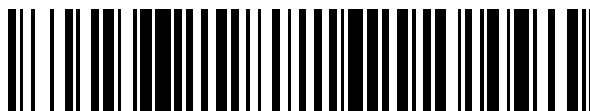


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 026**

51 Int. Cl.:

H02J 7/02 (2006.01)

H02J 7/34 (2006.01)

H02J 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2015 E 15157699 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 2919362**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento mejorados de alimentación para conjunto sensor inalámbrico**

30 Prioridad:

10.03.2014 FR 1451950

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

08.04.2019

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

RAISIGEL, HYNEK

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 708 026 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

Dispositivo y procedimiento mejorados de alimentación para conjunto sensor inalámbrico

Campo técnico y técnica anterior

5 La presente solicitud se refiere al campo de los dispositivos de alimentación para conjuntos sensores dotados de un sistema de comunicación inalámbrico y cuyo abastecimiento con energía eléctrica se debe parcialmente a un generador que permite recuperar una energía que rodea al conjunto sensor y producir, en consecuencia, una energía eléctrica.

10 En el campo de los sensores inalámbricos, el documento EP 2 395 594 A1 presenta un dispositivo de alimentación que permite alimentar un conjunto sensor por medio de una energía eléctrica cargada en un condensador intermedio.

El dispositivo de alimentación está dotado de un primer generador de tipo fotovoltaico que puede ser reemplazado, en caso de baja iluminación o de iluminación nula, por un segundo generador electroquímico en forma de una batería recargable.

15 Un sistema de gestión y de control de la carga de la batería recargable está previsto para permitir hacer funcional el conjunto sensor incluso tras un largo periodo sin iluminación.

Las baterías recargables tienen como inconveniente tener una vida útil limitada y una capacidad de carga eléctrica reducida.

20 El documento US 7 132 757 B2 presenta, por su parte, un dispositivo para alimentar un sensor que comprende un primer generador que permite recuperar una energía mecánica que transforma en energía eléctrica y un generador electroquímico para reemplazar el primer generador. El generador electroquímico es de tipo no recargable y en forma de una pila.

Un circuito permite conectar directamente la pila con el sensor cuando la energía eléctrica producida por el primer generador es insuficiente.

25 Este circuito tiene, concretamente, como inconveniente que consume energía eléctrica y puede resultar costoso cuando comprende un microcontrolador.

Por lo demás, a fin de proteger la alimentación del sensor frente a una sobretensión, está previsto un diodo zener. Un diodo de este tipo presenta como principal desventaja tener una corriente inversa, del orden de varios microamperios, que aumenta significativamente el consumo de corriente del dispositivo.

30 El documento US 2009/0026842 presenta un dispositivo de alimentación dotado de un panel solar configurado para que, cuando el nivel de alimentación suministrado por el panel solar es inferior a un umbral dado, una pila sirva como alimentación auxiliar.

35 Se plantea, por tanto, el problema de realizar un nuevo dispositivo de alimentación adaptado para un conjunto sensor inalámbrico, dotado de un primer generador que permita recuperar una energía eléctrica ambiente y de un segundo generador auxiliar, y que no presente los inconvenientes mencionados anteriormente, en particular que esté mejorado en cuanto a consumo de energía eléctrica y de coste de implementación.

Exposición de la invención

La presente invención se refiere, en primer lugar, a un dispositivo de alimentación eléctrica para suministrar una alimentación eléctrica a un conjunto sensor inalámbrico, comprendiendo el dispositivo de alimentación:

- 40 - un primer medio generador de energía eléctrica configurado para recuperar una energía ambiente en el entorno del conjunto sensor y producir una energía eléctrica en función de la energía ambiente recuperada,
- un segundo medio generador que comprende una pila, para suministrar una energía eléctrica destinada a reemplazar a la producida por el primer medio generador,
- 45 - un medio de almacenamiento de energía eléctrica que comprende un condensador dispuesto para recibir una energía eléctrica procedente del primer medio generador y/o del segundo medio generador, y aplicar un nivel dado de alimentación eléctrica V_{DD} al conjunto sensor, comprendiendo el dispositivo de alimentación un circuito de gestión de energía eléctrica configurado para limitar el nivel dado de alimentación eléctrica V_{DD} entre un límite inferior V_{minC1} y un límite superior V_{maxC1} , comprendiendo dicho circuito un transistor unipolar y conductor cuando su tensión puerta-fuente es cero, estando el transistor unipolar dispuesto con respecto al primer medio generador, al segundo medio generador y al medio de almacenamiento, de modo que tiene una tensión puerta-fuente que depende de una diferencia entre la energía eléctrica suministrada por el segundo medio generador y
- 50 el nivel de alimentación dado.

El circuito de gestión de energía eléctrica presenta, por lo tanto, un consumo muy bajo, lo que es particularmente ventajoso para alimentar un dispositivo inalámbrico cuyo abastecimiento con energía eléctrica depende de una recuperación de energía circundante.

5 La disposición del transistor unipolar puede estar prevista igualmente de modo que su tensión drenaje-fuente dependa de una diferencia entre la energía eléctrica producida por el primer medio generador y el nivel alimentación dado.

Con este tipo de transistor se garantiza el mantenimiento de la tensión V_{DD} en un nivel inferior a un umbral V_{MAXC1} predeterminado al tiempo que se limita el consumo del dispositivo de alimentación.

10 La disposición del transistor es tal que el umbral V_{MAXC1} depende de la tensión suministrada por la pila que está predeterminada y depende de la pila elegida, y de la tensión de estrangulamiento del transistor que está predeterminada y depende igualmente del transistor elegido.

