

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 869**

51 Int. Cl.:

H05B 37/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2010 E 10763015 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2478745**

54 Título: **Transmisión y recepción de luz codificada**

30 Prioridad:

14.09.2009 EP 09170179

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

20.02.2014

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven , NL**

72 Inventor/es:

**SCHENK, TIM CORNEEL WILHELMUS y
YANG, HONGMING**

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 443 869 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

Transmisión y recepción de luz codificada.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de luz codificada. Particularmente, se refiere a métodos y a dispositivos para asignar identificadores a fuentes de luz en un sistema de luz codificada y a la detección de los identificadores.

10

Antecedentes de la invención

En la actualidad se aplican fuentes de luz en sistemas de iluminación que consisten en un gran número de fuentes de luz. Desde la introducción de la iluminación de estado sólido pueden variarse y controlarse varios parámetros de estas fuentes de luz en un sistema de fuentes de luz. Tales parámetros incluyen intensidad de luz, color de luz, temperatura de color de luz e incluso dirección de luz. Mediante la variación y el control de estos parámetros de las diferentes fuentes de luz, se permite que un diseñador de iluminación o usuario del sistema genere escenas de iluminación. Este proceso se denomina a menudo configuración de ambientes, y es un proceso normalmente bastante complejo debido a la multitud de fuentes de luz y parámetros que han de controlarse. Normalmente se requiere un dispositivo de control, o canal de control, para cada fuente de luz. Esto hace que el control de un sistema de más de diez fuentes de luz sea difícil.

Para permitir un control más intuitivo y más sencillo de las fuentes de luz, y para crear ambientes, se ha propuesto previamente la incorporación de identificadores invisibles en la salida de luz de luminarias. Esta incorporación de identificadores puede basarse en una modulación única de la luz visible (VL) de la luminaria o colocando una fuente de luz de infrarrojos (IR) adicional en la luminaria y modular de manera única esta luz de IR. La incorporación de identificadores en la luz se denominará luz codificada (CL).

Para la transmisión de CL, en general, se consideran diodos emisores de luz (LED), que permiten un ancho de banda y frecuencia de modulación alta razonables. Esto a su vez puede dar como resultado una respuesta rápida del sistema de control. Sin embargo, los identificadores también pueden incorporarse en la luz de otras fuentes de luz, tales como lámparas incandescentes, halógenas, fluorescentes (FL) y de descarga de alta intensidad (HID).

Estos identificadores de fuente de luz, también denominados códigos, permiten la identificación y estimación de intensidad de las contribuciones de iluminación local individuales. Esto puede aplicarse en aplicaciones de control de luz tales como puesta en servicio, selección de fuente de luz y configuración interactiva de ambientes. Estas aplicaciones tienen uso en, por ejemplo, hogares, oficinas, tiendas y hospitales. Estos identificadores de fuente de luz por tanto permiten una operación de control sencilla e intuitiva de un sistema de luz, que de otro modo podría ser muy complejo.

Los sistemas de iluminación basados en LED consisten normalmente en un gran número, por ejemplo cientos, de LED distribuidos espacialmente. Esto se debe, en parte, a que un único LED del estado de la técnica todavía no puede proporcionar suficiente iluminación y puesto que los LED son fuentes puntuales. Debido al gran número de LED y a la amplia variedad de niveles de iluminación que cada LED puede soportar, la complejidad para calibrar y controlar un sistema de iluminación de este tipo es bastante alta. Según técnicas del estado de la técnica sólo puede identificarse un número limitado (por ejemplo hasta 100) de fuentes de luz en un sistema de luz codificada.

El documento US 2008/297070 A1 se refiere a un control remoto por radio y a una unidad de iluminación programable que incluye una interfaz de radio. Los parámetros para las unidades de iluminación programables que se refieren al ajuste básico de unidades de iluminación programables o a la configuración de unidades de iluminación programables, se ajustan por tanto a través del control remoto por radio. De esta manera, la unidad de iluminación se controla de manera remota por el control remoto por radio.

El documento WO 2006/134122 A1 da a conocer un sistema de radiocomunicación que usa al menos dos bandas de frecuencia que comprenden una pluralidad de subbandas de frecuencia para transmitir señales desde y/o a terminales de abonado según un método de transmisión similar. Las subbandas de frecuencia tienen un ancho de frecuencia diferente en las al menos dos bandas de frecuencia.

El documento EP 1 538 802 A2 se refiere a un sistema de comunicación de OFDM y para asignar subportadoras de manera adaptativa según las condiciones de canal. El sistema de comunicación de OFDM se describe en el contexto de comunicaciones móviles. Particularmente, se aborda el problema de asignar subportadoras a una estación móvil en una estación base.

El documento US 6 195 341 B1 da a conocer un método de comunicación para llevar a cabo una comunicación en un formato de múltiples portadoras usando una pluralidad de subportadoras. Particularmente, se da a conocer un método de comunicación adecuado para su aplicación a, por ejemplo, una estación base y un aparato terminal en un

sistema de radiotelefonía. Un objeto es permitir una transmisión satisfactoria de una petición de acceso a una estación base, etc., cuando la comunicación en un sistema de radiotelefonía o similar puede llevarse a cabo en un sistema eficaz.

5 El documento WO 2007/095740 A1 se refiere a sistemas de iluminación y, en particular, a la identificación de fuentes de luz asociadas con sistemas de iluminación. Una fuente de luz está configurada para enviar una señal de baliza representativa del identificador único de la misma. La señal de baliza está integrada en la luz emitida por la fuente de luz. A través del uso de transferencia de datos electrónicos desde la unidad de detección remota al dispositivo de control, se dice que se permite la provisión de uno o más identificadores únicos al dispositivo de control de una
10 manera eficaz y precisa.

Según el documento WO 2008/080071 A1 se proporciona una fuente de potencia óptica, una fuente de iluminación óptica y una fuente de datos codificados ópticamente. Las salidas de estas diversas fuentes se multiplexan entonces conjuntamente de manera que la potencia óptica, la iluminación óptica y los datos codificados ópticamente, comparten todos un conducto óptico común.
15

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es superar este problema y proporcionar métodos, dispositivos y conceptos de sistema que mitiguen la dependencia del número de fuentes de luz en el sistema de luz codificada durante la asignación y detección de identificadores de fuente de luz.
20

Generalmente, los objetivos anteriores se consiguen mediante métodos y dispositivos según las reivindicaciones independientes adjuntas.
25

Según un primer aspecto, los objetos anteriores se consiguen mediante un método para asignar identificadores a fuentes de luz en un sistema de iluminación codificado, comprendiendo el método las etapas de: dividir una banda de frecuencia disponible en N zonas de frecuencia no uniformes y seleccionar, para cada fuente de luz, una frecuencia única a partir de un conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una de las zonas de frecuencia no uniformes, en el que la frecuencia única se usa para modular la luz que va a emitirse por cada fuente de luz, asignando de ese modo un identificador a cada fuente de luz. Esto proporciona un proceso de asignación eficaz que permite asignar un gran número de identificadores únicos. De ese modo puede usarse un gran número de fuentes de luz que tienen identificadores únicos en un sistema de iluminación. En general, el proceso de asignación se realiza de manera que pueden usarse múltiples armónicos durante la detección de los identificadores. Esto
30 permite una estimación eficaz para los identificadores asignados.
35

Una separación entre las frecuencias separadas de manera uniforme puede diferir entre zonas diferentes de las zonas de frecuencia. Esto proporciona un método de asignación flexible.

40 Una separación entre las frecuencias separadas de manera uniforme puede ser mayor para una zona de baja frecuencia que para una zona de alta frecuencia. Puesto que una separación mayor puede permitir una estimación más precisa, esto puede proporcionar un proceso de asignación que permite una robustez frente a errores desigual. Sin embargo, dependiendo del receptor, puede conseguirse una robustez frente a errores igual.

45 La banda de frecuencia puede dividirse, entre valores de frecuencia normalizados 0 y 1, en las N zonas de frecuencia. Para $1 \leq n \leq N-1$, un ancho de zona de frecuencia n puede venir dado por un valor de frecuencia normalizado $2/((n+1)(n+2))$. Tales anchos corresponden a anchos de armónicos.

50 Para $1 \leq n \leq N-1$, un límite inferior para la zona de frecuencia n puede venir dado por un valor de frecuencia normalizado $(n-1)/(n+1)$. Esto establece que cada zona de frecuencia corresponda a armónicos ordenados.

La luz que va a emitirse puede modularse según una modulación de ancho de impulso, y un ciclo de trabajo de la modulación de ancho de impulso puede depender de al menos uno de la frecuencia única y un nivel de atenuación de la fuente de luz. Esto establece que los identificadores estén asociados con el método de modulación de las
55 fuentes de luz.

Según un segundo aspecto, los objetos anteriores se consiguen mediante un método para estimar identificadores asignados a fuentes de luz en un sistema de iluminación codificado, en el que los identificadores se han asignado según lo anterior, comprendiendo el método las etapas de: recibir luz; determinar una frecuencia única seleccionada a partir de un conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una de N zonas de frecuencia no uniformes de una banda de frecuencia disponible por, para la zona de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$, estimar la frecuencia única basándose en un armónico $(n+1)$ de la luz recibida y determinar los identificadores a partir de las frecuencias únicas. Esto proporciona un método eficaz y de baja complejidad computacional para estimar identificadores asignados según lo anterior.
60

65 El método puede comprender además, a partir de la luz recibida, estimar una amplitud de la luz recibida. El método

puede comprender además, a partir de la luz recibida, estimar una fase de la luz recibida. La amplitud y la fase pueden usarse para determinar de manera más precisa los identificadores a partir de las frecuencias únicas.

