

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 619**

51 Int. Cl.:

**G01R 19/25** (2006.01)

**G08C 23/00** (2006.01)

**H04Q 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2011** **E 11000135 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017** **EP 2348326**

54 Título: **Unidad de sensor de corriente y procedimiento para la transmisión de señales y/o datos**

30 Prioridad:

**11.01.2010 DE 102010004350**  
**28.01.2010 DE 102010006227**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.11.2017**

73 Titular/es:

**GESELLSCHAFT FÜR ANTRIEBS- UND  
ENERGIETECHNIK, REGULUNGS- UND  
AUTOMATISIERUNGSSYSTEME MBH (100.0%)**  
**Erzstraße 22**  
**38678 Claustahl-Zellerfeld, DE**

72 Inventor/es:

**SOURKOUNIS, CONSTANTINOS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 640 619 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**

Unidad de sensor de corriente y procedimiento para la transmisión de señales y/o datos

La invención se refiere a una unidad de sensor de corriente con transmisión de señales exentas de potencial, así como a un procedimiento para la transmisión de señales y/o datos.

- 5 Dispositivos y componentes electrónicos de potencia han hecho su aparición en todos los sectores del suministro de energía y de la técnica de propulsión, así como en los últimos años de manera reforzada también en el sector del automóvil. Con ello, han resultado nuevos requisitos a la tecnología de los sensores para la medición de magnitudes eléctricas tales como, en particular, la medición de corriente.

- 10 Mediante el funcionamiento discontinuo de la electrónica de potencia, los sensores utilizados están sometidos a un potencial oscilante con gradientes de hasta  $6 \text{ kV}/\mu\text{s}$ , que básicamente conducen a desplazamientos de la carga en el caso de capacidades de acoplamiento parasitarias. Con ello, se puede producir un deterioro de la función de los sensores y, en particular, en aquellos sin una separación del potencial. En virtud de procesos de conmutación y del desplazamiento dinámico del potencial ligado a ellos resulta la necesidad de llevar a cabo toda medición indirecta de la corriente a través de la caída de la tensión en el denominado lado alto. Esto resulta del requisito de evitar en la  
15 medida de lo posible desplazamientos dinámicos del potencial de referencia de  $0 \text{ V}$  dentro de una expansión geométrica del sistema de suministro de energía tal como, por ejemplo, del sistema de alimentación de a bordo de un vehículo.

- 20 La memoria de patente DE 10027092A1 da a conocer un circuito conmutador analógico de detección de señales, el cual, mediante el uso de una oscilación del portador modula en la anchura de impulsos directamente una señal de entrada analógica y la transmite como señal digital. Como resultado, se puede detectar una señal analógica, incluso en el caso en el que los potenciales de referencia se diferencien uno de otro en las conexiones de entrada/salida de señales.

- 25 La presente invención tiene, por lo tanto, la misión de prever una unidad de sensor de corriente, así como un procedimiento para la transmisión de señales y/o datos, mediante los cuales sea posible una medición exenta de potencial y una transmisión de datos de señales de medición a una electrónica de control.

- 30 El problema se resuelve mediante una unidad de sensor de corriente según la cláusula precharacterizante de la reivindicación 1 debido a que está prevista al menos una derivación y al menos un módulo de detección para detectar una magnitud de medición, al menos un módulo de modulación para la modulación de frecuencia-anchura de impulsos y al menos un módulo de transmisión exento de potencial. Para un procedimiento para la transmisión de señales y/o datos, el problema se resuelve debido a que para la codificación de una magnitud de medición tiene lugar una modulación de la frecuencia y la anchura de impulsos, siendo codificados 8 bits de la magnitud de medición en una anchura de impulsos y 8 bits de la magnitud de medición en una frecuencia. En las reivindicaciones subordinadas se definen perfeccionamientos de la invención.

- 35 Con ello se crea una unidad de sensor de corriente con una transmisión de señales exenta de potencial, mediante la cual es posible una conexión exenta de potencial a una electrónica de control. La unidad de sensor de corriente puede emplearse en el caso de mediciones arbitrarias a un potencial oscilante con un gradiente de hasta  $6 \text{ kV}/\mu\text{s}$  o eventualmente también superior. Una transmisión exenta de potencial de datos de medición, en particular de una señal de corriente, puede tener lugar, en particular, a través de un tramo de transmisión óptico y/o magnético. La transmisión se realiza mediante un microcontrolador ventajoso como módulo para la modulación de señales y/o  
40 datos, un módulo de transmisión con una unidad de emisión, el tramo de transmisión exento de potencial, una unidad de recepción y un dispositivo de suministro de energía auxiliar. En caso de prever un tramo de transmisión óptico, se puede conseguir la ventaja de una compatibilidad electromagnética (EMV) elevada. En unión con la compatibilidad electromagnética particularmente buena, la unidad de sensor de corriente puede preverse también en entornos con campos electromagnéticos extremadamente elevados y dinámicos. El tramo de transmisión óptico  
45 puede realizarse, en particular, al menos mediante un optoacoplador y/o un guía-ondas.

- Tramos de transmisión ópticos y/o magnéticos exentos de potencial presentan una característica no lineal y en el caso de la transmisión de señales analógicas una precisión a menudo insuficiente. Con el fin de resolver este problema, el módulo de modulación está configurado para la modulación de la frecuencia y la anchura de impulsos, sobre cuya base tiene lugar la transmisión óptica. Esta es una modulación de impulsos de la señal que tiene lugar,  
50 en particular, a través de un microcontrolador como módulo de modulación para la modulación de la señal de medición o bien de la magnitud de medición. La magnitud de medición se refleja primeramente y seguidamente se codifica mediante la modulación de la frecuencia y la anchura de impulsos. En el caso de la modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos se codifican 8 bits de la magnitud de medición en una anchura de impulsos y 8 bits de la magnitud de medición en una frecuencia. En el caso de una modulación de la frecuencia y de la anchura

de impulsos de este tipo está prevista, por consiguiente, una resolución de 16 bits de una magnitud de medición o bien de una señal de medición. El tramo de transmisión de datos para la unidad de sensor sirve para emitir magnitudes de medición o bien señales de medición desde la unidad de potencia, tales como dispositivos electrónicos de potencia, que conduce la corriente a detectar, a una unidad de visualización, control o automatización. Con el fin de evitar en la medida de lo posible una falsificación de la señal a transmitir, la resolución de 16 bits de la magnitud de medición se manifiesta como particularmente adecuada.

