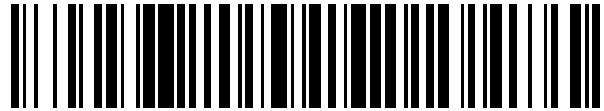


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 159**

51 Int. Cl.:

**G01F 1/58** (2006.01)

**G01F 1/60** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2004 E 04251979 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 1464930**

54 Título: **Medidor de flujo electromagnético**

30 Prioridad:

**02.04.2003 GB 0307637**

**03.07.2003 GB 0315612**

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

**26.09.2016**

73 Titular/es:

**ABB LIMITED (100.0%)**  
**Stonefield Works Oulton Road, Stone**  
**Staffordshire ST15 0RS, GB**

72 Inventor/es:

**WRAY, TROY**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 584 159 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

Medidor de flujo electromagnético

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a los medidores de flujo electromagnético. Sin embargo, aspectos de las técnicas de procesamiento de señales descritas en este documento se pueden aplicar de manera más amplia. Los principios de funcionamiento de los medidores de flujo electromagnético son muy conocidos, los que se divulgan por ejemplo en el documento GB-A-2380798.
- 10 **[0002]** Cuando los electrodos de detección están en contacto con el fluido, debido a efectos electroquímicos u otros, un potencial de CC está generalmente presente a través de los electrodos, incluso cuando no hay excitación de la bobina, es decir, no hay campo. Esa componente de la señal es independiente del flujo y, por lo general, no es estática. Por ejemplo, puede ir a la deriva aleatoriamente con el tiempo, el flujo y la temperatura. Esto impide la capacidad de determinar el flujo de una manera estática. Para solucionar esto, normalmente se proporciona algún
- 15 tipo de excitación dinámica en las bobinas con el fin de generar una componente dinámica en los electrodos que se pueda diferenciar de la señal de polarización de CC (o lentamente variable) de fondo. Esta señal dinámica es normalmente una señal pulsada de CC o CA.
- [0003]** Mientras que normalmente es necesario usar algún tipo de señal alterna para excitar el medidor, sí
- 20 que introduce su problema particular, concretamente, que el acoplamiento electromagnético entre la corriente de la bobina y los cables de los electrodos normalmente crean una señal en los electrodos cuando no hay flujo de líquido a través del conducto. Esta señal es completamente independiente de cualquier señal de flujo generada en los electrodos y, por lo tanto, el total de la señal recibida es la suma del término "cero" no deseado (la componente de no flujo) y la señal de flujo generada.
- 25 **[0004]** En un medidor excitado sinusoidalmente, esta señal no deseada normalmente está a 90 grados con respecto a la señal deseada y, por lo tanto, a menudo se denomina la señal de "cuadratura". La señal no deseada está relacionada con el índice de cambio de la corriente en las bobinas y en consecuencia a menudo se describe como que se debe al "efecto transformador" en el que el devanado de la bobina es el primario y el cableado del
- 30 electrodo es el secundario. En un sensor perfectamente simétrico, la señal creada en el cableado del electrodo en un sensor típico debería ser cero, pero las tolerancias de fabricación quieren decir que siempre hay algún área residual en el "circuito" del cableado del electrodo que recoge un poco de la corriente primaria.
- [0005]** En un medidor sinusoidalmente excitado se sabe que incluye algún tipo de ajuste de fase en el
- 35 detector sensible a la fase para anular esta señal no deseada (este proceso se puede realizar en hardware, de forma manual o automática, o en software). El rendimiento del sistema a menudo está limitado por el éxito de este sistema de eliminación de ceros. En muchos sistemas donde el ajuste solo se realiza en un estado de funcionamiento (calibración de fábrica), el sistema puede presentar errores en otros estados de funcionamiento, normalmente relacionados con la temperatura o la instalación.
- 40 **[0006]** Los medidores de CA excitados con una onda sinusoidal (o una pluralidad de frecuencias como hemos mostrado anteriormente) puede ser beneficioso, pero requiere de una excitación sustancialmente continua. Para reducir el consumo de energía, por ejemplo, en un medidor alimentado con una batería, se prefiere una excitación intermitente y se usan normalmente medidores pulsados de CC.
- 45 **[0007]** En los medidores accionados por "pulso" u "onda cuadrada", el enfoque por lo general es para proporcionar un tiempo de establecimiento adecuado después de que se cambia la corriente de la bobina por la señal de cuadratura transitoria para desvanecerse (ya que está relacionada con la velocidad de cambio de la corriente de la bobina). Estos medidores funcionan bien porque no hay sustancialmente señal de cuadratura pero la
- 50 necesidad que tiene la señal de desvanecerse tiene implicaciones en la velocidad máxima a la que se puede operar con el medidor
- [0008]** Por el contrario, si una medición no se realiza lo suficientemente rápido, hay un problema potencial de deriva del cero. La "onda cuadrada" normalmente no será una verdadera onda cuadrada ya que la velocidad de
- 55 cambio estará limitada por el aparato y, a menudo, limitada deliberadamente para reducir los efectos de un índice de cambio alto de la corriente.
- [0009]** El sistema y el procedimiento que se describen en este documento pueden proporcionar una nueva solución para al menos algunos de los problemas descritos anteriormente donde se puede utilizar la excitación de

una onda pulsada o cuadrada pero el medidor puede funcionar significativamente más rápido de lo que normalmente sería posible.

5 **[0010]** De acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona un procedimiento para obtener una medida del flujo de un medidor de flujo electromagnético, que comprende la aplicación de una onda de excitación determinada en el medidor de flujo electromagnético, que recibe una salida del medidor en respuesta a la aplicación de la onda de excitación determinada; y que convierte los datos de salida muestreados del medidor en las componentes de onda esperadas que comprenden una componente de onda de no flujo y una componente de onda de flujo para obtener una medida del flujo.

10 **[0011]** Por determinada, nos referimos a una onda que no tiene una forma sinusoidal. La onda puede considerarse como una onda determinada que comprende una pluralidad de componentes de frecuencia, aunque las componentes no se pueden agregar de forma explícita ya que la señal puede ser generada directamente en el dominio del tiempo, por ejemplo, usando un Procesador de Señal Digital (DSP).

