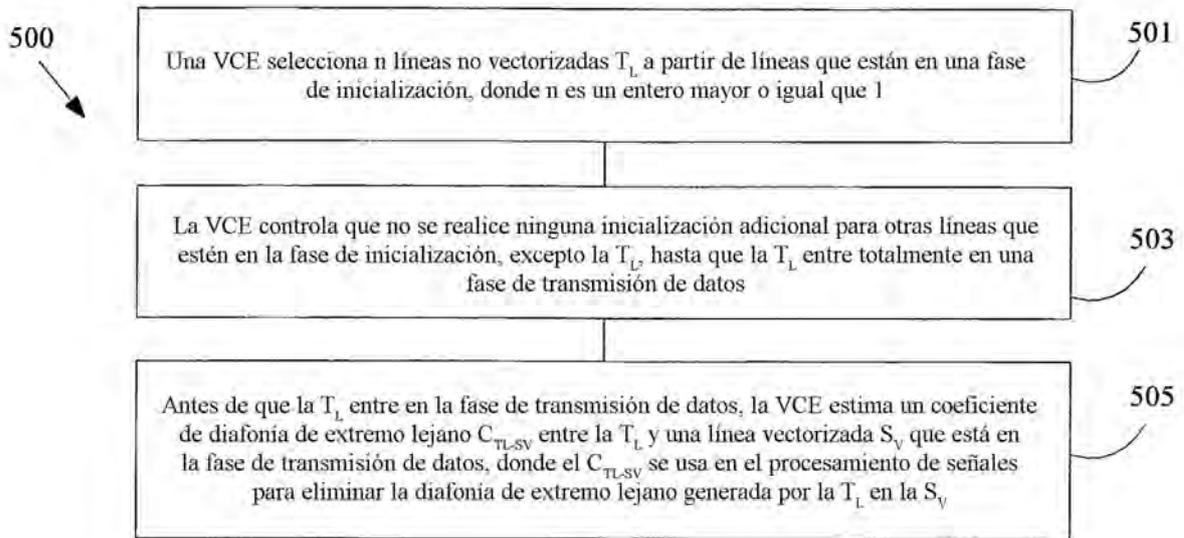


FIG. 5

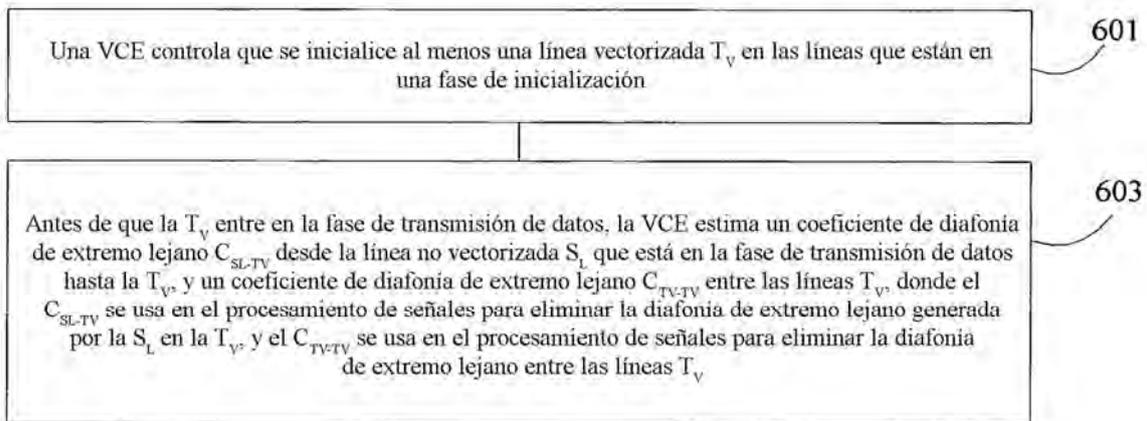