5 El método puede comprender además, basándose en la amplitud, determinar contribuciones de iluminación individuales.

10 El método puede comprender además sustraer una señal estimada total a la que se ha asignado una frecuencia en la zona de frecuencia n antes de estimar la frecuencia única para la zona de frecuencia $n+1$. Esto proporciona un método para estimar de manera sucesiva los identificadores. En general, los armónicos de la zona de frecuencia n se correlacionarán con los armónicos de la zona de frecuencia $n+1$. Sin embargo, al sustraer la señal estimada total para la zona de frecuencia n antes de estimar las frecuencias únicas para la zona de frecuencia $n+1$ se minimiza la influencia de los armónicos de la zona de frecuencia n cuando se estiman las frecuencias de la zona de frecuencia $n+1$. Por tanto, se obtiene un proceso de estimación que requiere un requisito computacional modesto mientras todavía se permite proporcionar resultados de estimación precisos.

15 Según un tercer aspecto, los objetos anteriores se consiguen mediante un controlador de luz para asignar identificadores a fuentes de luz en un sistema de iluminación codificado, que comprende: una unidad de procesamiento dispuesta para asignar un identificador a las fuentes de luz, mediante lo cual, para cada fuente de luz, el identificador determina una frecuencia única que va a usarse para modular la luz que va a emitirse por cada fuente de luz, realizando las etapas de: dividir una banda de frecuencia disponible en N zonas de frecuencia no uniformes y seleccionar la frecuencia única a partir de un conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una de las zonas de frecuencia no uniformes.

20 El controlador de luz permite una implementación eficaz de un método para asignar identificadores a fuentes de luz en un sistema de iluminación codificado.

25 Según un cuarto aspecto, los objetos anteriores se consiguen mediante un receptor para estimar identificadores asignados a fuentes de luz en un sistema de iluminación codificado, que comprende: un receptor de luz; una unidad de procesamiento dispuesta para realizar las etapas de: determinar una frecuencia única seleccionada a partir de un conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una de N zonas de frecuencia no uniformes de una banda de frecuencia disponible por, para la zona de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$, estimar la frecuencia única basándose en un armónico $(n+1)$ de la luz recibida por el receptor de luz y determinar los identificadores a partir de las frecuencias únicas.

30 El receptor permite una implementación eficaz de un método para estimar identificadores asignados a fuentes de luz en un sistema de iluminación codificado.

35 Se observa que la invención se refiere a todas las posibles combinaciones de características mencionadas en las reivindicaciones. De la misma manera, las ventajas del primer aspecto se aplican al segundo aspecto, al tercer aspecto y al cuarto aspecto, y viceversa.

Breve descripción de los dibujos

40 Este y otros aspectos de la presente invención se describirán ahora en más detalle, con referencia a los dibujos adjuntos que muestran (una) realización/realizaciones de la invención.

La figura 1 es un sistema de iluminación según una realización;

45 la figura 2(a) es una fuente de luz según una realización;

la figura 2(b) es una fuente de luz según una realización;

la figura 3 es un receptor según una realización;

50 la figura 4 es un diagrama de flujo según una realización;

la figura 5 es un diagrama de flujo según una realización;

55 la figura 6 ilustra ejemplos de señales de modulación de ancho de impulso;

60 la figura 7 es una ilustración de rangos de frecuencias para diferentes armónicos; y

la figura 8 ilustra un proceso de iteración sucesiva.

Descripción detallada

Las realizaciones a continuación se proporcionan a modo de ejemplo de manera que esta descripción sea minuciosa y completa y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica. Números de referencia similares se refieren a elementos similares a lo largo de todo el documento.

La figura 1 ilustra un sistema 100 de iluminación que comprende al menos una fuente de luz, indicada esquemáticamente por el número de referencia 102. La fuente 102 de luz puede formar parte de un sistema de control de iluminación, por tanto el sistema 100 de iluminación puede indicarse como sistema de iluminación codificado. Debe observarse que el término “fuente de luz” significa un dispositivo que se usa para proporcionar luz en una sala, para iluminar objetos en la sala. Ejemplos de tales dispositivos que proporcionan luz incluyen dispositivos de iluminación y luminarias. Una sala es, en este contexto, normalmente una habitación de apartamento o una sala de oficina, un vestíbulo de gimnasio, una sala en un lugar público o una parte de un entorno exterior, tal como una parte de una calle. Cada fuente 102 de luz puede emitir luz, tal como se ilustra esquemáticamente mediante la flecha 106.

Debido al gran número de fuentes 102 de luz y a la amplia variedad de niveles de iluminación que puede soportar cada fuente 102 de luz, la complejidad para calibrar y controlar un sistema 100 de iluminación de este tipo es bastante alta. Según técnicas del estado de la técnica sólo un número limitado (por ejemplo hasta 100) de fuentes 102 de luz puede identificarse en un sistema 100 de iluminación basándose en iluminación codificada. Este problema puede superarse mediante métodos, dispositivos y conceptos de sistema tal como se dan a conocer a continuación, lo que mitiga la dependencia del número de fuentes de luz en el sistema 100 de iluminación durante la asignación y detección de identificadores de las fuentes 102 de luz.

La luz emitida comprende una parte modulada asociada con luz codificada que comprende un identificador de fuente de luz. Un método para asignar identificadores a fuentes de luz se dará a conocer a continuación. La luz emitida también puede comprender una parte no modulada asociada con una contribución de iluminación. Cada fuente 102 de luz puede estar asociada con varios ajustes de iluminación, relacionados entre otras cosas con la contribución de iluminación de la fuente de luz, tal como color, temperatura de color e intensidad de la luz emitida. En términos generales, la contribución de iluminación de la fuente de luz puede definirse como salida promediada en el tiempo de la luz emitida por la fuente 102 de luz.

El sistema 100 de iluminación comprende además un aparato 104, denominado receptor, para detectar y recibir luz, tal como la luz codificada que comprende el identificador de fuente de luz emitida por la fuente 102 de luz así como la luz emitida por fuentes de luz fuera del sistema 100 de iluminación (no mostradas).

El sistema 100 de iluminación puede comprender además un aparato 110 denominado controlador de luz para asignar un identificador a las fuentes 102 de luz. Con el fin de conseguir una asignación de este tipo, tal como se indica esquemáticamente mediante la flecha 112, el controlador 110 de luz puede disponerse para realizar varias funcionalidades. Estas funcionalidades se describirán a continuación con referencia al diagrama de flujo de la figura 5. El controlador 110 de luz puede formar parte de un dispositivo de control central. Puede comprender o formar parte de una unidad de procesamiento. Por ejemplo, la funcionalidad del controlador 110 de luz puede realizarse durante la fabricación de las fuentes 102 de luz.

Con referencia a la figura 1, un usuario puede desear seleccionar y controlar una fuente 102 de luz en el sistema 100 de iluminación usando el receptor 104. Para ello, las fuentes 102 de luz emiten un identificador único a través de la luz 106 visible. El receptor 104 tiene un sensor de luz (óptico direccional), que mientras apunta puede distinguir las contribuciones de luz de las diferentes fuentes de luz y seleccionar la fuente 102 de luz relevante. Esta fuente 102 de luz puede controlarse entonces a través de un enlace de comunicaciones, por ejemplo un enlace 108 de radiofrecuencia, por ejemplo basado en ZigBee.

Alternativamente, con referencia a la figura 1, el usuario puede desear controlar fuentes 102 de luz en el sistema 100 de iluminación con el fin de crear luz en una cierta posición y/o con una intensidad y/o color de luz requeridos. Para ello, las fuentes 102 de luz emiten un identificador único a través de la luz 106 visible. El receptor 104 tiene un receptor de luz, y puede distinguir y estimar la magnitud de las contribuciones de luz de las diferentes fuentes 102 de luz en esa ubicación. El receptor 104 puede estimar entonces las contribuciones requeridas de las fuentes 102 de luz identificadas y comunicar el nuevo ajuste de luz a las fuentes 102 de luz, tal como se indica mediante la flecha 108 en la figura 1.