15 Según una primera posibilidad de implementación, el transistor unipolar definido anteriormente es un transistor JFET (por "Junction Field Effect Transistor"). Un transistor de este tipo tiene como ventaja presentar una unión intrínseca puerta-fuente que puede utilizarse para hacer pasar corriente eléctrica en sentido único de la pila hacia el condensador de almacenamiento al tiempo que se limita su retorno hacia la pila.

Según una segunda posibilidad de implementación, el transistor unipolar definido anteriormente es un transistor MOSFET de agotamiento (también denominado transistor de empobrecimiento).

Los transistores JFET y MOSFET de agotamiento tienen, a diferencia de los transistores MOS de enriquecimiento utilizados más habitualmente, un canal conductor cuando su tensión puerta-fuente es cero.

20 El dispositivo de alimentación según la invención permite, además:

- aprovechar la vida útil más larga de las pilas así como su capacidad de corriente mejorada y su precio reducido con respecto a los generadores electroquímicos recargables;
- poder utilizar pilas con una resistencia interna elevada (por ejemplo de tipo botón) gracias al condensador de almacenamiento capaz de proporcionar picos de corriente;
- 25 - poder garantizar un tiempo de funcionamiento mínimo de un conjunto sensor independiente de la disponibilidad de la energía ambiente que ha de recuperarse;
- precisar un bajo número de componentes, lo que permite obtener beneficios concretamente en cuanto a coste de implementación.

30 El circuito de gestión de energía eléctrica puede comprender, igualmente, medios para bloquear un retorno de corriente hacia el segundo medio generador, con el fin de proteger este último al tiempo que se permite un paso de corriente en sentido opuesto.

Cuando el transistor unipolar definido anteriormente es un transistor JFET, la unión intrínseca entre su puerta y su canal forma un medio para bloquear un retorno de corriente hacia la pila. La unión intrínseca también puede permitir recargar el condensador de almacenamiento a partir de la pila cuando el nivel de alimentación V_{DD} es bajo.

35 Un diodo dispuesto entre la puerta y la fuente del transistor unipolar puede formar igualmente un medio para bloquear un retorno de corriente hacia el segundo medio generador. Este diodo también puede permitir recargar el condensador de almacenamiento a partir de la pila cuando el nivel de alimentación V_{DD} es bajo.

40 Según una posibilidad de implementación, el segundo medio generador puede comprender o estar asociado a medios para limitar una corriente de descarga de la pila, por ejemplo en forma de al menos una resistencia en serie con la pila.

Cuando el transistor unipolar es un transistor JFET, pueden estar previstos medios para limitar una corriente a través de la unión intrínseca entre la puerta y el canal del transistor JFET, por ejemplo en forma de al menos una resistencia conectada a la puerta del transistor.

45 Según una posibilidad de implementación, el dispositivo de alimentación puede comprender, además, medios para bloquear un retorno de corriente hacia el primer medio generador, por ejemplo en forma de al menos un diodo.

Según una posibilidad de implementación del dispositivo de alimentación, el primer medio generador puede comprender un módulo fotovoltaico.

La presente invención prevé, además, un conjunto sensor inalámbrico que comprende un dispositivo de alimentación tal como el definido anteriormente.

50 El conjunto sensor puede estar dotado, por lo tanto, de al menos un sensor de al menos una magnitud física que ha de medirse y de un módulo radiofrecuencia previsto para efectuar comunicaciones inalámbricas, concretamente para transmitir a un dispositivo exterior datos relativos a mediciones efectuadas por el sensor.

El conjunto sensor también puede comprender un circuito para tratar datos de medición de la o las magnitudes físicas medidas procedentes del sensor y transmitir estos datos al módulo RF.

5 El conjunto sensor puede comprender, ventajosamente, uno o varios sensores de entre los sensores de magnitudes físicas siguientes: sensor de humedad, sensor de temperatura, sensor de luminosidad, sensor de gas, en particular de CO₂.

La invención se refiere, igualmente a un procedimiento de alimentación de un conjunto sensor inalámbrico con la ayuda de un dispositivo de alimentación tal como el definido anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

10 Otras ventajas y características se desprenderán más claramente de la siguiente descripción, de modos particulares de realización de la invención, facilitados a modo de ejemplos no limitativos, y representados en los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 ilustra un dispositivo de alimentación destinado a alimentar un sensor inalámbrico y que se implementa según un modo de realización de la invención;

15 La Figura 2 ilustra un ejemplo particular de dispositivo de alimentación según la invención dotado de un circuito de gestión de energía eléctrica que comprende un transistor JFET con canal N;

La Figura 3 ilustra un ejemplo de variación de una tensión de alimentación susceptible de ser suministrada por un dispositivo de alimentación según un modo de realización de la invención;

La Figura 4 ilustra una variante de dispositivo de alimentación según la invención dotado de un circuito de gestión de energía eléctrica que comprende un transistor MOSFET de agotamiento y de tipo N;

20 La Figura 5 ilustra otra variante de dispositivo de alimentación según la invención dotado de un circuito de gestión de energía eléctrica que comprende un transistor JFET con canal P;

La Figura 6 ilustra otra variante de dispositivo de alimentación según la invención dotado de un circuito de gestión de energía eléctrica que comprende un transistor MOSFET de agotamiento y de tipo P.

