

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 443**

51 Int. Cl.:
H02M 1/36 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05789993 .2**
96 Fecha de presentación: **11.07.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1774641**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.04.2007**

54 Título: **MINICONVERTIDOR DE TENSIÓN MONOLÍTICO DE MUY BAJA TENSIÓN DE ENTRADA.**

30 Prioridad:
13.07.2004 FR 0451519

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.01.2012

73 Titular/es:
**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES
BÂTIMENT "LE PONANT D" 25, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**CONDEMINE, Cyril;
DURET, Denis y
LHERMET, Hélène**

74 Agente: **de Justo Bailey, Mario**

ES 2 371 443 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

Miniconvertidor de tensión monolítico de muy baja tensión de entrada

5 Sector técnico y técnica anterior

La invención concierne al dominio de los convertidores de baja tensión de entrada, de baja potencia.

10 La invención concierne igualmente al sector de los circuitos integrados monolíticos analógicos para electrónica, y más en particular al de los convertidores de tensión conocidos como de corte: éstos son dispositivos que, conectados a una fuente de tensión variable a través de una gama amplia, por ejemplo de 0,5 V a 15 V, son capaces de generar una tensión regulada fija, por ejemplo de 3,3 V, para alimentar circuitos electrónicos.

15 Las aplicaciones de los convertidores de baja tensión son, en particular, la alimentación eléctrica de los objetos llamados comunicantes y de los objetos nómadas.

Un dispositivo de ese tipo se encuentra descrito en el documento US 2004/080304 y constituye la técnica anterior más cercana a la invención en la que está basado el preámbulo de la reivindicación 1.

20 Estos convertidores permiten obtener tensiones apropiadas para la alimentación de circuitos electrónicos a partir de diferentes configuraciones de pilas o de baterías.

Los catálogos de diferentes fabricantes especializados suministradores de convertidores de tensión describen tales dispositivos.

25 Se puede citar, en particular, el SII-IC (véase <http://www.sii-ic.com/>).

Otro fabricante es MAXIM (<http://www.maxim-ic.com>). La nota de aplicación AN 710 de este fabricante explica el funcionamiento de este tipo de dispositivo (véase [http://www.maxim-ic.com/appnotes número/710](http://www.maxim-ic.com/appnotes/número/710)).

30 El mejor de estos dispositivos conocidos no puede convertir más que tensiones a partir de 0,9 V aproximadamente.

Teniendo en cuenta el desarrollo de dispositivos electrónicos itinerantes y la disminución de su consumo, se plantea el problema de encontrar otras fuentes de energía distintas de las pilas habituales, como la clásica "R3" de 1,5 V.

35 Otro problema consiste en poder utilizar estas fuentes hasta una descarga casi completa, y en cualquier caso inferior a 0,9 V.

40 Existe por tanto un interés técnico y económico en cuanto a disponer de un circuito que permita utilizar fuentes de tensión más baja que 0,9 V, típicamente de hasta algunas decenas de mV.

La tensión de umbral para el funcionamiento de los convertidores conocidos deriva de la física de los dispositivos activos implantados en los circuitos integrados (transistores de tipo MOF).

45 Se pretende disponer de dispositivos de tensión de entrada más baja.

Exposición de la invención

50 La invención concierne a un dispositivo de conversión de tensión continua tal como el definido en la reivindicación 1.

La tensión de este depósito de energía puede ser acoplada a medios, por ejemplo una arquitectura electrónica, que permiten "arrancar" el convertidor.

55 El convertidor puede recargar, a su vez, tras el arranque, el depósito de energía merced a su tensión de salida superior a la tensión del depósito de energía.

60 De ese modo, es posible utilizar bajas tensiones de entrada, por ejemplo comprendidas entre 10 mV y 0,1 V o 0,5 V para poder arrancar un convertidor, siendo estas bajas tensiones de entrada compensadas por el aporte del depósito de energía o de medios de aporte complementarios en cuenta a energía. El convertidor va a poder generar, a su vez, una tensión regulada fija, por ejemplo de 3,3 V, para la alimentación de circuitos electrónicos.

65 La invención propone igualmente un circuito de vigilancia que incluye medios de comparación de una tensión de entrada con un valor de umbral, medios de activación de los medios de comparación, y medios de mantenimiento del nivel del resultado de la comparación cuando los medios de comparación son desactivados.

El circuito de vigilancia tiene, con preferencia, un consumo extremadamente bajo, para el caso de que el convertidor

deba permanecer en posición de espera durante largo tiempo.

Breve descripción de las figuras

- 5 La figura 1 representa un dispositivo según la invención,
la figura 2 representa una realización de medios de vigilancia,
la figura 3 representa una realización de medios convertidores y de regulación de carga,
10 las figuras 4A – 4D y 5A – 5C ilustran un ejemplo de realización de la invención,
la figura 6 representa un ejemplo de micro-batería.

15 Exposición detallada de modos de realización particulares

La figura 1 representa un modo de realización de la invención. El bloque 2 de “convertidor de dc/dc” comprende un filtro elevador (“up-converter”), por ejemplo por modulación de impulsos.