15 **[0012]** En este procedimiento, al usar el novedoso avance de convertirse en las componentes de onda esperadas, en lugar del procedimiento convencional de correlacionar cada componente de frecuencia de los datos de salida muestreados con una onda sinusoidal, se pueden obtener varias ventajas. Aunque onda de excitación determinada contendrá efectivamente múltiples componentes de frecuencia, se ha encontrado que no es necesario  
20 procesar cada componente por separado para obtener una medida del flujo.

**[0013]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada comprende una onda pulsada. Para una onda pulsada, al utilizar el presente procedimiento, puede que no sea necesario esperar que las señales transitorias decaigan antes de tomar una lectura. Esto puede proporcionar la ventaja sobre los sistemas de estados de la técnica  
25 anteriores que el tiempo de retardo antes de tomar la lectura inicial se puede reducir y la tasa de repetición de la lectura del medidor se puede aumentar.

**[0014]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada incluye una primera sección de subida del pulso de una primera polaridad.

30 **[0015]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada incluye una sección sustancialmente constante de una primera polaridad.

**[0016]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada incluye una sección de decaimiento del pulso.

35 **[0017]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada incluye una segunda sección de subida del pulso.

**[0018]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada incluye una segunda sección sustancialmente constante de la polaridad opuesta a la primera sección sustancialmente constante.

40 **[0019]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada incluye una segunda sección de decaimiento del pulso. Preferiblemente, las secciones segunda de subida del pulso sustancialmente constante y de decaimiento del pulso son de polaridad opuesta a las secciones primera de subida del pulso sustancialmente constante y de decaimiento del pulso.

45 **[0020]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada incluye una sección al menos sustancialmente constante. Esto puede ser, por ejemplo, al comienzo y/o final de un grupo de pulsos en un sistema de CC pulsada o puede ser una sección constante entre pulsos.

50 **[0021]** La sección constante de la onda de excitación se puede utilizar ventajosamente para determinar la interferencia de fondo utilizando la correlación. Por ejemplo, la sección constante se puede ser utilizar para determinar la interferencia de 50 Hz.

**[0022]** Preferiblemente, la interferencia de fondo se resta de los datos de salida muestreados; esto es  
55 preferible al filtrado simple.

**[0023]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada incluye una pluralidad de secciones de subida del pulso, secciones sustancialmente constantes y secciones de decaimiento del pulso.

**[0024]** Preferiblemente, las secciones alternas sustancialmente constantes son de polaridades opuestas alternas.

**[0025]** Las características proporcionadas pueden permitir que se utilice una onda de excitación determinada pulsada. Preferiblemente, una onda de onda sustancialmente cuadrada se puede utilizar (aunque la velocidad de cambio normalmente será limitada por lo que no será una onda cuadrada perfecta). Preferiblemente donde los pulsos alternos de la onda cuadrada son de polaridades opuestas, aunque los patrones más complejos tienen polaridades opuestas.

10 **[0026]** Esta técnica puede proporcionar varias ventajas, por ejemplo, la conversión de los datos de salida en componentes puede permitir que el procedimiento se use con una amplia variedad de onda de entrada, ya que el procedimiento no depende de la onda de entrada utilizada.

15 **[0027]** El procedimiento de convertir en una componente de no flujo y una componente de flujo puede ser más exacto y más flexible que restar una señal cero constante predeterminada a partir de los datos de salida muestreados, ya que la señal cero restada puede no representar la señal de cero con exactitud en el tiempo en que se tomó la lectura.

20 **[0028]** Preferiblemente, el paso de conversión comprende la realización de un ajuste de mínimos cuadrados ponderado entre los datos de salida muestreados y un modelo de la onda esperada, la onda esperada que comprende una componente de flujo y una componente de no flujo. También se pueden utilizar otros procedimientos de conversión de los datos de salida en componentes para ajustar los datos al modelo de la onda esperada.

25 **[0029]** De acuerdo con una realización, la componente de la onda de no flujo se puede representar en la forma de  $z \cdot Vz(t)$ .

**[0030]**  $Vz(t)$  puede estar basado en el diferencial de la corriente de entrada para producir la onda de excitación, es decir  $dI/dt$ . Se ha encontrado que proporciona un buen modelo para el término de la componente de no flujo.

30 **[0031]** De acuerdo con una realización alternativa,  $Vz(t)$  puede estar basada en una señal de cero captada empíricamente. En esta realización, la componente de no flujo se basa preferiblemente en un promedio de una pluralidad de señales de cero captadas. Esto puede proporcionar una representación más precisa de la componente de no flujo. Las señales de cero pueden ser captadas en una pluralidad de estados de funcionamiento diferentes, por ejemplo, en una pluralidad de diferentes temperaturas, y la componente de no flujo utilizada podrá ser modificada dependiendo de los estados de funcionamiento cuando se toman los datos de salida muestreados.

40 **[0032]**  $z$  es preferiblemente un término multiplicador escalar y puede ser designado el coeficiente de no flujo. El valor del coeficiente se determina preferiblemente durante el paso de conversión. El coeficiente representa preferiblemente la cantidad relativa de la componente de no flujo presente en los datos de salida muestreados.

**[0033]** De acuerdo con una realización, la componente de onda de flujo se puede representar en la forma de  $f \cdot Vf(t)$ .

45 **[0034]** En una realización,  $Vf(t)$  se puede determinar empíricamente. Por ejemplo, la componente puede determinarse experimentalmente utilizando una o más tasas de flujo en uno o más conjuntos de estados de funcionamiento. Preferiblemente, la componente se basa en un promedio de una pluralidad de señales de flujo captadas. Esto puede permitir errores experimentales en la componente de flujo esperada para reducir y puede proporcionar una componente de flujo esperada más precisa.

50 **[0035]** De acuerdo con una realización alternativa,  $Vf(t)$  se puede ser modelar mediante una función matemática. Por ejemplo, se puede esperar que  $Vf(t)$  sea generalmente proporcional al campo magnético.

**[0036]**  $f$  es preferiblemente un término multiplicador escalar y puede ser designado el coeficiente de flujo. El valor del coeficiente se determina preferiblemente durante el paso de conversión. El coeficiente representa preferiblemente la cantidad relativa de la componente de flujo presente en los datos de salida muestreados.