Exposición detallada de modos de realización particulares

25 La figura 1 representa un esquema de un dispositivo de alimentación según un modo de realización de la invención.

Este dispositivo de alimentación tiene como función alimentar un conjunto sensor 5 que comprende uno o varios sensores 7, y que puede estar dotado de un circuito de tratamiento 6 y de un módulo RF 8. El conjunto sensor 5 está configurado para establecer comunicaciones inalámbricas con un dispositivo exterior (no representado) y que se refieren a las mediciones efectuadas por el o los sensores 7.

30 El dispositivo de alimentación puede estar previsto para suministrar una alimentación con energía eléctrica al conjunto sensor 5, en forma de picos de corriente, correspondientes en particular a instantes en los que el conjunto sensor 5 efectúa mediciones o se comunica con el exterior.

35 El dispositivo de alimentación comprende un primer medio generador 12 adaptado para recuperar una energía denominada "ambiente" que se encuentra en el entorno del conjunto sensor 5 y para convertir esta energía ambiente en energía eléctrica que sirva para alimentar el conjunto sensor 5. La energía ambiente recuperada puede ser, por ejemplo, una energía térmica, y/o mecánica, y/o electromecánica, y/o una energía luminosa. Según un ejemplo de realización particular, el primer medio generador 12 de recuperación de energía es ventajosamente un módulo fotovoltaico.

40 En la salida del primer medio generador 12 puede estar previsto un bloque rectificador 19. Un bloque 19 de este tipo también permite impedir una descarga de corriente hacia el primer medio generador 12, en particular en caso de que la energía eléctrica producida por este último sea baja. Este bloque 19 puede comprender, por lo tanto, un diodo D1 de baja tensión umbral V_F , por ejemplo del orden de 0,3 V tal como un diodo Schottky o un puente de diodos (no representado). El bloque rectificador 19 puede estar dotado, además, de uno o varios condensadores de filtrado C_2 .

45 El primer medio generador 12 está asociado a medios de almacenamiento de energía eléctrica 15 formados en este caso por al menos un condensador 15A, cuya energía almacenada sirve para alimentar el conjunto sensor 5. Un condensador 15A permite efectuar, ventajosamente, un número importante de ciclos de cargas y descargas.

El condensador 15A utilizado es, preferentemente, un condensador de baja corriente de autodescarga, por ejemplo un condensador de tipo cerámico.

50 Las cargas y descargas del condensador 15A de almacenamiento se controlan para garantizar un buen nivel de alimentación V_{DD} al conjunto sensor 5, es decir a un nivel de alimentación V_{DD} que es superior a un límite o a un umbral predeterminado, en particular una tensión mínima $V_{\text{minc}1}$ necesaria para el funcionamiento del conjunto sensor 5.

El nivel de alimentación V_{DD} se controla, además, de modo que permanezca inferior a un límite o un umbral, en particular una tensión máxima $V_{\text{MAX}c1}$ predeterminada en función de la tensión máxima admitida por los componentes

del conjunto sensor 5. La tensión máxima V_{MAXC1} está prevista, además, suficientemente baja para permitir limitar el consumo del dispositivo de alimentación.

5 En presencia de energía ambiente, en este caso luminosa, el dispositivo de alimentación puede adoptar una configuración en la que el medio generador 12 recarga el condensador 15A, mientras que, en ausencia de energía ambiente, el dispositivo de alimentación es susceptible de adoptar otra configuración en la que el condensador 15A se recarga con ayuda de un generador electroquímico 13 auxiliar.

10 En el dispositivo de alimentación según la invención está previsto utilizar un generador auxiliar que comprende una pila 13A, es decir un generador electroquímico no recargable, cuya vida útil y capacidad de corriente son superiores a las de una batería de la misma tecnología. La pila 13A puede ser, por ejemplo, de litio, es decir con un ánodo de litio o de compuesto de litio, por ejemplo una pila denominada CR2016 que tiene una tensión suministrada del orden de 3 V y una capacidad de carga eléctrica del orden de 80 mAh, o por ejemplo una pila denominada CR1220.

El control de la carga y la descarga del condensador 15A y del nivel de alimentación V_{DD} del conjunto sensor 5 se garantiza con ayuda de un circuito de gestión de la energía eléctrica.

15 En el dispositivo de alimentación según la invención, el circuito de gestión comprende un transistor unipolar 14 de tipo con canal conductor que suministra una corriente I_{DS} distinta de cero cuando su tensión puerta-fuente V_{GS} es cero. Un transistor unipolar de este tipo puede ser de tipo JFET o MOSFET de agotamiento (también denominado MOSFET de empobrecimiento).

20 La disposición del circuito de gestión de energía eléctrica, y en particular la del transistor unipolar 14, es tal que la tensión puerta-fuente entre la puerta G y la fuente S de este transistor 14A depende de la diferencia entre una tensión V_{BAT} suministrada por el generador electroquímico 13 auxiliar y la tensión V_{DD} en los terminales del condensador 15A y que se aplica al conjunto sensor 5. En el ejemplo de realización de la figura 1, la puerta del transistor unipolar 14 está conectada a la pila 13A mientras que su fuente está conectada a un terminal del condensador de almacenamiento 15A. Así, el nivel de corriente drenaje-fuente I_{ds} que suministra el transistor 14 está controlado por la diferencia entre el nivel de carga del condensador 15A y la tensión suministrada por el generador electroquímico no recargable.

El transistor unipolar 14 está dispuesto, igualmente de manera que tenga un drenaje en el que se aplica la energía eléctrica producida por el primer medio generador 12. La tensión drenaje-fuente entre el drenaje D y la fuente S del transistor 14A depende, por su parte, de la diferencia entre la tensión eléctrica generada por el primer medio generador 12 y la energía almacenada en los terminales del condensador 15A.

