

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 896**

51 Int. Cl.:

G01G 3/142 (2006.01)

G01L 1/22 (2006.01)

G01R 17/12 (2006.01)

H03M 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2012 E 12708648 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014 EP 2673599**

54 Título: **Dispositivo y método para evaluar señales de celdas de pesaje con galgas extensiométricas**

30 Prioridad:

10.02.2011 DE 102011010945

11.03.2011 DE 102011013658

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

13.02.2015

73 Titular/es:

PANASONIC INDUSTRIAL DEVICES EUROPE

GMBH (100.0%)

Zeppelinstrasse 19

21337 Lüneburg, DE

72 Inventor/es:

ZEISKE, KARSTEN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 528 896 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).

DESCRIPCION

Dispositivo y método para evaluar señales de celdas de pesaje con galgas extensiométricas

5 La invención trata de un dispositivo y de un método para evaluar señales de celdas de pesaje con galgas extensiométricas.

10 Las balanzas electromecánicas modernas trabajan generalmente según el principio de la compensación de fuerza electromagnética o con celdas de pesaje que trabajan con galgas extensiométricas (DMS). Estas modifican su resistencia eléctrica ya con reducidas deformaciones. Se las pega con pegamento especial sobre componentes que se deforman mínimamente bajo carga. Con DMS pueden realizarse balanzas de todas las magnitudes, desde balanzas domésticas hasta pesadoras de gancho de grúa. Así, p. ej., el documento DE 3538178 A1 describe una balanza para personas para el peso corporal. El documento DE 10135238 A1 describe una balanza para alimentos y el documento DE 102008014838 B3 un dispositivo de monitoreo de cantidades de dosificación para máquinas de café. Ese trabaja como las balanzas descritas en el documento DE 19838371 C2 con una o varias celdas de pesaje. En el caso de utilización de varias celdas de pesaje se suman sus señales en un dispositivo de procesamiento de señales. Las celdas de pesaje están fabricadas como resortes laminados sobre los cuales están pegadas las DMS.

20 El documento DE 20023524 U1 describe un elemento de medición de fuerza para una balanza, el cual se compone de una viga que presenta dos escotaduras. Debido a las secciones transversales reducidas se producen dos puntos de flexión entre los cuales resulta un guiado paralelo en el caso de carga de los extremos de la viga. La señal de medición del elemento de medición de fuerza se deriva de una DMS que está pegada sobre la cara superior de la viga. Cuatro de estos elementos de medición de fuerza que están conectados como puente de Wheatstone forman las celdas de pesaje de la balanza.

25 En el caso de carga, las DMS se estiran o se comprimen, modificándose su resistencia eléctrica. De este modo se modifica su estado de tensión en la rama cero del circuito de puente, el cual se amplifica y se indica con, p. ej., con un instrumento de aguja. Aparte de esta indicación puramente analógica, el estado de tensión amplificado también se digitaliza en un convertidor analógico-digital (CAD), se lo edita con un procesamiento de señal digital y se lo visualiza con una salida de señal.

30 En las balanzas descritas es desventajoso que debido a la pequeña señal de salida de las celdas de pesaje que típicamente se encuentra en 2 mV por Volt de tensión de alimentación deben utilizarse circuitos amplificadores de alta calidad y, por consiguiente, costosos. Alternativamente también pueden utilizarse CADs con una muy alta resolución en el caso de digitalización de la señal. Pero esos tampoco están disponibles en el segmento de bajo costo.

35 El documento US 4,763,739A da a conocer en lo esencial una balanza energéticamente eficiente con galga extensiométrica, la cual se opera con tres corrientes de operación diferentes. La corriente más alta sirve para pesar en forma precisa, la corriente intermedia sirve para indicar si se encuentra un peso sobre la balanza, mientras que la corriente más baja está prevista para equilibrar eléctricamente las galgas extensiométricas. En la operación en stand-by, la balanza cambia regularmente entre la corriente más baja y la intermedia. Si durante la fase de corriente intermedia se detecta un peso sobre la balanza, la balanza cambia a la corriente de operación más alta. La señal generada con la galga extensiométrica se amplifica y digitaliza entonces, derivándose de la corriente a través de la galga extensiométrica la tensión de referencia para el convertidor analógico-digital.

