

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 992**

51 Int. Cl.:

H03K 3/64 (2006.01)

H03K 4/02 (2006.01)

H03M 1/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2014 PCT/EP2014/060249**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14184388**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2014 E 14725157 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2997657**

54 Título: **Sistema de generación de una señal analógica**

30 Prioridad:

17.05.2013 FR 1301142

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

20.03.2018

73 Titular/es:

**THALES (25.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR;
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (25.0%);
INSTITUT POLYTECHNIQUE DE BORDEAUX
(25.0%) y
UNIVERSITÉ DE BORDEAUX (25.0%)**

72 Inventor/es:

**GARREC, PATRICK;
MONTIGNY, RICHARD;
REGIMBAL, NICOLAS;
DEVAL, YANN y
RIVET, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 659 992 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

Sistema de generación de una señal analógica

La presente invención se refiere a un sistema de generación de una señal analógica a partir de unos diferentes parámetros. De una manera no limitativa, esta invención es utilizable en los campos de las telecomunicaciones, de los radares, de los sonares y, más generalmente, de cualesquiera equipos electrónicos, por ejemplo, instrumentación médica, bancos de prueba o de mediciones.

En el estado de la técnica, se conocen unos sistemas para los que las señales analógicas están predeterminadas en el momento del diseño del sistema (en este caso, los parámetros de las señales son fijos). También se conocen unos sistemas para los que las señales analógicas están generadas a solicitud (en este caso, los parámetros se envían en tiempo real al sistema).

En el caso de las señales predeterminadas, se conocen los siguientes sistemas:

- unos sistemas de generación de señales analógicas que utilizan unas funciones básicas de tipo rampas o logaritmos. Estas funciones básicas se obtienen, por ejemplo, utilizando la tensión eléctrica de codo de uno o varios diodos.
- unos sistemas que incluyen unos filtros de ondas de superficie (también conocido por el acrónimo inglés de "SAW" para Surface Acoustic Waves filters), estos filtros están seguidos por una transposición en frecuencia.
- unos sistemas constituidos por un conjunto de osciladores conmutados.

No obstante, estas soluciones no son flexibles y no permiten modificar los parámetros de la señal que se genera. Además, en el caso de utilización de osciladores conmutados, las interferencias entre los osciladores degradan la pureza espectral de la señal generada.

Para la generación de señales que tienen una forma predeterminada, pero cuyos parámetros pueden evolucionar, se conoce la utilización de los siguientes sistemas:

- un sistema que incluye un oscilador controlado de tensión eléctrica, también conocido con el acrónimo inglés de "VCO" para Voltage Controlled Oscillator. Este oscilador puede estar seguido por un bucle con enclavamiento de fase, también conocido con el acrónimo inglés de "PLL" para Phase Locked Loop.
- un sistema que incluye un contador, una memoria y un convertidor digital/analógico, seguido todo por una transposición de frecuencia.

No obstante, estos sistemas están limitados, ya que la banda de difusión de las frecuencias y la frecuencia central de la señal que se genera, deben estar en un intervalo acotado.

Todos estos dispositivos pueden estar integrados en un circuito programable especializado, también conocido con el acrónimo inglés de "DDS" para Direct Digital Synthesizer o sintetizador digital directo en francés.

Para unas señales no conocidas con anterioridad y que necesitan generarse a solicitud y en un tiempo muy corto, se conocen los siguientes sistemas:

- unos sistemas con memoria de radiofrecuencia digital (también conocidos con el acrónimo "DRFM" para Digital Radio Frequency Memory), que permiten memorizar una señal analógica y reconstituir y reemitir esta señal registrada. Estos sistemas se utilizan, en particular, en unos radares para la generación de señales que engañan a los otros radares. No obstante, estos sistemas solo pueden generar unas señales con una dinámica escasa, en efecto, el número de bits de dinámica es del orden de algunos bits. Este orden de magnitud es del orden de 1 a 6 bits en función de la frecuencia de la señal a generar.
- Un convertidor Sigma/Delta, este tipo de convertidor está basado en el principio de un sobremuestreo de la señal de entrada. Este sistema incluye, a continuación, un comparador que convierte sobre un bit la diferencia entre la señal de entrada y el resultado de la conversión. El resultado de la comparación se utiliza por un filtro diezmadador, que suma las muestras de la señal de entrada. El convertidor Sigma / Delta es, por lo tanto, un sistema servocontrolado que utiliza un sistema de bucle entrada-salida. Este sistema de bucle limita la banda pasante de la señal que puede generarse.