Mediante el uso de la modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos ya no se establecen requisitos particulares a la electrónica de control. La señal de corriente detectada por la unidad de sensor de corriente puede ser evaluada más bien en función de la modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos directamente o después de la formación de un valor medio para la desmodulación como señal analógica por parte de la electrónica de control. Para la desmodulación pueden estar previstos al menos un módulo de desmodulación y/o una rutina de software. Además, es posible aportar directamente a un microcontrolador la señal modulada en frecuencia y en anchura de impulsos emitida. En éste la señal puede ser leída y evaluada a través de una denominada unidad de captura-comparación y/o a través de una entrada digital.

En el caso de necesidad de una señal analógica, tiene lugar una desmodulación de la señal modulada en frecuencia y en anchura de impulsos en el módulo de desmodulación. La desmodulación de la señal puede realizarse con escasa complejidad, p. ej., mediante la formación de un valor medio. El transcurso de la señal de la corriente, así como la cantidad respectiva se presentan subsiguientemente como señal de tensión analógica, de modo que es posible sin problemas una lectura y valoración de esta señal de tensión mediante una electrónica de control analógica con el fin de la vigilancia, el control y la regulación. La señal de tensión analógica que resulta en este caso, la cual se mide como caída de tensión en la derivación, puede ser introducida directamente en una electrónica de control como ya se ha mencionado o, en el caso de prever una unidad de control basada en microcontrolador, puede ser leída y subsiguientemente tratada a través de un convertidor AD. Con ello, es posible proveer la unidad de sensor de corriente en lugar de con sensores de corriente habituales tales como, por ejemplo, sensores Hall, de una señal de partida analógica. La unidad de sensor de corriente es compatible con todos los sensores de corriente de la señal emitida que disponen de una señal de salida analógica, de modo que la unidad de sensor de corriente puede reemplazar básicamente a todos estos sensores de corriente.

La derivación utilizada en el caso de la unidad de sensor de corriente es una resistencia de precisión. Ésta es particularmente de bajo ohmiaje, de poca inductividad y resistente al envejecimiento y presenta un coeficiente de temperatura extremadamente bajo. La derivación es un componente pasivo que determina la corriente máxima a medir. Para la detección de la tensión que cae en ésta, está previsto el módulo de detección. Éste puede ser un convertidor analógico-digital habitual o uno especial tal como, por ejemplo, el ASIC IHM-A-1500 de Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG, 35683 Dillenburg, Alemania. La corriente que fluye como magnitud a medir a través de la derivación conduce a una caída proporcional de la tensión que es detectada a través de la derivación. La corriente a medir máxima puede determinarse a través del tamaño y del tipo constructivo de la derivación. Con ello, es posible concebir la estructura restante de la unidad de sensor de corriente, a saber, su electrónica, independientemente de la corriente máxima a medir. Una planificación tiene lugar sólo a través de la derivación, de modo que aquí es posible una adaptación económica y menos compleja.

La provisión de una estructura modular conduce de manera correspondiente a la ventaja de que el empleo se puede realizar en un gran intervalo de corrientes sin modificaciones técnicas dignas de mención en la unidad de sensor de corriente. Una adaptación de este tipo a diferentes corrientes es, como ya se ha mencionado, sólo posible mediante la adaptación de los componentes de la derivación. Para la adaptación, ésta se puede planificar de manera distinta. Dado que una adaptación a diferentes intervalos de medición de la corriente a detectar tiene lugar únicamente a través de la derivación, el sistema parcial electrónico, que es el responsable de la detección, el tratamiento y la transmisión de la señal del valor real de la corriente, no se ve afectado por la magnitud y el transcurso en el tiempo dinámico de la señal de corriente en relación con las funciones, topología de conexión y magnitud de la energía auxiliar a emplear necesaria. Con ello, puede tener lugar de manera sencilla un escalonamiento preciso de los intervalos de medición sin problemas sin costes adicionales. Una adaptación de los escalonamientos de los intervalos de medición es, por consiguiente, posible de manera específica a la aplicación en cualquier momento. De manera correspondiente, es posible un amplio intervalo de empleo para la unidad de sensor de corriente de hasta algunos kA.

En particular, la unidad de sensor de corriente presenta un volumen constructivo específico pequeño, al igual que un pequeño peso, de modo que la misma se puede integrar sin problemas en cualquier tipo de dispositivo electrónico de potencia, así como en sistemas de propulsión y de suministro de energía para aplicaciones móviles y estacionarias. En virtud de la conexión exenta de potencial a la electrónica de control pueden reducirse adicionalmente los requisitos de una unidad de automatización o bien el sistema de evaluación. En el caso de una conexión no exenta de potencial a la electrónica de control deberían tomarse en este caso medidas con el fin de evitar desplazamientos dinámicos del potencial de referencia de 0 V. En la presente se garantiza, sin embargo, un