40 El documento GB 1 478 156A trata en lo esencial de un dispositivo con el que se genera una señal digital cuando un puente de medición de resistencia está desequilibrado. Para este propósito se aplica en la entrada del puente durante una primera fase una tensión con una primera polaridad y durante una segunda fase una tensión con una segunda polaridad opuesta a aquella, siendo sus valores iguales. Las señales resultantes en la salida del puente se digitalizan y se las combina unas con otras de forma tal que las influencias externas quedan sin tenerse en cuenta, de modo que la señal combinada está en correspondencia con el estado desequilibrado del puente. Las referencias para los dos convertidores analógicos-digitales se derivan en este caso de las tensiones de operación del puente.

55 La invención se basa en el objetivo de realizar con componentes económicos una evaluación de celdas de pesaje de alta resolución.

60 Según la invención, este objetivo se consigue por medio de un dispositivo con las características de la reivindicación 1 y método con las características de la reivindicación 9 ajustando en dos mediciones consecutivas dos puntos de trabajo diferentes de la galga extensiométrica. La tensión en la rama cero del circuito de puente de la galga extensiométrica se amplifica en un amplificador diferencial y se la digitaliza con un CAD. En este caso se utilizan las mismas tensiones de referencia para el CAD y para ajustar el punto de trabajo de la galga extensiométrica. En una

unidad aritmética lógica se determina a partir de los dos valores de medición el offset digitalizado y el valor de salida de la celda de pesaje.

5 Las ventajas logradas con la invención consisten particularmente en que las tensiones de offset dependientes de la temperatura son compensadas por amplificadores de operación sencillos. Para aumentar la flexibilidad pueden utilizarse una o varias celdas de pesaje.

Otros detalles de la invención se describen en base a las figuras:

10

La figura 1 muestra esquemáticamente la configuración del circuito de evaluación, incluyendo una celda de pesaje.

La figura 2 muestra esquemáticamente un desarrollo ulterior ventajoso de la invención.

15

La figura 3 muestra una variación de la invención.

La figura 4 muestra esquemáticamente otro desarrollo ulterior ventajoso de la invención.

20

En la figura 1 se muestra esquemáticamente la configuración del circuito de evaluación, incluyendo una celda de pesaje. La tensión de operación se toma de un bus DC 1 al cual está conectada una celda de pesaje con una galga extensiométrica (DMS) 2. La DMS 2 está conectada como puente de Wheatstone. La corriente I a través de la DMS 2 se regula por medio de una fuente de corriente 3. La modificación de resistencia ΔR , que es debida al estiramiento, de la DMS 2 es proporcional al alargamiento ϵ con la constante de proporcionalidad k y la resistencia total del puente R:

25

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta U}{I \cdot R} = k \cdot \epsilon \quad (1)$$

30

La tensión ΔU en la rama cero del circuito de puente se amplifica en un amplificador diferencial 4 en un factor A y se la digitaliza con un convertidor analógico-digital (CAD) 5. En este caso se utiliza la misma referencia de tensión 6 y 7 para el CAD 5 y la fuente de corriente 3. La corriente I se define, por lo tanto, por medio de la resistencia de referencia R_f y la referencia de tensión U_{ref} .

$$I = \frac{U_{ref}}{R_f} \quad (2)$$

35

Pero en el amplificador diferencial 4 también se amplifican, aparte de la señal ΔU debida al alargamiento, tensiones offset U_{offset} debido a desequilibrios en el amplificador diferencial 4 o, p. ej., a tensiones térmicas en puntos de unión. Por consiguiente, resulta para la tensión de entrada en el CAD 5:

40

$$U_{CAD} = A \cdot (\Delta U + U_{offset}) \quad (3)$$

Para el valor N digitalizado en la salida del CAD 5 resulta, por consiguiente:

$$N = N_{max} \cdot \frac{A \cdot (\Delta U + U_{offset})}{U_{ref}} \quad (4)$$

45

En este caso, N_{max} es el valor de salida máximo del CAD 5 y U_{ref} la tensión de referencia. Con las ecuaciones (1) y (2) se obtiene:

$$N = N_{max} \cdot \frac{A \cdot \left(\frac{U_{ref}}{R_f} \cdot R \cdot k \cdot \epsilon + U_{offset} \right)}{U_{ref}} \quad (5)$$