- 20 Los medios 4 forman un circuito de vigilancia para una detección de umbral.

Se trata de un circuito, con preferencia de muy bajo consumo, cuya misión es la de muestrear, por ejemplo periódicamente, una tensión de entrada V_e para detectar la aparición de una fuente utilizable por el convertidor.

- 25 Tras la detección de esta fuente, se dispara un circuito de reloj 6.

Si no es así, se utilizan los medios 7 internos de alimentación, o que forman el depósito de energía, por ejemplo una batería o una micro-batería interna.

- 30 Estos medios 7 permiten hacer que arranque el convertidor 2 cuando la tensión de entrada V_e es insuficiente.

En la figura 1, la mención “ V_{batt} o V_{dd} ” indica que el convertidor 2 está alimentado ya sea por los medios 7 ya sea por V_{dd} , realizándose la selección con la ayuda de medios de conmutación.

- 35 Tras el arranque del convertidor, éste suministra una tensión V_{out} utilizable en el exterior por parte de un circuito electrónico externo.

Esta tensión suministrada por el convertidor puede ser utilizada internamente, por ejemplo para recargar los medios 7 con vistas a su próxima utilización, en particular si los mismos han sido descargados durante el arranque del convertidor 2.

- 40 Esta recarga puede ser realizada con la ayuda de medios 8 de regulación de carga.

Se pueden añadir otras mejoras, tal como un circuito externo para desconectar la micro-batería o un circuito de recarga interior al regulador.

- 45 Un modo de realización de los medios 4 de circuito de vigilancia ha sido ilustrado en la figura 2.

Estos medios están alimentados por la tensión de entrada suministrada por los medios 7 o por la tensión de salida V_{dd} .

- 50 Éstos permiten detectar, por ejemplo mediante comparación de la tensión de entrada V_e con un umbral $S1$ de tensión de referencia, cuándo esta tensión de entrada es suficientemente elevada, o superior al umbral $S1$, para poder arrancar el convertidor 2.

Este umbral constituye la tensión mínima de funcionamiento (40 mV por ejemplo).

- 55 Si este circuito 4 no existiera, se podría encontrar una situación en la que se descargaran por completo los medios 7 (el depósito de energía) y el sistema no podría entonces arrancar más que para tensiones V_e de entrada superiores a, por ejemplo, 0,8 V.

Con el fin de limitar el consumo del circuito de vigilancia, el mantenimiento de la tensión de entrada puede ser llevado a cabo de forma escalonada o periódica.

- 60 Según se ha ilustrado en la figura 2, el circuito de vigilancia incluye por ejemplo medios 12 que permiten la comparación, con la ayuda de un comparador 121, de la tensión de entrada V_e con una tensión de referencia V_{REF}

ES 2 371 443 T3

suministrada por medios 120 que generan tal tensión de referencia. Esta comparación puede ser activada periódicamente por medio de una señal de activación ACT.

5 Si la tensión de entrada V_e es superior al valor de umbral de tensión, los medios 4 producen una señal S de disparo del convertidor 2, por ejemplo mediante el comando del reloj 6 (figura 1).

El convertidor 2 es entonces alimentado directamente por la reserva de tensión 7.

10 Los medios 4 no habilitan al depósito 7 a suministrar su tensión más que cuando la tensión de entrada V_e es superior a este valor de umbral. El cruce del valor de umbral indica un incremento de la tensión de entrada, criterio según el cual se puede iniciar razonablemente la alimentación del convertidor por parte de los medios 7.

15 Si la tensión de entrada cayera de nuevo por debajo del umbral S_1 , los medios 7 serían de nuevo desconectados para que no siguieran alimentando el convertidor.

Éstos serán igualmente desconectados si la tensión V_{dd} generada por el convertidor 2 en curso de funcionamiento supera otro valor de umbral, por ejemplo de alrededor de 1 Voltio.

20 Los medios 10 generan una señal de activación ACT.

Estos medios 10 incluyen, por ejemplo, medios 101 que generan una referencia de corriente, medios 102 osciladores y medios 103 de conformación de la señal ACT.

25 Medios 14 permiten el mantenimiento de nivel del resultado de la comparación cuando los medios 12 son desactivados, en particular entre dos señales de activación ACT. Estos medios comprenden, por ejemplo, una báscula digital, por ejemplo una báscula D.

30 Los medios 10 y 14 pueden funcionar de forma permanente; los mismos están también concebidos, con preferencia, de manera que consuman lo menos posible.

35 Una corriente del orden de algunas decenas de nanoamperios, permite generar la señal de activación ACT, por debajo de 2 V, y mantener el nivel de consumo de corriente (en los medios 14) en alrededor de algunos nanoamperios, lo que resulta compatible con la utilización de una micro-batería 7 de alimentación como depósito de energía.

El consumo habilitado por los medios 12 de comparación es tanto más bajo cuanto menos frecuente sea la activación de este bloque.