30 El transistor unipolar 14 cuyo canal es conductor y suministra una corriente I_{DS} distinta de cero cuando su tensión puerta-fuente V_{GS} es cero, está por lo tanto previsto para controlar las variaciones de la tensión V_{DD} en los terminales del condensador limitando concretamente el nivel máximo de esta tensión V_{DD} aplicada al conjunto sensor. El control de la tensión V_{DD} se realiza mediante una gestión del aporte respectivo de energía eléctrica procedente del primer medio generador 12 y del generador electroquímico 13 auxiliar.

35 En el ejemplo de realización ilustrado en la figura 1, el transistor unipolar es un transistor 14A de tipo JFET (JFET por "Junction Field Effect Transistor") con un canal dopado N. Este tipo de transistor presenta como ventaja incluir una unión en su puerta y su canal, también denominada "unión intrínseca" o "diodo intrínseco" que puede utilizarse para la recarga del condensador de almacenamiento 15A a la pila 13A.

40 Un ejemplo de realización particular del dispositivo de alimentación se ilustra en la figura 2, con un primer medio generador 12 que comprende un módulo fotovoltaico 12A y, en la salida de este módulo, unos medios, por ejemplo en forma de un diodo D_1 , para bloquear un retorno de corriente hacia el módulo fotovoltaico 12A.

45 Este ejemplo difiere del descrito anteriormente en que unos medios para bloquear un retorno de corriente hacia la pila 13A están formados en este caso con ayuda de un diodo D_2 entre la puerta y la fuente del transistor 14A. El diodo D_2 puede ser un diodo Schottky, que presenta como ventaja tener una baja tensión umbral V_F , por ejemplo del orden de 0,3 V. Este diodo permite hacer pasar corriente eléctrica en sentido único de la pila hacia el condensador de almacenamiento con una pequeña caída de tensión.

50 En el ejemplo de realización particular de la figura 2, el dispositivo de alimentación comprende, además, unos medios para limitar la corriente suministrada por la pila 13A en forma, por ejemplo, de al menos una resistencia R_1 en serie con la pila 13A, así como unos medios para limitar la corriente en el diodo o unión intrínseca del transistor 14A JFET en forma por ejemplo de al menos una resistencia R_2 conectada a la puerta de este último.

Un modo de funcionamiento de este dispositivo se va a facilitar ahora. Cuando el módulo fotovoltaico 12A se encuentra en presencia de una iluminación suficiente, el condensador 15A se recarga a través del transistor JFET 14A.

55 Cuando el condensador 15A se descarga mucho, la tensión puerta-fuente V_{GS} del transistor 14A es tal que este último es conductor con el fin de permitir una recarga del condensador por la pila.

Cuando el condensador 15A no está completamente cargado a su tensión V_{MAXC1} , la tensión puerta-fuente V_{GS} del transistor 14A es tal que este último es conductor con el fin de permitir una recarga del condensador por el primer medio generador 12.

5 La carga del condensador 15A puede realizarse entonces hasta una tensión máxima $V_{DD} = V_{MAXC1}$, con $V_{MAXC1} = V_{BAT} - V_{GS_{cutoff}}$ donde V_{BAT} es la tensión suministrada por la pila 13A, $V_{GS_{cutoff}}$ (también denominada $V_{gsthreshold}$ o tensión de estrangulamiento) es el umbral de tensión puerta-fuente más allá del cual la corriente I_{ds} que circula del drenaje a la fuente del transistor pasa a ser cero y el transistor pasa a estar bloqueado, y que es negativa para un transistor JFET de tipo con canal dopado N.

10 Por ejemplo, para una pila 13A de tipo CR2032 con una tensión V_{BAT} suministrada comprendida entre 2,5 y 3,3 V y un transistor 14A de tipo J/SST201 que tiene una tensión $V_{GS_{cutoff}}$ o $V_{gsthreshold}$ de 0,9 V, se puede obtener una tensión máxima V_{MAXC1} del orden de $3,3 + 0,9 = 4,1$ V.

15 Cuando la carga del condensador 15A es tal que alcanza un umbral $V_{DD} = V_{MAXC1}$, para permitir impedir la superación de esta tensión máxima V_{MAXC1} , el transistor 14A bloquea la corriente que recarga el condensador 15A. El circuito de gestión de energía eléctrica impide así una creación de una sobretensión en la alimentación V_{DD} aplicada al conjunto sensor 5A.

En ausencia de iluminación, o cuando la iluminación es demasiado baja para que el módulo fotovoltaico 12A pueda producir una energía eléctrica suficiente para la alimentación del conjunto sensor 5, el condensador 15A se recarga a partir de la pila 13A a través del diodo D2 y la resistencia R1 cuando $V_{DD} < V_{BAT} - V_F$ siendo V_F la tensión umbral del diodo D2.

20 La resistencia R1 situada en serie con la pila 13A, limita entonces la corriente de descarga de esta última y permite evitar dañar o bien acortar la vida útil de la pila 13A. En este modo de funcionamiento sin o con baja iluminación del módulo fotovoltaico 12A, el transistor 14A permanece conductor y el diodo D1 permite proteger el módulo fotovoltaico 12A contra un retorno de corriente.

25 La resistencia R2 permite limitar el paso de corriente a través del diodo intrínseco del transistor 14A para un caso en el que la tensión en los terminales del condensador 15A es tal que $V_{DD} < V_{BAT} - V_F$, siendo V_F la tensión umbral más pequeña del diodo D2 y/o del diodo intrínseco del transistor JFET 14A.