50

Mediante interruptores puede sustituirse la primera referencia de tensión 6 por una segunda referencia de tensión 7. De este modo, la fuente de corriente 3 puede operarse según la ecuación (2) en dos puntos de trabajo I_1 e I_2 diferentes. A partir de dos mediciones N_1 y N_2 con en cada caso la primera y la segunda referencia de tensión puede determinarse la tensión de offset en:

$$U_{offset} = \frac{N_1 - N_2}{A \cdot N_{max}} \cdot \frac{U_{ref,2} \cdot U_{ref,1}}{U_{ref,2} - U_{ref,1}} \quad (6)$$

Con ello resulta el alargamiento ϵ a partir de esas dos mediciones en:

$$\epsilon = \frac{R_l}{2 \cdot A \cdot N_{max} \cdot R \cdot k} \left(N_1 + N_2 - [N_1 - N_2] \cdot \frac{U_{ref,1} + U_{ref,2}}{U_{ref,2} - U_{ref,1}} \right) \quad (7)$$

Los valores de las tensiones de referencia permiten que se los ponga en relación mediante un factor B de la siguiente manera:

$$U_{ref,2} = B \cdot U_{ref,1} \quad (8)$$

La ecuación (7) se simplifica con ello a:

$$\epsilon = \frac{R_l}{2 \cdot A \cdot N_{max} \cdot R \cdot k} \left(N_1 + N_2 + [N_1 - N_2] \cdot \frac{1+B}{1-B} \right) \quad (9)$$

Eligiendo apropiadamente B, p. ej., B=3/4, la expresión continúa simplificándose a:

$$\epsilon = \frac{R_l}{2 \cdot A \cdot N_{max} \cdot R \cdot k} (8 \cdot N_1 - 6 \cdot N_2) \quad (10)$$

El peso medido resulta del alargamiento mediante una calibración, de modo que el cociente en la ecuación (10) puede sustituirse por un factor de calibración. Por consiguiente, la operación y la posición de interruptor en las referencias de tensión 6, 7 permiten que se las ejecute fácilmente con una unidad aritmética lógica 8 sencilla y, dado el caso, se las visualice.

La tensión offset puede exceder notablemente la tensión en la rama cero del circuito de puente en el caso de utilización de amplificadores diferenciales que no son de precisión. Por lo tanto puede ser necesario que se deba elegir el CAD 5 notablemente más alto en su resolución que lo que requeriría la resolución deseada de la balanza. En un desarrollo ulterior ventajoso de la invención que está mostrado esquemáticamente en la figura 2, la tensión offset del amplificador diferencial 4 se reduce adicionalmente con un método de frecuencia portadora.

Para ello, la corriente se modula con un puente H, que se compone de los interruptores 9a a 9d, en su dirección de flujo a través de la DMS 2. La señal diferencial de tensión alterna modulada en amplitud por la variación de resistencia de puente de DMS se amplifica en el amplificador diferencial 4 y se desmodula en un desmodulador 10. La desmodulación actúa como un filtro pasabanda de banda angosta que sólo deja pasar la frecuencia de excitación. A continuación, esta se extrae por filtración en un filtro de paso bajo 11, de modo que en la salida esté aplicada una tensión continua que sea proporcional a la variación de resistencia de puente de DMS. Sin embargo, no es posible reducir de este modo tensiones offset en el desmodulador 10, CAD 5 o dentro de la fuente de corriente 3. Se las reduce por medio de la variación del punto de trabajo de la fuente de corriente 3 y la evaluación subsiguiente en la unidad aritmética lógica 8.

Un microcontrolador sencillo es bien apropiado para realizar la unidad aritmética lógica 8. Frecuentemente, hasta hay microcontroladores sencillos que disponen de un CAD 5. Sin embargo, este por lo general no tiene la resolución necesaria para la aplicación. Con técnicas de sobremuestreo, la resolución puede aumentarse suficientemente por lo general a costa de la frecuencia de medición. En la mayoría de las aplicaciones de balanza puede soportarse que la frecuencia de medición esté reducida.