40 Por ejemplo, los medios 12 de comparación pueden consumir 2 μ A y ser activados durante un segundo cada hora.

En esta figura 2, la mención "Alim V_{batt}/V_{dd} " indica que los diferentes elementos del sistema están alimentados ya sea por los medios 7 ya sea por V_{dd} , siendo realizada la selección con la ayuda de medios de conmutación.

45 La figura 3 representa un modo de realización de medios 2 convertidores y de medios 8 de carga.

Los medios 2 convertidores pueden incluir medios 20 que forman un filtro elevador con medios de regulación de V_{dd} (por ejemplo, medios de comando mediante modulación de impulsos o control de densidad de impulsos asociados a un control del tipo PID "Proporcional Integral Derivada").

50 Los medios 22 pueden enviar, a través de los medios 24, una señal a un interruptor 25, señal que va a cerrar o a abrir este interruptor.

Los medios 20 incluyen además una inductancia 26 L y una capacidad 28 C, pudiendo estos dos componentes ser externos.

55 El componente R_c representa un circuito exterior que se ha de alimentar con la tensión V_{dd} de salida de los medios 20 convertidores.

60 Estos diferentes medios de la figura 1 funcionan según se explica en la obra "Alimentación con corte", IUT, BTS, Escuelas de Ingenieros, Curso y Ejercicios Corregidos, 2ª edición, M. Girard, H. Agnelis y M. Girard, Dunod Editeur, Colección Ciencia Sup., publicada el 18/11/03.

65 Cuando la señal V_e es superior al umbral S_1 , se suministra una señal de reloj, conformada por medios 6 de circuito de reloj (figura 1), a los medios 22 de regulación bajo el comando de los medios 4, según se ha explicado en lo que antecede. Esta señal de reloj permite disparar los medios 22, y con ello la alimentación del convertidor ya sea con la tensión externa V_e ya sea con la tensión de los medios 7.

El regulador 22 permite alcanzar la tensión deseada. Éste puede también, ventajosamente, cuando V_{dd} alcanza un umbral S₂ predefinido, desconectar los medios 7, siendo entonces el convertidor DC/DC alimentado por V_{DD}.

- 5 Los medios 8 son medios de carga, en cuanto a corriente, de los medios 7, por ejemplo una micro-batería, durante el funcionamiento del dispositivo.

Los medios 8 están adaptados a la corriente máxima disponible en la salida. En efecto, al igual que cualquier circuito electrónico, están concebidos para que funcionen en condiciones preestablecidas: se dice así que están “adaptados”. Comprenden, por ejemplo, un espejo de corriente.

10 En esta figura 3, la mención “V_{batt} o V_{dd}” indica que los medios 8, 22 están alimentados ya sea por los medios 7 ya sea por V_{dd}, realizándose la selección con la ayuda de medios de conmutación.

- 15 Un dispositivo tal como el de la figura 1 utiliza medios 7 de reserva de energía, con vistas al arranque de los medios convertidores si la tensión de entrada V_e es insuficiente.

Estos medios 7 permiten así generar una tensión de arranque de este convertidor.

- 20 Según un modo de realización, éstos pueden ser recargados a continuación por este último, cuya tensión de salida V_{dd} es más elevada que su tensión de entrada.

Estos medios 7 son, por ejemplo, una batería, o una micro-batería, como en el ejemplo ilustrado en lo que antecede en relación con la figura 3.

25 Una micro-batería puede ser realizada utilizando procedimientos comparables a los presentados, por ejemplo, en <http://www.cea-technologies.com/energie/67-201.html>. Tales procedimientos permiten realizar baterías que suministran una tensión de 2 a 2,5 V.

- 30 Una micro-batería de este tipo está representada, por ejemplo, en la figura 6.

Incluye un sustrato 50 de silicio, un colector de corriente 52 de platino, un electrodo 54 de sulfuro de titanio, un electrolito 55 de LIPON (“oxinitruro de fosfato y de litio”) y un electrodo 56 de litio metálico. Las capas son depositadas mediante técnica PVD sobre el sustrato y en total suman en torno a 10 micrómetros de espesor. En la superficie, la micro-batería constituye alrededor de algunos mm².

35 En caso de que un dispositivo según la invención se realice en forma de circuito integrado, la batería puede ser parte integrante del procedimiento de fabricación del circuito integrado; la misma es entonces invisible para el usuario.

- 40 Los medios 7 pueden, por construcción (por ejemplo, mediante elección de los materiales de la arquitectura), estar realizados de manera que tengan un índice de autodescarga despreciable.

En ese caso, pueden ser cargados después de su construcción, y lograr la activación del circuito 4 de vigilancia, para el caso de que una tensión de entrada V_e fuera insuficiente.

45 Esta última activa el funcionamiento del convertidor 2 si, y solamente si, existe una tensión V_e utilizable a su entrada, o bien recurre al depósito de energía 7 para disparar el convertidor.