FIG. 6

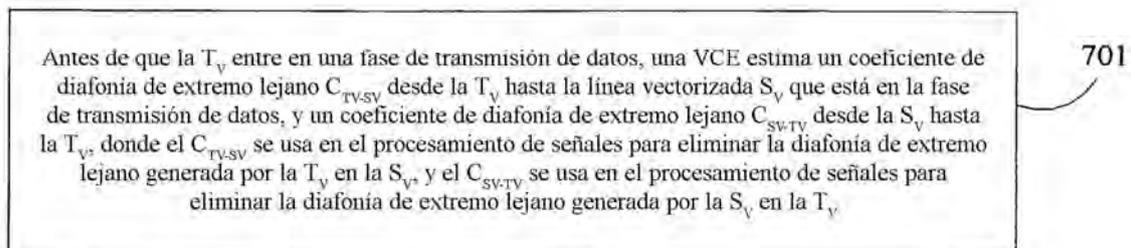


FIG. 7

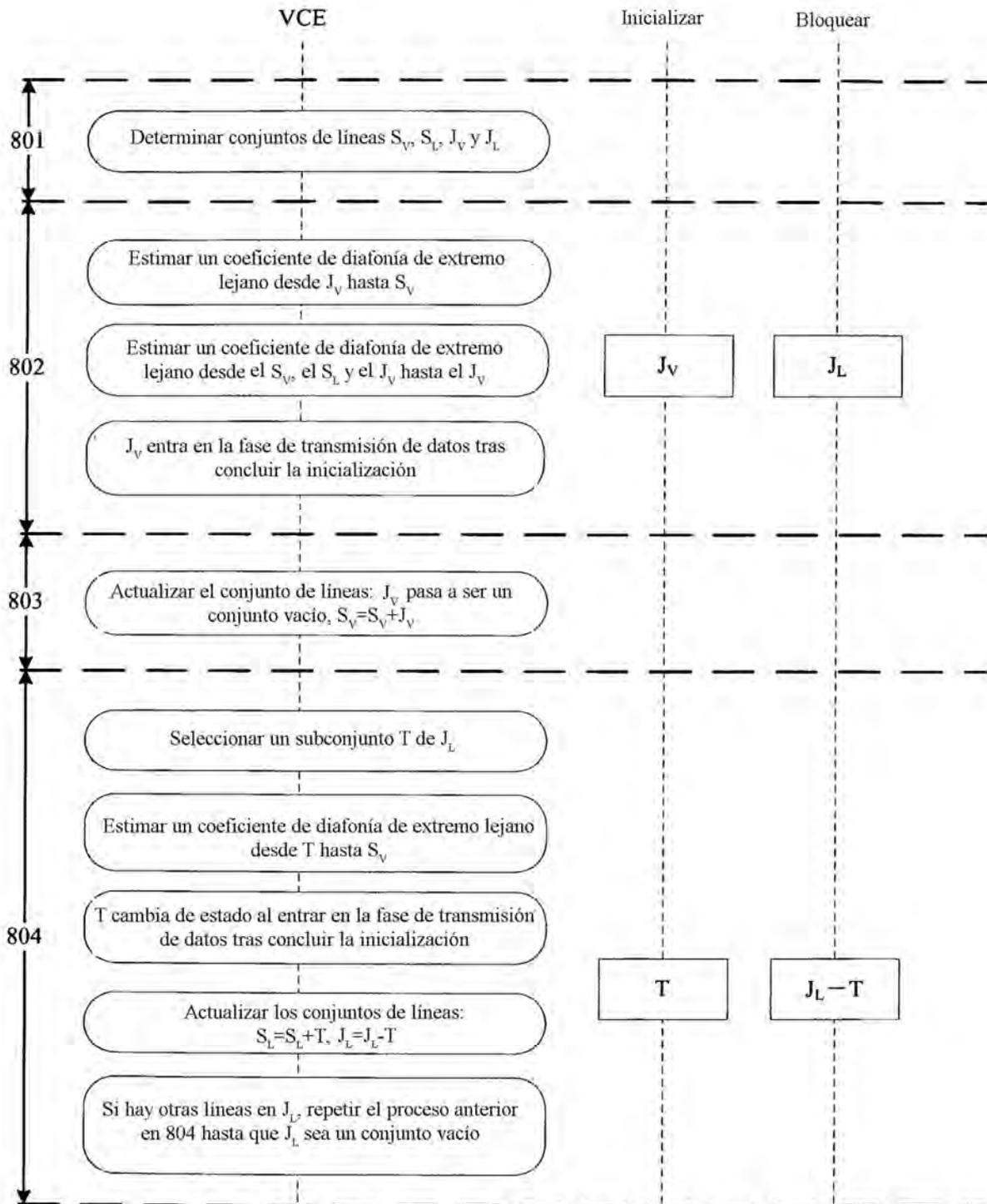


FIG. 8

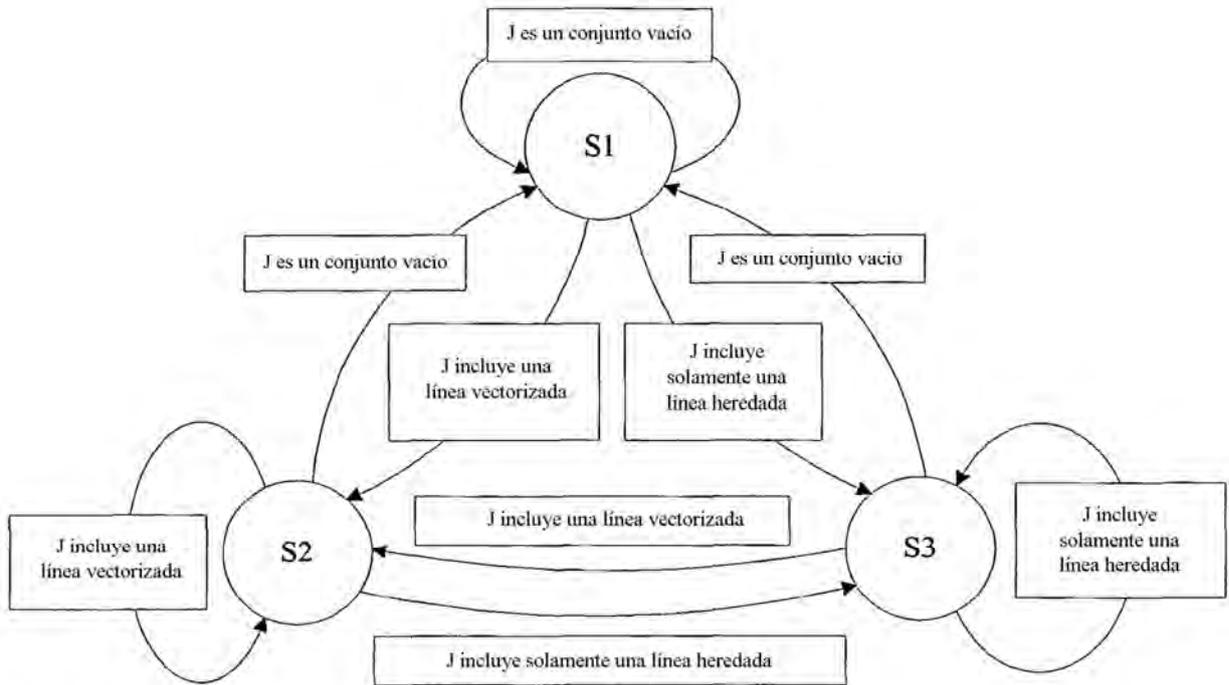


FIG. 9

