

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 276**

51 Int. Cl.:

**G01R 22/06** (2006.01)

**G01D 4/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2012** E 12165255 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019** EP 2527851

54 Título: **Sensor de corriente inalámbrico**

30 Prioridad:

**24.05.2011 FR 1154516**

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

**17.12.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**COUPELOU, OLIVIER y  
MASSEBOEUF, BERTRAND**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 735 276 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**

Sensor de corriente inalámbrico

**Campo técnico de la invención**

5 La presente invención está relacionada con un sensor de corriente inalámbrico que permite medir la corriente eléctrica que circula en un conductor eléctrico. El sensor de corriente de la invención permite medir la corriente que circula en un conductor eléctrico y transmitir unos datos de medición hacia una estación central remota. El sensor de corriente de la invención presenta la ventaja de ser autónomo en energía eléctrica alimentándose por inducción gracias a la corriente eléctrica que circula en el conductor eléctrico.

**Estado de la técnica**

10 Unos sensores de corriente inalámbricos y autónomos en energía eléctrica se conocen por los documentos WO2008/142425 o WO2010/119332. Estos documentos proponen unas soluciones que permiten medir la corriente eléctrica que circula en un conductor eléctrico. Para ello, incluyen una bobina provista de un arrollamiento y dispuesta alrededor del conductor eléctrico, formando el conductor eléctrico el primario de un transformador y el arrollamiento el secundario del transformador. Esta disposición permite a la vez la medición de la corriente eléctrica que circula en el  
 15 conductor y la generación de una energía eléctrica destinada a alimentar un circuito electrónico de medición. Estas soluciones prevén transmitir los datos de medición de la corriente eléctrica empleando un emisor inalámbrico acoplado a una estación central remota.

20 La finalidad de la invención es proponer un sensor de corriente inalámbrico provisto de una sola bobina y autónomo en energía eléctrica que permita optimizar el tiempo de medición de la corriente eléctrica en función de la energía eléctrica disponible.

**Descripción de la invención**

Esta finalidad se logra por un sensor de corriente inalámbrico destinado a la medición de una corriente eléctrica que circula en un conductor eléctrico, incluyendo dicho sensor de corriente inalámbrico:

- 25 - un transformador de corriente que incluye un núcleo destinado a estar dispuesto alrededor de dicho conductor eléctrico que forma un primario de dicho transformador y un arrollamiento realizado alrededor del núcleo y que forma un secundario de dicho transformador para recuperar una energía eléctrica cuando circula una corriente eléctrica en el conductor eléctrico,
- un circuito electrónico conectado al secundario del transformador, incluyendo el circuito electrónico:
  - 30 - unos medios de almacenamiento de la energía eléctrica generada,
  - unos medios de medición de la corriente eléctrica que circula en el conductor eléctrico que incluyen un microcontrolador alimentado gracias a la energía eléctrica acumulada en los medios de almacenamiento de la energía eléctrica y que permiten generar unos datos de medición de la corriente eléctrica que circula en el conductor eléctrico,
  - 35 - un emisor/receptor de datos inalámbrico acoplado a dicho microcontrolador y que permite enviar los datos de medición,
- al menos dos modos de funcionamiento distintos, difiriendo los dos modos de funcionamiento uno del otro por los datos de medición generados por el microcontrolador y enviados por el emisor/receptor (E/R) de datos y por la duración de medición de la corriente eléctrica que circula en el conductor eléctrico,
- 40 - unos medios de determinación del paso de un modo de funcionamiento al otro que tienen en cuenta un valor de dicha corriente eléctrica medida.

Según una particularidad, el sensor de corriente incluye unos medios de detección de una disminución brusca del valor de la corriente eléctrica medida y unos medios de activación del emisor/receptor inalámbrico, con el fin de enviar los datos de medición cuando se detecta la disminución brusca.

45 Según otra particularidad, los medios de almacenamiento de energía incluyen un dispositivo duplicador de tensión que incluye dos condensadores y dos diodos.

Según otra particularidad, el núcleo del transformador se presenta en forma de una bobina destinada a llegar a posicionarse alrededor del conductor eléctrico.

50 Según un primer modo de realización, el circuito electrónico incluye unos medios de selección entre un modo de cargador en el que la energía eléctrica se almacena en los medios de almacenamiento de la energía eléctrica y un modo de medición en el que la energía eléctrica se emplea para medir la corriente eléctrica, determinar los datos de medición y enviar los datos de medición.

Según una particularidad de este primer modo de realización, los medios de selección se presentan en forma de dos transistores conectados entre sí por su drenaje respectivo y dotados cada uno de un diodo montado entre el drenaje

y la fuente.

Según otra particularidad de este primer modo de realización, los medios de medición incluyen una resistencia de medición conectada en serie con los dos transistores y en paralelo de los medios de almacenamiento de la energía eléctrica.

- 5 Según un segundo modo de realización, los medios de medición incluyen una resistencia de medición conectada en serie con los medios de almacenamiento de la energía eléctrica. Este modo de realización, por lo tanto, no incluye unos medios de selección que permitan seleccionar entre un modo de medición y un modo de cargador.