También se conoce la utilización de un conformador con diodos, tal como se representa en la figura 1. En este sistema, se envía una rampa de tensión eléctrica a los bornes V_i y va a generar una onda sinusoidal reconstruida por una suma de trapecios. No obstante, esta solución está limitada en frecuencia, ya que la tensión eléctrica a generar, que va a depender de la derivada de la tensión eléctrica V_i (dV_i/dt), está limitada por la tecnología de fabricación utilizada. Un ejemplo de un sistema de generación de señales se describe en la solicitud de patente de los Estados Unidos US 2006/145902, donde se divulga un convertidor digital-analógico que implica unas señales de corriente que carga una impedancia capacitiva. Una finalidad de esta invención es proponer un sistema de generación de señales que sea totalmente reconfigurable, que limite las perturbaciones, que pueda tener una frecuencia central que evolucione rápidamente, que pueda generar unas señales de banda de difusión de las frecuencias importante e implementable sobre un circuito integrado mixto analógico/digital. Para este propósito, la invención tiene como objeto

un sistema de generación de una señal analógica que incluye:

- un conjunto de al menos dos generadores de corriente eléctrica - al menos un condensador,
 - unos medios de activación/desactivación de dichos generadores de corriente eléctrica,
 - al menos un transistor montado en paralelo del condensador y/o al menos otro medio de generación de corriente eléctrica montado en serie del condensador y
 - unos medios de comparación; estando dichos generadores de corriente eléctrica conectados entre sí en paralelo, estando dicho condensador conectado en serie con dichos generadores de corriente eléctrica, controlando dichos medios de activación/desactivación dichos generadores de corriente eléctrica por medio de un flujo digital que permite controlar la intensidad de la corriente eléctrica que entra en dicho condensador en función de la señal a generar y que genera en los bornes de dicho condensador una señal de tensión en trapecio, estando dicha señal analógica reconstituida por interpolación de dicha señal en trapecio, estando dichos medios de comparación adaptados para comparar el valor de una tensión eléctrica en los bornes de dicho condensador con un valor teórico durante el paso de la señal a generar por unos niveles conocidos y controlar dicho transistor y/u otro medio de generación de corriente eléctrica con el fin de modificar el valor de esta tensión eléctrica. Por lo tanto, el sistema aporta las siguientes ventajas:
- La reconfiguración es total gracias a una generación digital de las señales y un tiempo de respuesta muy corto.
 - La generación de frecuencia se efectúa por un solo generador y las perturbaciones se disminuyen con respecto a los sistemas del estado de la técnica. De este modo, se reducen las perturbaciones radioeléctricas, conocidas con el nombre inglés de "glitch", provocadas por conmutaciones, gracias a la utilización de bloqueadores de orden uno. Esto permite tener una disminución de las radiaciones no esenciales o RNE.
 - La velocidad de evolución de la frecuencia central de la señal generada solo está limitada por la velocidad del reloj de los medios de activación/desactivación. Depende de la tecnología utilizada para implementar estos medios. Esto permite generar una señal cuya frecuencia central evoluciona desde lo continuo hasta la hiperfrecuencia.
 - La dinámica útil solo está limitada por el compromiso tecnológico, velocidad de reloj y banda pasante.
 - El sistema es en bucle abierto, lo que permite generar una señal que tiene una banda de difusión de las frecuencias importante.
 - Esta generación puede implementarse totalmente en un solo circuito integrado mixto analógico digital.
 - El sistema de la invención tiene un consumo escaso, ya que las cargas del condensador son acumulativas.
 - Además, el dispositivo de activación/desactivación de los generadores de corriente eléctrica es de tipo serie. Esto permite tener un bus de transferencia de los datos estrecho. Finalmente, con el fin de limitar los datos intercambiados, el sistema utiliza un direccionamiento relativo, basado en el envío del aumento o disminución de la carga del condensador y del valor de la carga de este condensador.