**[0037]** De acuerdo con una realización preferida, el procedimiento preferiblemente comprende además la determinación de una medida de una tendencia dentro de los datos de salida muestreados. Una tendencia puede

resultar, por ejemplo, a partir de efectos experimentales tales como el calentamiento de las componentes del medidor de flujo. La tendencia puede ser, por ejemplo, una tendencia lineal o una tendencia exponencial.

**[0038]** Preferiblemente, la medida de una tendencia puede restarse de los datos de salida muestreados. Esto puede permitir una medición más precisa de la tasa de flujo a determinar.

**[0039]** De acuerdo con una realización, el paso de correlación se lleva a cabo sobre una ventana que no contiene un número entero de periodos de todas las componentes de frecuencia. Por lo tanto el sistema descrito en este documento puede ser más flexible y la determinación de la tasa de flujo puede no ser dependiente de la onda de entrada utilizada.

**[0040]** Preferiblemente, la ventana puede ser más corta que el período de la componente de frecuencia más baja. Esto puede permitir que la medición de la tasa de flujo se obtenga con un ancho de banda mayor que la componente de frecuencia más baja.

**[0041]** De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un procedimiento para determinar una medida de la señal de no flujo de un medidor de flujo electromagnético, que comprende: aplicar una onda de excitación determinada al medidor de flujo electromagnético, recibir una salida del medidor; convertir los datos de salida muestreados del medidor en las componentes de onda esperadas que comprenden una componente de onda de no flujo y una componente de onda de flujo; y determinar una medida de la componente de no flujo.

**[0042]** En los medidores de flujo de la técnica anterior, una componente de no flujo predeterminada se resta de los datos de salida muestreados para eliminar los efectos de no flujo de la señal de salida. Por ejemplo, la parte de los datos de salida muestreados a causa del efecto transformador dentro del propio medidor se puede eliminar de esta manera. Determinar la magnitud de esta componente de no flujo en sí no ha parecido particularmente útil, ya que no proporciona ninguna indicación de la tasa de flujo del fluido. Sin embargo, se ha apreciado por los inventores que, sorprendentemente, determinar la magnitud de esta componente de no flujo en sí puede proporcionar una herramienta útil para mejorar la precisión de las lecturas de flujo. Por ejemplo, la determinación de la componente de no flujo se puede utilizar para verificar que el medidor de flujo está dentro de las tolerancias de calibración y libre de defectos. Esto puede impedir que se introduzcan errores sistemáticos en las tasas de flujo que se determinan posteriormente. Si el medidor de flujo está en un ambiente con temperaturas particularmente altas o bajas, o con temperaturas muy fluctuantes, puede ser particularmente útil para asegurar que el medidor permanece dentro de las tolerancias de calibración y el presente procedimiento puede permitir que esto se realice mientras el medidor de flujo está in situ y durante un período de tiempo prolongado.

**[0043]** La capacidad que tiene el medidor para proporcionar un autodiagnóstico significativo puede ser muy beneficioso - se puede proporcionar una estimación dinámica de la precisión del medidor. Por ejemplo, podría ser que, en condiciones desfavorables, el medidor es solo exacto un 1%, pero en condiciones de señal buena puede ser de exacto un 0,05% o más. El medidor puede determinar una medida de la precisión, preferiblemente basada en la señal de no flujo, y puede informar de esto con el valor de medición. Los equipamientos subordinados pueden usar la cifra reportada dinámicamente en lugar de tener que asumir un peor caso de precisión del 1%.

**[0044]** Preferiblemente, el procedimiento comprende además la determinación de una medición de calibración para el medidor basada en la medida de la componente de no flujo.

**[0045]** Preferiblemente, el procedimiento comprende además aplicar una corrección a las mediciones de flujo determinada por el medidor de flujo según la medición de calibración determinada. Por consiguiente, una componente de no flujo determinada de este modo también puede ser la entrada de nuevo en el sistema para ser incorporada en las lecturas posteriores que se toman en la presencia de fluido en circulación con el fin de determinar con mayor precisión la tasa de flujo.

**[0046]** De acuerdo con una realización adicional, el procedimiento puede comprender además la detección de una situación de fallo en el medidor a partir de la medida de la componente de no flujo. Un fallo en el medidor puede llamar la atención del usuario, de modo que las lecturas se pueden ajustar en consecuencia o que se pueda corregir el fallo.

**[0047]** Preferiblemente, la onda de excitación determinada es una onda pulsada. La onda tiene, preferiblemente, al menos algunas de las características de la onda descrita en el aspecto anterior. Preferiblemente, la onda es una onda de pulso de onda generalmente cuadrada.

**[0048]** Preferiblemente, la componente de onda de no flujo se representa en la forma  $z \cdot Vz(t)$ , donde  $Vz(t)$  es una función de la corriente de entrada para formar la onda de excitación y  $z$  es un término multiplicador escalar. El valor de  $z$  se determina preferiblemente como parte del presente procedimiento.

5

**[0049]** Preferiblemente, la componente de onda de flujo se representa en la forma  $f \cdot Vf(t)$ , donde  $Vf(t)$  es una función de la tasa de flujo de un fluido a través del medidor de flujo y  $f$  es un término multiplicador escalar.

**[0050]** Las características del primer procedimiento se pueden aplicar al segundo procedimiento y se pueden proporcionar las ventajas correspondientes.

10

**[0051]** De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un aparato para obtener una medida del flujo de un medidor de flujo electromagnético, que comprende: medios para aplicar una onda de excitación determinada al medidor de flujo electromagnético; medios para recibir una salida del medidor en respuesta a la aplicación de la onda de excitación determinada; y medios para procesar la salida del medidor y convertir los datos de salida muestreados del medidor en las componentes de onda esperadas que comprenden una componente de onda de no flujo y una componente de onda de flujo para obtener una medida del flujo.

15

**[0052]** De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un aparato para obtener una medida del flujo de un medidor de flujo electromagnético, que comprende: medios para aplicar una onda de excitación determinada al medidor de flujo electromagnético; medios para recibir una salida del medidor en respuesta a la aplicación de la onda de excitación determinada; y medios para procesar la salida del medidor y convertir los datos de salida muestreados del medidor en las componentes de onda esperadas que comprenden una componente de onda de no flujo y una componente de onda de flujo; y medios para determinar una medida de la componente de no flujo.

20

**[0053]** Características del aspecto del procedimiento descrito anteriormente se pueden aplicar al aspecto del aparato y pueden proporcionar las ventajas correspondientes.

