

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 998**

21 Número de solicitud: 201400802

51 Int. Cl.:

H03B 17/00 (2006.01)

H04B 15/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

08.10.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.04.2016

Fecha de la concesión:

18.01.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

25.01.2017

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)

Plaza de Santa Cruz, 5 bajo

47002 Valladolid (Valladolid) ES

72 Inventor/es:

GARCÍA ESCARTÍN , Juan Carlos

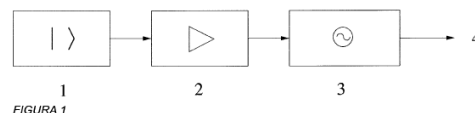
54 Título: **Procedimiento y dispositivos de modulación cuántica de señales aleatorias**

57 Resumen:

Procedimiento y dispositivos de modulación cuántica de señales periódicas.

El procedimiento permite mitigar los problemas de interferencia electromagnética que pueden aparecer como consecuencia de la existencia de señales periódicas tales como las que se usan en la distribución de señales de reloj en aparatos electrónicos o en fuentes de alimentación conmutadas. La energía de estas interferencias normalmente se concentra en los armónicos de la frecuencia fundamental que determina el periodo. Procedimiento y dispositivos de esta patente permiten repartir esta energía en frecuencia mediante la modulación de la señal periódica con una señal moduladora aleatoria de origen cuántico.

Se describen, además, dispositivos que implementan este procedimiento en distintos sistemas electrónicos. Entre ellos, destacan varios dispositivos que utilizan una fuente de luz cuántica que ilumina un detector de modo que el voltaje aleatorio de salida del detector module en frecuencia, posición o anchura los pulsos de la señal periódica de referencia.



ES 2 565 998 B1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivos de modulación cuántica de señales aleatorias

OBJETO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para repartir por el espectro de radiofrecuencia la energía capaz de causar interferencia electromagnética que generan las señales periódicas presentes en aparatos eléctricos y electrónicos. El ensanchamiento en frecuencia se consigue modulando la señal periódica mediante una señal de control aleatoria de origen cuántico. Los cambios en la señal periódica
- 10 son lo suficientemente pequeños como para no alterar los requisitos funcionales de las señales.

La invención es aplicable en el sector de las tecnologías electrónicas, en concreto en el área de compatibilidad electromagnética.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 15 La proliferación de aparatos eléctricos y electrónicos hace que sea necesario tomar ciertas precauciones para evitar interferencias entre equipos cercanos. Los problemas más comunes de interferencia se deben a emisiones no intencionadas, ya sea a través del aire (emisiones radiadas) o a través de líneas de alimentación comunes (emisiones conducidas).
- 20 Para evitar estos problemas, existen diferentes leyes que exigen que los aparatos comerciales tengan unas emisiones por debajo de ciertos límites permitidos. La normativa concreta depende de cada país. En la Unión Europea los equipos deben seguir las normas de la directiva 2004/108/EC, que admite diferentes estándares, entre ellos las normas EN 301 489. En Estados Unidos rige la norma 47 CFR 15 de la
- 25 FCC (*Federal Communications Commission*).

Estas restricciones legales hacen que los fabricantes de aparatos eléctricos y electrónicos deban reducir las emisiones electromagnéticas de sus productos.

- Entre las medidas de reducción de las emisiones electromagnéticas potencialmente dañinas se encuentran el uso de blindajes electromagnéticos, incluir planos
- 30 conductores en los circuitos o añadir filtros. Todas las medidas tienen sus limitaciones

y suele usarse una combinación de ellas.

Una fuente importante de interferencia son las señales periódicas que aparecen en varios dispositivos. La energía de las emisiones de una señal periódica se concentra en frecuencias kf_0 situadas en múltiplos de la frecuencia fundamental f_0 que es el
 5 inverso del periodo T de la señal. Dos ejemplos importantes de señal periódica son las señales de reloj en dispositivos digitales o las señales PWM en las fuentes de alimentación conmutadas.

Una solución conocida al problema de concentración de energía de las emisiones en los armónicos kf_0 es emplear técnicas de espectro ensanchado. En las
 10 técnicas de espectro ensanchado se actúa sobre la señal periódica variando sus parámetros de modo que la señal modificada deja de ser periódica o, al menos, tiene un periodo tal que la energía de la señal se reparte en un rango diferente de frecuencias.

Uno de los primeros ejemplos de técnica de espectro ensanchado se puede ver
 15 en la patente US3354410 que describe un esquema en el que un oscilador que genera un reloj de salida se modula en fase usando una señal moduladora de baja frecuencia o una señal que procede de un sistema ruidoso. La señal moduladora a la entrada del oscilador puede tomar varias formas y ser, por ejemplo, una señal senoidal o un tren de pulsos triangulares. Es posible utilizar un generador programable para elegir la
 20 forma más adecuada (ver patente WO2006044586).

Existen diferentes tecnologías conocidas para generar una señal moduladora adecuada para ensanchar el espectro de una señal periódica. Entre los distintos métodos, destacan los que generan una señal moduladora con propiedades similares a las de una secuencia aleatoria, ya sea con generadores de número pseudo-
 25 aleatorios, como en la patente US6784625, mediante sistemas caóticos, como en las patentes US8421544 y US8519798, o a partir de cadenas de Markov, como en la patente US5510698. Además, hay otros sistemas que usan el ruido que aparece en ciertos elementos electrónicos, tales como los diodos Zener o las resistencias, como señal moduladora (ver patentes US5226058 y US5426392).

30 La invención que se describe en este documento se engloba dentro de este último tipo de sistemas. Se trata de un procedimiento de espectro ensanchado en el que se usa una señal moduladora aleatoria de origen cuántico.

Es conocida la capacidad de los procesos cuánticos de generar números verdaderamente aleatorios, como se puede apreciar en los generadores de números aleatorios cuánticos descritos en las patentes WO9816008, WO9939434, WO9966641, WO2009064167, WO2006071269 y US7930333.