50 El depósito 7 de energía está entonces cargado para arrancar el convertidor, si la tensión de entrada V_e es insuficiente, teniendo en cuenta por ejemplo la comparación efectuada por los medios 12 descritos en lo que antecede.

55 Por otra parte, los medios 7 pueden ser cargados en el momento en que se coloca el circuito, por ejemplo sobre una placa electrónica, y en cualquier momento oportuno, ya sea haciendo que se ponga en marcha el convertidor 2 con una tensión de entrada V_e suficiente para superar el umbral, y asegurar con ello la recarga de los medios 7 por medio de la tensión de salida de dicho convertidor, ya sea por medio de una entrada de recarga específica. Esta operación está tanto más limitada en el tiempo cuanto más rápidamente pueda ser cargada la batería.

60 Por último, se ha dado el ejemplo de una batería, pero la tensión de arranque de los medios 2 puede ser suministrada por una opción distinta de una batería, por ejemplo mediante un convertidor mecánico (por ejemplo, un resorte comprimido).

65 El depósito de energía es, por ejemplo, una batería o una micro-batería, y es con preferencia recargable. El dispositivo puede incluir, según se ha explicado en lo que antecede, un sistema de recarga alimentado por medio de la tensión de salida del convertidor. La batería o la micro-batería está, con preferencia, integrada.

El ejemplo que sigue, ilustrado con la ayuda de las figuras 4A – 4D y 5A – 5C presenta un sistema tal como el que se acaba de describir, con un umbral S1 de detección a la entrada de 40 mV y una tensión Vdd deseada de 1,2 V. La tensión nominal de los medios 7 (en este caso: una micro-batería) es de 1,5 V.

5 Las figuras 4A – 4D representan la evolución en el tiempo de las tensiones, respectivamente, de la tensión de entrada V_e , de la tensión en los bornes de los medios 7 de alimentación, de la tensión de alimentación generada hacia el exterior, de la tensión de alimentación de los medios 4 y de los medios 2 (medios de vigilancia y de convertidor).

10 Las figuras 5A – 5C representan la evolución en el tiempo de las corrientes, respectivamente, de la corriente consumida por el circuito exterior R_c , de la corriente de carga de la batería (corriente entrante en la batería) y de la corriente consumida respecto a la batería (corriente de salida).

15 Parte 1 (entre 0 y t_1): Mientras que la entrada presenta una potencia inferior a un umbral fijado y una tensión inferior a un umbral S1 fijado (en este caso el umbral es de 40 mV), solamente funciona una parte de los medios 4 de vigilancia (hay generación de la señal de activación ACT y mantenimiento del nivel de salida, funcionando el comparador de manera periódica). La micro-batería 7 alimenta el circuito de vigilancia únicamente y el consumo es mínimo.

20 Parte 2 (entre t_1 y t_2): Cuando la tensión de entrada supera el umbral fijado (40 mV), los medios 2 de convertidor de DC-DC se ponen en marcha. Hasta que la tensión de salida producida por los medios 2 sea estable y superior a S_2 , por ejemplo, 1 V, la micro-batería 7 sigue alimentando el conjunto del circuito. El consumo es importante, pero durante un tiempo reducido. Dicho de otro modo, desde t_1 a t_2 el convertidor va a “bombear” sobre la batería, cuya tensión va a venir abajo (figura 4B), mientras que la tensión de alimentación Vdd generada hacia el exterior (figura 4C) crece, es decir, que la tensión de alimentación del circuito 4 de vigilancia y del convertidor cae (figura 4D), pudiendo Vdd progresivamente tomar el relevo.

25 Parte 3 ($t > t_2$): La tensión de alimentación $V_s (= V_{dd})$ generada (1,2 V) permite alimentar los medios 2 que forman el convertidor de DC-DC, el circuito externo, y recargar la micro-batería 7 (figura 4B).

30 La invención propone por tanto un nuevo dispositivo, por ejemplo del tipo de un circuito integrado monolítico, que permite convertir la tensión de fuentes de energía en una tensión utilizable por circuitos electrónicos, capaz de funcionar con tensiones de entrada extremadamente bajas, de hasta algunas decenas de mV.

35 De ese modo, la mayor parte de las fuentes de energía utilizadas actualmente pueden ser aprovechadas hasta su descarga casi completa, lo que conduce por tanto a ahorros.

40 Por otra parte, la invención permite la utilización de nuevas fuentes de energía, no empleadas hasta el momento a causa de su tensión demasiado baja.

El dispositivo según la invención es compatible con la industria de los circuitos integrados; el mismo puede ser integrado en el proceso de fabricación: el diseñador de circuitos electrónicos no tiene que preocuparse del montaje de nuevos circuitos más o menos esotéricos o difíciles de llevar a cabo.

45 Por otra parte, la invención no incrementa el volumen destinado habitualmente a la función de conversión de la tensión.

50 Según se ha mencionado en lo que antecede, la invención permite proporcionar a los diseñadores, y en especial a los electrónicos, un convertidor de continua/ continua que permite gestionar tensiones de entrada extremadamente bajas, de hasta algunas decenas de mV.