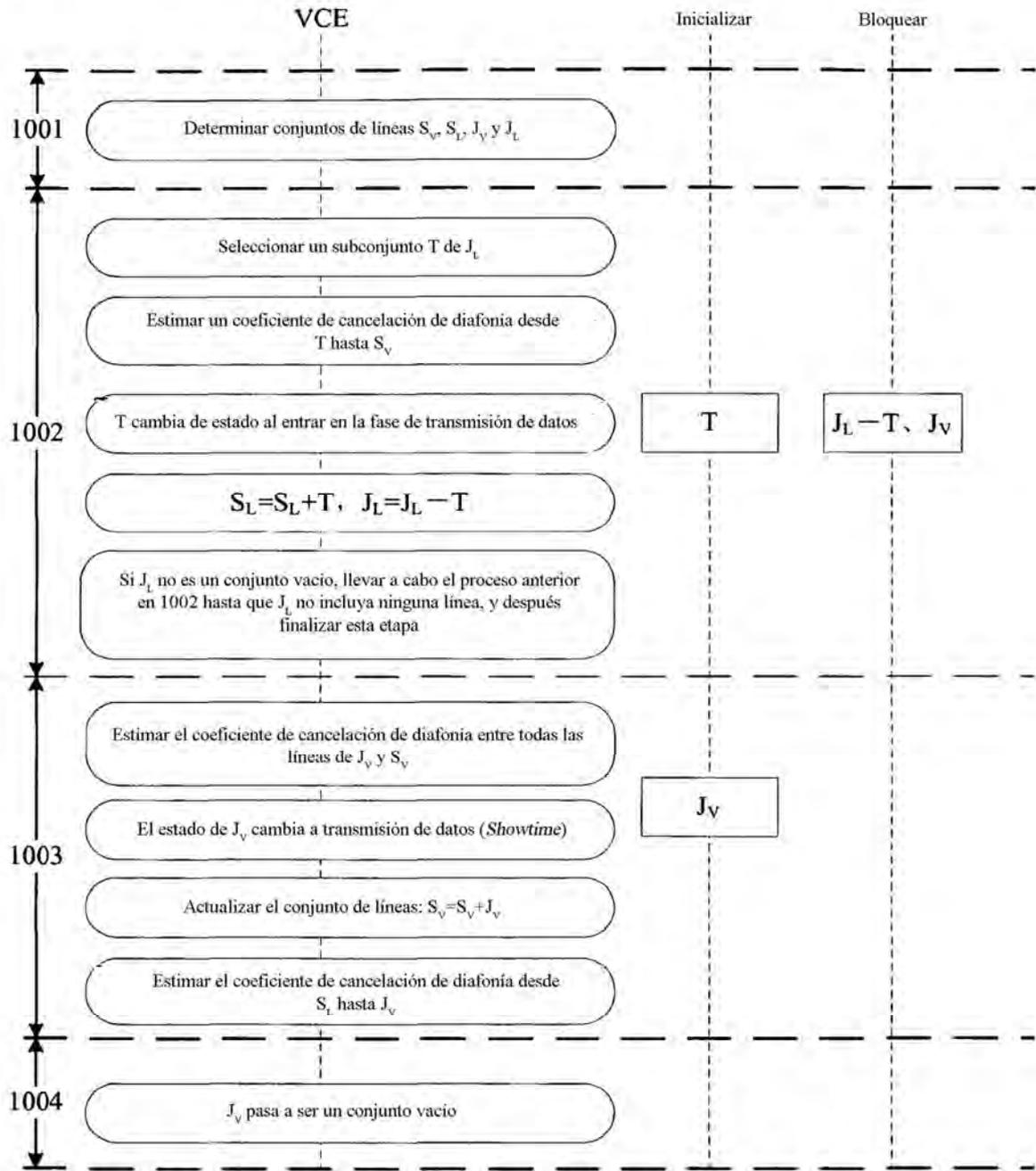


FIG. 10

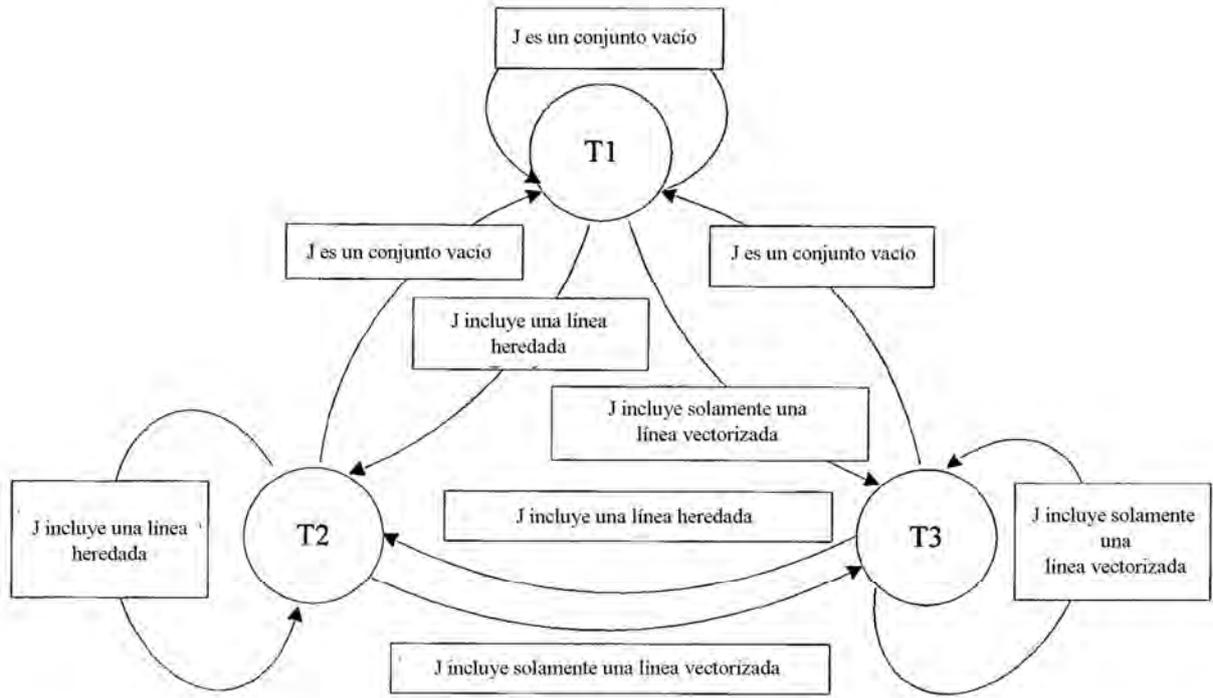