- 5 En este documento se describe cómo usar esta fuente de aleatoriedad para modular señales periódicas y repartir las emisiones electromagnéticas por el espectro de frecuencia.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 10 Las fuentes de luz de baja intensidad tienen fluctuaciones en la potencia óptica que emiten. Estas fluctuaciones se deben al carácter cuántico de la luz, que sólo puede emitirse en un número entero de fotones. La distribución en el tiempo de los fotones emitidos depende del tipo de fuente luminosa y de la corriente de alimentación. Para un láser o un LED que se observa en intervalos de tiempo mucho menores a su tiempo de coherencia se sabe que una intensidad constante de corriente hace que el
15 número de fotones emitidos siga una distribución de Poisson (ver, por ejemplo, *The Quantum Theory of Light*, de R. Loudon, 2003, Oxford University Press). Para un número promedio de fotones por segundo λ , en un tiempo de observación T_{ob} la probabilidad de que llegue un número entero de fotones n es

$$P(n, T_{ob}) = \frac{(\lambda T_{ob})^n e^{-\lambda T_{ob}}}{n!}.$$

- 20 Estas fluctuaciones de potencia debidas a la naturaleza discreta de la luz introducen un ruido cuántico ineludible que puede aprovecharse como un recurso para generar variaciones aleatorias.

- 25 Para simplificar, en la mayor parte de este documento se supondrá que tenemos una fuente de luz con una estadística poissoniana como la descrita en los párrafos anteriores que ilumina un detector, como puede ser un fotodiodo PIN o un sensor CCD, ambos según el estado actual de la tecnología. El detector recoge los fotones que llegan en un tiempo de integración T_{det} y, tras un bloque de acondicionamiento que amplifica la señal y la lleva a un rango de salida adecuado, se genera una salida proporcional al número de fotones recibidos en el tiempo T_{det} .

- 30 Sin embargo, la estadística de fotones puede controlarse cambiando la

alimentación de la fuente de luz con métodos conocidos (véase la patente WO2006071269).

La señal de salida puede ser una corriente o un voltaje. En lo sucesivo hablaremos de un voltaje $V_{det} = nG$ proporcional al número de fotones recibido n y con una ganancia G . No obstante, cualquier persona familiarizada con el tema puede ver que los esquemas se pueden adaptar con facilidad a señales de corriente.

El voltaje aleatorio V_{det} tomará diferentes valores en cada intervalo T_{det} . La salida es una distribución de voltaje con media $\overline{V_{det}} = \overline{n}G$, donde $\overline{n} = \lambda T_{det}$ es el número promedio de fotones recibidos durante un intervalo de integración de duración T_{det} .

- 10 La salida puede tener cierto ruido térmico, pero en esta aplicación supondremos que en ningún momento se elimina la variación intrínseca cuántica que tiene unas propiedades estadísticas que se pueden controlar a voluntad. Mecanismos similares se han propuesto como base para generar números aleatorios (ver *Quantum random number generation on a mobile phone* de B. Sanguinetti, A. Martin, H. Zbinden y N. Gisin, arXiv:1405.0435, 2014).

La invención ofrece una forma de utilizar este voltaje aleatorio para modular una señal periódica y reducir la potencia emitida máxima en los armónicos de la frecuencia fundamental. La modulación puede ser una modulación en frecuencia, en anchura de pulsos (*Pulse Width Modulation* o modulación PWM), modulación por posición de pulsos (*Pulse Position Modulation* o modulación PPM) o cualquier otra modulación de uso habitual. Esta modulación puede llevarse a cabo mediante procedimientos y dispositivos conocidos y hay ejemplos previos del uso de este tipo de sistemas de modulación en técnicas de espectro ensanchado para la reducción de las emisiones electromagnéticas (ver *Analysis and Synthesis of Randomized Modulation Schemes for Power Converters*, de A.M. Stanković, G.C. Verghese y D.J. Perreault, IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 10, No. 6, 1995).

El esquema general de modulación puede verse en la Figura 1. Una fuente de señal con fluctuaciones cuánticas (1) se amplifica y procesa en un bloque de acondicionamiento (2) con una salida aleatoria que se dirige a un modulador (3) para generar una señal (4) que reparte su energía en una región del espectro más ancha que la que ocupa la energía de la señal periódica sin modular.

En la Figura 2 se muestra un esquema más detallado en el que la fuente de señal moduladora tiene tres partes, una fuente de luz cuántica (1.a) que ilumina un detector (1.b) conectado a un bloque de acondicionamiento de señal (2). La salida del bloque de acondicionamiento se introduce en un modulador (3) que produce a su salida la
5 señal de espectro ensanchado deseada (4).

En las secciones que siguen se describen varios ejemplos de realización de este esquema. Aunque en todas las realizaciones que se describen se ha supuesto por simplicidad que la señal aleatoria de origen cuántico proviene de una fuente de luz con estadística cuántica, el voltaje aleatorio puede provenir de otras fuentes cuánticas
10 conocidas, como el ruido shot cuántico (donde las partículas discretas son electrones en vez de fotones), o de otros procesos aleatorios cuánticos como pueden ser la desintegración radiactiva o procesos de emisión espontánea en semiconductores.

BREVE ENUNCIADO DE LAS FIGURAS

Figura 1.- Muestra el diagrama de bloques general de un dispositivo de modulación
15 que comprende una fuente de aleatoriedad cuántica (1), un bloque de acondicionamiento (2) y un modulador (3) que se emplean para producir una señal (4) con su energía repartida en frecuencia.

Figura 2.- Muestra el diagrama de bloques de un dispositivo de modulación cuántica en el que la señal de control aleatoria proviene de una fuente de luz cuántica (1.a) que
20 ilumina un fotodetector (1.b).

Figura 3.- Muestra un dispositivo que genera la señal de control de una fuente conmutada. El dispositivo se basa en un comparador (7) que compara una señal en forma de diente de sierra (5) con un voltaje de referencia (6).

Figura 4.- Muestra un dispositivo que genera la señal de control de una fuente
25 conmutada. El dispositivo se basa en un comparador (7) que compara una señal en forma de diente de sierra (5) con un voltaje de origen cuántico (9) que proviene de un detector (1.b) iluminado con una fuente cuántica de luz (1.a).

Figura 5.- Muestra una comparación del espectro de la señal de control que genera el sistema de la Figura 3 (línea discontinua) con el espectro de la señal de control que
30 genera el sistema descrito en la Figura 4 (línea continua).

Figura 6.- Muestra un dispositivo de modulación cuántica en el que una señal

proveniente de una fuente de luz cuántica (1.a) se detecta (1.b) y acondiciona (2) para controlar un retardo variable que se aplica sobre una señal periódica en una línea de retardo variable (12).

Figura 7.- Compara el espectro de una señal periódica (línea discontinua) con el espectro de esa misma señal tras aplicarle la modulación descrita en la Figura 6 (línea continua).

Figura 8.- Muestra un dispositivo de modulación cuántica en el que una señal proviente de una fuente de luz con estadística cuántica se dirige a un oscilador controlado por tensión (3.a) para generar una señal (4) con modulación aleatoria.