55 Por último, el modo de realización descrito permite obtener un circuito integrado monolítico, con una arquitectura y con circuitos que gestionan la carga y la puesta a disposición de una micro-batería integrada, la cual proporciona una tensión a los transistores de un convertidor que es suficiente para que funcionen.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Dispositivo de conversión de tensión continua que comprende medios (2) que forman un convertidor de DC/DC, medios (7) que forman un depósito de energía capacitados para alimentar medios (4), caracterizado porque los
10 medios que forman el depósito de energía son detectores de umbral para proporcionar una señal de disparo para la puesta en marcha del convertidor, muestreando los medios detectores de umbral una señal de entrada (V_e) y detectando la aparición de una tensión de la señal de entrada utilizable por el convertidor, habilitando los medios detectores de umbral el suministro de una señal de arranque al convertidor cuando la señal de entrada es superior a un umbral, siendo suministrada la señal de entrada por una fuente de energía diferente de los medios que forman el depósito de energía.
- 15 2.- Dispositivo según la reivindicación 1, incluyendo los medios (4) unos medios (12) para comparar la tensión de entrada (V_e) con una tensión de referencia (V_{REF}).
- 3 3.- Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, incluyendo los medios (4) detectores de umbral medios (10) para muestrear la tensión de entrada de forma periódica.
- 20 4.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que un circuito de reloj (6) se dispara cuando una tensión de entrada es superior a un valor de umbral, enviando el citado circuito un impulso para hacer que se ponga en marcha el convertidor (2).
- 5 5.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, que incluye además medios (4, 8) para recargar los medios que forman el depósito de energía cuando funcionan los medios que forman el convertidor.
- 25 6.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, que incluye medios (22) de regulación por modulación de impulso asociados a un control de tipo PID.
- 30 7.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, que incluye además medios para desconectar los medios que forman el depósito de energía, de tal modo que los mismos no alimenten ya el convertidor, cuando la tensión generada por el convertidor supera un valor de umbral.
- 35 8.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, que incluye medios (20) que forman un filtro elevador y medios (22) de regulación.
- 9.- Dispositivos según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los medios (7) que forman el depósito de energía incluyen una micro-batería.
- 10.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que los medios (7) que forman el depósito de energía incluyen un convertidor mecánico.