La figura 2(a) y la figura 2(b) ilustran esquemáticamente diagramas de bloques funcionales de una fuente 200a, 200b de luz, tal como la fuente 102 de luz de la figura 1 dada a conocer anteriormente. Por tanto, la fuente 200a, 200b de luz puede estar configurada para emitir luz de iluminación así como luz codificada, en la que la luz codificada comprende un identificador de fuente de luz de la fuente 200a, 200b de luz. La fuente 200a, 200b de luz comprende un emisor 202 para emitir la luz codificada. El emisor 202 puede comprender uno o más LED, pero perfectamente podría comprender una o más fuentes de FL o HID, etc. En el caso de IR, se colocará normalmente un LED de IR en las proximidades de la fuente de luz primaria. La fuente de luz primaria se asocia con la función de

iluminación de la fuente de luz (es decir para emitir la luz de iluminación) y puede ser cualquier fuente de luz, y la fuente de luz secundaria se asocia con el identificador de fuente de luz (es decir para emitir la luz codificada). Preferiblemente, esta fuente de luz secundaria es un LED. La fuente 200a, 200b de luz comprende además un receptor 208 para recibir información, tal como un identificador, para asignar un identificador de fuente de luz modificado a la fuente 200a, 200b de luz. El receptor 208 puede ser un receptor configurado para recibir luz codificada. El receptor 208 puede comprender una interfaz de infrarrojos para recibir luz infrarroja. Alternativamente el receptor 208 puede ser un receptor de radio para recibir información transmitida de manera inalámbrica. Todavía alternativamente, el receptor 208 puede comprender un conector para recibir información transmitida por cable. El cable puede ser un cable eléctrico. El cable puede ser un cable informático.

La fuente 200a, 200b de luz puede comprender además otros componentes tales como una unidad 204 de procesamiento, tal como una unidad de procesamiento central (CPU), y una memoria 206. Tal como se ilustra en la figura 2(b), un controlador 210 de luz puede formar parte de la unidad 204 de procesamiento. Alternativamente, tal como se ilustra en la figura 2(a), la fuente 200a de luz no comprende un controlador de luz. El controlador de luz entonces puede formar parte del sistema 100 de iluminación, tal como se dio a conocer anteriormente con referencia a la figura 1. Todavía alternativamente, pueden haberse proporcionado identificadores a la fuente 200a, 200b de luz durante la fabricación de la fuente 200a, 200b de luz. Tal como se ilustra en la figura 2(b), el controlador 210 de luz puede conectarse operativamente al receptor 208, a la memoria 206 y al emisor 202. El controlador 210 de luz puede recibir información desde el receptor 208 relacionada con la asignación de un identificador a la fuente 200 de luz. Por ejemplo, mediante la utilización de la unidad 204 de procesamiento, el controlador 210 de luz puede cambiar la codificación de la luz codificada de manera que la luz codificada emitida por el emisor 202 comprenda el identificador. Con el fin de conseguir una asignación de este tipo, el controlador 210 de luz puede estar dispuesto para realizar varias funcionalidades. Estas funcionalidades se describirán a continuación con referencia al diagrama de flujo de la figura 5. La información relacionada con los identificadores, tal como identificadores y parámetros de código, puede almacenarse en la memoria 206. Por tanto, en el ejemplo de la fuente 200a de luz de la figura 2(a), que no comprende un controlador de luz, la fuente 200a de luz puede asignar nuevos identificadores a la fuente 200a de luz basándose en la información recibida por el receptor 208 relacionada con los identificadores y parámetros de código almacenados en la memoria 206.

Una luminaria (no mostrada) puede comprender al menos una fuente 200a, 200b de luz, en la que a cada fuente de luz se le pueden asignar identificadores de fuente de luz individuales. Preferiblemente, esta fuente de luz es una fuente de luz basada en LED.

La figura 6 muestra un ejemplo de una señal de activación de modulación de ancho de impulso (PWM) para fuentes 1 y 2 de luz a modo de ejemplo. PWM es una manera eficaz de atenuar la salida de luz de una fuente de luz. En el método de PWM, se activa la fuente de luz (es decir emite luz) a un nivel de corriente nominal durante una parte del tiempo y no se activa (es decir no emite luz) el resto del tiempo. Por consiguiente, la señal de PWM consiste en un tren de impulsos repetidos. La razón de activación se denomina a menudo ciclo de trabajo p . En la parte superior de la figura 6, el ciclo de trabajo para la fuente 1 de luz (indicado como p_1) es idéntico al ciclo de trabajo de la fuente 2 de luz (indicado como p_2). Más particularmente, $p_1 = p_2 = 0,5$. En la parte inferior de la figura 6, los ciclos de trabajo son $p_1 = p_2 = 0,25$. Con un alto ciclo de trabajo, se entrega más corriente en promedio a la fuente de luz y, por tanto, se emite luz con una mayor intensidad desde la fuente de luz. La salida de luz de la fuente de luz sigue de cerca la señal de corriente, y será similar a la señal representada en la figura. Normalmente, la frecuencia de la señal de PWM es mayor que varios cientos de hercios (Hz), de manera que el encendido y apagado de la luz es invisible para el sistema visual humano. Para la fuente 1 de luz en la figura 6, la frecuencia de la señal de PWM se indica como f_1 . De la misma manera, para la fuente 2 de luz en la figura 6, la frecuencia de la señal de PWM se indica como f_2 . En este ejemplo ilustrativo $f_1 < f_2$.

La figura 6 ilustra que a los LED se les puede asignar una frecuencia única f_i de la señal de PWM, que actúa como identificador de luz codificada para la fuente de luz. Esta frecuencia única hace que la luz que se origina desde la fuente de luz pueda identificarse de manera única. Este método de luz codificada se denomina multiplexación por división de frecuencia (FDM). Puesto que la salida de luz se regula sólo por el ciclo de trabajo, es decir no por la frecuencia, la fuente de luz puede atenuarse variando este ciclo de trabajo.

En la figura 3 se proporciona un diagrama de bloques funcional para un receptor 300 según una realización de la presente invención. El receptor 300 comprende una unidad de procesamiento, ilustrada de manera esquemática mediante el número de referencia 302, dispuesta para estimar un identificador asignado a la fuente 102 de luz basándose en la luz recibida por un receptor 304 de luz del receptor 300. Con el fin de conseguir tal detección, la unidad 300 de procesamiento está dispuesta para realizar varias funcionalidades. Estas funcionalidades se describirán a continuación con referencia al diagrama de flujo de la figura 5. El receptor 300 comprende además una memoria 306 y un transmisor 308. La memoria 306 puede almacenar instrucciones relacionadas con las funcionalidades para estimar un identificador asignado. El transmisor 308 puede utilizarse con el fin de comunicar identificadores actualizados a fuentes 102 de luz en el sistema 100 de iluminación.

Un método para asignar identificadores a fuentes de luz en un sistema de iluminación codificado se describirá ahora con referencia al diagrama de flujo de la figura 4. El método dado a conocer se presenta en un contexto de FDM.

Una banda de frecuencia disponible se divide en N zonas de frecuencia no uniformes (no solapadas), etapa 402. Por tanto, la banda de frecuencia disponible puede definirse por un ancho de banda disponible. La banda de frecuencia disponible se define entre una frecuencia de límite inferior y una frecuencia de límite superior. Mediante la división de la banda de frecuencia en N zonas de frecuencia (no solapadas) puede usarse el rango de frecuencias hasta el rango del enésimo armónico entero, en la detección y estimación en el receptor 300. La frecuencia de límite inferior puede incluir el valor de frecuencia cero. Sin embargo, para luz codificada de VL, normalmente la frecuencia inferior será superior a 100 Hz para evitar la visibilidad. La frecuencia superior está limitada por el ancho de banda del controlador 110, 210 de luz y las propiedades de las fuentes de luz, y es normalmente en el orden de 1-10 MHz. Valores prácticos para las frecuencias de límite inferior y de límite superior de la zona de frecuencia más inferior son 2 y 4 kHz, respectivamente. Las fuentes de luz también pueden dividirse en N grupos (no solapados) de manera correspondiente.

En general, el ancho de frecuencia de cada zona de frecuencia no uniforme de este tipo puede diferir de una zona de frecuencia a otra. Es decir, las zonas de frecuencia pueden asociarse con un ancho específico. Para simplificar la notación y sin pérdida de generalidad, a continuación se supondrán valores de frecuencia normalizados. Más particularmente, se supondrá que el valor de frecuencia de límite inferior (normalizado) adopta el valor 0 y se supondrá que el valor de frecuencia de límite superior (normalizado) adopta el valor 1.

Además, el ancho de las zonas de frecuencia no uniformes puede ser mayor para una zona de baja frecuencia que el ancho de la zona de alta frecuencia. Es decir, las zonas de frecuencia pueden asociarse con un orden específico. Es más, el ancho de las zonas de frecuencia no uniformes puede disminuir a medida que el contenido en frecuencias aumenta en las mismas. Es decir, las zonas de frecuencia pueden asociarse con un ancho y orden específicos. Particularmente, un ancho de la zona de frecuencia n , donde $1 \leq n \leq N-1$, puede venir dado por el valor de frecuencia normalizado $2/((n+1)(n+2))$. El ancho de la zona de frecuencia N viene dado en este caso por $2/(N+1)$. Particularmente, el límite inferior para la zona de frecuencia n puede venir dado, para $1 \leq n \leq N-1$, por el valor de frecuencia normalizado $(n-1)/(n+1)$. Puesto que el ancho de la zona de frecuencia N puede venir dado por $2/(N+1)$ y el ancho de la banda de frecuencia disponible total (normalizada) es 1, el límite inferior para la zona de frecuencia N puede venir dado por $1-2/(N+1)$.

Una frecuencia única para cada fuente de luz se selecciona entonces a partir de un conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una de las zonas de frecuencia no uniformes, etapa 404. Es decir, las frecuencias están separadas de manera uniforme dentro de cada zona de frecuencia. Sin embargo, la separación entre las frecuencias separadas de manera uniforme puede diferir entre zonas diferentes de las zonas de frecuencia. Particularmente, la separación entre la separación de frecuencia uniforme puede ser mayor para una zona de baja frecuencia que para una zona de alta frecuencia.