Figura 9.- Compara el espectro de la señal de salida de un oscilador controlado por tensión en ausencia de modulación (línea discontinua) con el espectro tras modular con el esquema de la Figura 8 (línea continua).

Figura 10.- Muestra un circuito multivibrador astable convencional basado en un circuito integrado 555 (14) en el que la frecuencia de salida se determina a partir de dos resistencias R_1 (15) y R_2 (16) y de un condensador C (17).

Figura 11.- Muestra un dispositivo de modulación cuántica a partir de un circuito multivibrador astable basado en un circuito integrado 555 similar al de la Figura 10 en el que la carga del condensador se hace tomando como referencia un voltaje aleatorio de origen cuántico (9) que se genera a partir de una fuente de luz cuántica (1.a).

Figura 12.- Compara el espectro de la señal de salida del dispositivo de la Figura 10 (línea discontinua) con el espectro de la señal de salida del dispositivo de la Figura 11 (línea continua).

DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE REALIZACIÓN PREFERIDA

Descripción de ejemplos de realización:

La primera realización propuesta es un ejemplo de modulación por anchura de pulsos, o modulación PWM, habitual en fuentes de alimentación conmutadas. La Figura 3 muestra una configuración típica del generador de la señal de control de una fuente de alimentación conmutada. El generador tiene dos señales, una señal triangular periódica en forma de diente de sierra con periodo T (5) y un voltaje constante de referencia V_{ref} (6). Las señales (5) y (6) se dirigen a las entradas de un comparador

(7) que a su salida (8) genera una señal de control cuadrada con una anchura τ determinada por el valor de V_{ref} y de la señal triangular. La señal de control tiene periodo T y es distinta de cero cuando la entrada de la señal triangular supera el valor del voltaje de referencia.

- 5 Es conocido que, partiendo del esquema de la Figura 3, se puede alterar la anchura de los pulsos si ponemos en la entrada (6) una señal variable. Este tipo de técnicas permite ensanchar el espectro de las emisiones electromagnéticas (véase *Analysis and Synthesis of Randomized Modulation Schemes for Power Converters*, de A.M. Stanković, G.C. Verghese y D.J. Perreault, IEEE Transactions on Power Electronics,
10 Vol. 10, No. 6, 1995).

La Figura 4 muestra una realización posible de la presente invención a partir del esquema conocido de la Figura 3 en la que se utiliza un voltaje aleatorio de origen cuántico para garantizar que la anchura de los pulsos sea diferente en cada periodo. En la realización que se muestra en la Figura 4 el voltaje proviene de una fuente de luz
15 con estadística cuántica. La señal de salida (10) proviene de un comparador (7) con dos entradas: un generador de una señal triangular periódica en forma de diente de sierra de periodo T (5) y un voltaje de referencia (9) que varía en cada periodo. El voltaje (9) proviene de una fuente de luz cuántica (1.a) que, al recibirse en un detector de luz (1.b), genera una señal de salida con fluctuaciones aleatorias. El bloque de
20 acondicionamiento (2) amplifica la señal y la prepara para presentarla al comparador. Las tareas de acondicionamiento pueden incluir un circuito que limite los voltajes máximos y mínimos de salida para respetar los requisitos funcionales de anchura de la señal de salida (10). Una forma sencilla de obtener este límite es amplificar mediante amplificadores operacionales con una alimentación tal que, en saturación, la salida
25 esté limitada a valores dentro del rango de entrada permitido. Además, en esta realización, el bloque de procesado (2) puede incluir un circuito de muestreo y retención, según estado de la técnica, de modo que el voltaje aleatorio (9) mantenga su valor durante una duración T antes de presentar un nuevo valor aleatorio. Con esta configuración se consigue una señal de salida con pulsos de anchura variable
30 inherentemente aleatoria.

La Figura 5 muestra una estimación del espectro de salida antes de aplicar el procedimiento de la invención si se sigue el esquema de la Figura 3 (línea discontinua)

y tras aplicar la modulación cuántica según el esquema de la Figura 4 (línea continua). Se puede apreciar que la energía de la señal de salida se reparte por todo el espectro con la consiguiente reducción de los picos de mayor potencia.

Una segunda realización posible del dispositivo de la invención utiliza modulación por posición de pulsos. Para el escenario de una fuente de alimentación conmutada, consideramos un generador de pulsos cuadrados que genera con un periodo T pulsos de anchura τ como, por ejemplo, el generador de la Figura 3. En este caso, la señal moduladora cuántica controla el inicio de los pulsos en el periodo T introduciendo un retardo aleatorio en cada periodo. Para ello se puede emplear una línea de retardo variable, según estado de la técnica. La patente US7333527 describe el uso conocido de estos elementos en sistemas de reducción de interferencia electromagnética por espectro ensanchado. En la presente invención, en lugar de utilizar como señal moduladora una señal determinista se emplea una señal auténticamente aleatoria de origen cuántico.

La Figura 6 muestra una posible realización de un dispositivo con un modulador por posición de pulsos en el que la salida (11) de una fuente de pulsos periódica de periodo T y anchura τ se dirige a una línea de retardo variable (12) tal que el retardo que sufre cada pulso depende de la salida de un bloque de acondicionamiento (2) que procesa la salida aleatoria de un detector (1.b) que recibe luz de una fuente cuántica (1.a) de forma que a la salida de la línea de retardo se tiene una señal (13) con un contenido espectral más repartido en frecuencia que el de la señal original (11) del generador.

La Figura 7 muestra una estimación del espectro para pulsos de anchura $\tau = \frac{T}{10}$ con un retardo variable controlado por una fuente de luz poissoniana (línea continua) comparada con el espectro de la señal sin modular (línea discontinua).

Una tercera implementación, especialmente adecuada para señales de distribución de reloj digital, usa la señal de origen cuántico como entrada de un oscilador controlado por tensión (VCO). Las señales de reloj generadas a partir de un oscilador controlado por tensión, tales como por ejemplo, las señales de los circuitos integrados de la serie AD9577 de Analog Devices o la serie CDCE913 de Texas Instruments, toman la forma de una señal cuadrada de salida con un periodo que depende del voltaje a la entrada

del circuito. Vamos a suponer que nuestro sistema de referencia genera una señal periódica de periodo T cuando la entrada al oscilador controlado por tensión es un voltaje de referencia V_{ref} que se corresponde con el nivel medio de voltaje de salida de la señal aleatoria moduladora.