10 Según una particularidad de este segundo modo de realización, el sensor de corriente inalámbrico incluye un modo de funcionamiento destinado a la detección de un fallo de corriente. Este modo de funcionamiento no está permitido más que para el segundo modo de realización, ya que supone poder medir la corriente de manera permanente.

Según la invención, en un modo de funcionamiento determinado, el sensor de corriente está dispuesto para conmutar, durante una duración determinada, el emisor/receptor inalámbrico en modo de receptor después de una emisión de datos de medición, con el fin de recibir unos datos que provienen de la estación central.

### **Breve descripción de las figuras**

15 Otras características y ventajas van a aparecer en la descripción detallada que sigue hecha respecto a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa de manera esquemática un sistema que incluye el sensor de corriente inalámbrico de la invención y una estación central remota destinada a recopilar los datos de medición de la corriente,
- 20 - la figura 2 representa un esquema electrónico del sensor de corriente de la invención según un primer modo de realización,
- la figura 3 representa el diagrama de funcionamiento del sensor de corriente de la invención según el primer modo de realización,
- la figura 4 representa un esquema electrónico del sensor de corriente de la invención según un segundo modo de realización,
- 25 - la figura 5 representa el diagrama de funcionamiento del sensor de la invención según el segundo modo de realización.

### **Descripción detallada de al menos un modo de realización**

La invención se refiere a un sensor de corriente inalámbrico y completamente autónomo en energía.

30 Con referencia a la figura 1, el sensor de corriente 10 inalámbrico de la invención está destinado a medir la corriente eléctrica I que circula en un conductor eléctrico 20. Se presenta en forma de una carcasa que llega a fijarse sobre el conductor eléctrico y que permite, gracias a unos medios de medición, determinar unos datos de medición relacionados con la corriente eléctrica alterna que circula en el conductor eléctrico y, gracias a unos medios de transmisión, enviar los datos de medición a una estación central 30 remota. La estación central 30 incluye, por ejemplo, un visualizador 300 destinado a visualizar los datos de medición o cualquier otra información.

35 En la continuación de la descripción, se entiende por datos de medición de la corriente eléctrica cualesquiera datos relacionados con la corriente eléctrica alterna que circula en el conductor eléctrico 20, tales como, por ejemplo:

- el valor eficaz de la corriente promedio que circula en el conductor eléctrico 20,
- el valor eficaz de la corriente mínima que circula en el conductor eléctrico 20 sobre una duración de medición dada,
- el valor eficaz de la corriente máxima que circula en el conductor eléctrico sobre una duración de medición dada,
- 40 - el nivel de la frecuencia fundamental de la corriente I que circula en el conductor eléctrico 20,
- el nivel de los armónicos de rango 2, 3, 4, 5 (incluso más, si es necesario) de la corriente que circula en el conductor eléctrico 20,
- la relación de distorsión armónica en corriente THDi,
- la presencia de un fallo de corriente (sobreintensidad seguida de un paso a cero de la corriente eléctrica),
- 45 - un instante de paso al cero de corriente que permite, por ejemplo, que la estación central 30 calcule el factor de potencia (cos phi), que permite, a continuación, que el sensor de corriente 10 afine una evaluación de la energía total que transita sobre el conductor eléctrico 20. Para que la estación central 30 determine el factor de potencia,

la emisión de radio del sensor de corriente 10 debe estar sincronizada con el paso a cero de la corriente. En efecto, a partir de la información sobre el instante de paso a cero de la corriente y de la información sobre el instante de paso a cero de la tensión de alimentación aplicada al conductor eléctrico y conocida por la estación central 30, la estación central 30 puede, de este modo, determinar el factor de potencia.

- 5 En la continuación de la descripción, los medios de transmisión de los datos corresponden a un emisor/receptor E/R inalámbrico que permite a la vez enviar o recibir unos datos.

El sensor de corriente 10 de la invención incluye más precisamente un núcleo que se presenta en forma de una bobina 100 destinada a ser atravesada por el conductor eléctrico 20 del que se busca medir la corriente. Se realiza un arrollamiento 101 alrededor de dicha bobina 100. La bobina es, por ejemplo, de apertura, lo que le permite llegar a  
10 posicionarse alrededor del conductor eléctrico 20. Cuando el sensor de corriente 10 está en posición sobre el conductor eléctrico 20, el conductor eléctrico 20 forma, entonces, el primario de un transformador de corriente y el arrollamiento 101 forma el secundario de dicho transformador de corriente. Gracias a esta arquitectura, la corriente que circula en el secundario del transformador de corriente es la imagen de la corriente I que circula en el primario del transformador.

15 En la continuación de la descripción, la corriente eléctrica medida es la corriente que circula en el secundario del transformador, pero hay que comprender que corresponde a la corriente primaria I que circula en el conductor eléctrico 20, puesto que es la imagen de la corriente primaria.