- funcionamiento seguro, también en el caso de un potencial oscilante con un gradiente elevado. Por consiguiente, los requisitos de un diseño de circuito de conmutación y los requisitos en relación con la resistencia de la tensión de la etapa de amplificador de entrada en la trayectoria de la señal del valor real de la corriente pueden reducirse, por consiguiente, en virtud de la presencia de la conexión exenta de potencial a la electrónica de control con respecto al estado de la técnica. Precisamente para el empleo móvil de la unidad para la captación de corriente se manifiesta particularmente ventajosa también la escasa demanda de energía auxiliar.
- Ventajosamente, para detectar la tensión proporcional a la corriente determinada en la derivación, un módulo de detección de la tensión está previsto en particular en forma de un ASIC IHM-A-1500 con una unidad de amplificador programable para conseguir una elevada resolución y/o el módulo de detección de la tensión está configurado para la conmutación dinámica de su intervalo de medición para conseguir una precisión elevada. Precisamente en redes de a bordo de vehículos y de una serie de otros sectores de aplicación de la técnica de medición industrial, una unidad de sensor de la corriente de este tipo puede ser por lo tanto empleada de manera particularmente bien. Mediante la previsión de la unidad de amplificador programable puede cubrirse, en el caso de valores de amplificación de, por ejemplo, 1, 6, 24, 50 y 100 un intervalo de entrada extremadamente amplio de, por ejemplo, +/- 7,5 mV a +/- 750 mV, de modo que se pueden realizar aquí resoluciones muy elevadas. Por ejemplo, la resolución de la unidad de sensor de corriente en el caso de una señal de entrada de la tensión máxima de +/- 30 mV para un intervalo de medición de la corriente de +/- 300 A puede ascender a aproximadamente 10 mA, de modo que aquí se puede realizar una resolución muy elevada.
- En comparación con los sensores de corriente actuales a base del efecto Hall, la presente unidad de sensor de corriente presenta, junto a la ventaja de una elevada precisión, un escaso peso y volumen constructivo tal como ya se ha mencionado, así como un consumo propio de energía relativamente bajo. La unidad de sensor de corriente es adecuada, por lo tanto, particularmente para el empleo en sistemas de tráfico que tienen una demanda constantemente creciente de sensores de corriente exentos de potencial.
- En el caso de la desmodulación mediante uno o el microcontrolador ventajosamente previsto se detectan además, de manera ventajosa, los dos tiempos entre dos flancos crecientes de la señal de medición y el momento de la conmutación de la señal de alto a bajo. Además, a partir de la duración del período o de la frecuencia se vuelve a calcular un valor de 8 bits superior, y a partir de la duración de los impulsos en relación con la duración del período de la señal de medición un valor de 8 bits inferior. Además, el valor de 8 bits superior y el inferior se pueden inscribir en una memoria de 16 bits en forma binaria y/o transformar y emitir en una cifra hexadecimal.
- La modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos se utiliza en lugar de una modulación de la anchura de impulsos, es decir, de una simple modulación, dado que en ésta, en el caso de por ejemplo, una resolución de 16 bits de la señal a transmitir, resultaría una frecuencia muy elevada en el intervalo de 2 GHz. En el intervalo abonable o bien de bajo precio no existe, sin embargo, un microcontrolador que permita una frecuencia de reloj de este tipo, de manera que la división del valor de medición de 16 bits en dos intervalos de medición de 8 bits conduce en este caso a una frecuencia mucho menor de, en particular, 8 MHz. Mediante la frecuencia de reloj del microcontrolador a evaluar se determina también la resolución en el tiempo máxima posible de la señal modulada.
- Para la explicación más detallada de la invención se describen en lo que sigue ejemplos de realización de ésta con mayor detalle con ayuda de los dibujos. Estos muestran en:
- La Figura 1, un esquema de principio de una unidad de sensor de corriente conforme a la invención,
- la Figura 2, un esquema de principio de una unión de la unidad de sensor de corriente a una electrónica de control a través de un optoacoplador y una línea habitual,
- la Figura 3, un esquema de principio de una unión de la unidad de sensor de corriente a una electrónica de control a través de guía-ondas,
- la Figura 4, un esquema funcional de una unidad de sensor de corriente conforme a la invención con una unión a un microcontrolador de la unidad de sensor de corriente, desmodulación por parte del microcontrolador a la base de una rutina de software de desmodulación,
- la Figura 5, un diagrama de una duración de impulsos mínima y máxima en el caso de una modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos, y
- la Figura 6, un diagrama de la señal de modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos, así como de los tiempos de reloj en el caso de la evaluación de la señal de modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos.

La Figura 1 muestra un esquema de principio de la estructura de una unidad de sensor de corriente 1. Ésta comprende dos conexiones de corriente 10, 11 que están unidas con una derivación 21. En ésta cae una tensión que es detectada por un módulo de detección 12. Por lo tanto, la derivación para la detección de la caída de tensión está unida a ésta con el módulo de detección 12. Éste está de nuevo unido a través de líneas de datos 13, 14, 15 con un módulo de modulación 16, en particular a través de un punto de corte en serie. La señal modulada puede transmitir a través de un módulo de transmisión 17 exento de potencial a una salida 18 y ser emitida allí. El tramo de transmisión exento de potencial del módulo de transmisión 17 puede estar realizado como tramo óptico y/o magnético, estando mostradas en las Figuras 2 y 3 en cada caso variantes de realización de un tramo de transmisión óptico.

La forma de realización mostrada en la Figura 1 de la unidad de sensor de corriente comprende, además, un dispositivo de suministro de energía auxiliar 19 con un transformador de CC/CC para el suministro de energía exento de potencial al que a través de las conexiones  $V_{cc}$  y GND es aportada energía. La unidad de sensor de corriente está conectada a una fuente de tensión con una tensión constante o variable o, alternativamente, a un dispositivo de suministro de energía auxiliar externo, asimismo a través de las conexiones  $V_{cc}$  y GND. El dispositivo de suministro de energía auxiliar 19 está unido a través de líneas con el módulo de modulación, así como con un oscilador de cuarzo 20. Su señal se utiliza como generador de impulsos para la modulación, de modo que su señal de salida es aportada a través de una línea al módulo de modulación 16. Otra línea conduce al módulo de detección 12.