30 En un caso en el que la corriente suministrada por la pila 13A es inferior a la corriente de fuga o residual de puerta I_{GSMAX} también denominada I_{GSS} del transistor 14A, el diodo intrínseco que existe entre su puerta y su canal puede utilizarse en lugar del diodo D2 como en el ejemplo ilustrado en la figura 1, siendo entonces la resistencia R2 igualmente opcional.

35 Obsérvese que la corriente inversa I_{GSS} del diodo D2 y/o del diodo intrínseco del transistor JFET 14A es generalmente muy baja, por ejemplo del orden de 1 nA. La corriente I_{GSS} representa el único consumo estático del circuito de gestión de energía que es muy inferior al consumo estático de soluciones basadas en un diodo zener o un regulador lineal de la tensión LDO (por "low-dropout"). A título informativo, una corriente de fuga inversa de un diodo zener que limita una tensión a 3,3 V puede ser del orden de 5 mA, es decir, muy superior a una corriente I_{GSS} de 1 nA e incluso superior a la corriente media consumida por algunos sensores inalámbricos.

El valor de tensión mínima V_{minC1} por encima del cual la tensión de alimentación V_{DD} es limitada puede expresarse por la relación siguiente:

$$V_{minC1} = V_{BAT} - V_F - (R1 + ESR_{BAT}) * I_{DD_MAX},$$

40 con I_{DD_MAX} una corriente máxima consumida por el conjunto sensor 5, ESR_{BAT} la resistencia interna de la pila, V_F la tensión umbral del diodo D2, que puede ser igual a aproximadamente 0,3 V para un diodo Schottky.

45 Cuando la pila 13A es una pila de tipo CR2032, puede obtenerse una tensión V_{BAT} suministrada por esta última comprendida entre 2,5 y 3,3 V, y ESR_{BAT} por ejemplo del orden de 15 Ω así como I_{DD_MAX} por ejemplo del orden de 13 mA, y prever R1 del orden de 0 Ω . Así, para este tipo de pila, el valor de tensión mínima V_{minC1} puede ser por ejemplo del orden de 2 V ($V_{minC1} = V_{BAT_{min}} - V_F - (R1 + ESR_{BAT}) * I_{DD_MAX} = 2,5 \text{ V} - 0,3 \text{ V} - (15 \Omega) * 13 \text{ mA} = 2 \text{ V}$).

La figura 3 ilustra variaciones de la tensión V_{DD} suministrada en la salida del dispositivo de alimentación anteriormente descrito en presencia de iluminación. Se consumen picos de corriente (variaciones bruscas 101 en la curva C_{10}) por el conjunto sensor 5 en los instantes en los que este efectúa mediciones y/o una comunicación de radio. Entre estos instantes (región estable 103 en la curva C_{10}), el conjunto sensor está en reposo.

50 En presencia de iluminación, el módulo fotovoltaico 12A recarga por lo tanto directamente el condensador 15A a una tensión que se mantiene inferior a un límite o un umbral V_{MAXC1} predeterminado que depende de la tensión V_{BAT} suministrada por la batería y $V_{GS_{threshold}}$, el umbral de tensión puerta-fuente más allá del cual la corriente I_{DS} que circula del drenaje a la fuente del transistor pasa a ser cero y el transistor pasa a estar bloqueado.

En este ejemplo particular de realización, la capacidad del condensador de almacenamiento 15A se ha previsto de modo que un pico de corriente debido a un ciclo de medición del conjunto sensor y/o a una comunicación de radio no descarga el condensador más que $\Delta V = V_{MAXC1} - V_{BAT}$. Gracias a esta optimización puede limitarse el desgaste de la pila 13 cuya energía eléctrica no se consume en presencia suficiente de energía para recuperar.

- 5 Una variante de realización (figura 4) del ejemplo anteriormente descrito prevé sustituir el transistor JFET con canal N por otro tipo de transistor unipolar, en particular un transistor MOSFET de agotamiento 14B (también denominado transistor de empobrecimiento) y que también es conductor cuando la tensión puerta-fuente V_{GS} es cero.

Los ejemplos de realización del circuito de gestión de energía eléctrica del dispositivo de alimentación se han dado con transistores unipolares de tipo N.

- 10 Una variante de realización ilustrada en la figura 6 prevé sustituir en el circuito de gestión de energía eléctrica, el transistor JFET con canal N por un transistor JFET con canal P.

Otra variante de realización ilustrada en la figura 7 prevé sustituir el transistor MOSFET de agotamiento y de tipo con canal N por un transistor JFET MOSFET de agotamiento con canal dopado N.

- 15 El conjunto sensor 5 alimentado por uno u otro de los ejemplos de dispositivos de alimentación descritos anteriormente comprende un módulo dotado de uno o varios sensores 7 configurados para detectar una o varias magnitudes físicas que han de medirse, por ejemplo tales como la temperatura, la presión, la humedad, una iluminación.

Este módulo también puede comprender un sensor de gas que puede estar adaptado, por ejemplo, para la detección y para la medición de CO_2 , y/o un sensor de movimiento.