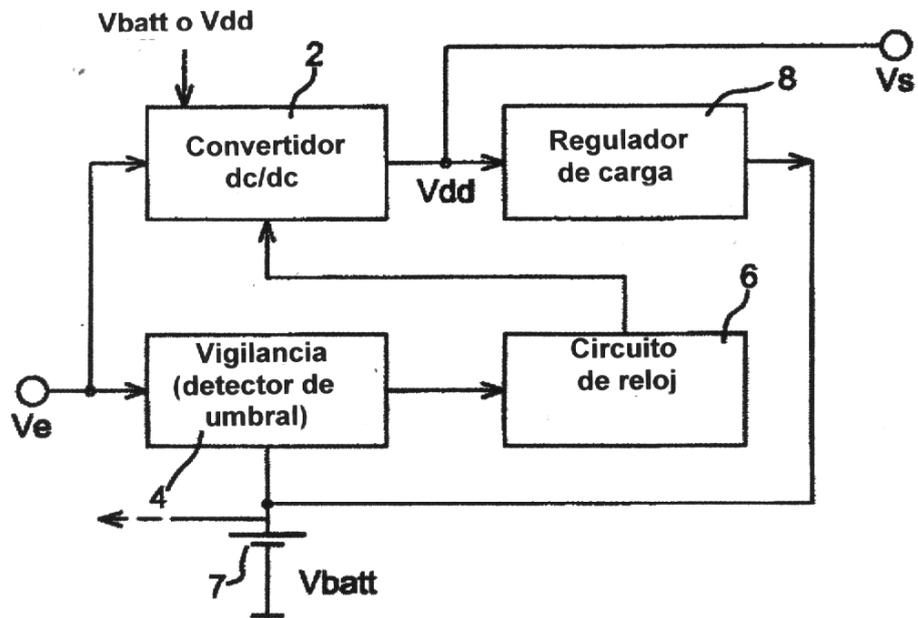


FIG. 1

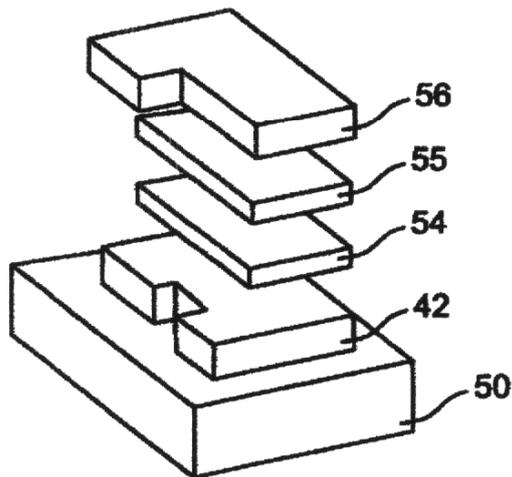


FIG. 6

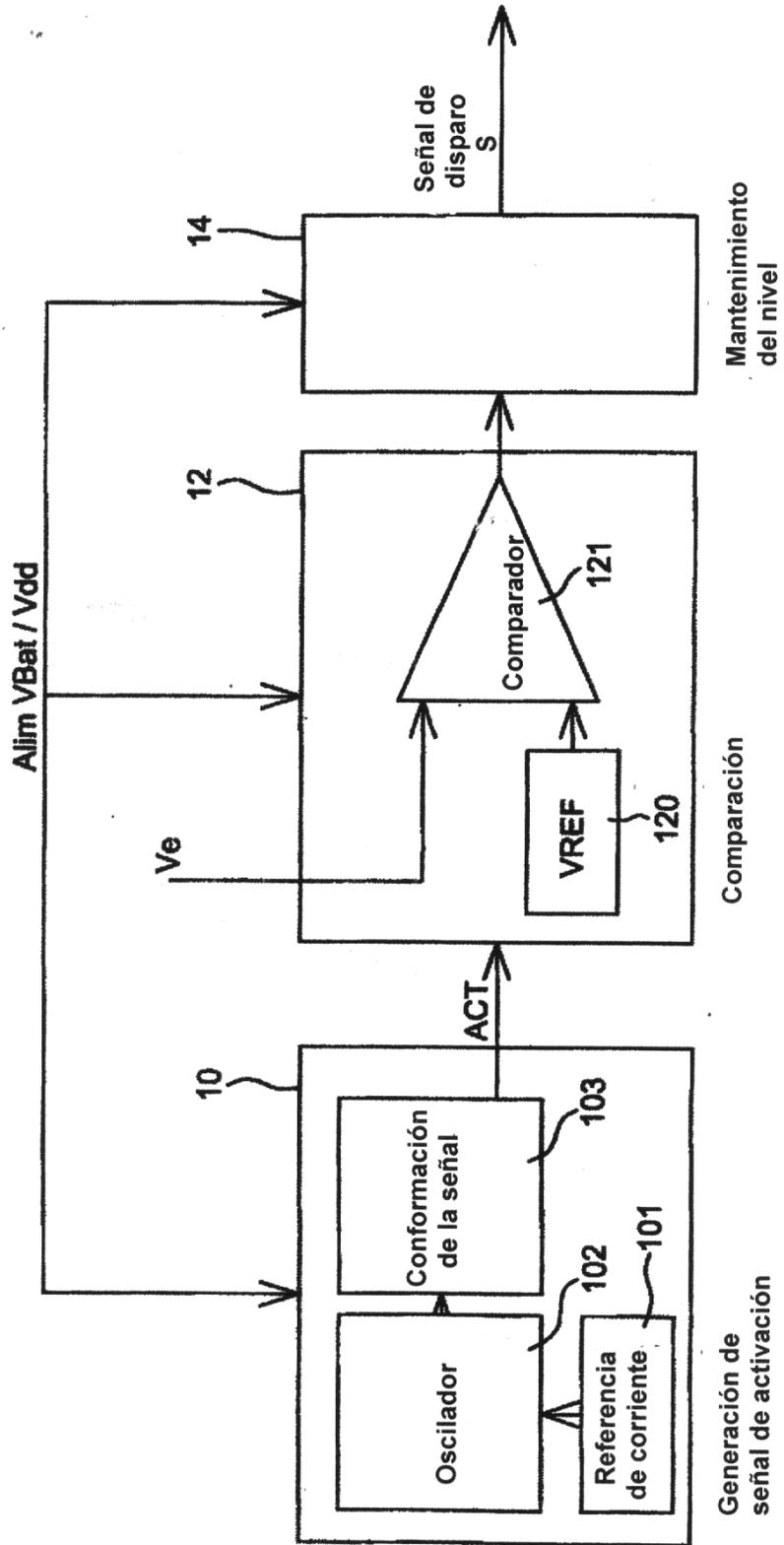


FIG. 2

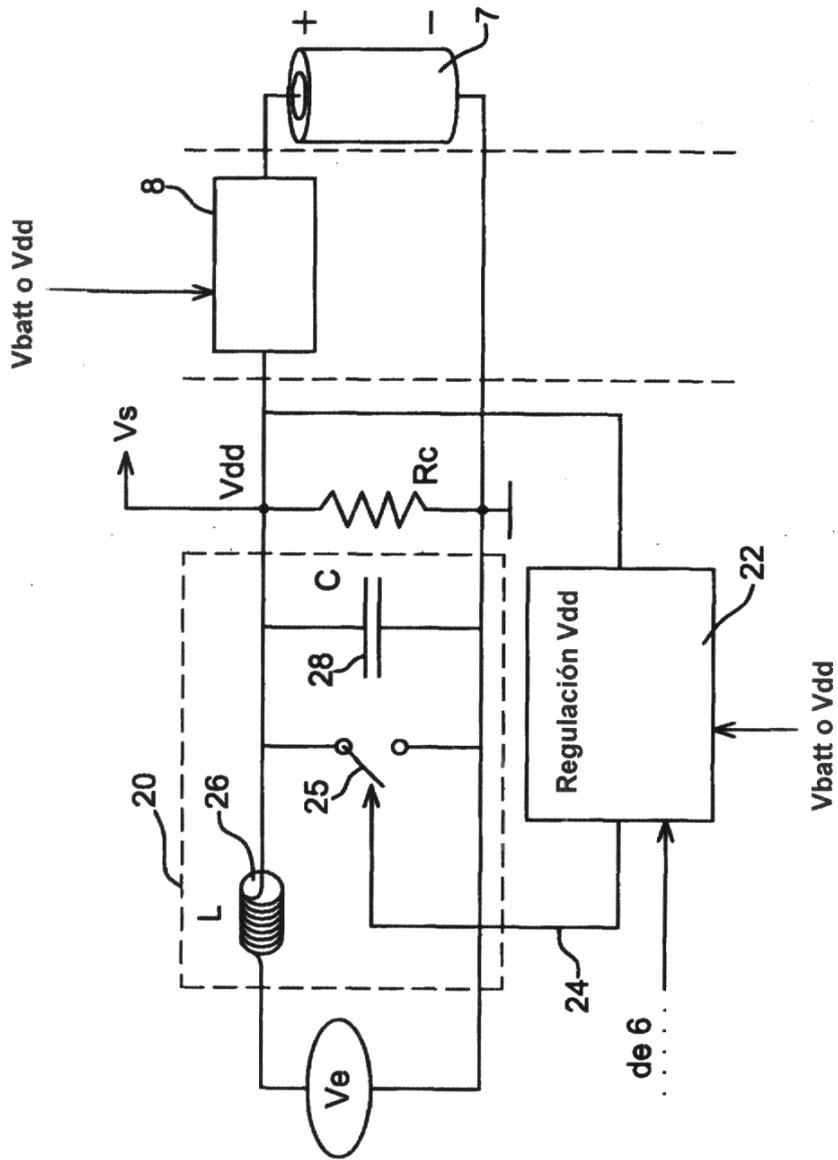