El módulo de detección 12 está realizado, en particular, como transformador de señales y de datos en forma de un transformador CA, en particular ASIC IHM-A-1500 de Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG, que es un transformador de analógico a digital especial. A la derivación 21 está asociado el módulo de detección 12 para detectar la tensión descendente. En las Figuras 2 y 3 se muestra una derivación 21 correspondiente respectiva con módulo de detección 12 y módulo de modulación 16.

La unidad de sensor de corriente 1 mostrada en la Figura 2 comprende un optoacoplador 40 así como una línea 41 habitual que juntos son parte del módulo de transmisión 17, para la unión de la unidad de sensor de corriente con una electrónica de control 50. Frente a ello, en la forma de realización de la unidad de sensor de corriente conforme a la Figura 3 está previsto un guía-ondas 42 como tramo de transmisión óptico del módulo de transmisión 17. En ambos casos se realiza, por consiguiente, un tramo de transmisión óptico como tramo de transmisión exento de potencial. La variante mostrada en la Figura 2 utilizando un optoacoplador está ligada a costes menores que la mostrada en la Figura 3. En el caso de utilizar optoacopladores, su capacidad parasitaria eficaz es compensada o bien reducida hasta que esencialmente no se manifiesten desplazamientos de carga dignos de mención durante los procesos de conmutación, de modo que pueda garantizarse la capacidad de funcionamiento y la precisión de la unidad de sensor de corriente. Habitualmente, se manifiestan desplazamientos de carga con gradientes de tensión crecientes que se pretenden, en particular, para la reducción de pérdidas de conmutación y para el aumento de la densidad de potencia en el caso de dispositivos electrónicos de potencia. Dispositivos electrónicos de potencia de este tipo se encuentran, precisamente en sistemas de tráfico, dado que presentan un pequeño volumen y peso. La variante de realización según la Figura 2 se adecúa con ello de manera particular para el uso en sistemas de tráfico.

En el caso del uso mostrado en la Figura 3 de un guía-ondas 42 se tiene en cuenta de manera óptima el utilizar guía-ondas robustos, con el fin de evitar en lo posible un deterioro de éstos en el caso de solicitaciones mecánicas. La demanda de energía para la transformación de la señal eléctrica en una señal óptica se mantiene baja.

La Figura 4 muestra un cuadro funcional de la unidad de sensor de corriente 1 bajo la integración de un microcontrolador. En el caso de ésta está prevista en el lado de entrada la derivación 21, la cual, durante el paso de una corriente, a saber, de la magnitud de medición o bien de la señal de medición, posibilita a través de esta resistencia de precisión una medición indirecta de la corriente a detectar por parte de una caída de tensión. La magnitud de salida de la derivación es, por lo tanto, una tensión que es aportada al módulo de detección 12 en forma de una magnitud de medición. Este módulo es en el ejemplo de realización según la Figura 4, p.ej., un IHM-A-1500 de Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG. El módulo de detección 12 emite un valor de 16 bits de la señal de medición a un módulo de modulación 16. Éste divide el valor de medición de 16 bits en dos valores de 8 bits. Esto tiene lugar mediante una modulación tal como se explicará todavía con mayor detalle más adelante. La duración del impulso del primer valor de 8 bits se indica con  $T_P$ , la duración del período del segundo valor de 8 bits con  $T_S$ , siendo  $T_S = T_P + T_{aus}$ . La duración del período  $T_S$  se compone, por consiguiente, de la duración del impulso  $T_P$  y de la duración de la señal baja ( $T_{aus}$ ). La secuencia de impulsos está indicada en la Figura 4 en una sección en detalle ampliada.

Mediante la modulación se alcanza, en el caso de la transmisión de la señal de medición, una resolución de 16 bits con el fin de evitar una falsificación de la señal de medición a transmitir. Como módulo de modulación 16 está previsto, en particular, un microcontrolador. El tramo de transmisión de datos de la unidad para la captación de corriente sirve para enviar señales de medición desde una unidad de potencia, por ejemplo un dispositivo electrónico de potencia, que conduce la corriente a detectar, a una unidad de visualización, control o automatización.

El valor de medición modulado es transmitido exento de potencial a través del módulo de transmisión 17, por ejemplo a través de un tramo óptico. Con el fin de poder continuar elaborando el valor de medición en la electrónica de control, tiene lugar una desmodulación en un módulo de desmodulación 22. En este caso, a partir de la duración del período  $T_S$  se calcula el segundo valor de 8 bits modulado en anchura de impulsos, y a partir de la duración del impulso  $T_P$  se calcula el primer valor de 8 bits modulado en anchura de impulsos, calculándose el valor de medición a partir de la suma de los dos valores de 8 bits. Este valor de medición es emitido a través de una unidad de salida 23 y es transmitido a la electrónica de control 50. El módulo de desmodulación puede realizarse también mediante un microcontrolador que asume las misiones de la electrónica de control.