En general, el número de valores de frecuencia en cada zona de frecuencia no uniforme puede diferir de una zona de frecuencia a otra. Particularmente, L_n indica el número de frecuencias separadas de manera uniforme en la zona n . Una razón entre L_n y L_{n+1} puede venir dada como $L_n/L_{n+1} = (2+n)/(1+n)$. Por tanto, dado el número de frecuencias separadas de manera uniforme en la zona n puede hallarse el número de frecuencias separadas de manera uniforme en la zona $n+1$ o viceversa. Particularmente, definiendo un valor para el número L_1 de valores de frecuencia separados de manera uniforme en la zona 1 puede hallarse el número de valores de frecuencia separados de manera uniforme para las zonas $N-1$ restantes. Normalmente, cada zona puede comprender hasta unos cuantos cientos valores de frecuencia separados de manera uniforme.

La frecuencia única se usa entonces para modular la luz que va a emitirse por cada fuente de luz. De ese modo, se asigna un identificador a cada fuente de luz, etapa 406. La luz que va a emitirse por las fuentes de luz puede modularse según la modulación de ancho de impulso. Un ciclo de trabajo de la modulación de ancho de impulso puede depender de la frecuencia única asociada con el identificador asignado a cada fuente de luz. p_i indica el ciclo de trabajo de la fuente de luz i en la zona de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$. Entonces, puede requerirse que $\text{sen}(\pi(n+1)p_i) \neq 0$. Para el grupo N , puede requerirse que $\text{sen}(\pi N p_i) \neq 0$. Un motivo para estas condiciones puede ser que puede desearse detectar los identificadores del enésimo grupo basándose en el $(n+1)$ -ésimo armónico de la señal. Para $\text{sen}(\pi(n+1)p_i) = 0$, sin embargo, la contribución de la fuente i en el $(n+1)$ -ésimo armónico es cero. Por consiguiente, la detección sería imposible. Por ejemplo, el ciclo de trabajo de cualquier fuente de luz en el grupo 1 no debe ser igual a $1/2$, puesto que esto daría como resultado un segundo armónico para el que la amplitud es igual a cero. Esto no permite su estimación.

Sin embargo, si se requiere que el ciclo de trabajo de una fuente de luz p_i se establezca para que sea el valor que no está permitido, el ciclo de trabajo puede ajustarse en un pequeño valor δ_p . En este caso, el ciclo de trabajo p_i de la fuente de luz i en la zona de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$, puede ajustarse a $p_i + \delta_p$, de manera que $|(\text{sen}(\pi(n+1)p_i))/(\pi(n+1))| > \delta_p$. De manera similar, para la banda de frecuencia N el ciclo de trabajo p_i de la fuente de luz i en la banda de frecuencia N , puede ajustarse a $p_i + \delta_p$, de manera que $|(\text{sen}(\pi N p_i))/(\pi N)| > \delta_p$. Un valor típico de δ_p es $\delta_p \approx 0,001$.

La luz que va a emitirse por las fuentes de luz también puede asociarse con un nivel de atenuación, que

corresponde a la intensidad de luz relativa de la fuente de luz. El ciclo de trabajo de la modulación de ancho de impulso puede depender del nivel de atenuación de la fuente de luz.

La figura 7 muestra el rango de frecuencias de diferentes armónicos de la luz recibida por el receptor. Puede observarse que los rangos de frecuencias se solapan. Por ejemplo, el rango del tercer armónico se solapa parcialmente al rango del segundo armónico. Este comportamiento de solapamiento indica que las señales procedentes de diferentes fuentes de luz están correlacionadas. Por tanto, un estimador de identificadores de las fuentes de luz que aprovecha estos armónicos podría verse afectado por esta correlación y, por tanto, el rendimiento de estimación podría limitarse. Además, la correlación entre diferentes señales de fuentes de luz puede depender de parámetros desconocidos tales como fase y frecuencia.

Por tanto, no es sencillo generar un estimador con buen rendimiento. Una inspección adicional de la figura 7 indica que no hay solapamiento de frecuencias en la primera mitad (aproximadamente) del rango del segundo armónico. Esto significa que no hay interferencia de otros armónicos de otras fuentes de luz en la primera mitad del rango del segundo armónico. En otras palabras, puede desarrollarse un estimador en este rango de frecuencias sólo basándose en este armónico, sin considerar la influencia de otros identificadores. Esto se denominará estimador individual. Además, siempre que se establezca la separación de frecuencias entre los segundos armónicos de diferentes fuentes de luz para que sea $2/T$, donde T es el tiempo de respuesta del receptor, puede usarse un estimador individual, por ejemplo basado en una batería de filtros, usando una función ventana triangular. De manera equivalente, la separación de frecuencias entre las frecuencias fundamentales es $1/T$. Por tanto, a través del uso del segundo armónico, las fuentes de luz se empaquetan de manera más cercana por un factor de dos en comparación con un sistema que aplica la detección basándose en la frecuencia fundamental. Además, si la señal de cuarto armónico de las fuentes de luz en la primera mitad puede estimarse a partir de los correspondientes segundos armónicos, estas señales de cuarto armónico pueden sustraerse de la señal de luz recibida total y parte del rango de frecuencias de tercer armónico quedará libre de solapamiento de frecuencias.

Pueden considerarse múltiples armónicos porque las frecuencias están más separadas en los armónicos que en la frecuencia fundamental, permitiendo de ese modo que los parámetros de los identificadores frecuencia se distingan y estimen de manera precisa. El proceso de estimación se basa en los siguientes principios generales. Los parámetros de las fuentes de luz en el rango 1 de frecuencias pueden estimarse mediante el uso de los segundos armónicos (tal como se ilustra en la parte superior de la figura 7). La señal de luz recibida total, que incluye todos los armónicos, puede sustraerse entonces de la señal recibida total. Después de eso, el proceso de estimación puede continuar con la estimación de identificadores para fuentes de luz en el segundo grupo de fuentes de luz con el uso de los terceros armónicos. Por tanto, el ancho del rango de frecuencias para el primer grupo puede determinarse de manera que puede eliminarse el solapamiento entre el rango del tercer y el segundo armónico, tal como se ilustra mediante las zonas oscuras en la figura 7. En el ejemplo ilustrativo de la figura 7, el primer rango de frecuencias ocupa aproximadamente el primer tercio de la banda de frecuencia entera. De manera similar, el rango de frecuencias desde aproximadamente un tercio hasta aproximadamente la mitad de la banda de frecuencia entera, es decir aproximadamente $1/6$ del espectro entero, se asigna al segundo grupo. Los parámetros de las señales de fuentes de luz en el segundo grupo pueden estimarse basándose en los terceros armónicos (tal como se ilustra en la parte inferior de la figura 7). Los parámetros de señal de las siguientes fuentes de luz pueden estimarse entonces basándose en al menos los cuartos armónicos. Este procedimiento puede extenderse a todos los N grupos de manera sistemática.

Ahora se describirá un método para estimar identificadores asignados a fuentes de luz en un sistema de iluminación codificado con referencia al diagrama de flujo de la figura 5.

El receptor 104, 300 recibe luz, etapa 501. Se estima una frecuencia única seleccionada a partir de un conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una de N zonas de frecuencia no uniformes de la banda de frecuencia disponible, etapa 502. Esta etapa tiene varias subetapas. Para cada zona de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$, la frecuencia única se estima basándose en un armónico $(n+1)$ de luz recibida, etapa 504. La estimación de la frecuencia exacta puede requerirse debido a desplazamientos de frecuencia que se producen en el controlador 204 de fuente de luz. Por ejemplo, estos pueden estar provocados por no idealidades en los componentes del controlador 204 de fuente de luz. En general, puede decirse que la estimación de la señal de luz recibida, o la contribución de iluminación, se efectúa de manera sucesiva. Partiendo de $n = 1$ hasta $n = N-1$, pueden estimarse varios parámetros, tales como frecuencia, amplitud y/o fase de cada fuente de luz en el grupo n , basándose en un armónico $(n+1)$ de la señal de luz recibida. Para $n = N$, pueden estimarse los parámetros de cada fuente de luz en el grupo N basándose en un armónico N . Los identificadores se determinan a partir de las frecuencias únicas, etapa 506.

Puede sustraerse una señal estimada total a la que se ha asignado una frecuencia en la zona de frecuencia n , antes de estimar la frecuencia única para la zona de frecuencia $n+1$. Este proceso iterativo se ilustra en la figura 8. Particularmente, cada frecuencia única en la zona de frecuencia n puede estimarse, para cada identificador i en la zona de frecuencia n , sustrayendo el armónico $(n+1)$ estimado con frecuencias vecinas,

La frecuencia única puede estimarse de nuevo localizando un pico de frecuencia a una distancia predefinida de

$(n+1)f$, donde f es una estimación previa de la frecuencia única, etapa 508.

En lo anterior, puede usarse un estimador sucesivo. En cada etapa del estimador, los parámetros de señal de las fuentes de luz en un grupo n se estiman en uno de los armónicos y luego todos los armónicos de las señales de fuentes de luz se sustraen de la señal recibida total. Con el fin de realizar tal sustracción, puede que tengan que estimarse todos los parámetros de señal con alta precisión. En esta sección, explicaremos cómo funciona cada estimador de parámetros de componente de este tipo.