Ventajosamente, los medios de activación/desactivación están adaptados para la determinación de los medios de generación de corriente a activar/desactivar a partir de una interpolación de Riemann de la señal analógica a generar.

Ventajosamente, el sistema incluye, además:

- al menos un transistor montado en paralelo del condensador y/o
- al menos otro medio de generación de corriente eléctrica montado en serie del condensador
- y unos medios de comparación de un valor de una tensión eléctrica en los bornes de dicho condensador con un valor teórico.

Además, estando el transistor y/o el otro medio de generación adaptado para modificar el valor de la tensión eléctrica en los bornes de dicho condensador cuando es diferente del valor teórico.

Ventajosamente, el sistema está caracterizado, además, porque está integrado sobre un mismo chip o un circuito integrado o un circuito integrado propio para una aplicación.

Ventajosamente, el sistema está caracterizado, además, porque el condensador está constituido por un condensador de un transistor que pertenece a la etapa de entrada de un amplificador de potencia

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas aparecerán tras la lectura de la descripción detallada hecha a título de ejemplo no limitativo y con la ayuda de las figuras de entre las que:

- La figura 1 presenta un sistema conocido en el estado de la técnica
- La figura 2 presenta un primer modo de realización del sistema presentado en la invención
- La figura 3 presenta un modo de realización del control de la pendiente de la señal analógica.
- La figura 4 presenta un modo de realización de un dispositivo de puesta a cero del sistema.

El sistema, descrito en la figura 2, incluye cuatro generadores de corriente eléctrica 101. Estos generadores de corriente eléctrica están conectados entre sí, en paralelo, y están conectados a un condensador 102, que, por lo

tanto, está cargado por este condensador. La tensión eléctrica en los bornes del condensador varía según la ley $V = \frac{1}{C} \int I dt$. En esta ecuación, V es la tensión eléctrica (en voltio) en los bornes del condensador, I es la intensidad (en amperio) de la corriente eléctrica que pasa por el condensador y C es la capacidad (en faradio) del condensador. El sistema también incluye unos dispositivos de activación/desactivación 103 que permiten la activación y la desactivación de los generadores de corriente eléctrica 101.

En este sistema la intensidad que entra en el condensador depende del número de generadores de corriente eléctrica conectados al condensador. Por lo tanto, la pendiente del aumento de la tensión eléctrica en los bornes del condensador depende, igualmente, de este mismo número de generadores.

En la práctica, se puede permitir hacer variar de manera dinámica solamente la corriente eléctrica para evitar la transferencia de carga en la capacidad. Por ejemplo, es posible descargar el o los condensadores haciéndolo atravesar por una corriente negativa.

El control de activación/desactivación 103 está realizado por medio de un flujo digital que permite controlar la intensidad de la corriente eléctrica que entra en el condensador en función de la señal a generar. Este control está efectuado haciendo variar el número de generador de intensidad que están activados en un momento dado. Para este propósito, el flujo digital controla, mediante unas interfaces adaptadas, el cierre o la apertura de conmutadores 21 que conectan cada uno un generador de corriente 101 al condensador 102. El flujo digital, por ejemplo, del tipo serie, incluye una palabra que define una configuración de los conmutadores.

La figura 3 presenta este modo de realización del control de activación/desactivación de los generadores de corriente eléctrica. Más particularmente, ilustra el flujo digital 31 que es, en este ejemplo, de tipo serie. Los datos serie se toman en cuenta por una tabla de correspondencia 32 que presenta a la salida una palabra codificada sobre i bits, función de los datos series de entrada y de un ciclo de reloj, controlando estos i bits la transferencia de corriente en el condensador 102 desde los generadores de corriente, activando cada bit un conmutador para el cierre o para la apertura. En un modo de realización, el número de generador de corriente eléctrica es mínimo y está fijado en dos. En este modo de realización, dos pendientes de signos opuestos, obtenidas mediante los dos generadores de corriente eléctrica que tienen una intensidad diferente, permiten generar las señales analógicas. Además, una conmutación rápida entre los dos generadores de intensidad permite la generación fiel de la señal analógica.