En el caso del procedimiento de transmisión de datos conforme a la invención, en la unidad de sensor de corriente 1 se refleja primeramente el valor de medición o bien la magnitud de medición. Tiene lugar después una codificación utilizando una modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos, dado que, por ejemplo, en el caso de una modulación de la anchura de impulsos pura, en virtud de la elevada resolución de la señal de medición a transmitir, resultaría una elevada frecuencia de reloj  $f_T$  para la unidad evaluante. Si se asume, por ejemplo, una frecuencia portadora  $f_B$  de 32 kHz, entonces resultaría una resolución de la anchura de impulsos en el tiempo según la fórmula

$$T_{P, \min} = 1/f_T = 1/f_B \cdot 1/2^C = T_P \cdot 1/2^C, \text{ con } f_T = f_B \cdot 2^C.$$

Con ello, la modificación más pequeña de la duración del impulso es  $T_{P, \min}$ . Con una resolución de la señal a transmitir de  $C = 16$  bits resultaría una resolución de la anchura de impulsos en el tiempo de 0,47 ns o bien una frecuencia de 2,097 GHz. Para una frecuencia de reloj elevada de este tipo no están sin embargo, sin más, disponibles microcontroladores o bien no existen al menos microcontroladores en la gama de bajo precio, de modo que aquí no sería posible la provisión de una unidad de sensor de corriente en la gama de bajos costos. Por lo tanto, conforme a la invención, el valor de medición de 16 bits se divide en dos valores de 8 bits, resultando para los valores numéricos precedentes una nueva frecuencia de 32 kHz  $\times 2^8 = 8,192$  MHz.

El valor de la señal es codificado mediante la división en dos valores de 8 bits, siendo un valor de 8 bits el valor alto y un valor de 8 bits el valor bajo, codificado en lo que sigue como período o bien tiempo de conexión. Si para la transformación de señales de analógica a digital se utiliza un módulo de detección de precisión, por ejemplo un ASIC IHM-A-1500, el cual se emplea como módulo de detección 12 para detectar la tensión proporcional a la corriente en la derivación 21, puede predeterminarse para el aprovechamiento de la tasa de transformación posible máxima del transformador de precisión como frecuencia mínima una frecuencia de  $f_0 = 16$  kHz. Mediante la frecuencia de reloj del microcontrolador a evaluar se determina la resolución en el tiempo más alta posible de la señal  $T_A$  modulada, cumpliéndose que cuanto mayor sea la resolución, tanto menor será el tiempo. Esto tiene lugar según la fórmula

$$T_A = 1/f_T \leq T_{P, \min}.$$

Con el fin de obtener la frecuencia  $f_S$  de la señal binaria a partir del valor de 8 bits superior, se calcula la modificación relativa de la frecuencia. La significancia tenida en cuenta en este caso se designa como  $w$  y los 8 bits altos con  $h$ . La fórmula para el cálculo de la frecuencia resulta de

$$f_S = f_0 + \frac{f_T}{255} \cdot \frac{w(h-8 \text{ Bit})}{255},$$

en donde  $w(h-8 \text{ Bit}) = 0$  a 255.

La frecuencia de la señal modulada  $f_S$  varía en el caso de una frecuencia de reloj de la unidad  $f_T$  evaluante de 4 MHz entre 16 kHz en el caso de un valor de los 8 bits superiores de  $w(h-8 \text{ Bit}) = 0$  y 31,686 kHz en el caso de un valor de  $w(h-8 \text{ Bit}) = 255$ . La frecuencia de reloj considerada en este ejemplo de 4 MHz puede realizarse también en el caso de microcontroladores de bajo precio. Además, puede utilizarse para la modulación de la señal de medición básicamente para todas las unidades evaluantes con una frecuencia de reloj mayor que 4 MHz.

Alternativamente, el período  $T_S$  puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$T_S = \frac{1}{f_0} - \frac{255}{f_T} \cdot \frac{w(h-8 \text{ bit})}{255}.$$

Según ello, la frecuencia de la señal modulada  $f_S$  en el caso de una frecuencia  $f_0 = 13,333$  kHz y una frecuencia de reloj de la unidad evaluante  $f_T$  de 8 MHz varía entre 13,333 kHz en el caso de un valor de los 8 bits superiores en  $w(h-8 \text{ bit}) = 0$  y 23,188 kHz en el caso de  $w(h-8 \text{ bit}) = 255$ . La frecuencia de reloj de 8 MHz considerada a modo de ejemplo puede realizarse con casi cualquier microcontrolador, también con uno de bajo precio. Puede utilizarse, además, para la modulación de la señal básicamente para todas las unidades evaluantes con una frecuencia de reloj mayor que 8 MHz.

5 Para la modulación del valor de medición de los 8 bits inferiores se varía, en función del valor de los 8 bits, la duración del impulso alto  $T_P$ . La modificación de la duración del impulso  $T_P$  se calcula en relación con el período de señal o bien duración del período  $T_S$ . Con el fin de garantizar una interpretación inequívoca de la señal emitida y con el fin de reconocer de manera inequívoca la duración del período, se establece una duración del impulso requerida mínima  $T_{P, \min}$  y una duración del impulso máxima  $T_{P, \max}$  de manera correspondiente a los dos fórmulas

$$T_{P, \min} = k_1 \cdot \frac{1}{f_S} \quad y \quad T_{P, \max} = k_2 \cdot \frac{1}{f_S}$$

Esto se muestra también en la Figura 5.

Para las variables  $k_1$  y  $k_2$  se utilizan habitualmente valores de  $k_1 = 0,05$  y  $k_2 = 0,95$ . La duración del impulso  $T_P$  puede calcularse en relación con la duración del período  $T_S$  según la siguiente fórmula, representando  $l$  los 8 bits bajos.

10 
$$T_P = \frac{k_1}{f_S} + \frac{(1 - k_1 - (1 - k_2)) \cdot w(l - 8 \text{ Bit})}{f_S \cdot 255}$$

con  $w(l - 8 \text{ Bit}) = 0$  a 255.