Considérese la zona de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$. Por tanto, se han sustraído las señales de los grupos previos desde 1 hasta $n-1$. Sólo tiene que considerarse el espectro de frecuencia, indicado por $F_n(f)$, dentro de los $(n+1)$ -ésimos armónicos de las fuentes de luz en el n -ésimo grupo. Para ello puede aplicarse un filtro a la señal resultante después de la sustracción. En una etapa inicial, se supone que la frecuencia estimada, f , de cada fuente de luz es igual a la frecuencia ideal \hat{f}_i sin desplazamiento de frecuencias. Entonces se determina la transformada de Fourier $F(\cdot)$ de la señal recibida y se considera $F(\hat{f}_i)$.

Además, puede estimarse una amplitud de la luz recibida, etapa 510. También puede estimarse una fase de la luz recibida, etapa 512. El valor estimado para amplitud es $\hat{\alpha}_i = |F(\hat{f}_i)|/b_{i,n+1}$ donde $b_{i,n}$ es la magnitud del n -ésimo armónico, y la fase del $(n+1)$ -ésimo armónico es $\hat{\varphi}_{i,n+1} = \text{ángulo}(F(\hat{f}_i))$. Este estimador es básicamente un estimador individual, que implementa el receptor propuesto.

Para mejorar el rendimiento del proceso de estimación propuesto, es posible una ampliación con el siguiente enfoque. Este enfoque considera el uso de un algoritmo iterativo, en el que la siguiente iteración puede ejecutarse N_i veces:

En cada iteración pueden realizarse las siguientes etapas desde $i = 1$ hasta L_n . Para cada i -ésima fuente de luz, las señales del $(n+1)$ -ésimo armónico estimadas de las fuentes de luz se sustraen con fuentes de luz vecinas.

Específicamente, para j con $|j-i| < L_{\text{vecina}}$, el espectro del $(n+1)$ -ésimo armónico, $\hat{F}_j(f)$, de las j -ésimas fuentes de luz puede reconstruirse basándose en $\hat{\alpha}_i, \hat{f}_i, \dots, \hat{\varphi}_{i,n+1}$. Después puede obtenerse $\hat{F}_i(f) = F_n(f) - \sum_j \hat{F}_j(f)$.

Se localiza el pico de $|\hat{F}_i(f)|$ y la correspondiente frecuencia es la \hat{f}_i actualizada. Entonces, puede actualizarse $\hat{\alpha}_i = |\hat{F}_i(\hat{f}_i)|/b_{i,n+1}$ y $\hat{\varphi}_{i,n+1} = \text{ángulo}(\hat{F}_i(\hat{f}_i))$. Si se usa una transformada rápida de Fourier (FFT), $|\hat{F}_i(f)|$ sólo adopta valores en intervalos de frecuencias discretos. En este caso, el pico de la frecuencia puede localizarse a través del siguiente procedimiento de interpolación.

Los dos intervalos de frecuencias f_1 y f_2 pueden localizarse de manera que $|\hat{F}_i(f_1)|$ y $|\hat{F}_i(f_2)|$ sean del valor más cercano al valor, digamos, $\varepsilon \text{ máx}|\hat{F}_i(f)|$, donde $\text{máx}|\hat{F}_i(f)|$ se estima a partir de todos los intervalos de frecuencias y donde $0 < \varepsilon < 1$ es una constante. Esto podría usarse para detectar bordes. El valor típico de ε es $\varepsilon = 0,8$. Luego $\hat{f}_i = (f_1+f_2)/2$.

Puesto que la fase se estima a armónicos superiores, puede producirse una ambigüedad de fase para los correspondientes armónicos inferiores y la frecuencia fundamental. La ambigüedad de fase puede resolverse tal como sigue. Con acceso a $\hat{\varphi}_{i,n+1}$ para cada i en el n -ésimo grupo, $\hat{\varphi}_i$ todavía no puede determinarse puesto que hay $n+1$ posibles fases candidatas debido a la ambigüedad de fase. La estimación $\hat{\varphi}_i$ puede usarse para reconstruir otras señales de armónico de modo que puede estimarse el parámetro de señal de las zonas de frecuencia sucesivas. La ambigüedad de fase puede resolverse usando el rango del n -ésimo armónico del n -ésimo grupo. Basándose en $\hat{\varphi}_{i,n+1}, \hat{\varphi}_{i-1}$ y $\hat{\varphi}_{i+1,n+1}$, pueden enumerarse todas las posibles combinaciones de fases candidatas para $\hat{\varphi}_{i,n}, \hat{\varphi}_{i-1,n}$ y $\hat{\varphi}_{i+1,n}$. Entonces, para cada una de las combinaciones, con acceso a $\hat{\alpha}_i, \hat{\alpha}_{i-1}, \hat{\alpha}_{i+1}, \hat{f}_i, \hat{f}_{i-1}$ y \hat{f}_{i+1} , puede

reconstruirse el espectro alrededor de $n\hat{f}_i$. El espectro alrededor de $n\hat{f}_i$ también puede obtenerse sustrayendo el espectro debido a grupos previos en este rango de frecuencias. Estos dos espectros estimados pueden compararse. A partir de la combinación que da la mejor coincidencia de dos espectros, la fase candidata con respecto a la i -ésima fuente de luz puede determinarse como la $\hat{\varphi}_i$ actualizada.

La (estimación de la) amplitud $\hat{\alpha}_i$ puede usarse para determinar contribuciones de iluminación individuales de las fuentes de luz, etapa 514. A partir de la fase del armónico $(n+1)$ de cada fuente de luz, pueden obtenerse $(n+1)$ fases candidatas para la componente de frecuencia fundamental, y por tanto $(n+1)$ fases candidatas para el armónico n . La fase candidata para cada fuente de luz puede seleccionarse según un criterio. El criterio puede especificar que la señal reconstruida de armónico n debe ser la que mejor coincida con la señal recibida. La mejor coincidencia puede definirse por un criterio de distancia.

Además, las etapas anteriores pueden repetirse de manera iterativa desde la primera hasta la última fuente de luz en cada zona de frecuencia n (es decir desde la fuente de luz asociada con la frecuencia más baja en la zona de frecuencia n hasta la fuente de luz asociada con la frecuencia más alta en la zona de frecuencia n). Además, las etapas de iteración pueden repetirse varias veces con el fin de mejorar el resultado de estimación. El número de estimaciones puede venir dado por un número predefinido o la estimación puede continuar hasta que los resultados de dos iteraciones sucesivas difieran menos que un umbral predefinido.

REIVINDICACIONES

1. Método para asignar identificadores a fuentes (102, 200a, 200b) de luz en un sistema (100) de iluminación codificado, estando dicho método caracterizado por las etapas de:
 - 5 dividir (402) una banda de frecuencia disponible en N zonas de frecuencia no uniformes, seleccionar (404), para cada fuente de luz, una frecuencia única a partir de un conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una respectiva de dichas zonas de frecuencia no uniformes, y
 - 10 usar (406) dicha frecuencia única para modular la luz que va a emitirse por cada una de dichas fuentes de luz, asignando de ese modo un identificador a cada una de dichas fuentes de luz.
2. Método según la reivindicación 1, en el que una separación entre dichas frecuencias separadas de manera uniforme difiere entre zonas diferentes de dichas zonas de frecuencia.
- 15 3. Método según la reivindicación 1, en el que una separación entre dichas frecuencias separadas de manera uniforme es mayor para una zona de baja frecuencia que para una zona de alta frecuencia.
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que un ancho de dicha zona de frecuencia no uniforme es mayor para una zona de baja frecuencia que para una zona de alta frecuencia.
- 20 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha banda de frecuencia se divide, entre valores de frecuencia normalizados 0 y 1, en dichas N zonas de frecuencia y en el que, para $1 \leq n \leq N-1$, un ancho de zona de frecuencia n viene dado por el valor de frecuencia normalizado $2/((n+1)(n+2))$.
- 25 6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha banda de frecuencia se divide, entre valores de frecuencia normalizados 0 y 1, en dichas N zonas de frecuencia y en el que, para $1 \leq n \leq N-1$, un límite inferior para la zona de frecuencia n bien dado por el valor de frecuencia normalizado $(n-1)/(n+1)$.
- 30 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que una razón entre un número L_1 de frecuencias separadas de manera uniforme en la zona n y un número L_2 de frecuencias separadas de manera uniforme en la zona $n+1$ es $L_1/L_2=(2+n)/(1+n)$.
- 35 8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la luz que va a emitirse se modula según modulación de ancho de impulso, y en el que un ciclo de trabajo de dicha modulación de ancho de impulso depende de al menos uno de dicha frecuencia única y un nivel de atenuación de dicha fuente de luz.
- 40 9. Método según la reivindicación 8, en el que el ciclo de trabajo p_i de la fuente de luz i en la banda de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$, se establece de manera que $\text{sen}(\pi(n+1)p_i) \neq 0$.
- 45 10. Método para estimar identificadores asignados a fuentes (102, 200a, 200b) de luz en un sistema (100) de iluminación codificado, en el que dichos identificadores se han asignado conforme al método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende las etapas de:
 - recibir luz (501);
 - 50 determinar (502) dicha frecuencia única para cada una de dichas fuentes de luz, seleccionándose dicha frecuencia única a partir de dicho conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una respectiva de dichas N zonas de frecuencia no uniformes de dicha banda de frecuencia disponible por, para la zona de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$:
 - 55 estimar (504) dicha frecuencia única basándose en un armónico $(n+1)$ de dicha luz recibida, y
 - determinar (506) dicho identificador para cada una de dichas fuentes de luz a partir de dicha frecuencia única.
- 60 11. Método según la reivindicación 10, que comprende además, a partir de dicha luz recibida, estimar (510, 512) al menos una de una amplitud y una fase de dicha luz recibida.
12. Método según la reivindicación 11, que comprende además, basándose en dicha amplitud, determinar (514) contribuciones de iluminación individuales de dichas fuentes de luz de manera que una señal reconstruida de armónico n sea la que mejor coincida con la luz recibida.