FIG.11

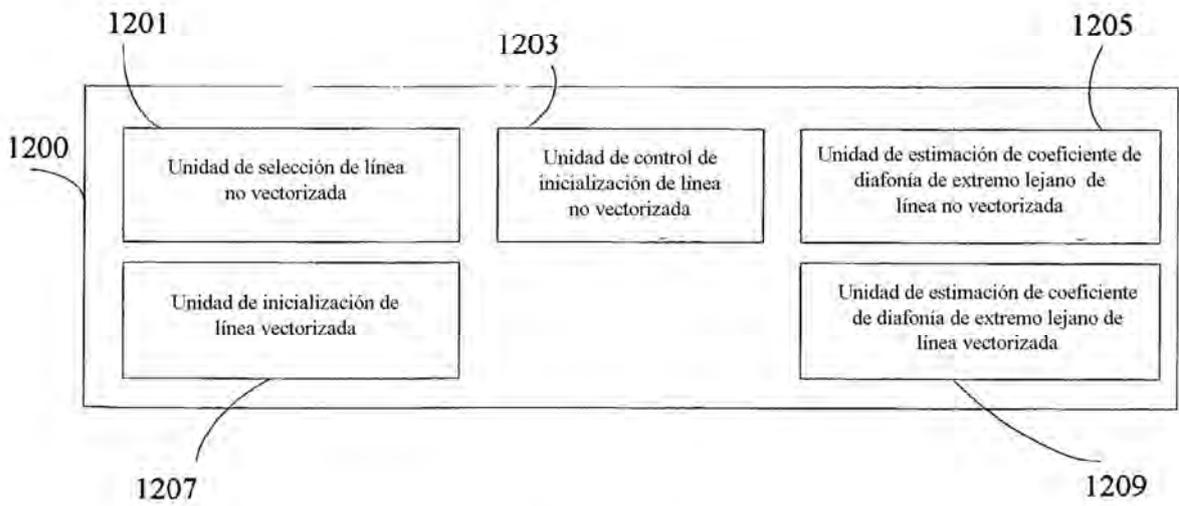


FIG. 12