Alternativamente, es posible un cálculo de la duración del impulso  $T_P$  en relación con la frecuencia de reloj  $f_T$  según la siguiente fórmula:

$$T_P = T_{P, \min} + \frac{255 \cdot w(l - 8 \text{ Bit})}{f_T \cdot 255}$$

15 De la Figura 5 se pueden deducir la duración del impulso mínima y la máxima, así como la duración de los períodos. Aquí se registra en cada caso el nivel de señal entre alto y bajo con respecto al tiempo. La duración mínima del impulso asciende a  $k_1 \times T_S$  y la duración máxima del impulso a  $k_2 \times T_S$ , siendo  $T_S$  la duración del impulso de la señal.

20 La evaluación de la señal modulada se lleva a cabo de manera correspondiente a la Figura 6, determinando una unidad de evaluación el tiempo entre dos flancos crecientes de la señal de medición. Ésta corresponde a la duración del período  $T_S$  ya mencionado de la señal con  $T_S = t_y - t_0$ , siendo  $t_0$  el momento del flanco creciente al comienzo de la duración del período y  $t_y$  el momento del flanco creciente en el extremo de la duración del período. Esto se deduce también de la parte inferior de la Figura 6, estando recogido de nuevo aquí también el nivel de señales con respecto al tiempo.

25 Por la unidad de evaluación se determina, además, el instante  $t_x$  en el que la señal de medición es transmutada dentro del período de alta a baja. También esto se muestra en la Figura 6. Tras cada uno de los flancos crecientes, la señal modulada presenta correspondientemente un flanco descendente o negativo. A través de ello puede determinarse la duración del impulso alto, de manera correspondiente a  $T_P = t_x - t_0$ .

30 A partir de la duración del período  $T_S$  de la señal o bien de la frecuencia se calcula de manera correspondiente al algoritmo de modulación el valor de los 8 bits superiores, y a partir de la duración del impulso  $T_P$  en relación con la duración del período  $T_S$  se calcula el valor de los 8 bits inferiores. Ambos valores se inscriben en forma binaria en una memoria de 16 bits y seguidamente se transforman en particular en una cifra hexadecimal, con el fin de poder continuar siendo elaborados.

35 Junto a las unidades de sensor de corriente descritas en lo que antecede y mostradas en los ejemplos de realización, pueden formarse todavía otras numerosas, en las que al menos esté prevista una derivación para detectar una magnitud, al menos un módulo de detección de señales, al menos un módulo de modulación para la modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos y un módulo de transmisión exento de potencial. Además, pueden estar previstos un módulo de desmodulación y una unidad de entrega para un valor de medición.

Lista de símbolos de referencia

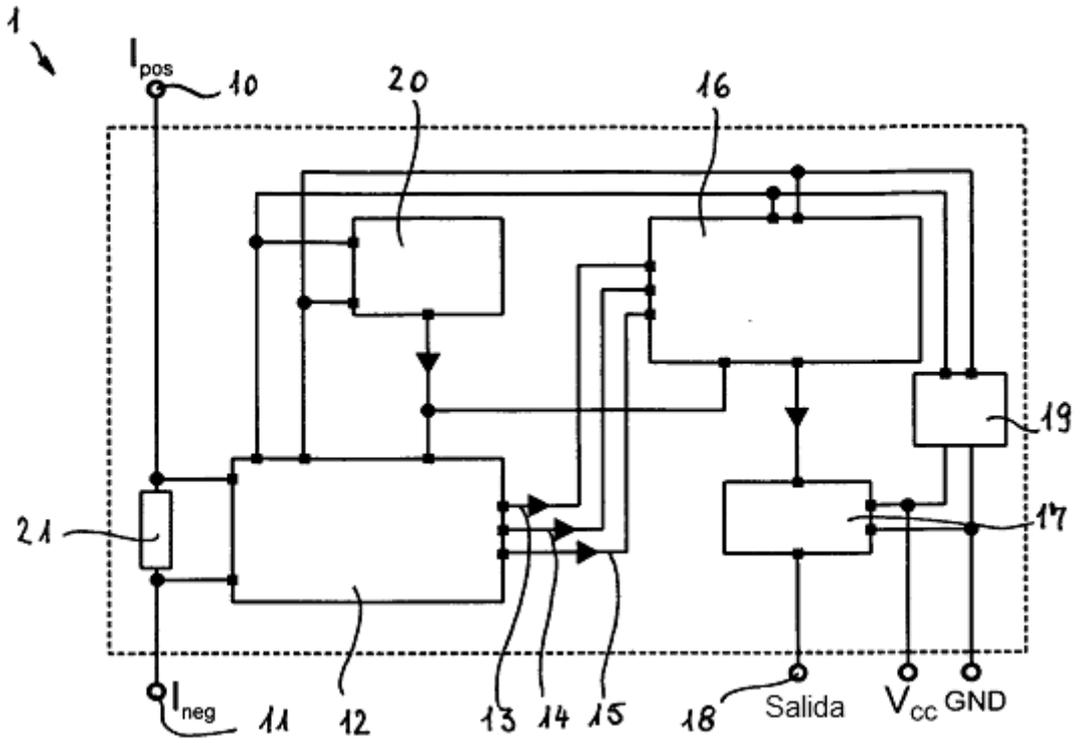
- |    |    |                               |
|----|----|-------------------------------|
| 40 | 1  | Unidad de sensor de corriente |
|    | 10 | Conexión de corriente         |
|    | 11 | Conexión de corriente         |
|    | 12 | Módulo de detección           |
|    | 13 | Línea de datos                |
|    | 14 | Línea de datos                |
| 45 | 15 | Línea de datos                |