13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende además, antes de estimar dicha frecuencia única para la zona de frecuencia $n+1$, sustraer, a partir de dicha luz recibida, una señal para la que se ha asignado dicha frecuencia en la zona de frecuencia n .
- 5 14. Controlador (110, 210) de luz para asignar identificadores a fuentes (102, 200a, 200b) de luz en un sistema (100) de iluminación codificado, que comprende:
- 10 una unidad (204) de procesamiento dispuesta para asignar un identificador a dichas fuentes de luz mediante lo cual, para cada fuente de luz, dicho identificador determina una frecuencia única que va a usarse para modular la luz que va a emitirse por cada una de dichas fuentes de luz,
- caracterizado porque la unidad (204) de procesamiento está dispuesta para asignar dicho identificador realizando las etapas de:
- 15 dividir una banda de frecuencia disponible en N zonas de frecuencia no uniformes, y
- seleccionar dicha frecuencia única a partir de un conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una respectiva de dichas zonas de frecuencia no uniformes.
- 20 15. Receptor (104, 300) para estimar identificadores asignados a fuentes (102, 200a, 200b) de luz en un sistema (100) de iluminación codificado, en el que dichos identificadores se han asignado por el controlador (110, 210) de luz según la reivindicación 14, comprendiendo el receptor (104, 300):
- 25 un receptor (304) de luz;
- una unidad (302) de procesamiento dispuesta para realizar las etapas de:
- 30 determinar dicha frecuencia única para cada una de dichas fuentes de luz, seleccionándose dicha frecuencia única a partir de dicho conjunto de frecuencias separadas de manera uniforme en una respectiva de N zonas de frecuencia no uniformes de dicha banda de frecuencia disponible por, para la zona de frecuencia n , $1 \leq n \leq N-1$:
- 35 estimar dicha frecuencia única basándose en un armónico ($n+1$) de la luz recibida por dicho receptor de luz, y
- determinar dicho identificador
- para cada una de dichas fuentes de luz a partir de dicha frecuencia única.