En una variación de la invención, las tensiones de referencia 6 y 7 pueden aplicarse también directamente sobre la DMS 2, como se representa en la figura 3. En el caso de utilización de varias celdas de pesaje, las respectivas DMS 2 se conectan ahora en paralelo. La tensión offset del amplificador diferencial 4 también puede reducirse aquí con un método de frecuencia portadora, como se describe más arriba. Sin embargo, en el control de puente H (compárese con la figura 2) debe mantenerse un tiempo muerto entre los dos estados con diferente sentido de corriente a través de la DMS 2 para que, p. ej., los interruptores 9a y 9c no estén conectados simultáneamente, lo cual produciría un flujo de corriente excesivo en el puente. Ese flujo de corriente incrementado se impide en la configuración según la

figura 2 por medio de la fuente de corriente 3. Ese tiempo muerto entre los dos estados ocasiona asimetrías en el desmodulador 10.

- 5 Los ejemplos de fabricación previos de la invención no utilizan directamente la relación, que se describe en la ecuación (1), entre el alargamiento ϵ y la variación de resistencia $\Delta R/R$ relativa. Más bien presuponen un comportamiento óhmico de la DMS 2 y utilizan la forma $\Delta U/U$ derivada mediante la Ley de Ohm. En el caso de DMS con alambre de resistencia, esta suposición seguramente es correcta en el rango línea de la DMS 2. Las DMS 2 en la tecnología de película gruesa por lo general no muestran un comportamiento óhmico. El desarrollo ulterior de la invención mostrado esquemáticamente en la figura 4 se basa en la utilización directa de la ecuación (1) regulando una fuente de corriente 3 la corriente a través de la DMS 2 de acuerdo con la referencia de tensión 6 o 7 conectada en cada caso y derivándose de la caída de tensión a través de la DMS 2 la tensión de referencia para el CAD 5 mediante amplificador diferencial 12. Por consiguiente, la tensión de referencia del CAD 5 se deriva directamente de los dos puntos de trabajo de la DMS 2 determinados por medio de la respectiva referencia de tensión
- 10

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para evaluar señales de celdas de pesaje con al menos una galga extensiométrica (2) conectada en un circuito de puente, al menos un amplificador diferencial (4) para amplificar una tensión (ΔU) aplicada sobre la rama cero del circuito de puente, así como con un convertidor analógico-digital (5) para generar un valor (N) digitalizado de la tensión (ΔU) amplificada, caracterizado por una primera y una segunda fuente de tensión de referencia (6, 7) para generar una primera, respectivamente una segunda, tensión de referencia (U_{ref1} , U_{ref2}) para operar la galga extensiométrica (2) en dos puntos de trabajo diferentes, así como para derivar para el convertidor analógico-digital (5) una referencia de la tensión de referencia (U_{ref1} , U_{ref2}) que en cada caso es igual, así como por una unidad aritmética lógica (8) a la que se le suministran los valores (N1, N2) digitalizados y determinados con las dos tensiones de referencia (U_{ref1} , U_{ref2}), resultando un peso a medir, por medio de cálculo del alargamiento (ϵ) de la galga extensiométrica según la siguiente fórmula:

$$\epsilon = \frac{R_I}{2 \cdot A \cdot N_{max} \cdot R \cdot k} \left(N_1 + N_2 - [N_1 - N_2] \cdot \frac{U_{ref,1} + U_{ref,2}}{U_{ref,2} - U_{ref,1}} \right)$$

y determinación del cociente $\frac{R_I}{2 \cdot A \cdot N_{max} \cdot R \cdot k}$ por medio de calibración.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, con un amplificador con el que una tensión de operación de la galga extensiométrica (2) se deriva en los dos puntos de trabajo linealmente de la respectiva primera, respectivamente segunda, tensión de referencia (U_{ref1} , U_{ref2}).

3. Dispositivo según la reivindicación 1, con una fuente de corriente (3) con la que una corriente (I) a través de la galga extensiométrica (2) se deriva linealmente de la respectiva primera, respectivamente segunda, tensión de referencia (U_{ref1} , U_{ref2}).

4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que la corriente (I) a través de la galga extensiométrica (2) se modula en su dirección de flujo con un puente H compuesto por cuatro interruptores (9a, 9b, 9c, 9d) y la señal diferencial de tensión alterna de la galga extensiométrica (2) modulada en amplitud por la variación de resistencia se amplifica en el amplificador diferencial (4), se desmodula en un desmodulador (10) y se filtra en un filtro de paso bajo (11) antes de que se la suministre al convertidor analógico-digital (5) para generar el valor (N1, N2) digitalizado.

5. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que la referencia para el convertidor analógico-digital (5) se deriva de la caída de tensión (ΔU) a través de la galga extensiométrica (2) mediante otro amplificador diferencial (12).

6. Dispositivo según las reivindicaciones 3, 4 o 5, en el que las señales amplificadas de varias galgas extensiométricas (2) que se encuentran en una conexión en serie en el recorrido de corriente de la fuente de corriente (3) se suman con un amplificador sumador, de modo que la señal resultante se digitaliza en el convertidor analógico-digital (5).

7. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 6, en el que la unidad aritmética lógica (8) está realizada con un microcontrolador.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, en el que el convertidor analógico-digital (5) está integrado en el microcontrolador.

9. Método para evaluar señales de celdas de pesaje con al menos una galga extensiométrica (2) conectada en un circuito de puente, al menos un amplificador diferencial (4) para amplificar una tensión (ΔU) aplicada sobre la rama cero del circuito de puente, así como con un convertidor analógico-digital (5) para generar un valor (N) digitalizado de la tensión (ΔU) amplificada, caracterizado porque un peso se determina con dos mediciones consecutivas en las que la galga extensiométrica (2) se opera en dos puntos de trabajo diferentes y definidos en cada caso por una primera, respectivamente una segunda, tensión de referencia (U_{ref1} , U_{ref2}), derivándose la referencia para el convertidor analógico-digital (5) de la tensión de referencia (U_{ref1} , U_{ref2}) que en cada caso es igual y también define el respectivo punto de trabajo de la galga extensiométrica (2), y definiéndose en una unidad aritmética lógica (8) a partir de los dos valores (N1, N2) digitalizados el peso por medio de cálculo del alargamiento (ϵ) de la galga extensiométrica según la siguiente fórmula:

$$\epsilon = \frac{R_I}{2 \cdot A \cdot N_{max} \cdot R \cdot k} \left(N_1 + N_2 - [N_1 - N_2] \cdot \frac{U_{ref,1} + U_{ref,2}}{U_{ref,2} - U_{ref,1}} \right)$$

y determinación del cociente $\frac{R_f}{2 \cdot A \cdot N_{max} \cdot R \cdot k}$ por medio de calibración.