## ES 2 640 619 T3

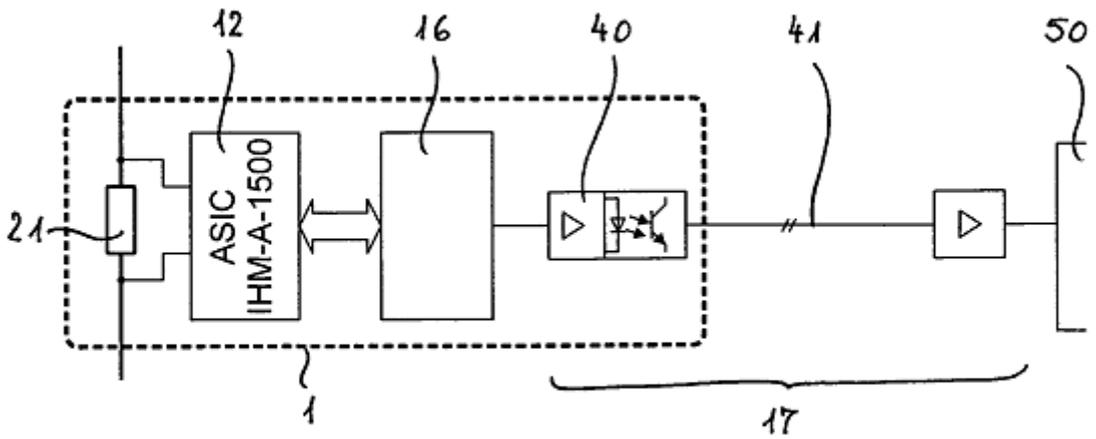
	16	Módulo de modulación
	17	Módulo de transmisión exento de potencial
	18	Salida
	19	Dispositivo de suministro de energía auxiliar con transformador CC/CC
5	20	Oscilador de cuarzo
	21	Derivación
	22	Módulo de desmodulación
	23	Unidad de salida
	40	Optoacoplador
10	41	Línea
	42	Guía-ondas
	50	Electrónica de control
	$T_P$	Duración del impulso
	$T_S$	Duración del período
15	$f_T$	Frecuencia de reloj
	$f_B$	Frecuencia de portador
	w	Significancia
	$t_0$	Momento del flanco creciente al comienzo de la duración del período
	$t_y$	Momento del flanco creciente al final de la duración del período
20	$t_x$	Momento en el que se transforma la señal de medición de alta a baja.

## REIVINDICACIONES

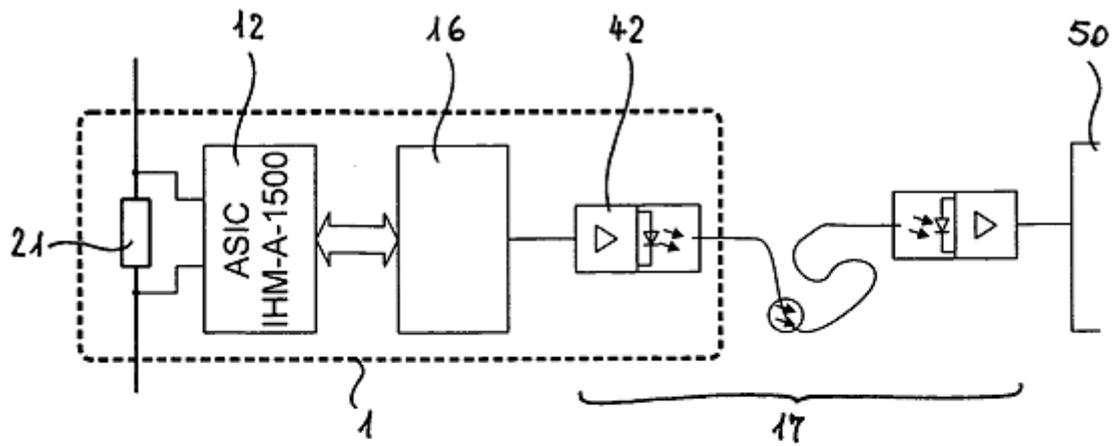
- 5 1. Unidad de sensor de corriente (1) con transmisión de señales exenta de potencial, caracterizada por que está prevista al menos una derivación (21) y al menos un módulo de detección (12) para detectar una magnitud de medición, al menos un módulo de modulación (16) para la modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos y al menos un módulo de transmisión (17) exento de potencial.
2. Unidad de sensor de corriente (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que está previsto al menos un módulo de desmodulación (22) o una rutina de software para la desmodulación de la señal de medición modulada transmitida.
- 10 3. Unidad de sensor de corriente (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que el módulo de transmisión (17) presenta un tramo de transmisión óptico y/o magnético.
4. Unidad de sensor de corriente (1) según la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizada por que el módulo de modulación (16) comprende una codificación de 8 bits de la señal de medición en una anchura de impulsos y de 8 bits de la señal de medición en una frecuencia.
- 15 5. Unidad de sensor de corriente (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la unidad de sensor de corriente (1) está constituida de forma modular.
6. Unidad de sensor de corriente (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el módulo de detección (12) para detectar la tensión proporcional a la corriente detectada en la derivación (21) es un transformador de analógico a digital con una unidad de amplificador programable para conseguir una elevada resolución.
- 20 7. Unidad de sensor de corriente (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el módulo de transmisión (17) exento de potencial comprende al menos un optoacoplador (40) un guía-ondas (42, 43).
8. Procedimiento para la transmisión de señales y/o datos utilizando una unidad de sensor de corriente (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la transmisión se realiza mediante un módulo de modulación para la modulación de señales y/o datos, un módulo de transmisión con una unidad de transmisión, un tramo de transmisión exento de potencial y una unidad receptora, teniendo lugar una codificación de una señal de medición mediante una modulación de la frecuencia y de la anchura de impulsos, siendo codificados 8 bits del valor de la señal de medición en una anchura de impulsos y 8 bits del valor de la señal de medición en una frecuencia.
- 25 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que en el caso de una desmodulación se detectan los dos tiempos entre dos flancos crecientes de la señal de medición y el instante ( $t_x$ ) de la conmutación de la magnitud de alto a bajo.
- 30 10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que la duración del período ( $T_s$ ) del segundo valor de 8 bits se compone de la duración del impulso ( $T_p$ ) del primer valor de 8 bits y de la duración de la señal baja ( $T_{aus}$ ), y a partir de la duración del período ( $T_s$ ) o de la frecuencia se calcula un valor de 8 bits superior y a partir de la duración del impulso en relación con la duración del período de la señal de medición se calcula un valor de 8 bits inferior.
- 35 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que el valor de 8 bits superior y el inferior se inscriben en una memoria de 16 bits en forma binaria y/o se transforman y emiten para la evaluación en una cifra hexadecimal.