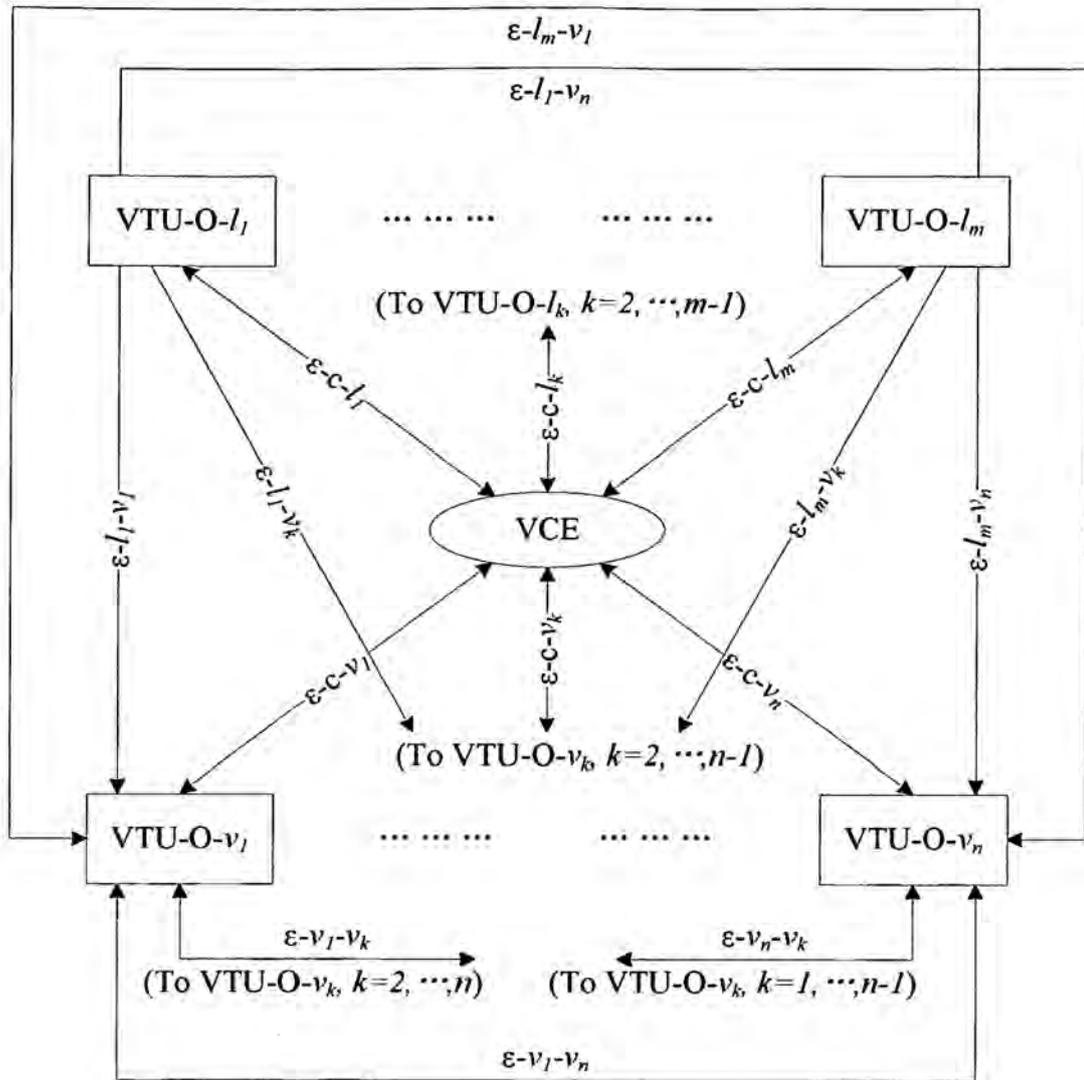


FIG. 13

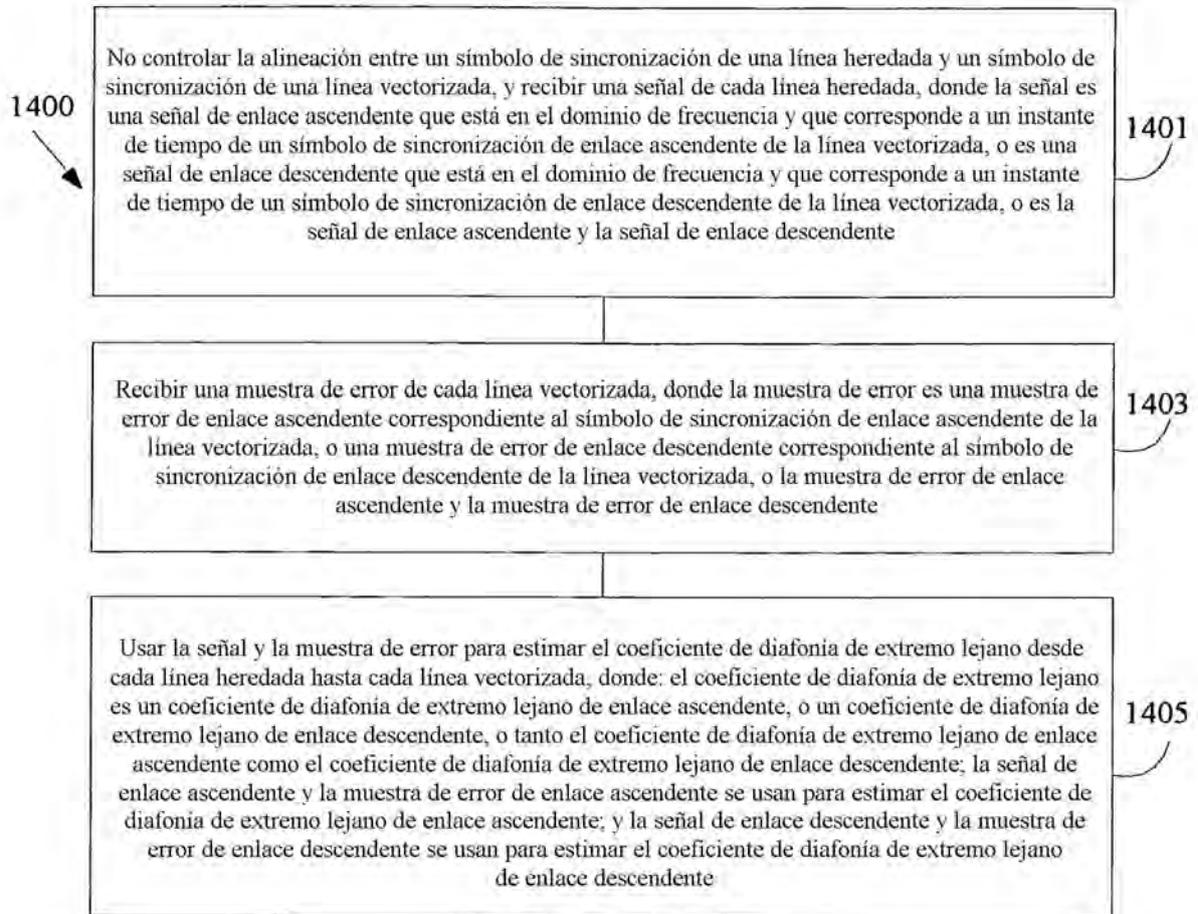