El sensor de corriente 10 de la invención incluye, igualmente, un circuito electrónico encerrado en su carcasa y conectado directamente a los dos hilos del arrollamiento 101 del secundario. Este circuito electrónico incluye unos  
20 medios de almacenamiento de la energía eléctrica generada gracias al transformador de corriente, los medios de medición y el emisor/receptor inalámbrico mencionados anteriormente que son alimentados por la energía eléctrica almacenada en los medios de almacenamiento de la energía eléctrica. Los medios de medición incluyen un microcontrolador UC asociado a dos reguladores de tensión lineales LDO y que permiten, en concreto, determinar los  
25 datos de medición a enviar hacia la estación central 30 y gestionar el envío de estos datos de medición en el tiempo en función de reglas de funcionamiento preestablecidas memorizadas en el sensor de corriente 10. Los medios de medición incluyen, igualmente, una resistencia de medición Rm, preferentemente de escaso valor (por ejemplo, igual a 1 Ohm). El emisor/receptor E/R inalámbrico es, por ejemplo, de tipo de radiofrecuencia. Por supuesto, se puede considerar cualquier otra tecnología inalámbrica.

Según la invención, el circuito electrónico se puede presentar en forma de dos montajes distintos representados en las figuras 2 y 4.

- 30 En los dos montajes propuestos, la medición de la corriente eléctrica I no siempre es permanente. Según el modo de funcionamiento aplicado, la duración de medición de la corriente puede variar. Esta duración de medición varía en función del valor eficaz de la corriente eléctrica I medida en el conductor eléctrico 20 y del valor de la tensión medida en los terminales de los medios de almacenamiento de la energía eléctrica.

El primer montaje representado en la figura 2 presenta la particularidad de funcionar de manera discontinua entre un modo de cargador y un modo de medición. En modo de cargador, la corriente secundaria pasa por los medios de  
35 almacenamiento de la energía eléctrica, pero no a través de la resistencia de medición Rm. En modo de medición, la corriente secundaria atraviesa la resistencia de medición Rm, pero no los medios de almacenamiento de la energía eléctrica. De este modo, el sensor incluye unos medios de selección que permiten elegir entre el modo de medición y el modo de cargador. Los datos de medición se envían preferentemente cuando el sensor de corriente está en modo  
40 de cargador.

Más precisamente, este primer montaje incluye un bucle de circuito que incluye la resistencia de medición Rm y un interruptor que forma los medios de selección y un segundo bucle de circuito montado en paralelo del primer bucle de  
45 circuito y que incluye los medios de almacenamiento de la energía eléctrica. En el primer bucle de circuito, el interruptor está montado en serie con la resistencia de medición. Cuando el interruptor está en el estado cerrado, la corriente secundaria pasa por el primer bucle de circuito, es decir, a través de la resistencia de medición Rm y cuando está en el estado abierto, la corriente secundaria pasa por el segundo bucle de circuito y permite cargar los medios de almacenamiento de la energía eléctrica. El interruptor está compuesto, por ejemplo, por dos transistores T1, T2 de tipo MOSFET de canal N conectados entre sí en serie por su drenaje respectivo. Cada transistor MOSFET está dotado de un diodo montado entre su drenaje y su fuente. Los dos diodos están orientados en unos sentidos opuestos. Los dos  
50 transistores T1, T2 están controlados cada uno por unas señales de control S1, S2 enviadas por el microcontrolador UC. Este montaje permite poder gestionar las dos alternancias de la corriente secundaria. Los medios de almacenamiento de la energía eléctrica están compuestos, por ejemplo, por dos condensadores C1, C2 y por dos diodos D1, D2 dispuestos entre sí en forma de un duplicador de tensión de "Latour" que permite recuperar la energía eléctrica generada durante la alternancia positiva de la corriente eléctrica en uno de los dos condensadores y recuperar la energía eléctrica generada durante la alternancia negativa de la corriente eléctrica en el otro condensador. Los dos  
55 reguladores de tensión lineales LDO conectados en paralelo de los condensadores C1, C2 permiten suministrar cada uno una tensión constante al microcontrolador UC y al emisor/receptor E/R inalámbrico. Cuando el interruptor se controla en el estado cerrado por el microcontrolador, una información sobre la medición de la tensión en los terminales de la resistencia de medición Rm le permite deducir el valor eficaz de la corriente eléctrica. Una información sobre el

valor  $V_s$  de la tensión en los terminales de uno de los condensadores C1 se envía, igualmente, de manera periódica al microcontrolador UC, con el fin de monitorear de manera permanente la energía eléctrica disponible. El microcontrolador UC emplea estas dos informaciones para seleccionar el modo de funcionamiento del sensor de corriente 10, difiriendo algunos modos de funcionamiento entre sí por la duración de medición sobre un período de tiempo determinado y por los datos de medición generados. En efecto, el sensor de corriente podrá pasar de un modo de funcionamiento a otro teniendo en cuenta únicamente la corriente eléctrica  $I$  medida.

La ventaja de este primer montaje es que, en modo de medición, la forma de onda de la tensión en los terminales de la resistencia de medición  $R_m$  es una imagen fiel de la corriente  $I$  que circula en el conductor eléctrico 20. En efecto, por el hecho del escaso valor de la resistencia de medición  $R_m$ , en modo de medición, el secundario del transformador de corriente se encuentra en una configuración cercana al cortocircuito. Por lo tanto, este montaje se adapta perfectamente a la medición de los armónicos de la corriente  $I$  y al dominio del desplazamiento de fase entre el primario y el secundario del transformador de corriente.