FIG. 3

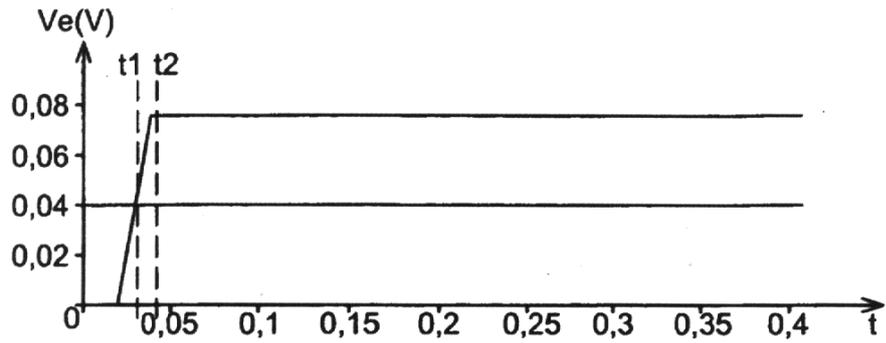


FIG. 4A

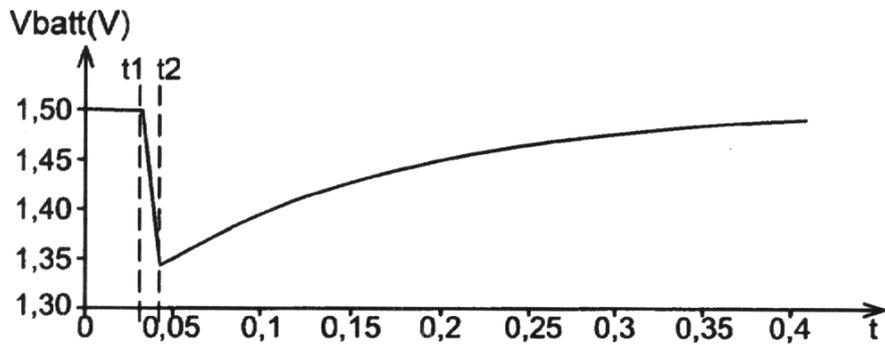


FIG. 4B

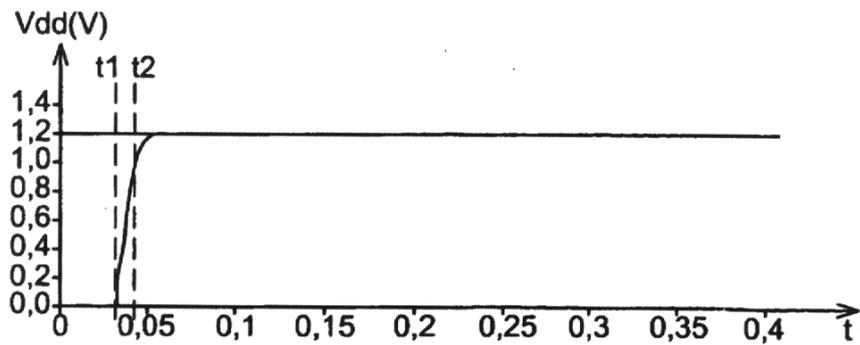


FIG. 4C