- 5 La Figura 8 muestra una realización en la que el voltaje que controla la frecuencia de salida de un VCO (3.a) proviene de una fuente de luz cuántica (1.a) que se recibe en un detector (1.b) y se prepara en un bloque de acondicionamiento (2) para presentarla al oscilador controlado por tensión (3.a), que ofrece a su salida (4) una señal ensanchada en frecuencia.
- 10 La Figura 9 muestra un ejemplo del espectro de la señal de salida de un oscilador controlado por tensión cuando la entrada es el voltaje de referencia (línea discontinua) y cuando el oscilador se modula con un voltaje proveniente de una fuente de luz poissoniana (línea continua).

Una cuarta implementación usa como punto de partida un circuito multivibrador convencional. Una forma conocida de generar una señal cuadrada de reloj es emplear un circuito multivibrador astable basado en los circuitos conocidos genéricamente como 555, como, por ejemplo, el chip NE555 de Philips. La Figura 10 muestra una configuración habitual. El circuito integrado 555 (14) tiene varias entradas: una entrada de reset (19) una conexión a la alimentación (20) y a tierra (24), una señal de control (25) y entradas para determinar un umbral (22) y escoger el disparo (entrada *trigger*) (23). Además, el integrado posee un terminal de descarga (21) así como una patilla de salida (26). Para usar el 555 como un oscilador en configuración astable se añaden dos resistencias, R_1 (15) y R_2 (16), y un condensador C (17). El voltaje en el condensador se compara con un voltaje interno derivado del voltaje de alimentación

V_{cc} (18) para poner la salida a alta (voltaje de referencia) o a baja (tierra). El comportamiento como reloj se consigue en ciclos de carga y descarga del condensador C . El condensador se carga a través de R_1 y R_2 y, cuando su voltaje supera el umbral, se descarga a través de R_2 . Con este esquema es conocido que el periodo de la señal de salida es $T = \ln(2)(R_1 + 2R_2)C$, con un tiempo en alta

$$\tau = \ln(2)(R_1 + R_2)C$$

En el esquema citado, es posible sustituir la referencia de voltaje constante V_{cc} (18) por una fuente de voltaje aleatorio generado a partir de un proceso cuántico. De este modo la carga del condensador se hace a ritmos diferentes y la frecuencia de la señal de salida presentará fluctuaciones que harán que la energía de la salida se reparta en frecuencia. La Figura 11 muestra una configuración posible en la que las patillas del circuito 555 (14) siguen la distribución descrita en el párrafo anterior y en la que la alimentación conectada a R_1 (15) se ha sustituido por un bloque con una fuente de luz cuántica (1.a) que ilumina un detector (1.b) para producir una señal aleatoria que se amplifica y se acondiciona en un bloque acondicionador (2) de modo que a la salida de dicho bloque se tiene un voltaje aleatorio V_{det} (9) de valor medio $\overline{V_{det}} = V_{cc}$. La señal de salida (27) tiene una frecuencia similar a la frecuencia original, pero con pequeñas variaciones en cada pulso.

La Figura 12 muestra un ejemplo del espectro de la señal de salida de este circuito con alimentación cuántica (línea continua) que se ensancha con respecto al espectro del reloj generado con el circuito de la Figura 10 (línea discontinua). En el ejemplo, se ha estimado el espectro para una fuente de luz poissoniana con un voltaje de salida medio de 5 voltios y con un bloque de acondicionamiento que incluye un elemento de muestreo y retención, según estado de la técnica, que garantiza que durante la carga del condensador C hay dos intervalos de tiempo con un voltaje de referencia estable distinto.

REIVINDICACIONES

1.- PROCEDIMIENTO PARA MODULAR SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO que comprende:

- 5 – una fase en la que se genera una señal aleatoria a partir de un fenómeno de naturaleza cuántica,
- una fase en la que se acondiciona dicha señal aleatoria de origen cuántico para llevar sus valores a un rango de interés,
- 10 – una fase en la que se utiliza la señal aleatoria de origen cuántico acondicionada para controlar uno o varios de los parámetros de la señal de salida de un generador de señales periódicas de modo que la energía de dicha señal de salida se reparte en frecuencia.

2.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO, según reivindicación 1, que comprende:

- 15 – un generador de señal aleatoria de origen cuántico (1),
- un bloque de acondicionamiento de señal (2) que actúa sobre la señal aleatoria de origen cuántico,
- un modulador o un oscilador variable (3), según estado de la técnica, que recibe a su entrada dicha señal aleatoria tras haber sido acondicionada y
- 20 que produce a su salida una señal que reparte su energía por una región del espectro de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.

3.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO, según reivindicación 2, en el que el generador de la señal aleatoria de origen cuántico

25 se caracteriza por emplear una fuente de luz cuántica y comprende:

- una fuente de luz cuántica con intensidad y estadística de fotones regulable (1.a),
- un detector que recibe la luz de dicha fuente (1.b),
- un sistema de acondicionamiento (2) que amplifica la señal de dicho

detector y la prepara para su entrada a un modulador o a un oscilador variable (3).

4.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO,

5 según reivindicación 2, que se caracteriza por que la señal de salida proviene de un modulador de anchura de pulsos, según estado de la técnica, que genera cada T segundos un pulso cuya anchura está determinada por la señal aleatoria de origen cuántico, según reivindicación 2, y que produce una señal de salida que reparte su energía por una región del espectro de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.

5.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO,

15 según reivindicación 3, que se caracteriza por que la señal de salida proviene de un modulador de anchura de pulsos, según estado de la técnica, que genera cada T segundos un pulso cuya anchura está determinada por la señal aleatoria de origen cuántico (9) que proviene de una fuente de luz cuántica (1.a), según reivindicación 3, y que produce una señal de salida que reparte su energía por una región del espectro de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.

6.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO,

20 según reivindicación 2, que se caracteriza por que la señal de salida proviene de un modulador por posición de pulsos, según estado de la técnica, que genera cada T segundos un pulso de anchura fija cuyo comienzo dentro de cada intervalo de duración T está determinado por una señal aleatoria de origen cuántico, según reivindicación 2, y que produce una señal de salida que reparte su energía por una región del espectro de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.

7.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO,

30 según reivindicación 3, que se caracteriza por que la señal de salida proviene de un modulador por posición de pulsos, según estado de la técnica, que genera cada T segundos un pulso de anchura fija cuyo comienzo dentro de cada intervalo de duración T está determinado por la señal aleatoria de origen cuántico (9) que

proviene de una fuente de luz cuántica (1.a), según reivindicación 3, y que produce una señal de salida que reparte su energía por una región del espectro de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.