25

**[0054]** De acuerdo con un aspecto adicional se proporciona un programa de ordenador o un producto de programa de ordenador para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con los aspectos del procedimiento descritos anteriormente o cualquiera de sus características preferidas.

30

**[0055]** Las realizaciones de la invención se describirán ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

35

La Figura 1 ilustra una posible señal (de corriente) de excitación de la bobina de un medidor;

La Figura 2 muestra una señal de electrodo producida por un sensor cuando está accionada por la señal de excitación de la bobina que se ilustra en la Figura 1;

40

La Figura 3 muestra el total de la señal, que es la señal de cero y la señal inducida por el flujo para una tasa de flujo determinada;

La Figura 4 muestra la señal de electrodo de la Figura 3 con la señal de cero de la Figura 2 restada;

45

La Figura 5 es un diagrama esquemático de una realización de la invención.

**[0056]** La Figura 1 ilustra una posible señal de excitación de la bobina de un medidor; la onda ilustrada se puede generar mediante una tensión de accionamiento controlable, por ejemplo, por una unidad central de procesamiento y un convertidor digital a analógico D/A. Como se describe con más detalle a continuación, en la presente realización, la onda exacta no es importante, sin embargo características del pulso pueden incluir que es cero fuera de la región de pulso activo 110 y que el pulso tiene un poco de contenido de CA, es decir, se hace positivo 112 y negativo 114 al menos una vez. En la mayoría de las realizaciones, la tensión de accionamiento puede tener una velocidad de cambio limitada, ya que esto puede crear señales que son menos problemáticas para el equipo porque los rápidos cambios hacen que la relación entre el campo y la corriente aplicada sea menos predecible.

50

**[0057]** La Figura 2 ilustra una señal de electrodo producida por un sensor real en la ausencia de fluido en circulación más allá del sensor cuando está accionado por la corriente de la bobina que se muestra en la Figura 1.

Esta señal se puede ser conocer como la señal de cero.

5 **[0058]** Esta señal de electrodo tiene un ruido de alta frecuencia y una pequeña cantidad de interferencia de la red y otra contaminación. Las señales captadas aquí son de un sensor sin escudo. Las señales captadas mediante sensores de producción, que pueden tener escudos incorporados en ellos, pueden que no muestren tanto ruido. Sin embargo, las técnicas descritas en este documento pueden funcionar preferiblemente en la presencia de tales distorsiones. En la presente realización, la señal de electrodo captada puede ser suficientemente descrita con precisión como un índice de cambio a escala de la corriente ( $I$ ) con respecto al tiempo ( $t$ ), que es un  $dI/dt$  de la señal de excitación de la bobina que se muestra en la Figura 1.

10 **[0059]** Cuando hay flujo presente, habrá una componente adicional que es generalmente proporcional a la tasa de flujo y al campo magnético, el campo magnético siendo generalmente proporcional a la corriente de la bobina (pero no exactamente a causa de factores tales como la histéresis y corrientes inducidas del circuito magnético).

15 **[0060]** La Figura 3 muestra la señal total para una tasa de flujo particular, que es la señal de no flujo y la señal inducida por el flujo. Los puntos 310 y 312 (acerca de  $x = 4400$  y acerca de  $x = 9500$ ) son los puntos en los que, después de un tiempo de establecimiento más largo, la mayoría de sistemas de la técnica anterior elegirían para obtener la señal de flujo ya que, en principio, la tasa de flujo se puede determinar a partir del resultado de calcular  $(V_a - V_b)/2$ . Tenga en cuenta, además, que en este caso, la señal en A y B no se establece antes de que  
20 haya cambiado la corriente de la bobina.

**[0061]** Se apreciará que la señal de no flujo podría restarse de esta onda y, si se puede esperar la señal de no flujo permanezca completamente constante, luego esto sería una cosa útil que hacer. La Figura 4 muestra la  
25 onda después de que se ha restado la señal de no flujo de la Figura 2.

**[0062]** Se puede ver que la onda ahora está más cerca de una señal ideal. Sin embargo, la técnica descrita en el presente documento tiene más flexibilidad que esta, en particular cuando se puede esperar que cambie la señal de no flujo, por ejemplo, para aplicaciones con temperaturas amplias.

30 **[0063]** De acuerdo con la presente realización, la técnica es encontrar coeficientes  $z$  y  $f$ , de manera que:

$$z \cdot Vz(t) + f \cdot Vf(t)$$

35 coincide con la onda determinada medida lo más estrechamente posible.

**[0064]** Cuando  $Vz(t)$  es una señal de no flujo captada y  $Vf(t)$  es la componente de flujo esperada en ausencia de un término de no flujo/cuadratura.

40 **[0065]** En la realización presente,  $z$  y  $f$  son multiplicadores escalares que representan la cantidad de componentes de flujo y no flujo presentes en los datos de salida muestreados.

**[0066]** Este enfoque puede ser más flexible y preciso que simplemente restar una señal de no flujo predefinida, particularmente si la señal de no flujo a restar no refleja con exactitud la señal de no flujo actual.

45 **[0067]** Como se apreciará, la técnica es genérica y no depende de ninguna manera de las ondas exactas que se utilizan, aunque es útil que las ondas tengan ciertas características (o no tengan ciertas características), algunas de las cuales se describen con más detalle a continuación.

50 **[0068]** Un ejemplo de una técnica de ajuste que se puede utilizar para determinar los coeficientes  $z$  y  $f$  es la de mínimos cuadrados ponderados. Se ha comprobado que esta técnica permite ajustar los datos reales sobre todas las tasas de flujo medidas sin error residual sistemático, solo ruido aleatorio.

**[0069]** La sección cero horizontal fuera del pulso 110 se puede usar para determinar la interferencia de 50 Hz (u otras fuentes externas, por ejemplo, 60 Hz) usando correlación. La magnitud y la fase de la interferencia que se obtienen de esta sección se pueden restar de toda la ventana. Se ha comprobado que es más efectivo que intentar filtrar la interferencia ya que se distorsiona menos la onda.

**[0070]** Las secciones cero horizontales también se pueden utilizar para identificar y eliminar cualquier

tendencia lineal de la señal de electrodo medida antes de procesamiento posterior.

**[0071]** Las múltiples captaciones de la señal de no flujo se pueden tomar (sin conexión) y se pueden promediar para generar una señal de no flujo muy limpia antes de ser utilizada en una regresión ponderada de mínimos cuadrados.