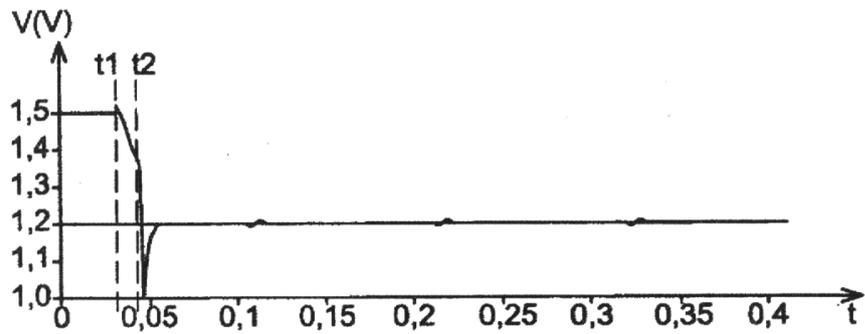


FIG. 4D

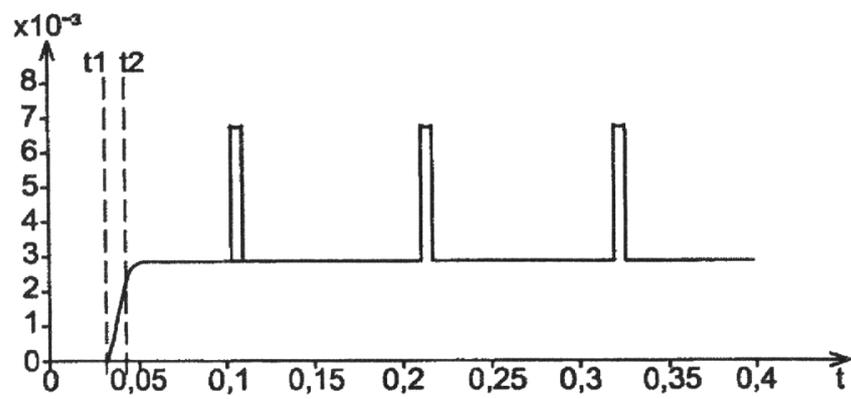


FIG. 5A

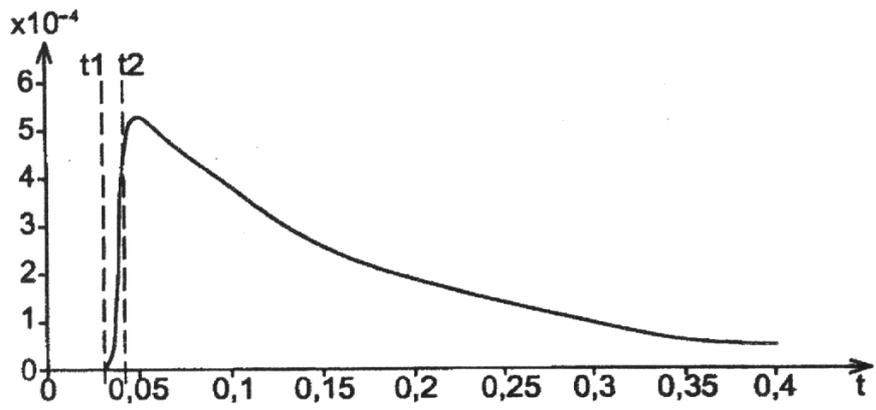


FIG. 5B

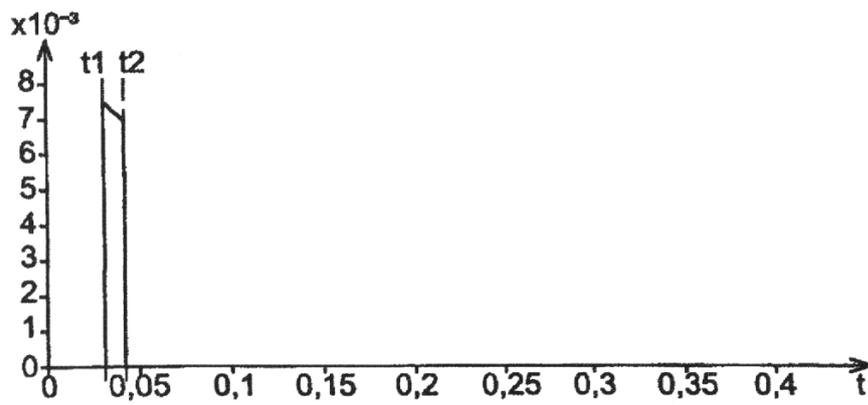


FIG. 5C