En otro modo de realización, el número de generador de corriente eléctrica es más importante. En este modo de realización, varias pendientes, obtenidas mediante la activación simultánea de varios generadores de corriente eléctrica, mediante el flujo digital, que tiene una intensidad diferente, permiten generar las señales analógicas. En este modo de realización, no es necesario hacer una conmutación rápida entre los generadores de intensidad, con el fin de generar fielmente la señal analógica.

Por ejemplo, la figura 3 presenta unas corrientes diferentes que utilizan unos valores de potencia de 2 como se muestra en la tabla de correspondencia.

La determinación, de las diferentes pendientes que debe seguir de manera sucesiva la señal (igualmente llamada ley de control), está realizada de manera que se minimice el desvío entre:

- La señal analógica que se desea generar
- La señal reconstruida a partir de la utilización de estas diferentes pendientes.

Con el fin de realizar esta determinación, pueden aplicarse diferentes métodos de interpolación de la señal (Riemann, Romberg, mínimos cuadrados, polinomiales, Kalmann,...).

En un modo de realización, es posible utilizar una interpolación de tipo Riemann. En este caso, la señal analógica a generar está modelizada por un conjunto de trapecios que representan la integral de Riemann. Las diferentes pendientes de los trapecios están fijadas por el valor de las intensidades que las combinaciones de los diferentes generadores de corriente eléctrica pueden proporcionar. En efecto, las pendientes de tensión eléctrica, realizables en los bornes del condensador, dependen de la intensidad de la corriente eléctrica $I_{pendiente}$ que lo atraviesa y de su capacidad C_{carga} del condensador. De este modo, la sucesión de las pendientes de la tensión eléctrica en los bornes del condensador se elige respetando dos criterios:

- estas pendientes son realizables por el sistema
- estas pendientes minimizan el desvío entre la señal generada de este modo y la señal que se desea generar.

El valor de esta corriente eléctrica se elige digitalmente de entre los valores posibles mediante una palabra de control que controla la activación/desactivación de los generadores de corriente eléctrica. Entonces, se obtiene un bloqueador de orden 1, que permite memorizar el valor de la pendiente de la tensión eléctrica en los bornes del condensador. Las palabras de control pueden direccionarse por una tabla de direccionamiento, que está preprogramada o calculada de manera dinámica. Además, como el control de alta impedancia es nativo, para hacer esto, se pueden desconectar los generadores de corriente para que la carga del condensador permanezca constante, una palabra de control que permite anular la corriente eléctrica que atraviesa el condensador, tiene como

consecuencia una retención de la tensión eléctrica en los bornes de este último.

5 El sistema, constituido por la pluralidad de los generadores de corriente eléctrica y del dispositivo de activación/desactivación, forma una bomba de carga. En efecto, permite la transferencia de cargas entre los generadores de corriente eléctrica 101 y el condensador 102. El valor de la carga de este condensador depende del valor de la corriente eléctrica que lo atraviesa y de la duración de esta carga. Además, en el caso en que la ley de control está basada en el algoritmo de Riemann, se llama a este sistema bomba de Riemann.

10 En un modo de realización presentado en la figura 4, el sistema incluye, igualmente, un dispositivo de compensación de la corriente eléctrica de fuga y de puesta a cero. Este dispositivo permite evitar la acumulación de errores que pueden hacer divergir el valor de la carga del condensador. Este dispositivo es asíncrono y puede estar realizado por un transistor 401 montado en paralelo del condensador o bien un conjunto de generadores de corriente eléctrica adjunto. Este sistema también incluye un dispositivo 402 de comparación de un valor de una tensión eléctrica en los bornes de dicho condensador con un valor teórico.