8.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN

5 **DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO**, según reivindicación 2, que se caracteriza por que la señal de salida proviene de un oscilador controlado por tensión (3.a), según estado de la técnica, que genera una señal de salida con un periodo determinado por la señal aleatoria de origen cuántico, según reivindicación 2, de modo que su energía se reparte por una región del espectro
10 de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.

9.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO,

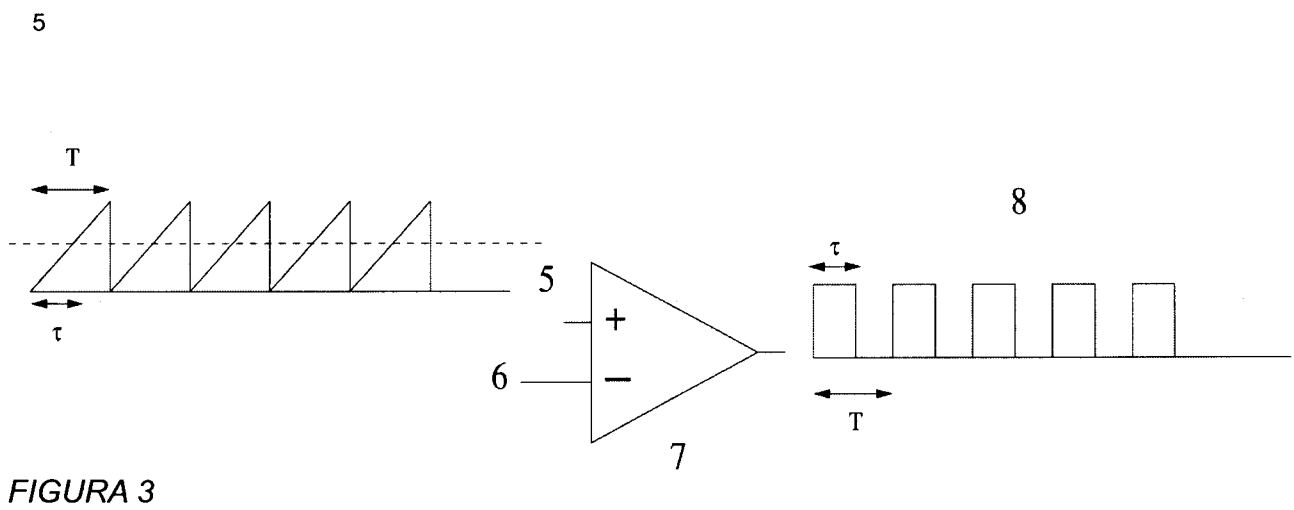
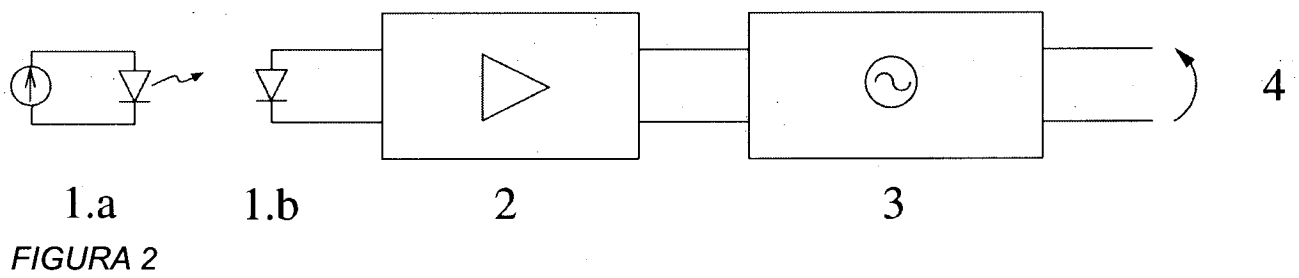
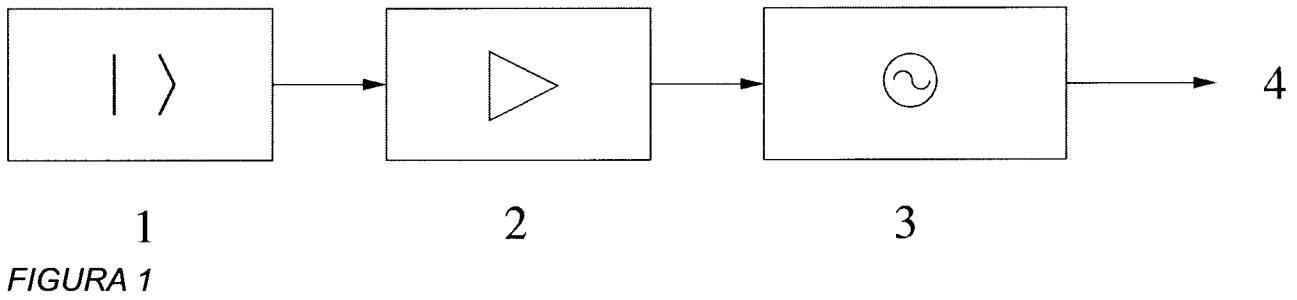
según reivindicación 3, que se caracteriza por que la señal de salida proviene de un oscilador controlado por tensión (3.a), según estado de la técnica, que genera una
15 señal de salida con un periodo determinado por la señal aleatoria de origen cuántico (9) que proviene de una fuente de luz cuántica (1.a), según reivindicación 3, de modo que su energía se reparte por una región del espectro de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.

10.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO,

20 según reivindicación 2, que se caracteriza por que la señal de salida proviene de un circuito multivibrador, según estado de la técnica, en el que se toma la señal aleatoria de origen cuántico, según reivindicación 2, como referencia de voltaje en uno o varios puntos del circuito multivibrador de modo que su energía se reparte por una
25 región del espectro de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.

11.- DISPOSITIVO PARA IMPLEMENTAR UN PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS A PARTIR DE UN PROCESO DE ORIGEN CUÁNTICO,

según reivindicación 3, que se caracteriza por que la señal de salida proviene de un circuito multivibrador, según estado de la técnica, en el que se toma la señal
30 aleatoria de origen cuántico (9) que proviene de una fuente de luz cuántica (1.a), según reivindicación 3, como referencia de voltaje en uno o varios puntos del circuito multivibrador de modo que su energía se reparte por una región del espectro de frecuencia mayor que la de la señal sin modular.