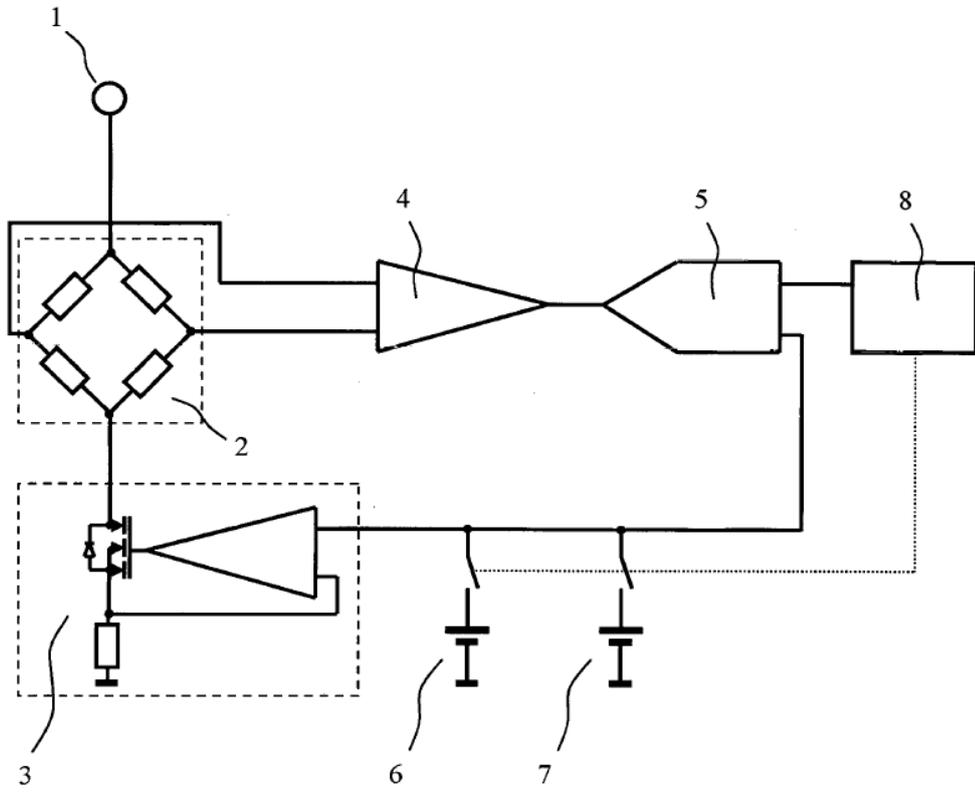


FIGURA 1

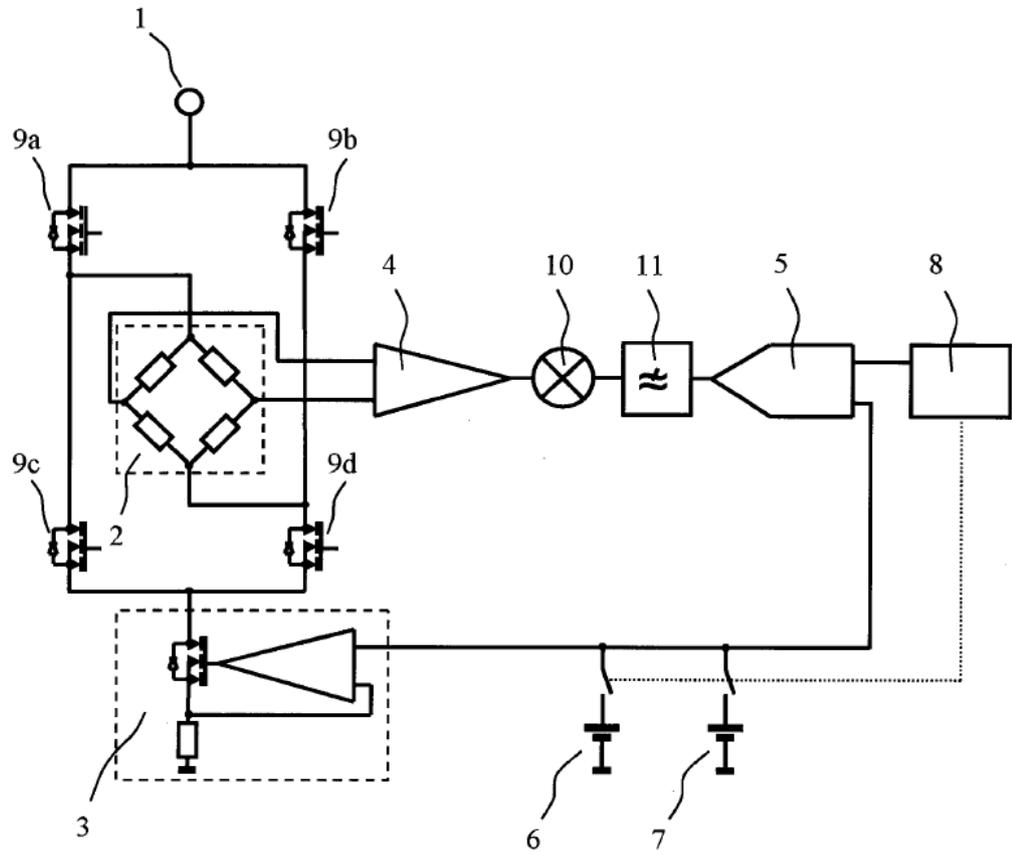


FIGURA 2