- 20 El circuito de tratamiento 6 conectado al o a los sensores 7 permite tratar datos de medición de la o las magnitudes físicas que han de medirse, que pueden ser a continuación traducidas en señal de radiofrecuencia por el módulo de comunicación 8 y comunicadas a un dispositivo exterior a través de un enlace inalámbrico.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de alimentación eléctrica para suministrar una alimentación eléctrica a un conjunto sensor (5) inalámbrico, comprendiendo el dispositivo de alimentación:
 - 5 - un primer medio generador (12) de energía eléctrica configurado para recuperar una energía ambiente en el entorno del conjunto sensor (5) y producir una energía eléctrica en función de la energía ambiente recuperada,
 - un segundo medio generador (13) de energía eléctrica que comprende una pila (13A), para suministrar una energía eléctrica auxiliar,
 - un medio de almacenamiento (15) de energía eléctrica que comprende un condensador (15A) dispuesto para recibir una energía eléctrica procedente del primer medio generador (12) y/o del segundo medio generador (13), y aplicar un nivel dado de alimentación eléctrica (V_{DD}) al conjunto sensor (5),
 - 10 - un circuito de gestión de energía eléctrica configurado para mantener el nivel dado de alimentación eléctrica (V_{DD}) superior a un límite inferior (V_{minC1}),

estando el circuito de gestión de energía eléctrica configurado, además, para limitar el nivel dado de alimentación eléctrica a un límite superior (V_{MAXC1}), comprendiendo dicho circuito un transistor unipolar (14A, 14B, 14C, 14D) con canal conductor cuando su tensión puerta-fuente (V_{GS}) es cero, estando el transistor unipolar dispuesto con respecto al primer medio generador (12), al segundo medio generador (13) y al medio de almacenamiento (15), de manera que la tensión puerta-fuente depende de una diferencia entre la energía eléctrica suministrada por el segundo medio generador y el nivel de alimentación dado (V_{DD}).
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, siendo el transistor unipolar un transistor JFET (14A, 14C).
- 20 3. Dispositivo según la reivindicación 1, siendo el transistor unipolar un transistor MOSFET de agotamiento (14B, 14D).
4. Dispositivo según la una de los reivindicación 1 a 3, que comprende, además, medios (D'int, D2) para hacer recargar el medio de almacenamiento (15) a partir del segundo medio generador (13) al tiempo que se impide un retorno de corriente hacia el segundo medio generador (13).
- 25 5. Dispositivo según la reivindicación 4, en el que el transistor unipolar es un transistor JFET que comprende una unión intrínseca entre su puerta y su canal y los medios (D'int, D2) para hacer recargar el medio de almacenamiento (15) a partir del segundo medio generador (13) al tiempo que se impide un retorno de corriente hacia el segundo medio generador (13) comprenden dicha unión intrínseca (D'int).
- 30 6. Dispositivo según la reivindicación 4, en el que los medios (D'int, D2) para hacer recargar el medio de almacenamiento (15) a partir del segundo medio generador (13) al tiempo que se impide un retorno de corriente hacia el segundo medio generador (13) comprenden un diodo (D2) entre la puerta y la fuente del transistor unipolar.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el segundo medio generador (13) comprende medios (R1) para limitar una corriente de descarga de la pila (13A).
- 35 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el transistor unipolar es un transistor JFET (14A, 14C), que comprende, además, medios (R2) para limitar una corriente a través de una unión intrínseca (D'int) entre la puerta y el canal del transistor JFET.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende, además, medios (D1) para bloquear un retorno de corriente hacia el primer medio generador (12).
- 40 10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, comprendiendo el primer medio generador (12) un módulo fotovoltaico (12A).
11. Conjunto sensor (5) que comprende:
 - al menos un sensor (7) de al menos una magnitud física que ha de medirse,
 - un circuito de tratamiento (6) conectado a dicho sensor para tratar datos de medición de la magnitud física que ha de medirse, y
 - 45 - un módulo de radiofrecuencia (8) para la comunicación inalámbrica,
 - un dispositivo de alimentación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
12. Conjunto sensor según la reivindicación 11, que comprende al menos un sensor de entre los sensores de magnitudes físicas siguientes: sensor de humedad, sensor de temperatura, sensor de luminosidad, sensor de gas, en particular de CO₂.
- 50 13. Procedimiento de alimentación eléctrica de un conjunto sensor (5) inalámbrico, comprendiendo el procedimiento la utilización de un dispositivo de alimentación según una de las reivindicaciones 1 a 10.