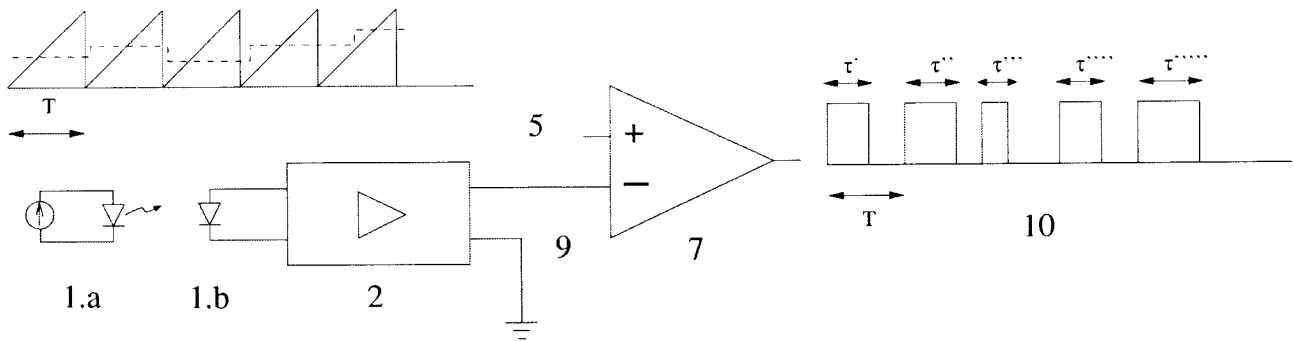


FIGURA 4

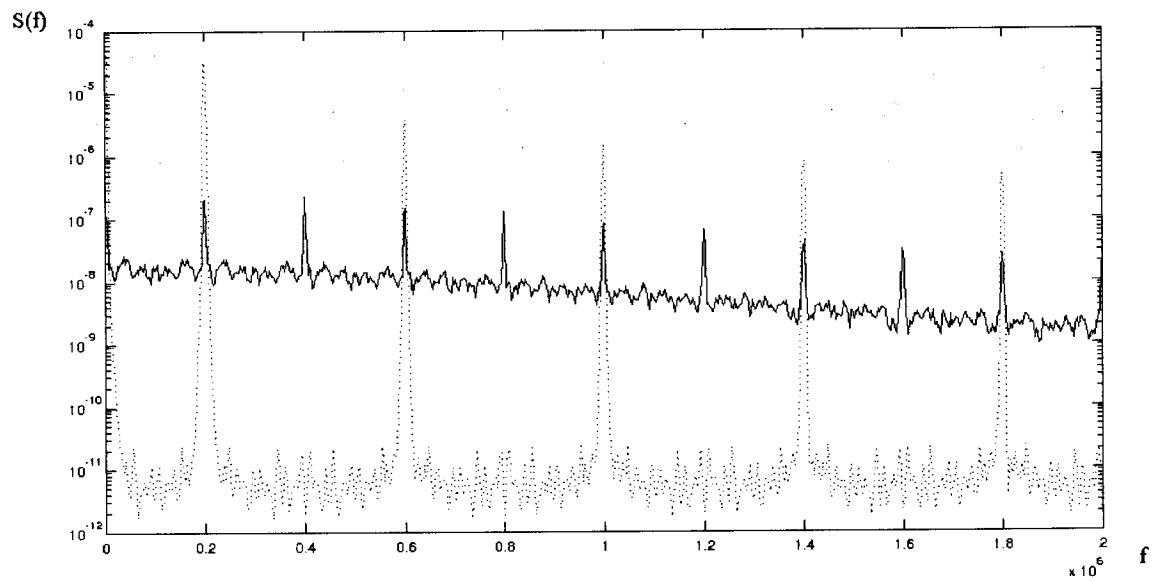


FIGURA 5

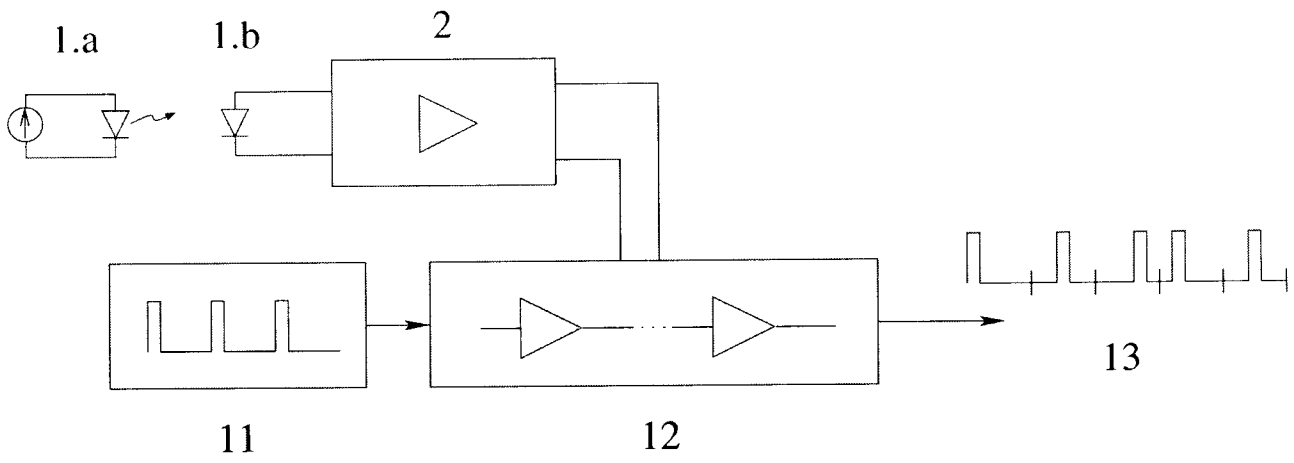


FIGURA 6

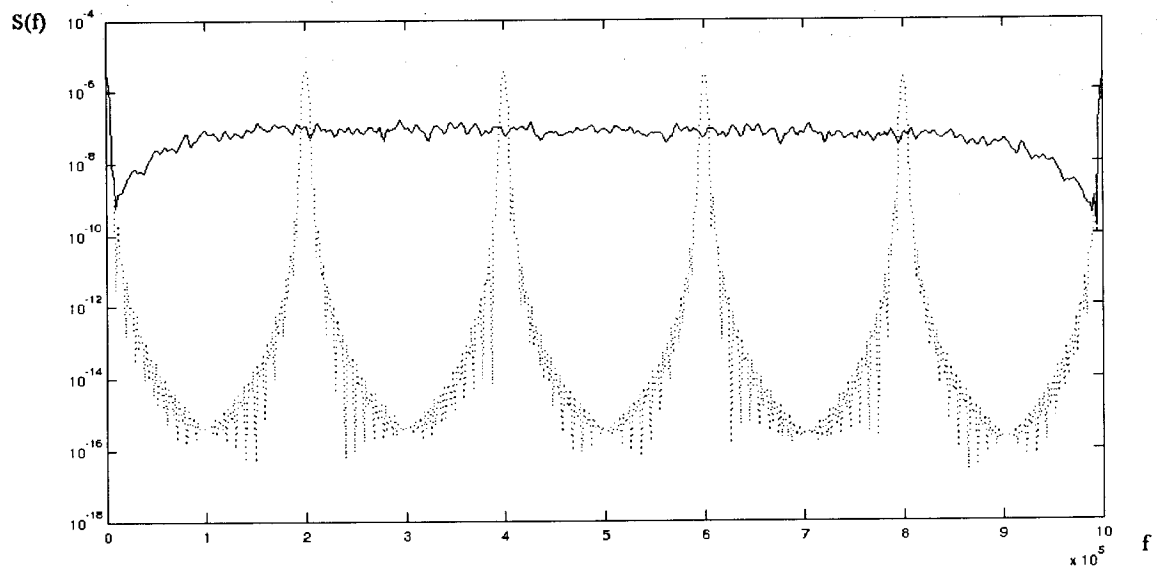