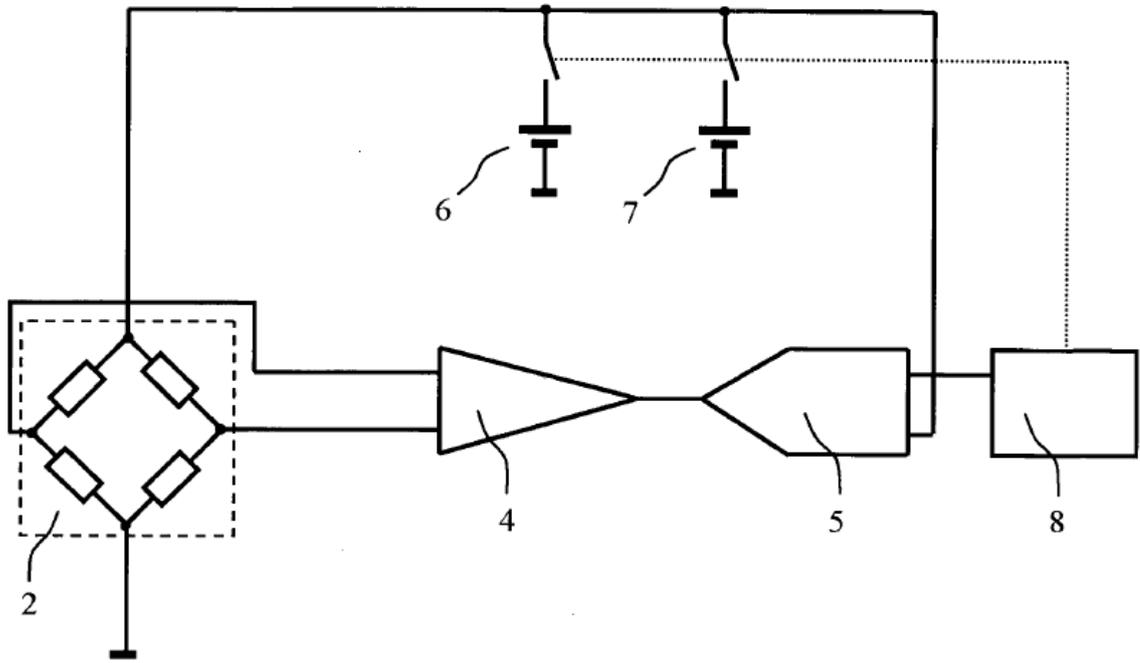


FIGURA 3

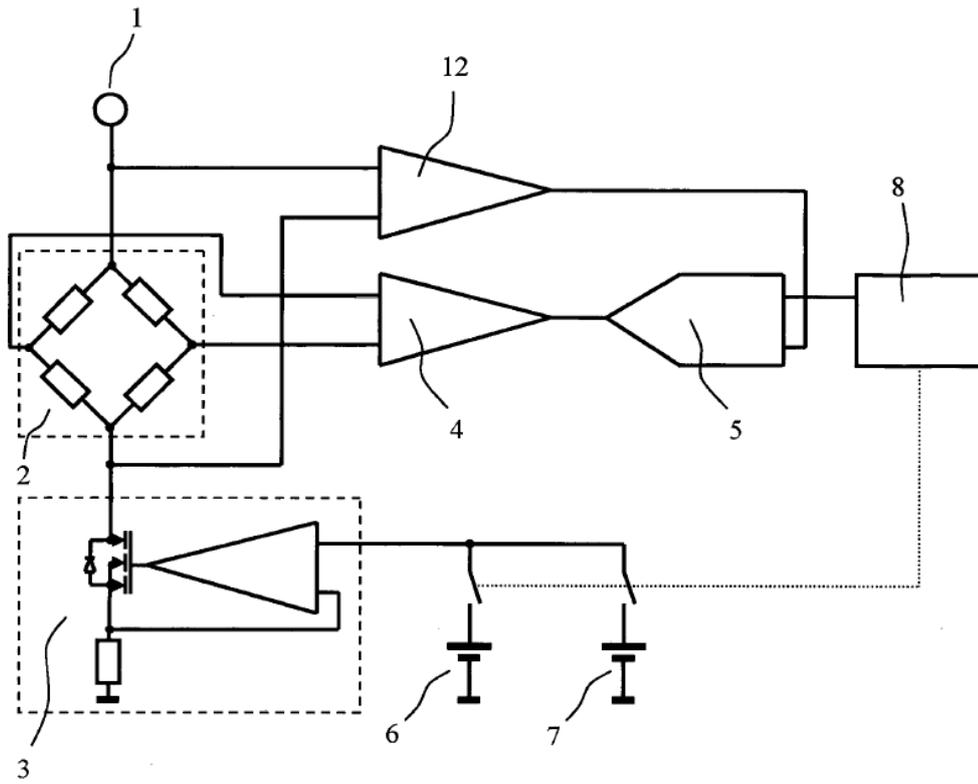


FIGURA 4