Para este primer montaje representado en la figura 2, cuando la corriente nunca se puede medir de manera permanente, un ciclo de funcionamiento del sensor incluye:

- 15 - tiempo de carga de los medios de almacenamiento de la energía eléctrica,
- orden de conducción de los transistores T1, T2,
- tiempo de estabilización de la corriente medida,
- tiempo de medición de la corriente,
- orden de apertura de los transistores,
- 20 - tiempo de emisión de radio.

Para este primer montaje, se distinguen los siguientes modos de funcionamiento:

**Modo 0 -  $I \approx 0$**

- La corriente eléctrica  $I$  que circula en el conductor eléctrico 20 es demasiado escasa para poder alimentar el circuito electrónico del sensor de corriente 10.

25 **Modo 1 -  $2 \leq I \leq 5 A$**

- La corriente eléctrica  $I$  que circula en el conductor eléctrico 20 es escasa, pero suficiente para alimentar el circuito electrónico del sensor 10, con la excepción del convertidor analógico-digital (CAD).
- No se realiza ninguna medición de la corriente.
- Transmisión periódica por el emisor/receptor E/R inalámbrico de que circula una escasa corriente en el conductor eléctrico 20.

30

**Modo 2 -  $5 \leq I \leq 7 A$**

- La corriente eléctrica  $I$  que circula en el conductor eléctrico 20 llega a ser suficiente para alimentar el circuito electrónico, incluido el convertidor analógico-digital (CAD).
- La corriente eléctrica  $I$  se mide sobre, por ejemplo, un 30 % del ciclo de funcionamiento  $T_e$  del sensor de corriente 10 (por ejemplo,  $T_e = 2 s$ ).
- Cada vez que la tensión  $V_s$  en los terminales del condensador C1 es superior a un umbral determinado, por ejemplo, igual a 5,1 V, la corriente eléctrica  $I$  se mide y unos datos de medición se envían por el emisor/receptor E/R inalámbrico.

35

- Los datos de medición determinados por el microcontrolador UC son el valor eficaz de la corriente eléctrica  $I$  medida y la cantidad de energía eléctrica.

40

**Modo 3 -  $7 \leq I \leq 20 A$**

- La corriente se mide sobre, por ejemplo, un 30 % del ciclo de funcionamiento  $T_e$  del sensor de corriente 10 (por ejemplo,  $T_e = 2 s$ ).
- Los datos de medición son el valor eficaz de la corriente eléctrica, la cantidad de energía eléctrica, los niveles de algunos armónicos, el instante de paso al cero de corriente.
- Funcionamiento en modo de recepción después de una emisión: el sensor puede pasar a modo de recepción

45

después de una emisión de datos de medición. El sensor no puede permanecer en escucha de manera permanente, ya que esto consumiría demasiada energía. Por consiguiente, conmuta en modo de receptor durante una escasa duración determinada después de una emisión de datos, con el fin de poder recibir unos datos de la estación central 30. Estos datos pueden ser, por ejemplo, el valor eficaz de la tensión, el factor de potencia (cos phi) o una información relacionada con un período de emisión del sensor de corriente 10.

**Modo 3.2**

- Modo equivalente al modo 3, con la excepción de la duración de medición.
- La corriente se puede medir sobre un 100 % de su ciclo de funcionamiento, siempre que la tensión en los terminales del condensador C1 sea superior o igual al umbral determinado de 5,1 V.
- Este modo de funcionamiento es un modo transitorio que permite que el sensor de corriente 10 pase del modo 3 al modo 2 por el consumo voluntario de una cierta cantidad de energía.

**Modo 4 -  $20 \leq I \leq 100 A$**

- La corriente eléctrica I se mide sobre, por ejemplo, un 50 % del ciclo de funcionamiento  $T_e$  del sensor (por ejemplo,  $T_e = 2 s$ ).
- Los datos de medición determinados por el microcontrolador UC son el valor eficaz de la corriente eléctrica I, la cantidad de energía eléctrica, los niveles de algunos armónicos, el instante de paso al cero de corriente.
- Funcionamiento en modo de recepción después de una emisión.

**Modo 5 -  $100 \leq I \leq 700 A$**

- La corriente eléctrica I se mide sobre un 80 % del ciclo de funcionamiento  $T_e$  del sensor (por ejemplo,  $T_e = 2 s$ ).
- Los datos de medición determinados por el microcontrolador UC son el valor eficaz de la corriente eléctrica I, la cantidad de energía eléctrica, los niveles de algunos armónicos, el instante de paso al cero de corriente.
- Funcionamiento en modo de recepción después de una emisión.

**Modo Parada**

- Cuando el sensor de corriente 10 detecta una disminución brusca del valor de la corriente medida, se efectúa una medición y unos datos de medición se transmiten instantáneamente.