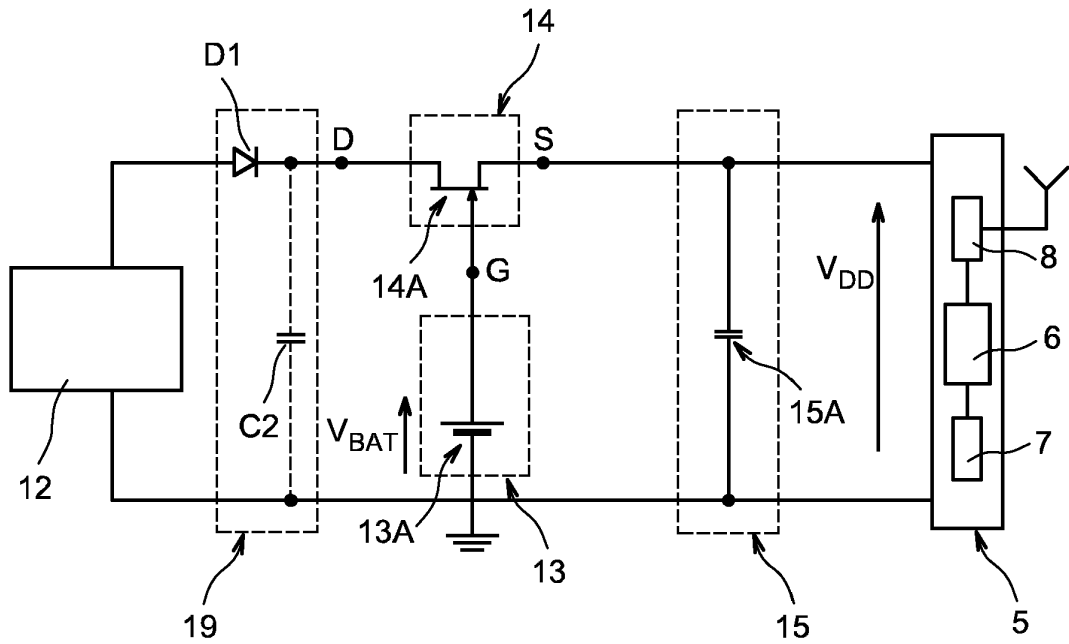


FIG. 1

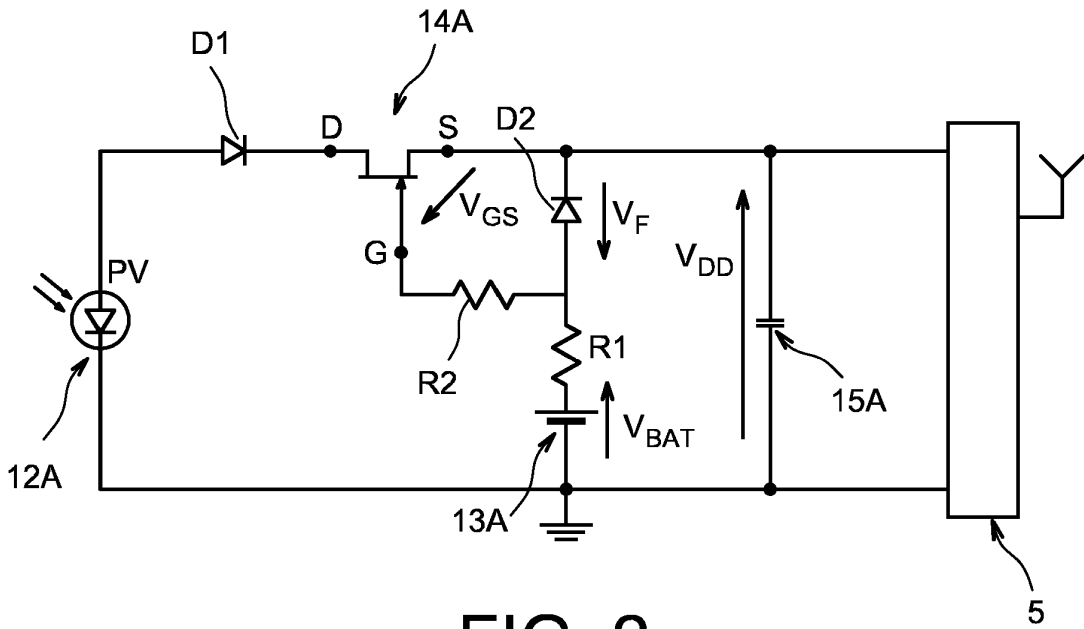


FIG. 2

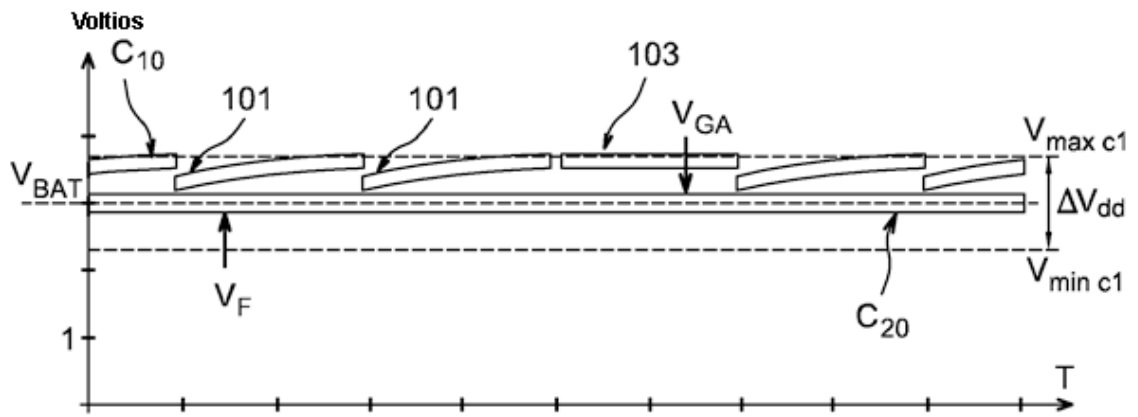


FIG. 3