15 La compensación de las derivas lentas está realizada por la detección del paso de la señal por unos niveles conocidos y referenciados. Durante los pasos en estos niveles, el sistema compara la tensión eléctrica con respecto a un valor teórico y efectúa las correcciones para regresar al valor de consigna por incrementos sucesivos. De este modo, en cada paso por cero, el contenido del condensador se pone a cero con el fin de evitar cualquier deriva (offset).

20 Asimismo, se pueden corregir los errores de pendiente modificando la ley de control generado por el dispositivo de activación/desactivación de los generadores de corriente eléctrica. Si la ley de control se optimiza, los errores serán mínimos. Entonces, se pueden predeterminedir las correcciones por unas extrapolaciones de control.

Para evitar las descargas de condensadores y, por lo tanto, los sobrecalentamientos, se pueden tomar dos condensadores e intercambiar los condensadores en cada paso, el valor de la carga del condensador fuera de línea se lleva al valor de referencia por un circuito de servidumbre.

25 En un modo de realización, el condensador 102 está constituido por el condensador de un transistor que pertenece a la etapa de entrada de un amplificador de potencia. En este caso, la señal generada por el sistema presenta de manera directa una fuerte potencia de algunos cientos de milivatios.

En un modo de realización, el sistema está integrado sobre un mismo chip, un circuito integrado o un circuito integrado propio para una aplicación o "ASIC" para Application-Specific Integrated Circuit en inglés. El sistema está integrado en un chip de tecnología adaptada para las condiciones de utilización. Es posible, por ejemplo, utilizar:

- 30
- SiGe o CMOS para una producción de escaso coste y de un gran número de unidades
 - GaN para la rapidez, la robustez y la posibilidad de tener una señal de salida de fuerte potencia

REIVINDICACIONES

1. Sistema de generación de una señal analógica que incluye al menos:

- un conjunto de al menos dos generadores de corriente eléctrica (101)
- al menos un condensador (102),
- 5 - unos medios de activación/desactivación (103) de dichos generadores de corriente eléctrica (101),
- al menos un transistor montado en paralelo del condensador y/o al menos otro medio de generación de corriente eléctrica montado en serie del condensador y
- unos medios de comparación (402);

10 estando dichos generadores de corriente eléctrica (101) conectados entre sí en paralelo, estando dicho condensador (102) conectado en serie con dichos generadores de corriente eléctrica, controlando dichos medios de activación/desactivación dichos generadores de corriente eléctrica (101) por medio de un flujo digital que permite controlar la intensidad de la corriente eléctrica que entra en dicho condensador (102) en función de la señal a generar y que genera en los bornes de dicho condensador una señal de tensión en trapecio, estando dicha señal analógica reconstituida por interpolación de dicha señal en trapecio, estando dichos medios de comparación (402)

15 adaptados para comparar el valor de una tensión eléctrica en los bornes de dicho condensador con un valor teórico (401) durante el paso de la señal a generar por unos niveles conocidos y controlar dicho transistor y/u otro medio de generación de corriente eléctrica con el fin de modificar el valor de esta tensión eléctrica.

2. Sistema según la reivindicación 1 en el que están configurados generadores de corriente eléctrica de manera que dicha señal de tensión en trapecio generada en los bornes del condensador realice una interpolación de tipo Riemann.

20

3. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 2 **caracterizado, además, porque** está integrado sobre un mismo chip o un circuito integrado o un circuito integrado propio para una aplicación.

4. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado, además, porque** dicho condensador (102) está constituido por un condensador de un transistor que pertenece a la etapa de entrada de un amplificador de potencia.