Las condiciones de paso de un modo al otro se explican más precisamente en la figura 3 en relación con la tabla de más abajo:

Modo de funcionamiento inicial	Condición(iones)	Modo de funcionamiento final
0	$V_s > 2,8 V$	1
1	$V_s > 5,1 V$	2
1	$V_s < 2,7 V$	0
2	$I > 7 A$ o $V_s > 5,1 V$ después de una transmisión	3
3	$5 < I < 7 A$	3,2
3,2	$V_s < 5,1 V$	2
3	$I > 20 A$	4
4	$7 < I < 20 A$	3
4	$I > 100 A$	5
4	$5 < I < 7 A$	2
5	$20 < I < 100 A$	4
5	$7 < I < 20 A$	3
5	$5 < I < 7 A$	2
2, 3, 4, 5	$I < 5 A$ o $V_s < 5,1 V$	Parada
Parada	$V_s < 2,7 V$	0

En esta primera tabla, los valores numéricos de las tensiones y de las corrientes se dan a título de ejemplo.

El segundo montaje representado en la figura 4 permite un funcionamiento continuo en medición y en carga. Con respecto al primer montaje, el segundo montaje no emplea un interruptor que permita elegir entre el modo de cargador y el modo de medición. En este montaje, el duplicador de tensión de "Latour" se reemplaza y conecta directamente

- sobre el arrollamiento 101 del secundario del transformador de corriente. La resistencia de medición  $R_m$  está conectada al punto medio de los dos condensadores. Como en el primer montaje, los dos reguladores de tensión lineales LDO se conectan en paralelo de los dos condensadores C1 y C2 y permiten regular la alimentación del microcontrolador UC y del emisor/receptor E/R inalámbrico. La tensión disponible en los terminales de uno de los condensadores C1, igualmente, se monitorea y envía al microcontrolador, con el fin de conocer de manera permanente la tensión  $V_s$  y, de este modo, la energía eléctrica disponible. Como la corriente es susceptible de monitorearse de manera permanente, esta solución presenta la ventaja de poder detectar un fallo de corriente. Esta funcionalidad se implementa por la detección de un paso brusco de una corriente relativamente elevada (por ejemplo, superior a 20 A) a una corriente nula.
- 5
- 10 Para este segundo montaje, cuando la corriente no se puede medir de manera permanente, un ciclo de funcionamiento del sensor incluye:
- tiempo de carga de los medios de almacenamiento de la energía eléctrica,
  - tiempo de estabilización de la corriente medida,
  - tiempo de medición de la corriente,
- 15 - tiempo de emisión de radio.

Cuando la corriente se mide sobre un 100 % del ciclo de funcionamiento, todas las otras tareas se realizan en paralelo por el microcontrolador UC.

Para este segundo montaje, los diferentes modos de funcionamiento son los siguientes:

**Modo 0 -  $I \approx 0$**

- 20 - La corriente eléctrica  $I$  que circula en el conductor eléctrico 20 es demasiado escasa para poder alimentar el circuito electrónico del sensor de corriente 10.

**Modo 1 -  $2 \leq I \leq 5 A$**

- La corriente eléctrica  $I$  que circula en el conductor eléctrico 20 es escasa, pero suficiente para alimentar el circuito electrónico del sensor de corriente 10, con la excepción del convertidor analógico-digital (CAD).
- 25 - No se realiza ninguna medición de la corriente.
- Transmisión periódica por el emisor/receptor E/R inalámbrico de que circula una corriente escasa en el conductor eléctrico.

**Modo 2 -  $5 \leq I \leq 7 A$**

- 30 - La corriente eléctrica  $I$  que circula en el conductor eléctrico 20 llega a ser suficiente para alimentar el circuito electrónico, incluido el convertidor analógico-digital.
- La corriente se mide sobre un 30 % del ciclo de funcionamiento  $T_e$  del sensor (por ejemplo,  $T_e = 2 s$ ).
- Cada vez que la tensión  $V_s$  en los terminales del condensador C1 es superior a un umbral determinado, por ejemplo, igual a 5,1 V, la corriente se mide y unos datos de medición se envían por el emisor/receptor E/R inalámbrico.
- 35 - Los datos de medición determinados por el microcontrolador UC son el valor eficaz de la corriente eléctrica medida y la cantidad de energía eléctrica.

**Modo 3 -  $7 \leq I \leq 20 A$**

- La corriente se mide sobre, por ejemplo, un 30 % del ciclo de funcionamiento  $T_e$  del sensor de corriente 10 (por ejemplo,  $T_e = 2 s$ ).
- 40 - Los datos de medición determinados por el microcontrolador UC son el valor eficaz de la corriente eléctrica, la cantidad de energía eléctrica, eventualmente los niveles de algunos armónicos, el instante de paso al cero de corriente.
- Funcionamiento en modo de recepción después de una emisión: este modo de funcionamiento se ha definido más arriba para el primer montaje.

45 **Modo 3.2**

- Modo equivalente al modo 3, con la excepción de la duración de medición.

- La corriente se puede medir sobre un 100 % de su período, siempre que la tensión  $V_s$  en los terminales del condensador C1 sea superior o igual al umbral determinado de 5,1 V.
- Este modo de funcionamiento es un modo transitorio que permite que el sensor de corriente 10 pase del modo 3 al modo 2 por el consumo voluntario de una cierta cantidad de energía.