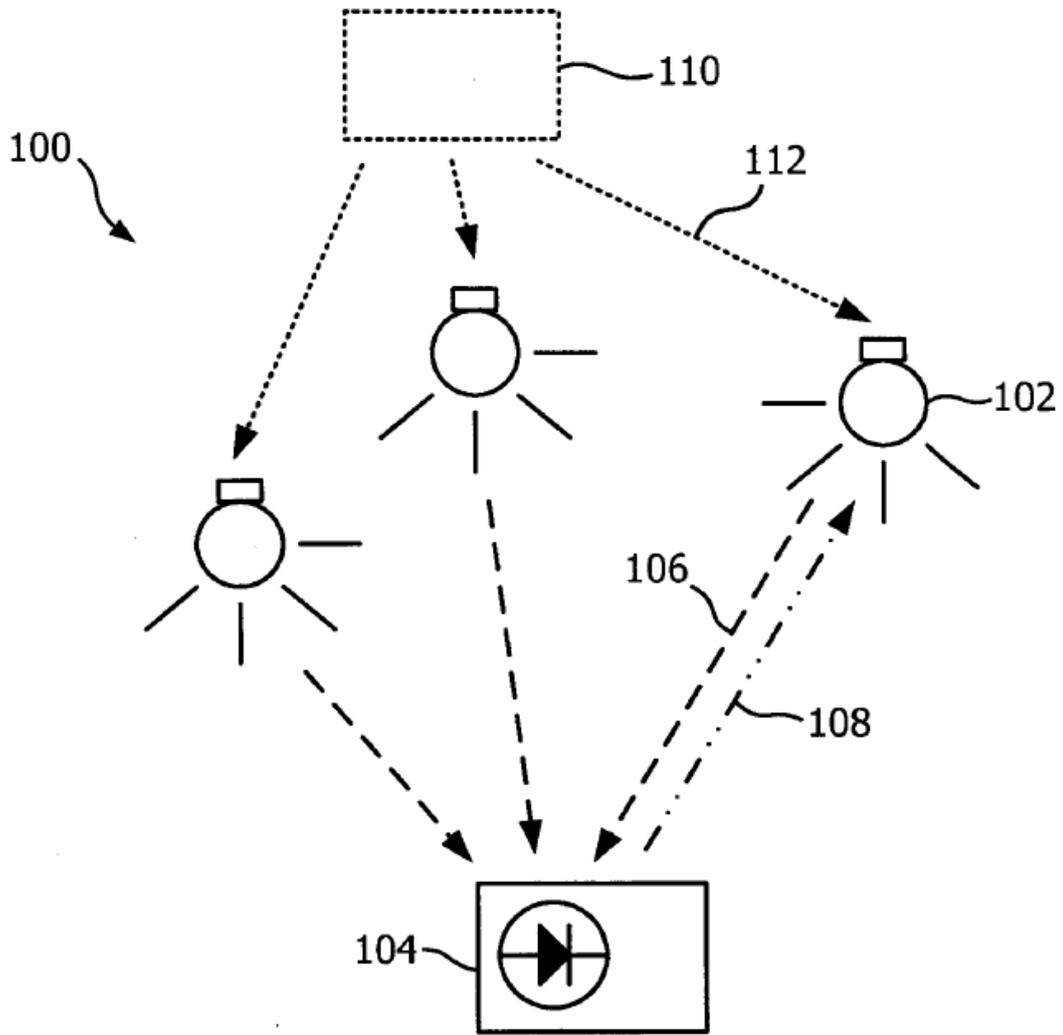


FIG. 1

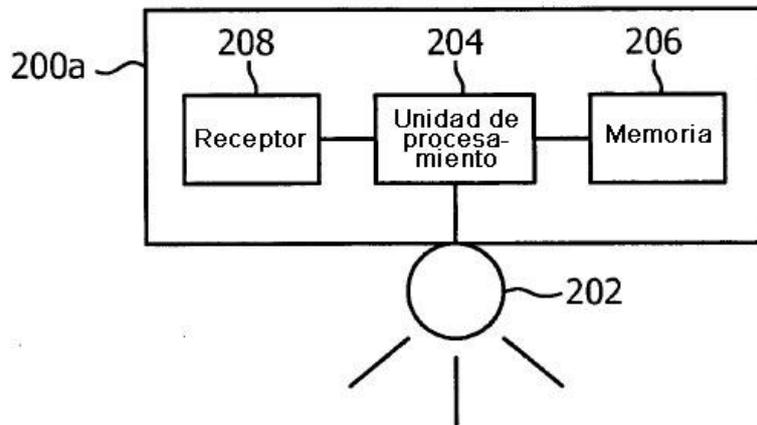


FIG. 2a

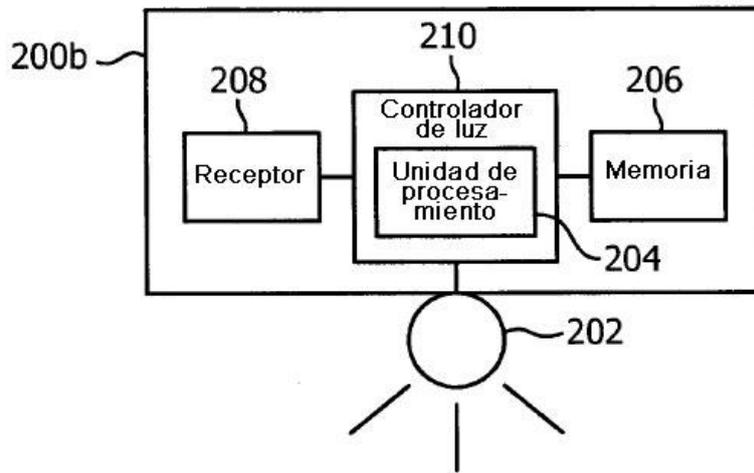


FIG. 2b

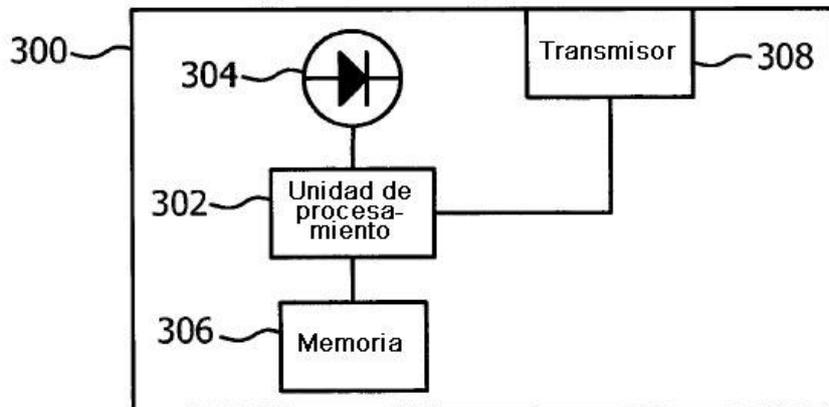


FIG. 3

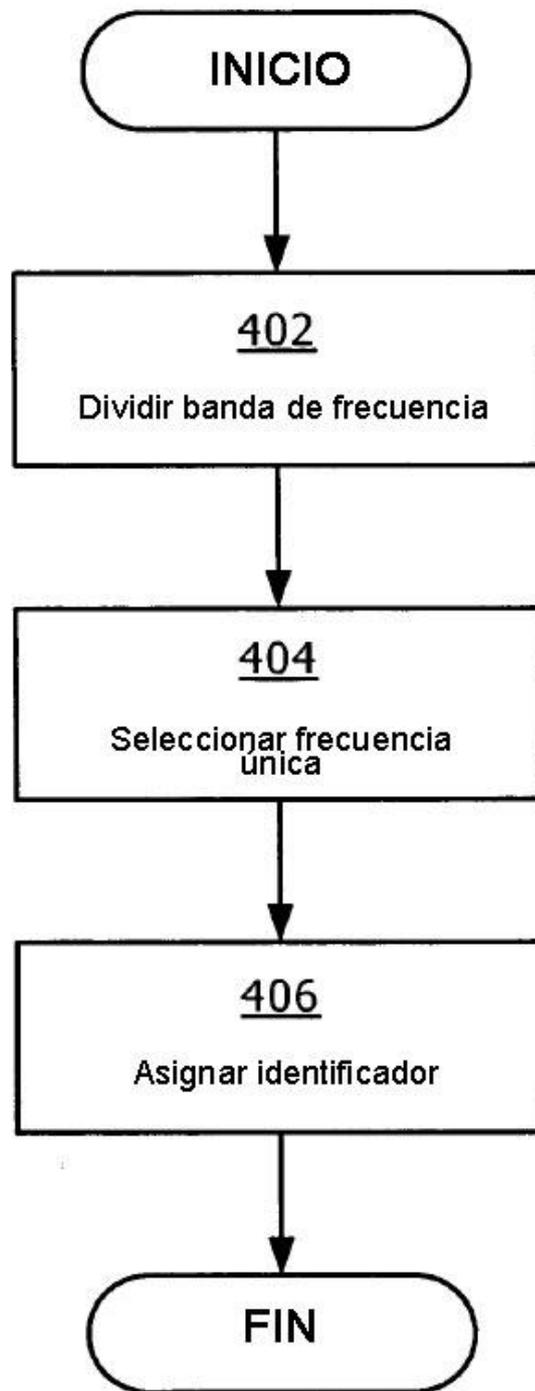