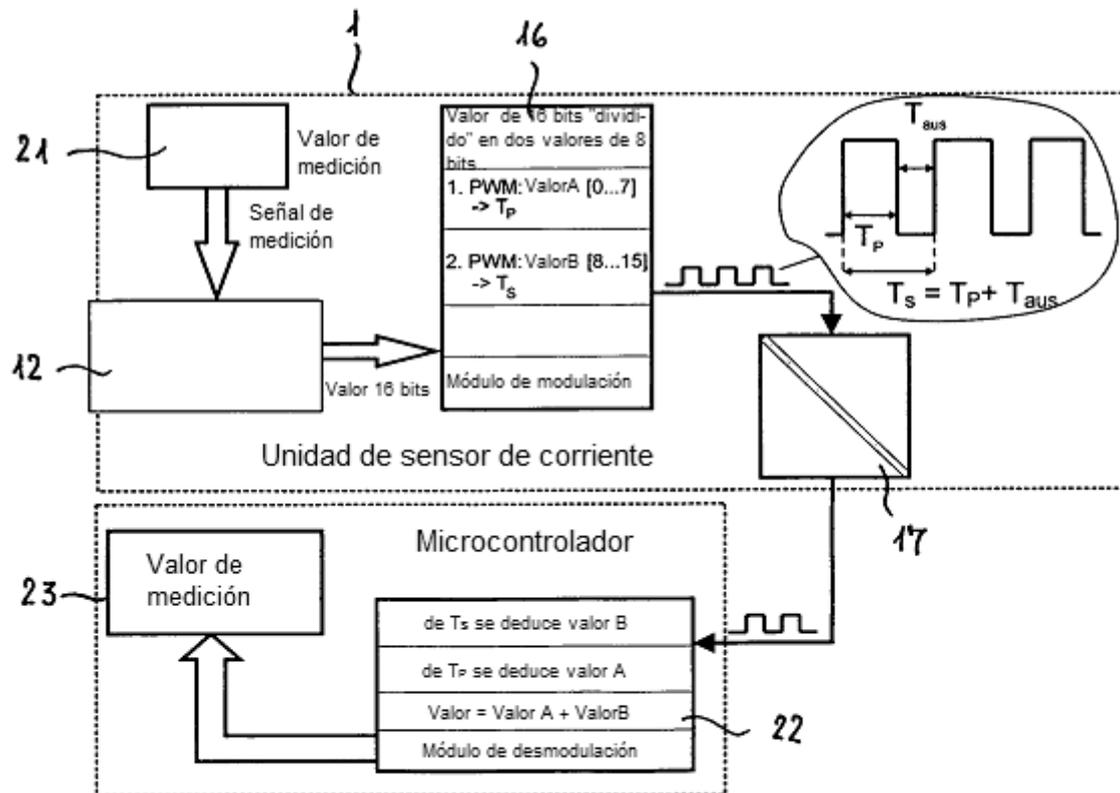
**Fig.1**



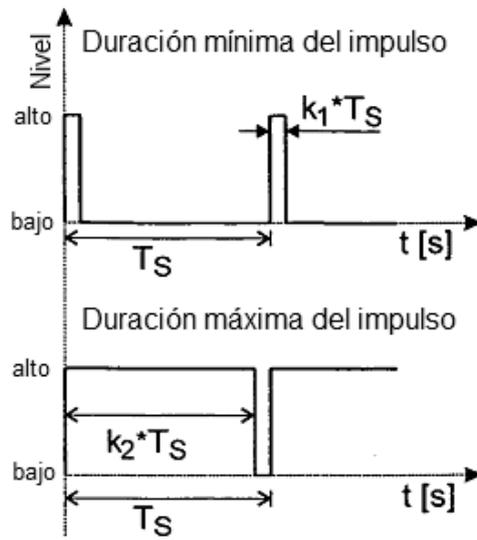
**Fig.2**



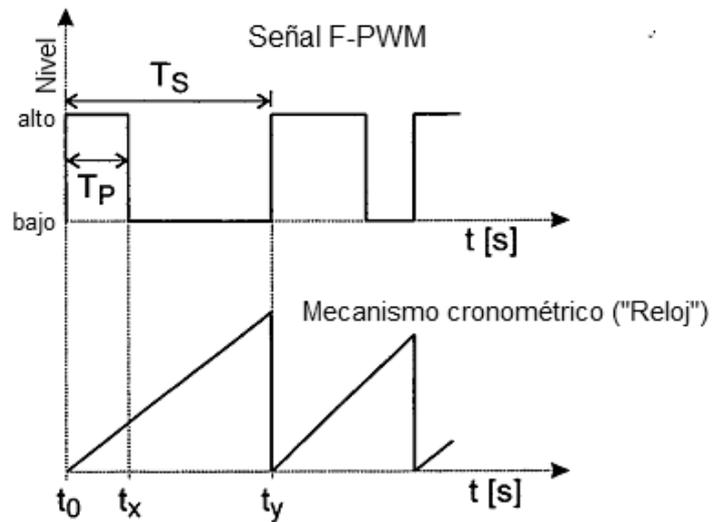
**Fig.3**



**Fig.4**



**Fig.5**



**Fig.6**