5 **Modo 4** -  $20 \leq I \leq 700 \text{ A}$

- La corriente se mide sobre un 100 % del ciclo de funcionamiento  $T_e$  del sensor (por ejemplo,  $T_e = 2 \text{ s}$ ).
- Los datos de medición determinados por el microcontrolador UC son el valor eficaz de la corriente eléctrica, la cantidad de energía eléctrica, los niveles de algunos armónicos, el instante de paso al cero de corriente.
- Funcionamiento en modo de recepción después de una emisión.

10 **Modo 5** -  $700 \text{ A} \leq I$

- Modo de detección de un fallo de corriente.
- La corriente se mide sobre un 100 % del ciclo de funcionamiento  $T_e$  del sensor con un período de muestreo  $T_d$  muy escaso que permite detectar un fallo de corriente lo más rápidamente posible. Si en cada instante del período de muestreo  $T_d$ , la corriente permanece positiva, el sensor vuelve a pasar al modo de funcionamiento n.º4. En cambio, si en un instante del período de muestreo  $T_d$ , la corriente llega a ser nula, se detecta un fallo de corriente.

15

**Modo 6** - fallo de corriente - Mensaje de alarma

- Se ha detectado un fallo de corriente.
- Generación de un mensaje de alarma.

20 **Modo Parada**

- Cuando el sensor de corriente 10 detecta una disminución brusca del valor de la corriente eléctrica  $I$  medida, se efectúa una medición y unos datos de medición se transmiten instantáneamente.

Las condiciones de paso de un modo al otro se explican más precisamente en la figura 5 en relación con la tabla de más abajo:

Modo de funcionamiento inicial	Condición(iones)	Modo de funcionamiento final
0	$V_s > 2,8 \text{ V}$	1
1	$V_s > 5,1 \text{ V}$	2
1	$V_s < 2,7 \text{ V}$	0
2	$I > 7 \text{ A}$ o $V_s > 5,1 \text{ V}$ después de una transmisión	3
3	$5 < I < 7 \text{ A}$	3,2
3,2	$V_s < 5,1 \text{ V}$	2
3	$I > 20 \text{ A}$	4
4	$7 < I < 20 \text{ A}$	3
4	$I > 700 \text{ A}$	5
5	$I \neq 0$ después de final $T_d$	4
5	$I = 0$ después de $T_d$	6
4	$5 < I < 7 \text{ A}$	2
2, 3, 4, 6	$I < 5 \text{ A}$ o $V_s < 5,1 \text{ V}$	Parada
Parada	$V_s < 2,7 \text{ V}$	0

25 En esta segunda tabla, los valores numéricos de las tensiones y de las corrientes se dan a título de ejemplo.



**REIVINDICACIONES**

1. Sensor de corriente (10) inalámbrico destinado a la medición de una corriente eléctrica (I) que circula en un conductor eléctrico (20), incluyendo dicho sensor de corriente (10) inalámbrico:

- 5 - un transformador de corriente que incluye un núcleo destinado a estar dispuesto alrededor de dicho conductor eléctrico (20) que forma un primario de dicho transformador y un arrollamiento (101) realizado alrededor del núcleo y que forma un secundario de dicho transformador para recuperar una energía eléctrica cuando circula una corriente eléctrica en el conductor eléctrico,
- un circuito electrónico conectado al secundario del transformador, incluyendo el circuito electrónico:
  - 10 - unos medios de almacenamiento de la energía eléctrica generada,
  - unos medios de medición de la corriente eléctrica que circula en el conductor eléctrico (20) que incluyen un microcontrolador (UC) alimentado gracias a la energía eléctrica acumulada en los medios de almacenamiento de la energía eléctrica y que permiten generar unos datos de medición de la corriente eléctrica que circula en el conductor eléctrico (20),
  - 15 - un emisor/receptor (E/R) de datos inalámbrico acoplado a dicho microcontrolador (UC) y que permita enviar los datos de medición,

**caracterizado porque** el sensor de corriente (10) incluye:

- 20 - al menos dos modos de funcionamiento distintos, difiriendo los dos modos de funcionamiento uno del otro por los datos de medición generados por el microcontrolador y enviados por el emisor/receptor (E/R) de datos y por la duración de medición de la corriente eléctrica (I) que circula en el conductor eléctrico (20),
- unos medios de determinación del paso de un modo de funcionamiento al otro que tienen en cuenta un valor de dicha corriente eléctrica (I) medida.

2. Sensor de corriente (10) inalámbrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** incluye unos medios de detección de una disminución brusca del valor de la corriente eléctrica (I) medida y unos medios de activación del emisor/receptor (E/R) inalámbrico, con el fin de enviar los datos de medición cuando se detecta la disminución brusca.

25 3. Sensor de corriente inalámbrico según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** los medios de almacenamiento de energía incluyen un dispositivo duplicador de tensión que incluye dos condensadores (C1, C2) y dos diodos (D1, D2).