FIG. 4

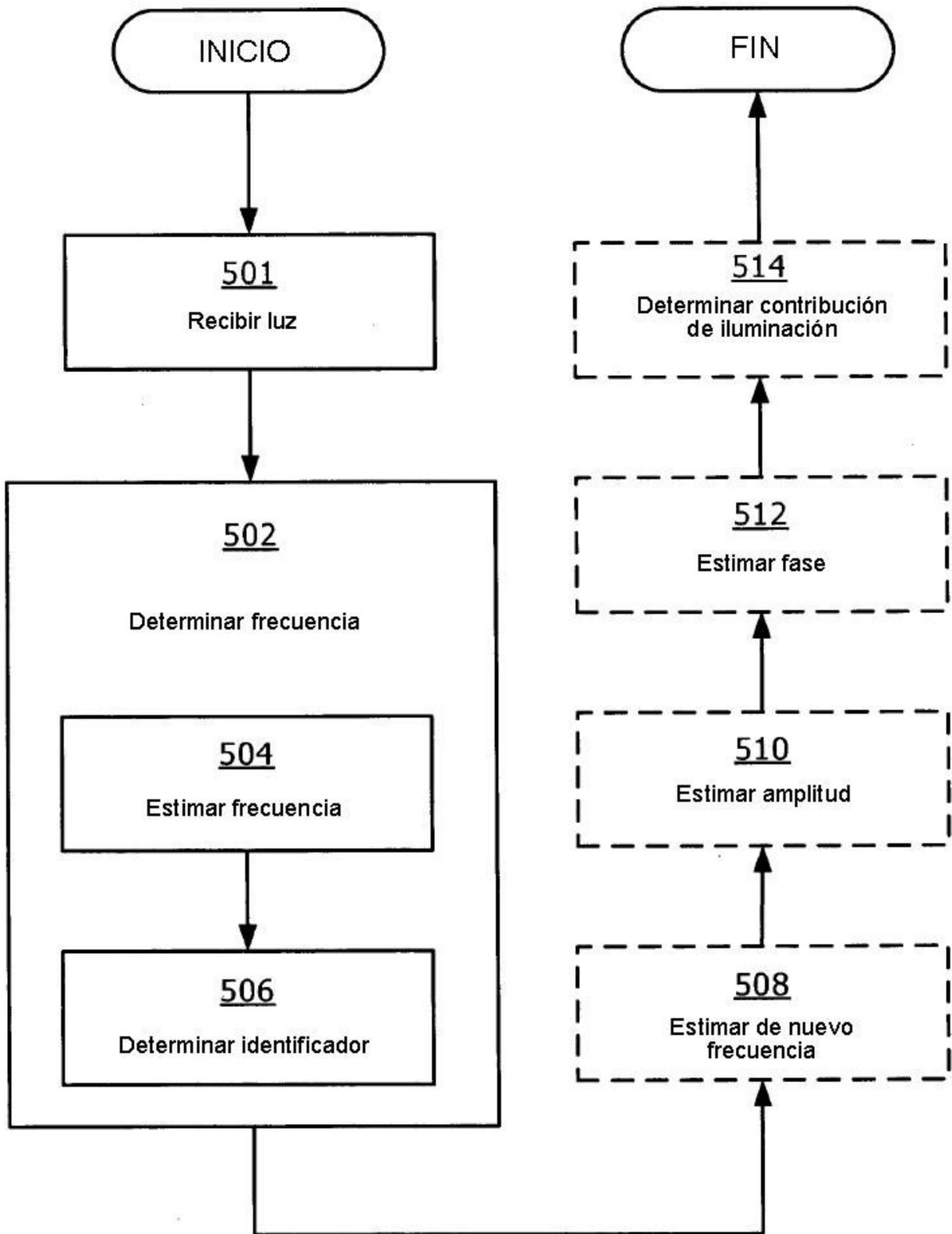


FIG. 5

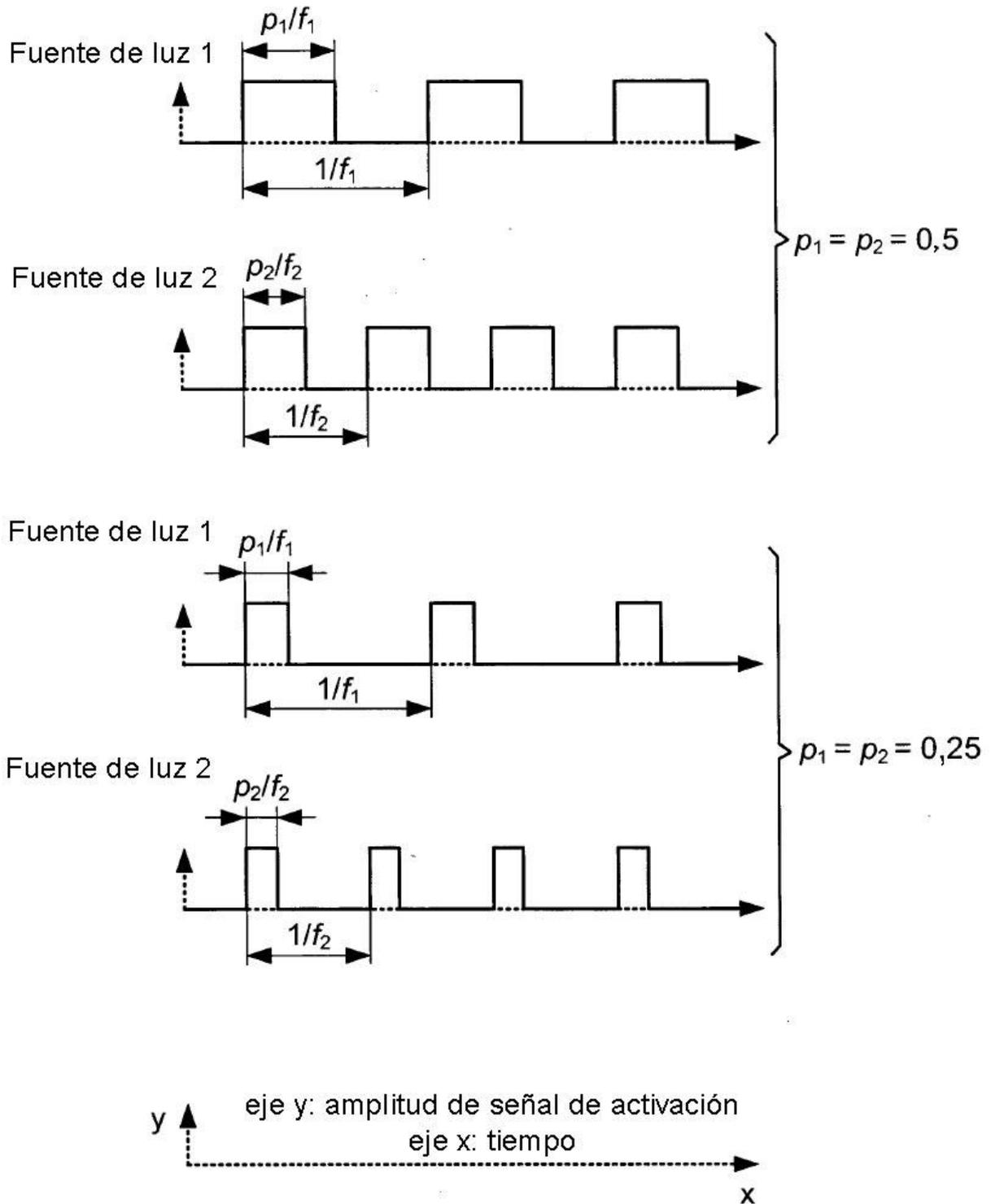


FIG. 6

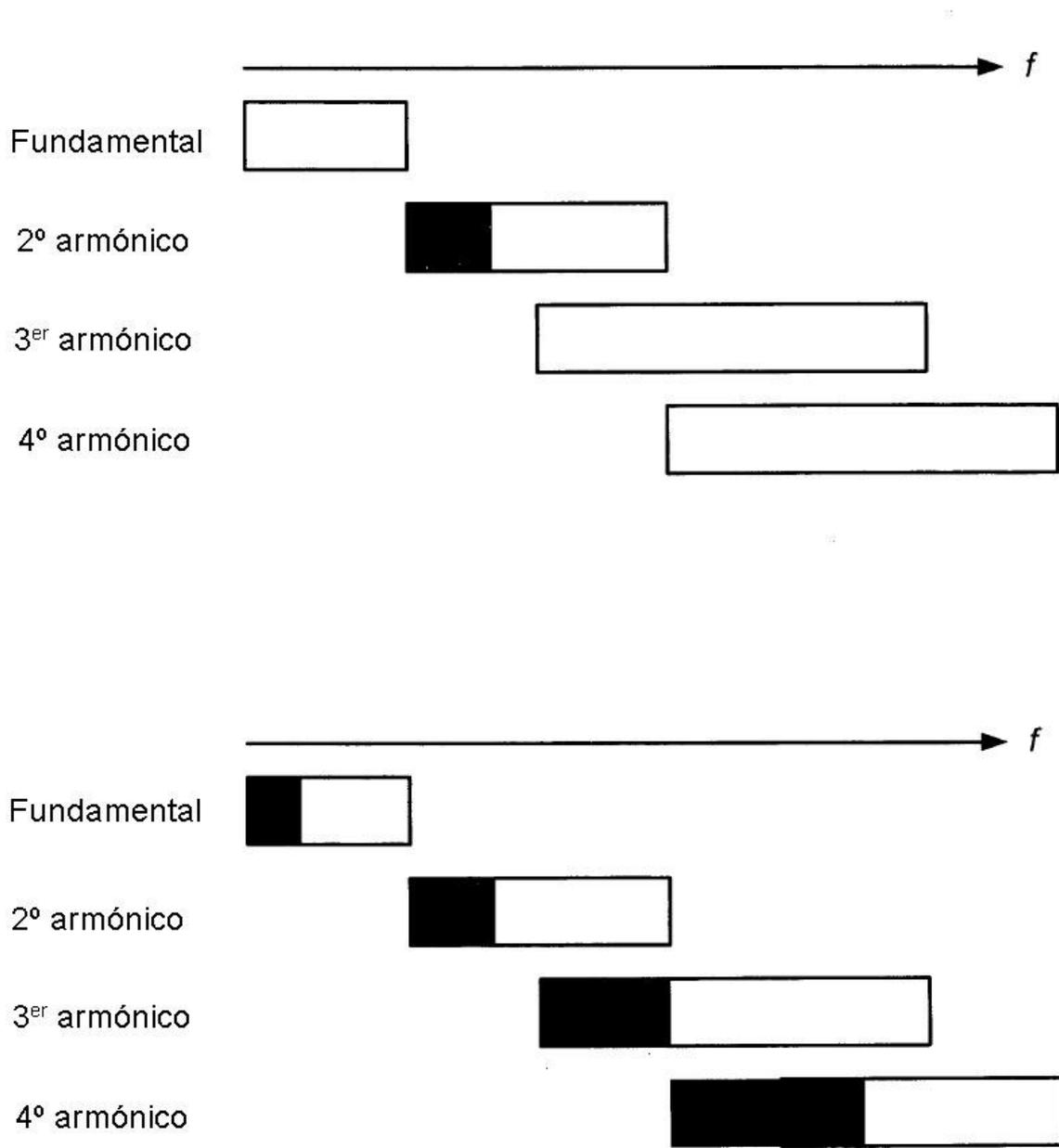


FIG. 7

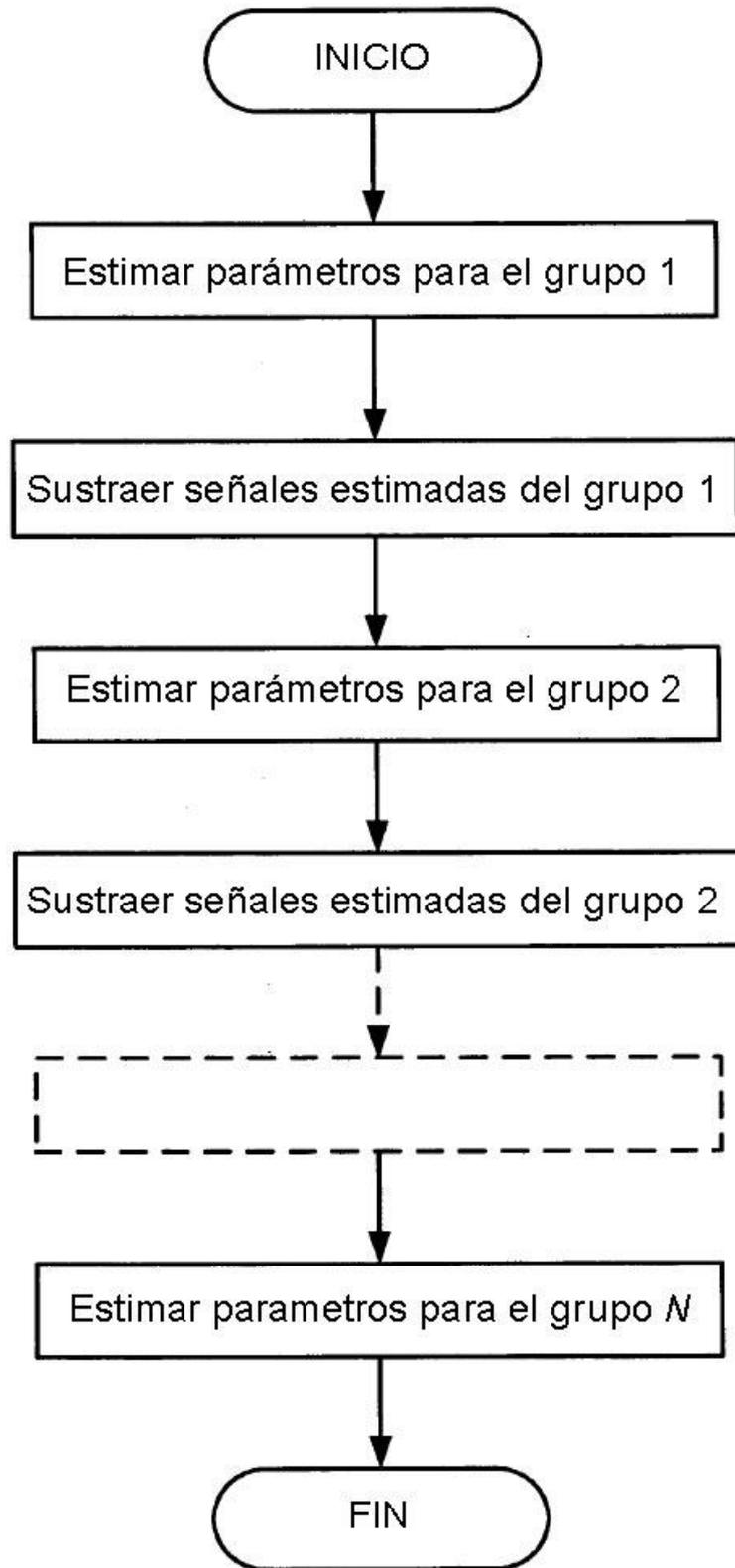


FIG. 8