**[0072]** Así mismo, se pueden tomar múltiples señales de flujo y pueden promediarse para obtener el término  $V_f(t)$  antes de una regresión ponderada de mínimos cuadrados.

10 **[0073]** La técnica también se puede utilizar para identificar que el cero va a la deriva si  $z$  muestra un desplazamiento sistemático del valor calibrado de fábrica o calibrado en planta.

**[0074]** En una realización, la onda de corriente se puede usar como el  $V_f(t)$  y/o  $dl/dt$  se puede usar como el  $V_z(t)$ .

15

**[0075]** Una realización de un sistema práctico se describirá ahora con más detalle en relación con la Figura 5. Se puede proporcionar un microprocesador 10 que puede mantener una variable "tiempo" para calcular señales de accionamiento. Las señales de accionamiento, por ejemplo una señal de onda cuadrada, se pueden aplicar a la bobina de accionamiento en el sensor 3 a través de un amplificador de potencia 2. A continuación, las señales de los electrodos se pueden amplificar 4 y convertirse en muestras discretas mediante un CAD 5. Los módulos de software que se ejecutan en el microprocesador 10 se pueden utilizar para implementar los procedimientos descritos en este documento. La salida amplificada del medidor de flujo puede convertirse en una componente de flujo y una componente de no flujo 6 y se puede determinar una medida de la componente de no flujo 8. Esto puede permitir calcular un término de corrección 9 para alimentar de nuevo el sistema 6 y permitir determinar una tasa de flujo más exacta 6 y una salida 7.

**[0076]** Se puede fijar la longitud de las muestras a un período fijo (por ejemplo, es práctico 25 ms), o se puede ajustar, por ejemplo, mediante el establecimiento de un parámetro en el microprocesador 10.

30 **[0077]** En una realización, se puede determinar un nivel de confianza para cada salida de la lectura de flujo. Esto se puede utilizar, por ejemplo, para "ponderar" los datos a efectos de filtrado. Se pueden utilizar varios algoritmos de filtrado y ponderación diferentes y la elección puede depender de la aplicación.



**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para obtener una medida del flujo de un medidor de flujo electromagnético, que comprende:  
5 la aplicación (2,3) de una onda de excitación determinada al medidor de flujo electromagnético;  
la recepción (4, 5) de una salida del medidor en respuesta a la aplicación de la onda de excitación determinada;  
10 y la conversión (6, 9) de los datos de salida muestreados del medidor en las componentes de onda esperadas que comprenden una componente de onda de no flujo y una componente de onda de flujo para obtener una medida del flujo.
2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 donde la onda de excitación determinada  
15 comprende una onda pulsada.
3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 donde la onda de excitación determinada incluye una primera sección de subida del pulso de una primera polaridad.
- 20 4. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la onda de excitación determinada incluye una sección sustancialmente constante de una primera polaridad.
5. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la onda de excitación determinada incluye una sección de decaimiento del pulso.  
25
6. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 donde la onda de excitación determinada incluye una segunda sección de subida del pulso.
7. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6 donde la onda de excitación  
30 determinada incluye una segunda sección sustancialmente constante.
8. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7 donde la onda de excitación determinada incluye una segunda sección de decaimiento del pulso.
- 35 9. Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 3 a 8 donde las secciones segunda de subida del pulso sustancialmente constante y de decaimiento del pulso son de polaridad opuesta a las secciones primera de subida del pulso sustancialmente constante y de decaimiento del pulso.
10. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la onda de  
40 excitación determinada comprende una sección al menos sustancialmente constante.
11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 donde la sección constante de la onda de excitación determinada se utiliza para determinar la interferencia de fondo.
- 45 12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 donde la interferencia de fondo se resta de los datos de salida muestreados.
13. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la onda de excitación determinada comprende una pluralidad de secciones de subida del pulso, secciones sustancialmente  
50 constantes y secciones de decaimiento del pulso.
14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 donde las secciones alternas sustancialmente constantes son de polaridades opuestas alternas.
- 55 15. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la onda de excitación determinada es una onda de onda sustancialmente cuadrada.
16. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15 donde los pulsos alternos de la onda cuadrada son de polaridades opuestas.

17. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el paso de conversión comprende la realización de un ajuste de mínimos cuadrados ponderado entre los datos de salida muestreados y un modelo de la onda esperada.
- 5 18. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la componente de onda de no flujo se representa en la forma  $z \cdot Vz(t)$ .
19. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18 donde  $Vz(t)$  está basado en el diferencial de la corriente de entrada para producir la onda de excitación  $(dl/dt)$ .
- 10 20. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18 donde  $Vz(t)$  está basada en una señal de cero captada empíricamente.
- 15 21. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20 donde  $Vz(t)$  está basada en un promedio de una pluralidad de señales de cero captadas.
22. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18 donde  $z$  es un término multiplicador escalar y donde el valor de  $z$  se determina durante el paso de conversión.
- 20 23. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la componente de onda de flujo se representa en la forma  $f \cdot Vf(t)$ .
24. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 23 donde  $Vf(t)$  se determina empíricamente.
- 25 25. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 24 donde  $Vf(t)$  se determina empíricamente y está basada en un promedio de una pluralidad de señales de flujo captadas.
26. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 23 donde  $Vf(t)$  está modelado mediante una función matemática.
- 30 27. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 23 a 26 donde  $f$  es un término multiplicador escalar y donde el valor del coeficiente se determina durante el paso de conversión.
- 35 28. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende la determinación de una medida de una tendencia dentro de los datos de salida muestreados.
29. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 28 donde la medida de una tendencia puede restarse de los datos de salida muestreados.
- 40 30. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el paso de correlación se lleva a cabo sobre una ventana que no contiene un número entero de periodos de todas las componentes de frecuencia.
- 45 31. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 30 donde la ventana es más corta que el periodo de la componente de frecuencia más bajo.
32. Un procedimiento para determinar una medida de una señal de no flujo de un medidor de flujo electromagnético, que comprende:
- 50 la aplicación (2,3) de una onda de excitación determinada al medidor de flujo electromagnético;
- la recepción (4, 5) de una salida del medidor;
- 55 la conversión (6, 9) de los datos de salida muestreados del medidor en las componentes de onda esperadas que comprenden una componente de onda de no flujo y una componente de onda de flujo;
- y la determinación (8) de una medida de la componente de no flujo.

33. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 32 que comprende además la determinación de una medición de calibración para el medidor basada en la medida de la componente de no flujo.
34. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 33 que además comprende la aplicación de una corrección a las mediciones de flujo determinadas con el medidor de flujo a partir de la medición de calibración determinada.
35. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 32 o 34 que además comprende la detección de una situación de fallo para el medidor a partir de en la medida de la componente de no flujo.
36. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 32 a 35 donde la onda de excitación determinada es una onda pulsada.
37. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 32 a 36 donde la componente de onda de no flujo se representa en la forma de  $z \cdot Vz(t)$ , donde  $Vz(t)$  es una función de la corriente de entrada para formar la onda de excitación y  $z$  es un término multiplicador escalar.
38. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 32 a 37 donde la componente de onda de flujo se representa en la forma de  $f \cdot Vf(t)$ , donde  $Vf(t)$  es una función de la tasa de flujo de un fluido a través del medidor de flujo y  $f$  es un término multiplicador escalar.
39. Aparato para obtener una medida del flujo de un medidor de flujo electromagnético, que comprende:  
 medios para aplicar (2, 3) una onda de excitación determinada al medidor de flujo electromagnético;  
 medios para recibir (4, 5) una salida del medidor en respuesta a la aplicación de la onda de excitación determinada;  
 y  
 medios para procesar (6, 9) la salida del medidor y convertir los datos de salida muestreados del medidor en las componentes de onda esperadas que comprenden una componente de onda de no flujo y una componente de onda de flujo para obtener una medida del flujo.
40. Aparato para determinar una medida de una señal de no flujo de un medidor de flujo electromagnético, que comprende:  
 medios para aplicar (2, 3) una onda de excitación determinada a un medidor de flujo electromagnético; medios para recibir (4, 5) una salida del medidor en respuesta a la aplicación de la onda de excitación determinada;  
 medios para convertir (6, 9) los datos de salida muestreados del medidor en las componentes de onda esperadas que comprenden una componente de onda de no flujo y una componente de onda de flujo;
41. Un programa de ordenador o un producto de programa de ordenador para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 38.