30 4. Sensor de corriente inalámbrico según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el núcleo del transformador se presenta en forma de una bobina (100) destinada a llegar a posicionarse alrededor del conductor eléctrico (20).

5. Sensor de corriente inalámbrico según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la bobina (100) es de apertura.

35 6. Sensor de corriente inalámbrico según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el circuito electrónico incluye unos medios de selección entre un modo de cargador en el que la energía eléctrica se almacena en los medios de almacenamiento de la energía eléctrica y un modo de medición en el que la energía eléctrica se emplea para medir la corriente, determinar los datos de medición y enviar los datos de medición.

7. Sensor de corriente inalámbrico según la reivindicación 6, **caracterizado porque** los medios de selección se presentan en forma de dos transistores (T1, T2) conectados entre sí por su drenaje respectivo y dotados cada uno de un diodo montado entre el drenaje y la fuente.

40 8. Sensor de corriente inalámbrico según la reivindicación 7, **caracterizado porque** los medios de medición incluyen una resistencia de medición (Rm) conectada en serie con los dos transistores (T1, T2) y en paralelo de los medios de almacenamiento de la energía eléctrica.

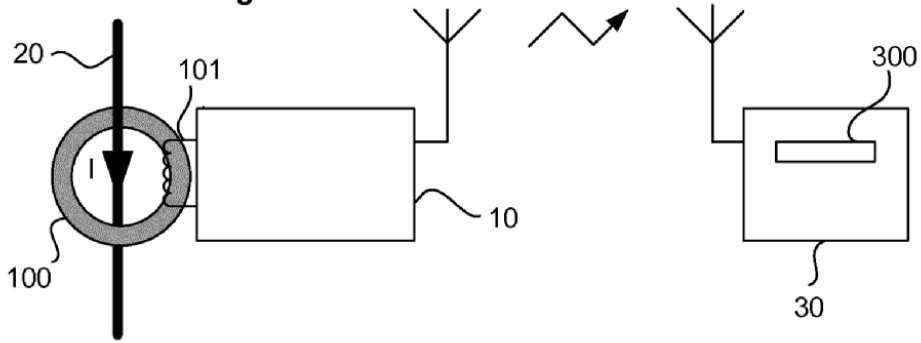
9. Sensor de corriente según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** los medios de medición incluyen una resistencia de medición (Rm) conectada en serie con los medios de almacenamiento de la energía eléctrica.

45 10. Sensor de corriente inalámbrico según la reivindicación 9, **caracterizado porque** incluye un modo de funcionamiento destinado a la detección de un fallo de corriente.

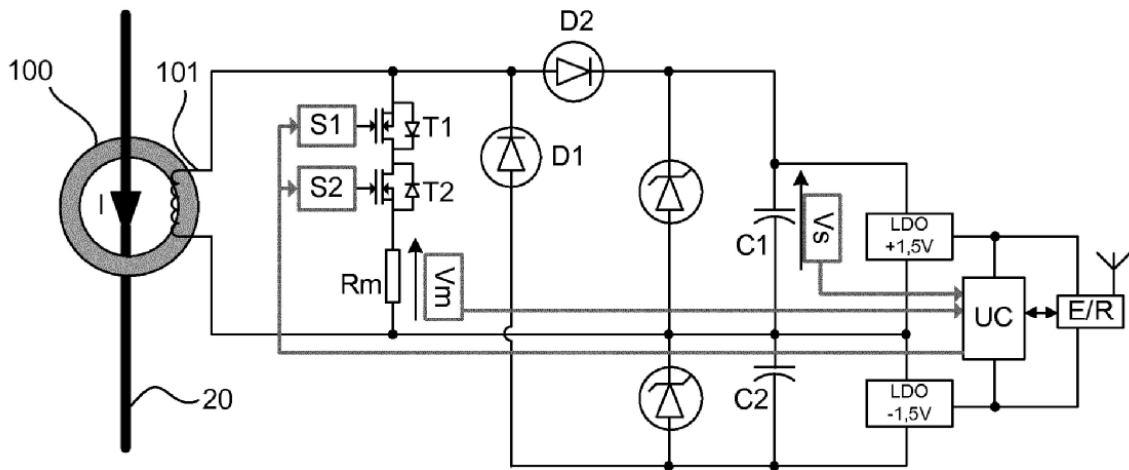
11. Sensor de corriente inalámbrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, en un modo de funcionamiento determinado, está dispuesto para conmutar, durante una duración predeterminada, el emisor/receptor (E/R) inalámbrico en modo de receptor después de una emisión de datos de medición, con el fin de recibir unos datos que provienen de la estación central (30).