FIGURA 7

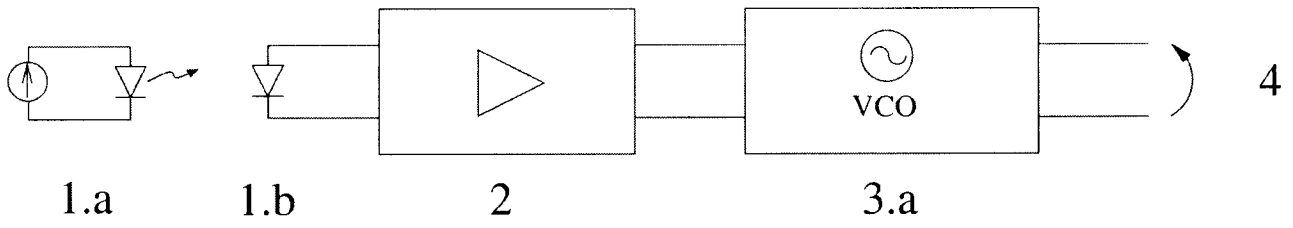


FIGURA 8

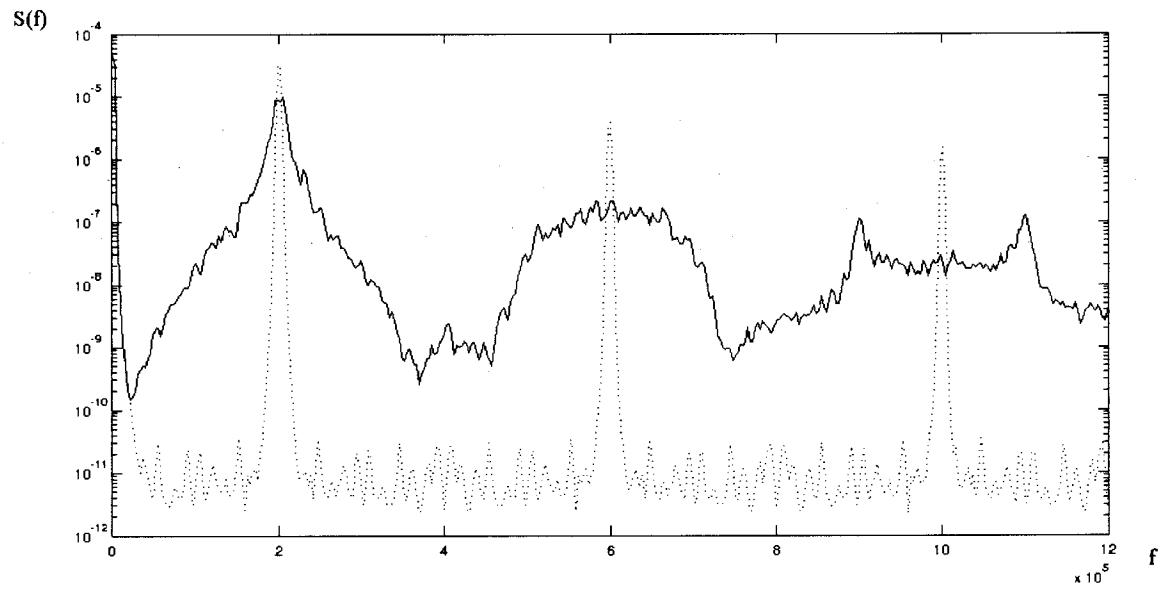
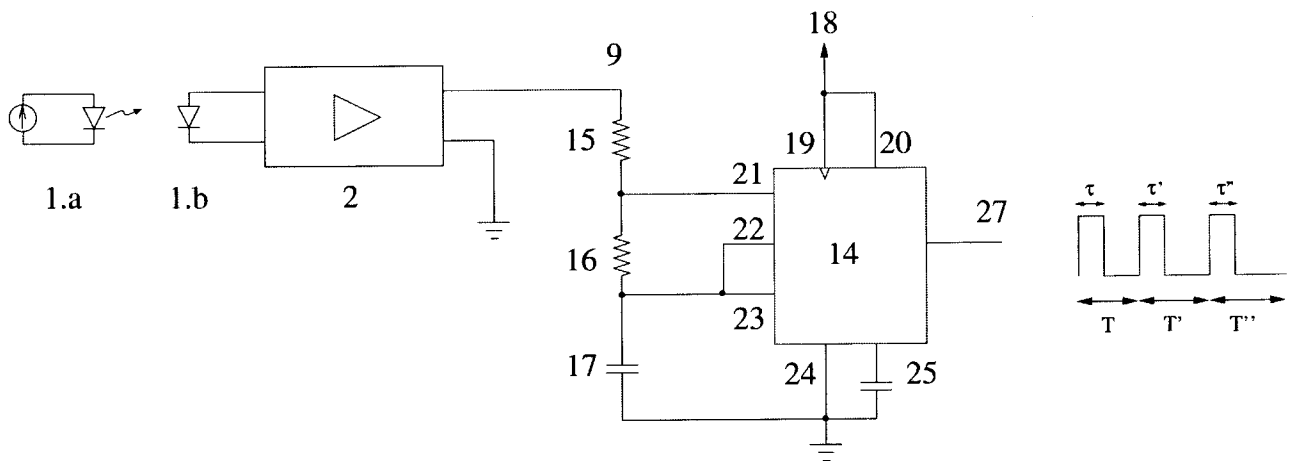
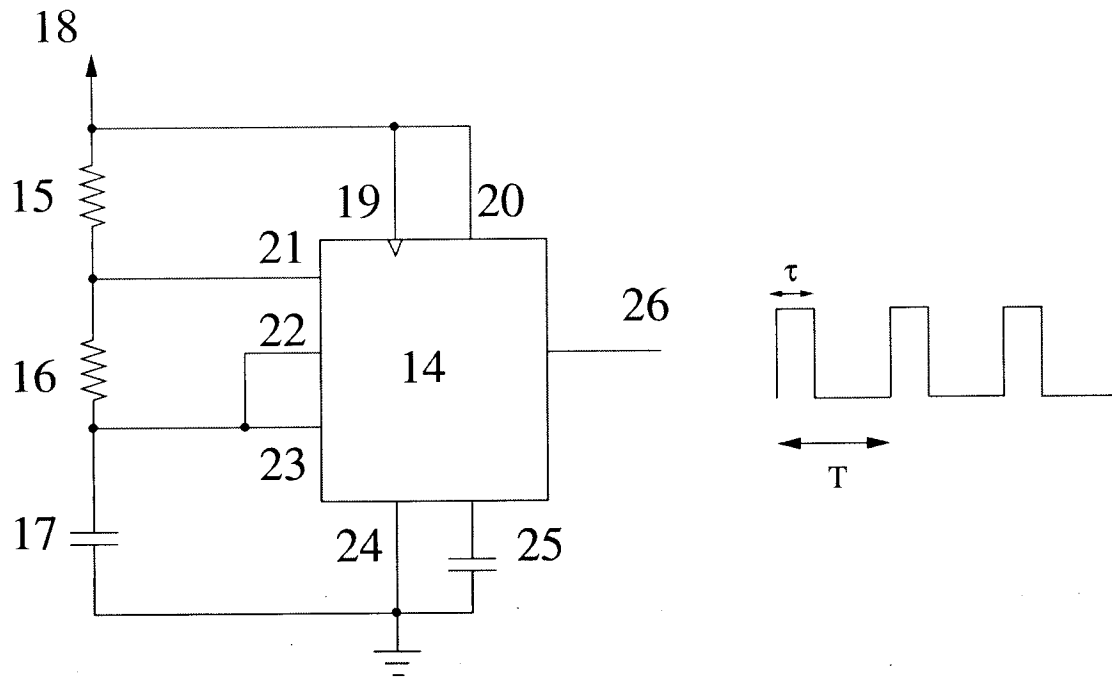