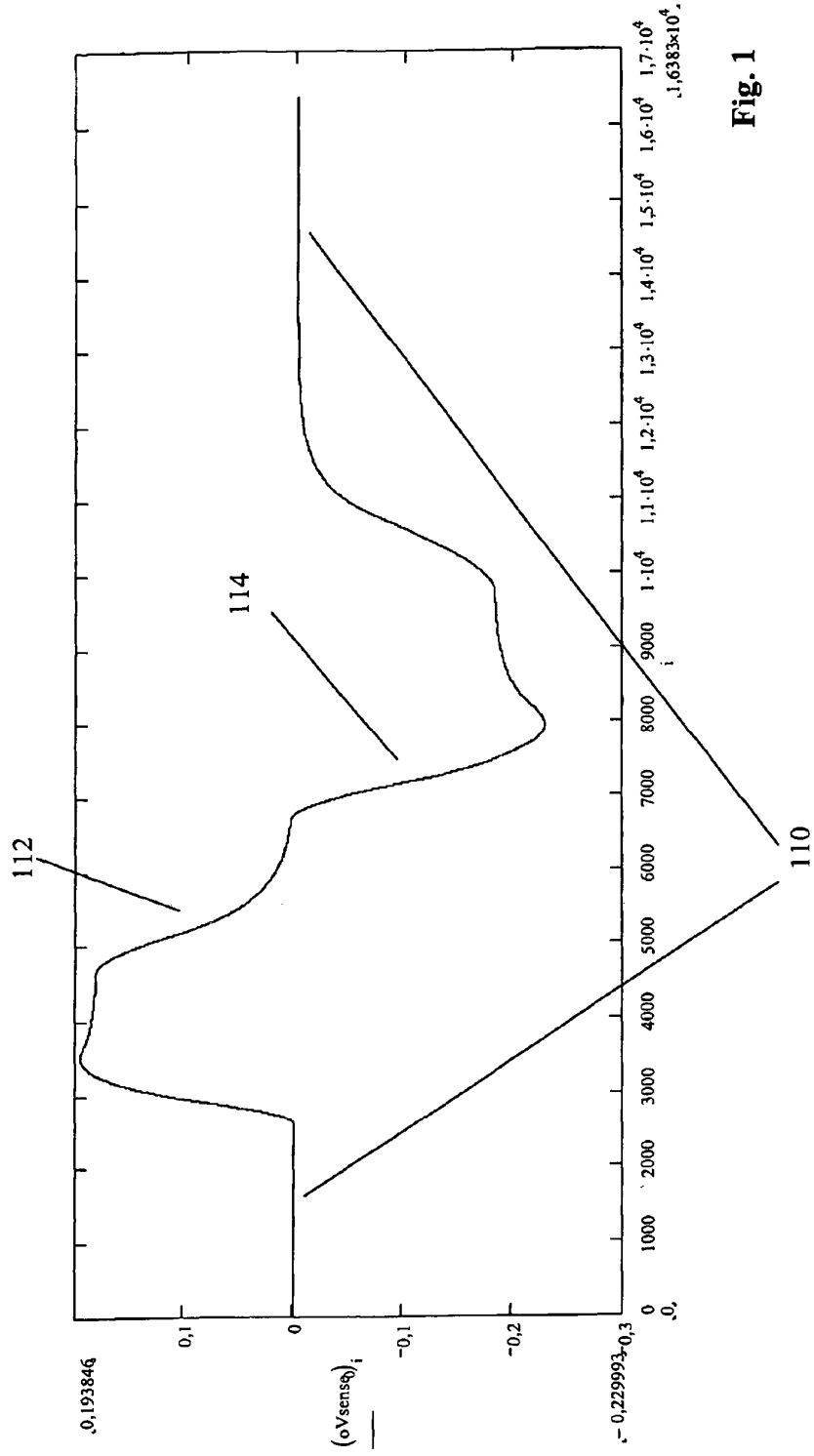


Fig. 1

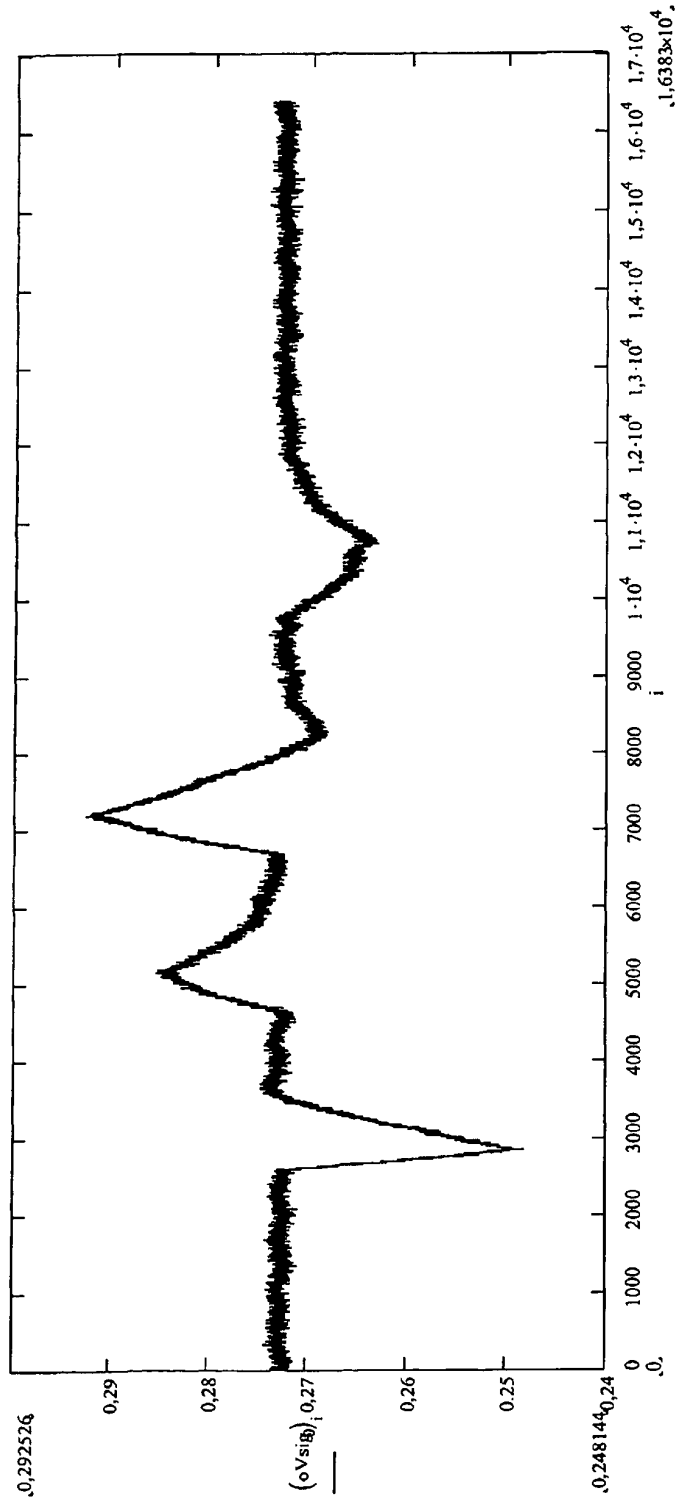


Fig. 2

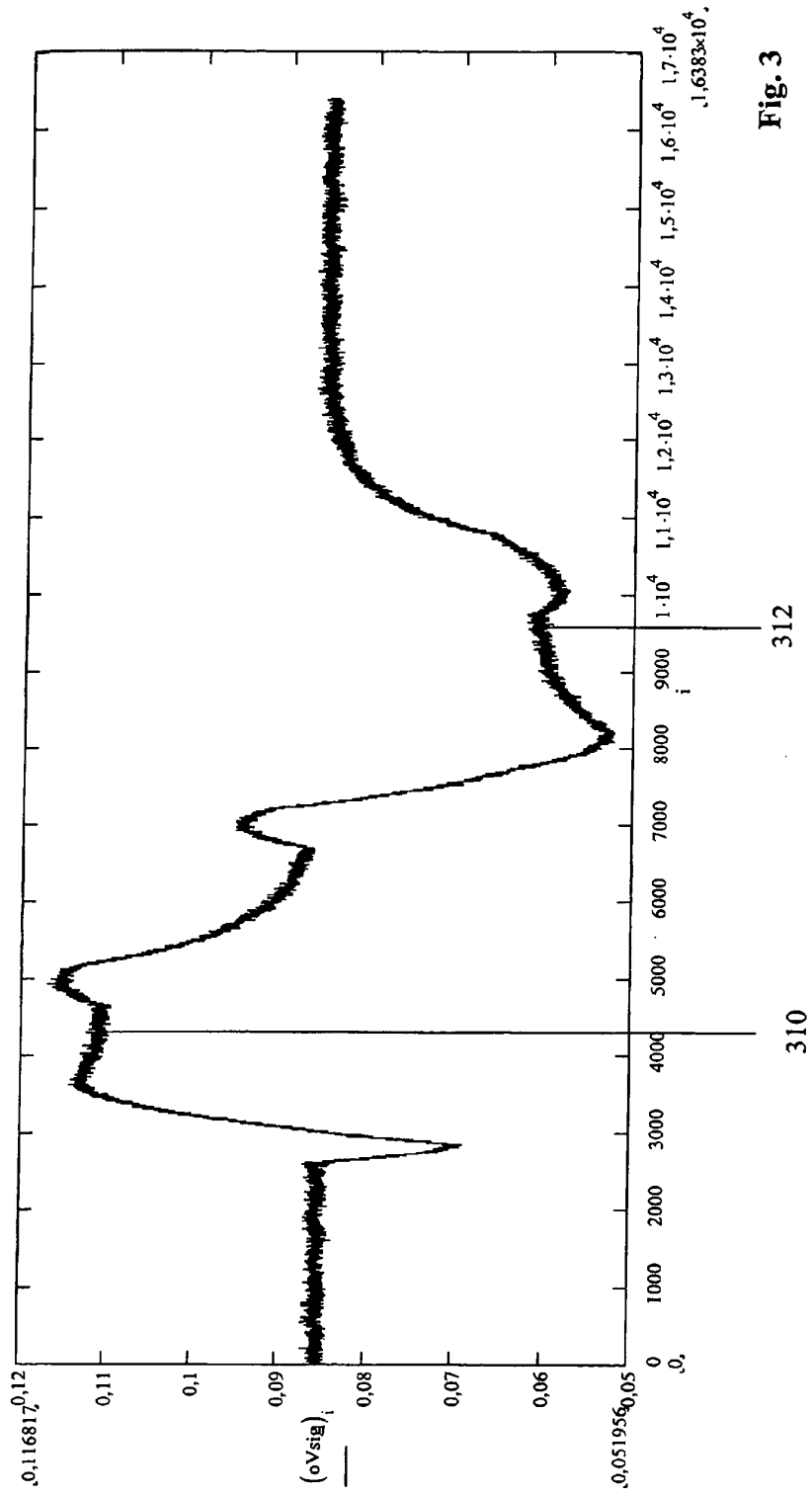