25

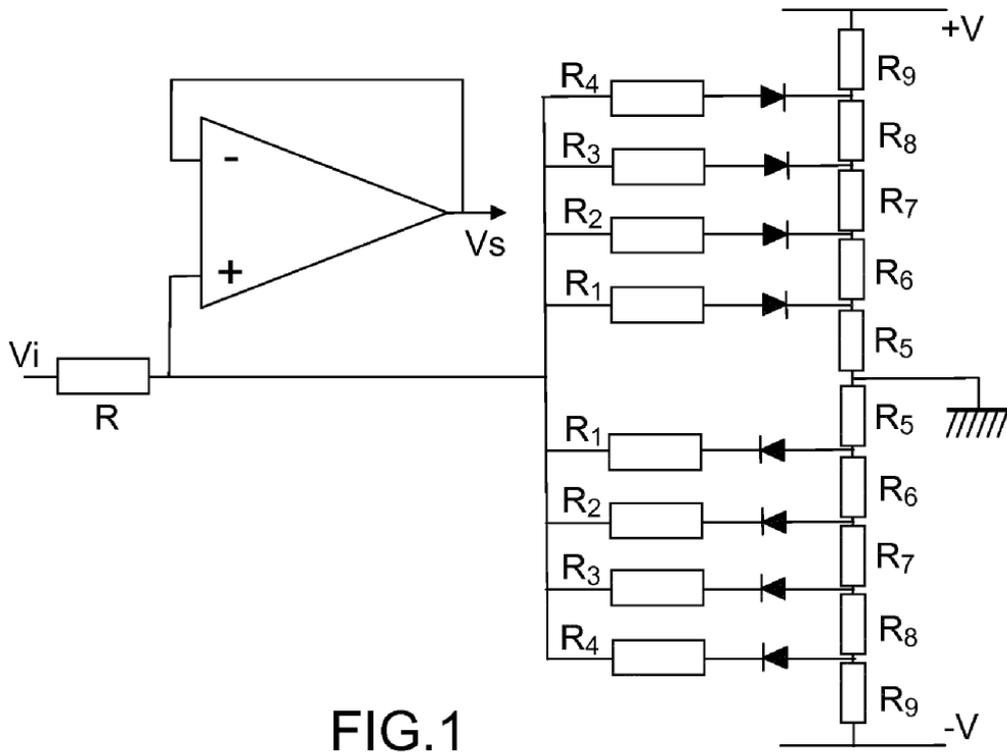


FIG.1

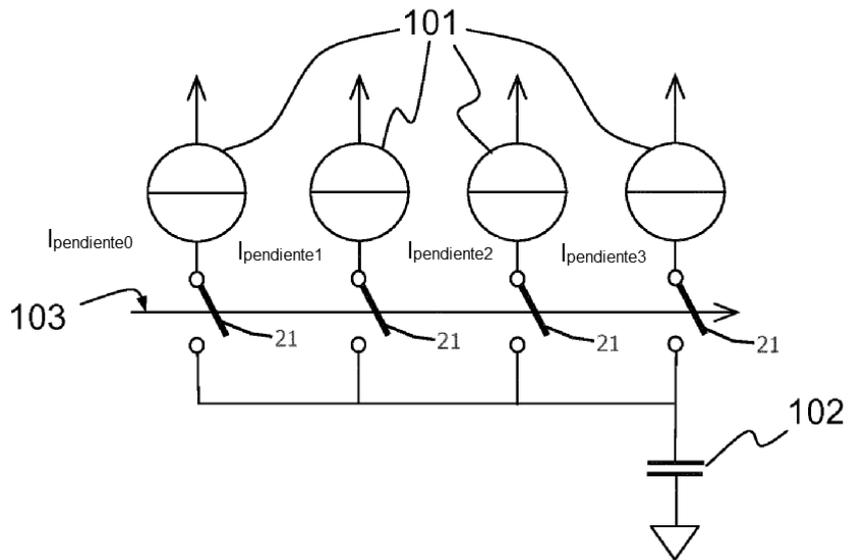


FIG.2