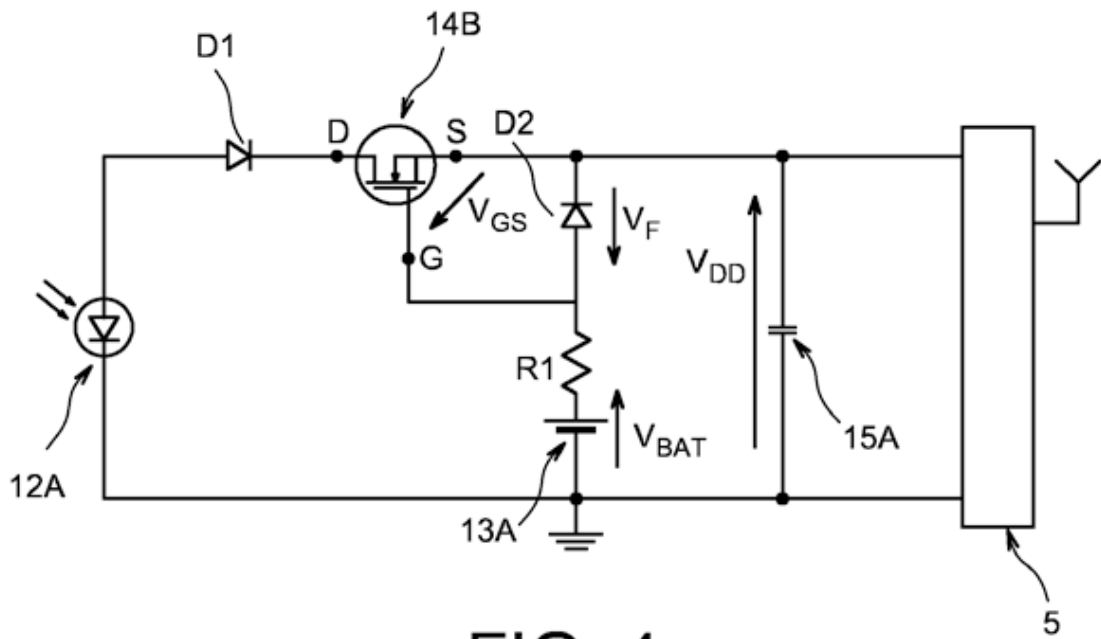


FIG. 4

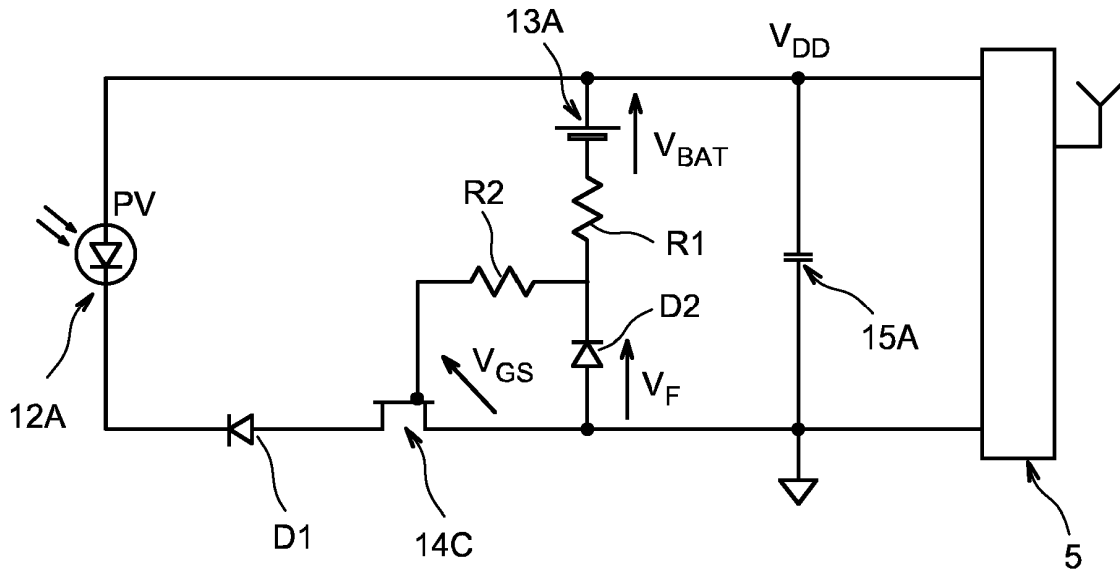


FIG. 5

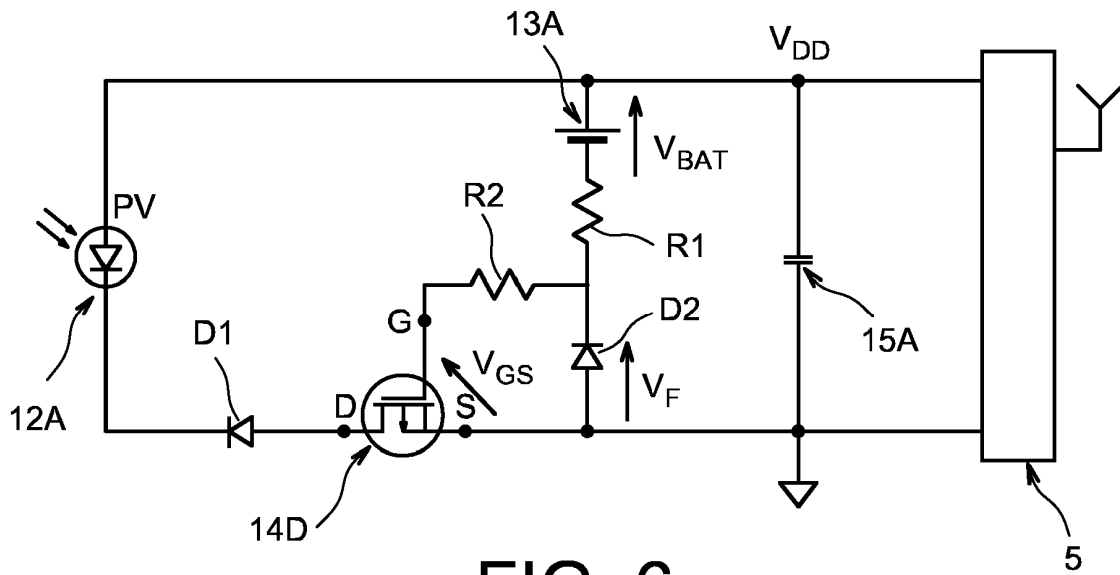


FIG. 6