50

**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 4**

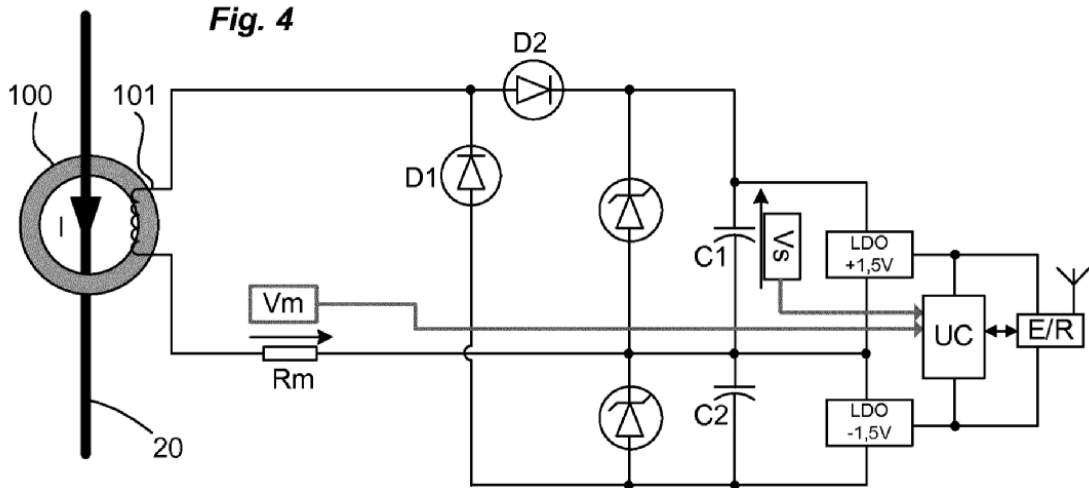


Fig. 3

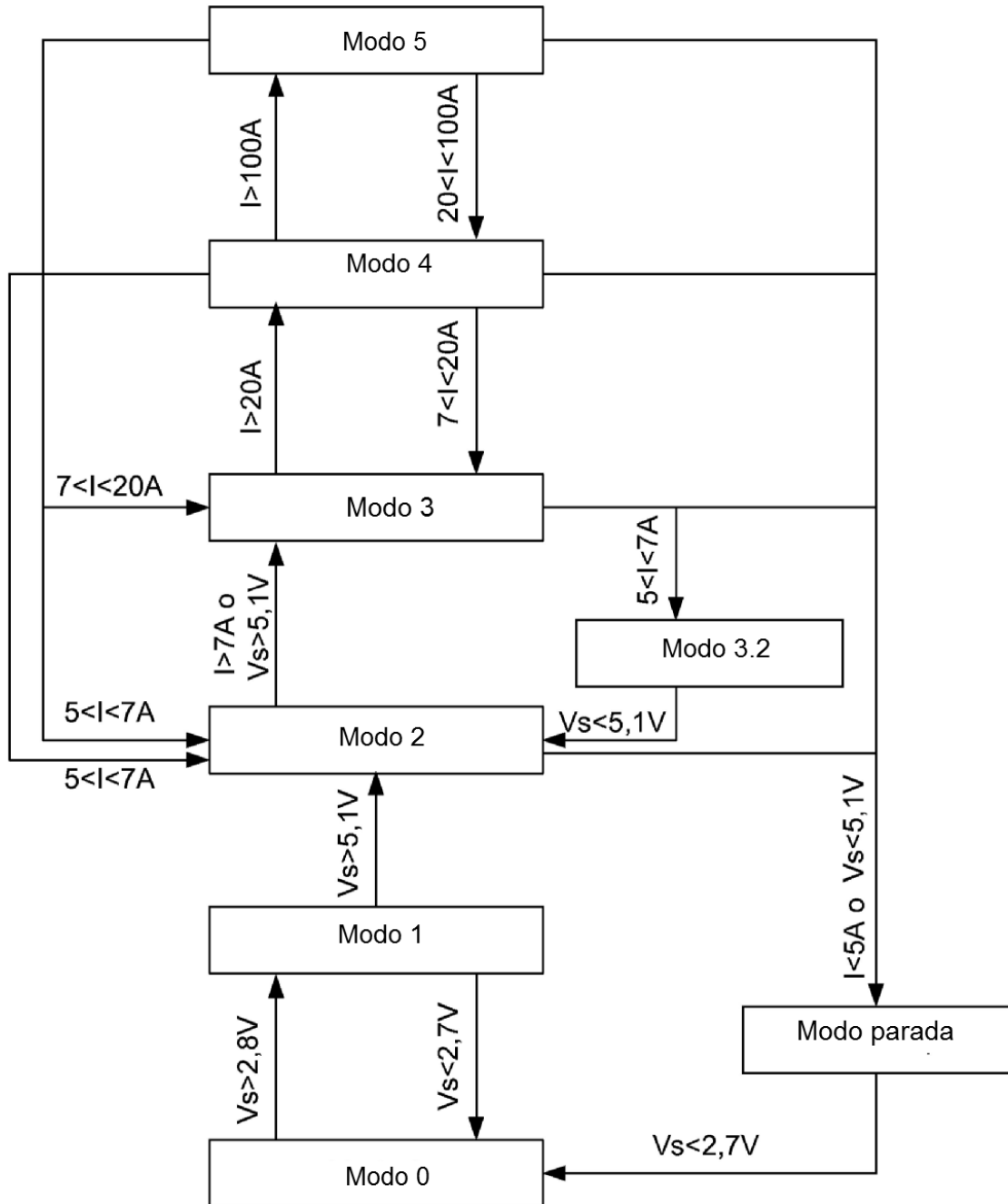


Fig. 5