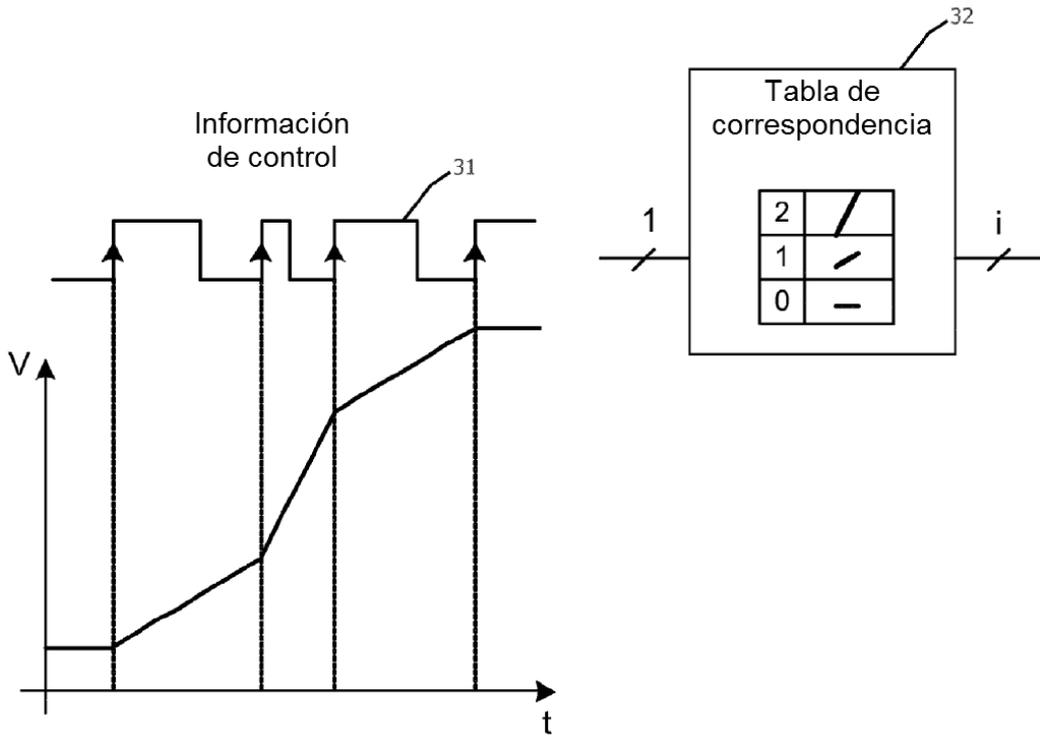


FIG.3

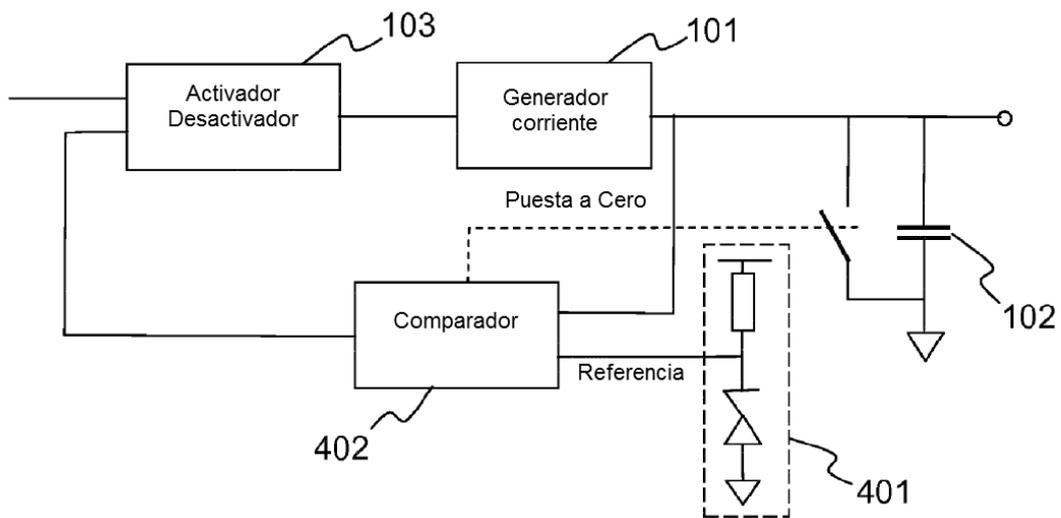


FIG.4