FIG. 14

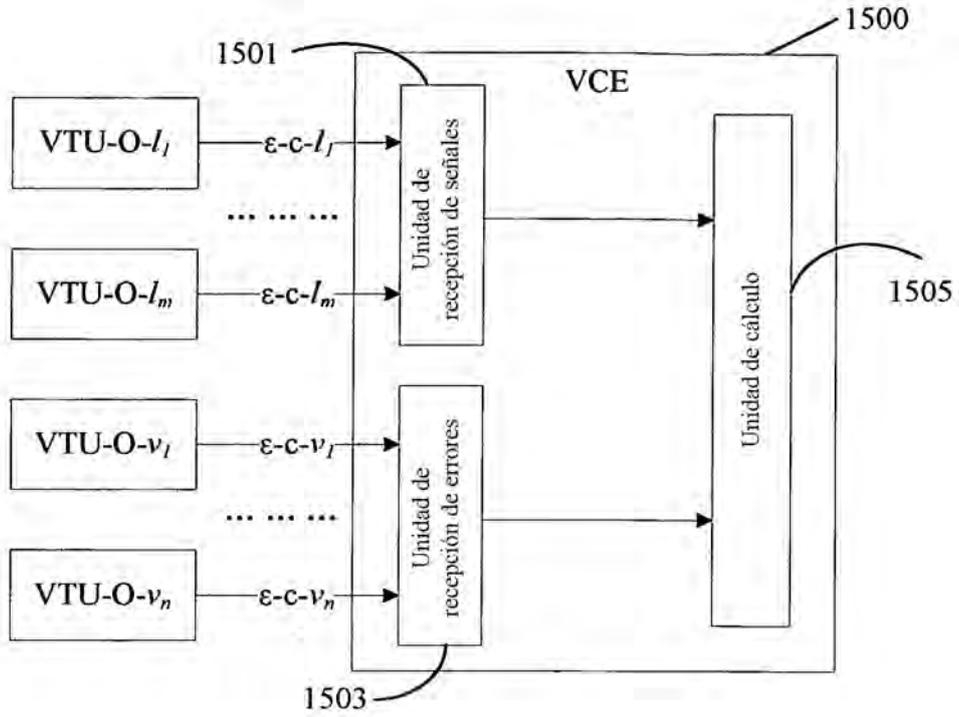


FIG. 15