FIGURA 9



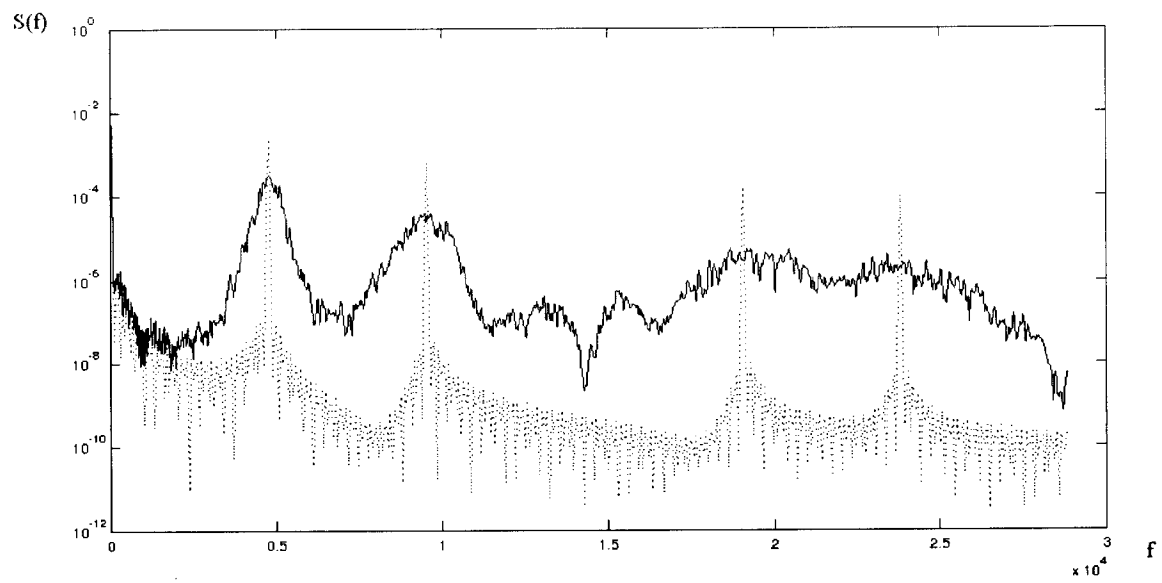


FIGURA 12



- ②① N.º solicitud: 201400802
②② Fecha de presentación de la solicitud: 08.10.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H03B17/00** (2006.01)
H04B15/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2011001232 A2 (ANSALDO ENERGIA SPA et al.) 06.01.2011, párrafos [0002]-[0063]; figuras 1-9.	1-11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
13.03.2015

Examinador
J. Botella Maldonado

Página
1/4

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

H04B, H03B

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

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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.03.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-11	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-11	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2011001232 A2 (ANSALDO ENERGIA SPA et al.)	06.01.2011

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 presenta un dispositivo para accionar un motor eléctrico que incluye un inversor controlado mediante modulación PWM con un determinado periodo de ciclo cuyo valor es aleatorio y genera el bloque de control a partir de una señal recibida de un circuito generador de señales aleatorias. De esta manera, el ruido de conmutación de los transistores del inversor se dispersa en un gran ancho de banda. El circuito generador de señal aleatoria comprende un circuito generador de señal de ruido que puede estar basado en fenómenos cuánticos.

Consideramos que el objeto de la invención recogido en las reivindicaciones de la 1ª a la 11ª deriva directamente y sin ningún equívoco del documento D01 junto con ejecuciones particulares obvias o muy conocidas.

Por lo tanto las reivindicaciones de la 1ª a la 11ª carecen de novedad y actividad inventiva.