

CIRCUITO SENSOR BIDIRECCIONAL

Campo de la invención

La presente invención se relaciona con sensores bidireccionales de corriente utilizando
5 amplificadores operacionales y circuitos de desacoplo de referencia a tierra. La invención
particularmente se relaciona con el uso de circuitos rectificadores de precisión con
amplificadores operacionales para la detección de cambios en la corriente de una
impedancia de carga.

10 Descripción del estado de la técnica

Muchos dispositivos que se utilizan para medir corrientes sobre una impedancia conectan la
impedancia a medir a un circuito de medición, el cual está compuesto de bobinas o
dispositivos activos, que de una u otra manera inducen señales de ruido a la impedancia que
15 se va a medir, alterando la precisión de la medida, al mismo tiempo que podría estimular
indirectamente la impedancia.

Por ejemplo, un sensor de voltaje de efecto hall funciona bien en bajas frecuencias, pero a
medida que aumenta la frecuencia el inductor utilizado provee voltajes inductivo de
20 retroceso que hacen disminuir la precisión del sensor, conocidos como voltaje de offset y
temperatura de desplazamiento para los cuales se requiere compensación, en el caso de la
presente invención el sensor trabaja independientemente de la fuerza magnética.

En el estado d la técnica también se han hecho esfuerzos por construir sensores
25 bidireccionales que no se conecten a la impedancia o al conductor que se quiere medir, por
ejemplo un sensor de corriente alterna de pinza perimétrica, que usa el mismo principio de
efecto hall, y aunque no requiere contacto directo con el conductor de corriente eléctrica, no
tiene sensibilidad ante corrientes bajas, y suelen trabajar por encima de los 400A.

30 Adicionalmente, otros circuitos para sensar la corriente o el voltaje, conectan la impedancia
a medir entre la tierra del objetivo y la tierra de referencia, lo que se vuelve problemático
cuando los componentes electrónicos cambian la referencia de la tierra y se mueven con
diferentes valores y polaridades de corriente y voltaje.

35 En el estado del arte se encuentra divulgados circuitos como los rectificadores de onda
completa de precisión cuya función es rectificar una señal, normalmente de alterna, de una
amplitud generalmente del orden de los milivoltios donde la caída de voltaje en los diodos
del circuito rectificador tradicional se convierte en una variable importante. Sin embargo
estos circuitos no presentan una impedancia conectada entre las entradas positiva y

negativa de los amplificadores operacionales, que permita realiza el sensado de una impedancia de carga de interés que se configure de tal manera que la salida de voltaje sea proporcional a la corriente sobre la impedancia entre la entrada inversora y no inversora de los amplificadores operacionales.

5

En otras invenciones, como US6985774B2 que enseña un sistema que controla el reflejo cardiovascular a través de la modulación o control de un dispositivo de activación del barorreceptor el cual es un dispositivo que, entre otras formas, estimula eléctricamente los barorreceptores en el en el seno carotideo, el arco aórtico, el corazón, las arterias carótidas
10 comunes, las arterias subclavias y / o la arteria braquiocefálica, es claro que en el campo biomédico se necesitan dispositivos eléctricamente aislados para medir o inducir corrientes sobre tejidos en seres vivos por lo que este tipo de sensores son necesarios y encuentras su espacio en el mercado. Otro ejemplo, el documento US2012/0302821 enseña un método y un aparato para estimular electromagnéticamente nervios, músculos y tejidos corporales
15 donde utilizan sensores que detectan la estimulación generada por el circuito al cuerpo del paciente, con lo que en ocasiones se emplea un sistema de control para variar o modular dicha corriente.

Adicionalmente, en los equipos para estimulación de tejidos mediante campos por ejemplo
20 electromagnéticos y en áreas de estudio como la electromiografía y se utilizan sensores para registrar las señales eléctricas del cuerpo y es bien sabido que en estos equipos se necesita limitar la corriente que se dirige hacia el cuerpo de un paciente, por lo que la solución de varios circuitos es la de colocar impedancias de protección que limitan la corriente hacia el cuerpo, lo que hace que no se tengan referencia a un mismo nivel de tierra
25 por lo que el sensado y la medida en estos equipos en la etapa de salida se dificulta.

En conclusión es necesario contar con un circuito de sensado bidireccional que permita realizar el sensado en cargas de circuitos que no tengan referencia a un mismo nivel de tierra, y que además, y no lo afecten la frecuencia bajas para realizar el sensado.

30

Breve descripción de la invención

Un circuito sensor bidireccional que comprende: una impedancia de sensado con un primer terminal y un segundo terminal; un primer amplificador operacional cuya entrada no
35 inversora está conectada a la primera terminal y su entrada inversora está conectada a la segunda terminal; un segundo amplificador operacional con la entrada no inversora conectada a la segunda terminal y su entrada inversora está conectada a la primera terminal; un primer diodo con el cátodo conectado a la entrada inversora del primer amplificador operacional y cuyo ánodo se conecta a la salida del primer amplificador operacional; un
40 segundo diodo con el ánodo conectado a la salida del primer amplificador operacional y al cátodo del primer diodo; una impedancia variable conectada al cátodo del primer diodo y al ánodo del segundo diodo; un cuarto diodo con el ánodo conectado al cátodo del segundo

diodo y a un extremo de la impedancia variable; un tercer diodo con el cátodo conectado a la entrada inversora del segundo amplificador operacional y el ánodo a la salida del segundo amplificador operacional y al cátodo del cuarto diodo; una impedancia variable conectada al ánodo del cuarto diodo y al cátodo del tercer diodo; donde la entrada del
5 circuito sensor bidireccional son las terminales (1a) y (1b) de la impedancia de sensado, y la salida se encuentra en el ánodo del segundo diodo y sensa una impedancia de carga conectada en el primer terminal (1a) de la impedancia de sensado.