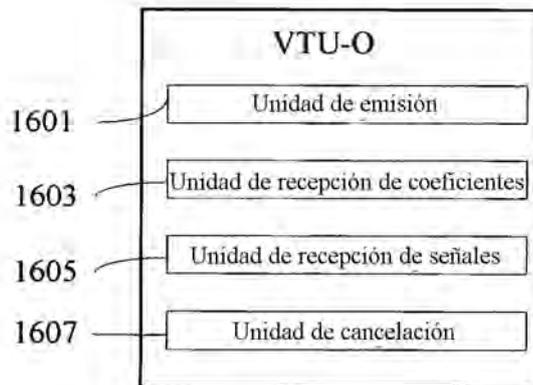


FIG. 16

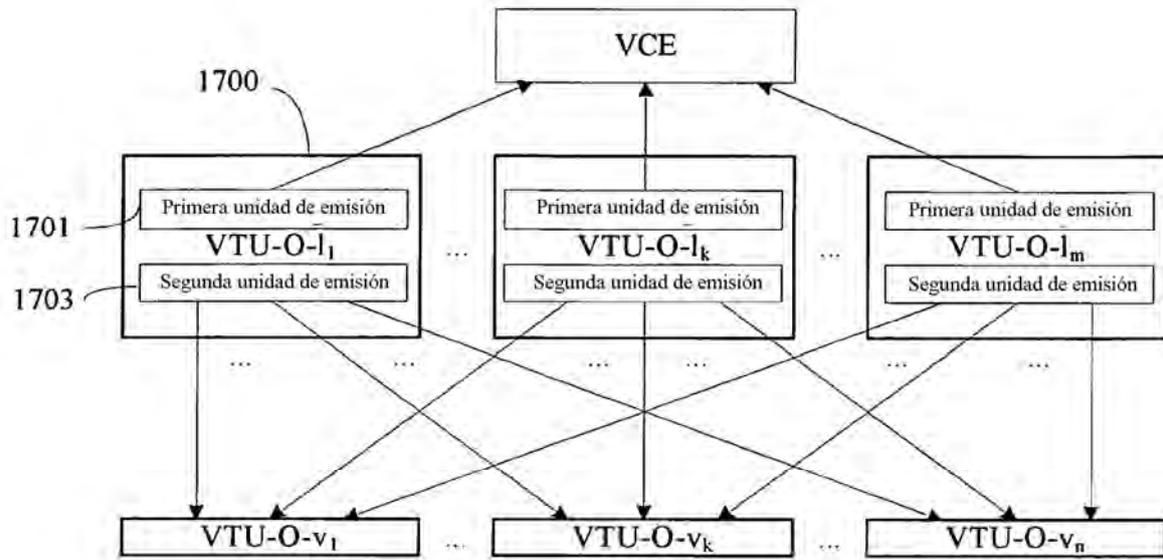


FIG. 17