Fig. 3

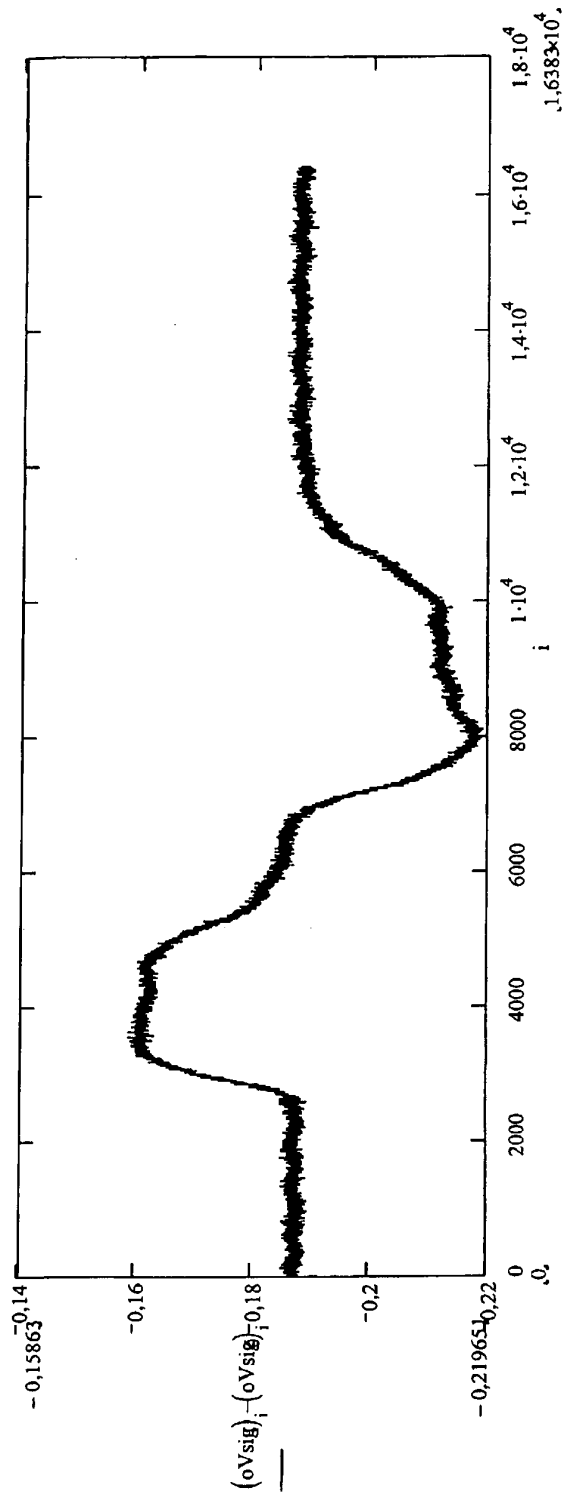


Fig. 4

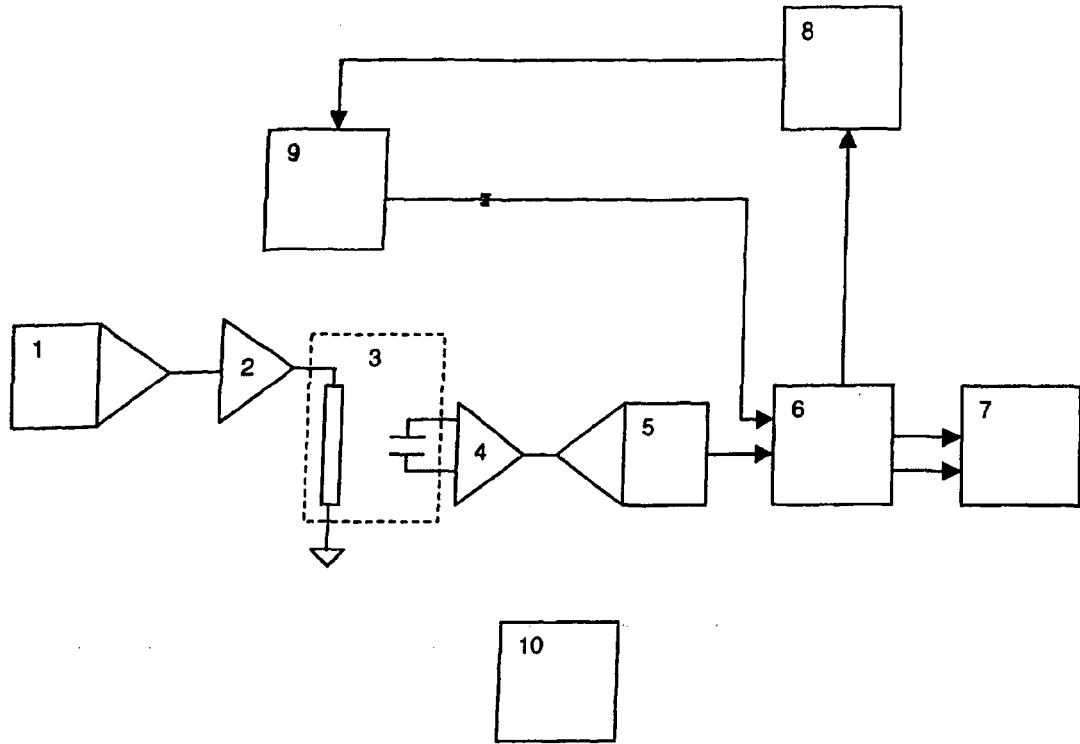


Fig. 5