En este circuito particularmente, la salida se encuentra en los ánodos de los diodos a la
10 salida de ambos amplificadores operacionales que se encuentran en corto. La impedancia de sensado es una impedancia muy pequeña, por lo que se mide no implica alteraciones sobre la impedancia de la carga a medir.

Las ganancias de los amplificadores operacionales podrían ajustarse por medio de
15 impedancias variables y se ajustan de tal manera que la salida corresponda exactamente al valor de la corriente bidireccional que circula en la impedancia de carga

La presente invención no debe confundirse con un rectificador de onda completa de
precisión como el mostrado en la FIG. 1, a diferencia de este rectificador, la presente
20 invención presenta una impedancia conectada entre las entradas inversora y no inversora de los amplificadores operacionales, dónde se realiza la medición. La ganancia de los amplificadores es ajustable, y se configura de tal manera que la salida de voltaje sea proporcional a la corriente sobre la impedancia entre la entrada negativa y positiva de los
amplificadores operacionales.

25

Breve descripción de las figuras

La FIG. 1, es un esquema de un rectificador de precisión de onda completa conocido.

30 La FIG. 2, muestra un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con impedancias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro.

La FIG. 3, muestra un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con
35 resistencias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro por medio de impedancias.

La FIG. 4, muestra un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con
40 impedancias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro, además se conecta una impedancia y un generador de corriente alterna.

La FIG. 5, presenta un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con resistencias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro por medio de impedancias, adicionalmente se conecta una impedancia y un generador de corriente alterna.

La FIG. 6, muestra un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con impedancias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro, además se conecta a un puente de Wheatstone.

La FIG. 7, presenta un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con resistencias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro por medio de impedancias, adicionalmente se conecta a un puente Wheatstone.

La FIG. 8, muestra un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con impedancias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro, con los diodos invertidos y a un inversor a la salida del circuito.

La FIG. 9, muestra un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con resistencias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro por medio de impedancias, con los diodos invertidos y a un inversor a la salida del circuito.

La FIG. 10, muestra un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con impedancias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro, con los diodos invertidos, además se conecta a un puente de Wheatstone y a un inversor a la salida del circuito.

La FIG. 11, muestra un ejemplo particular de la presente invención en un esquema con resistencias variables para ajustar la ganancia y que las la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales se conecta a la entrada no inversora del otro por medio de impedancias, con los diodos invertidos, además se conecta a un puente de Wheatstone y a un inversor a la salida del circuito.

La FIG. 12, es un diagrama de bloques de un ejemplo particular de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Un sensor es un dispositivo, módulo o subsistema cuyo propósito es detectar eventos o cambios en el ambiente como la luz, una fuerza, vibraciones, temperatura, sonido, campo magnético o una corriente eléctrica y envía información a otros componentes electrónicos, normalmente un computador o procesador. La acción de sensor es por ejemplo, tomar cambios eléctricos en una impedancia y enviar información en forma de señales moduladas a otro componente electrónico.

Haciendo referencia a la FIG. 2, la presente invención es un circuito sensor bidireccional que comprende: una impedancia de sensado (1) con un primer terminal (1a) y un segundo terminal (1b); un primer amplificador operacional (2) cuya entrada no inversora está conectada a la primera terminal (1a) y su entrada inversora está conectada a la segunda terminal (1b); un segundo amplificador operacional (3) con la entrada no inversora conectada a la segunda terminal (1b) y su entrada inversora está conectada a la primera terminal (1a); un primer diodo (4) con el ánodo conectado a la entrada inversora del primer amplificador operacional (2) y cuyo cátodo se conecta a la salida del primer amplificador operacional (2); un segundo diodo (5) con el ánodo conectado a la salida del primer amplificador operacional (2) y al cátodo del primer diodo (4); una impedancia variable (13) conectada al ánodo del primer diodo (4) y al cátodo del segundo diodo (5); un cuarto diodo (7) con el cátodo conectado al cátodo del segundo diodo (5) y a un extremo de la impedancia variable (13); un tercer diodo (6) con el ánodo conectado a la entrada inversora del segundo amplificador operacional (3) y el cátodo a la salida del segundo amplificador operacional (3) y al ánodo del cuarto diodo (7); una impedancia variable (12) conectada al cátodo del cuarto diodo (7) y al ánodo del tercer diodo (6); donde la entrada del circuito sensor bidireccional son las terminales (1a) y (1b) de la impedancia de sensado (1), y la salida se encuentra en el ánodo del segundo diodo (5) y sensa una impedancia de carga conectada en el primer terminal (1a) de la impedancia de sensado (1).

La ganancia sobre los dos amplificadores operacionales se ajusta para que la salida de voltaje sea exactamente igual al valor de la corriente sobre la impedancia de carga la impedancia de sensado (1) y es ajustada con las impedancias variables (12) y (13) que para un ejemplo particular de la invención son impedancias variables de cualquier tipo.

Como un ejemplo particular de la misma invención, el circuito de una maya entre la impedancia de sensado (1) y la impedancia de carga (14) el valor de la corriente corresponde a un múltiplo entero del valor de voltaje en el primer terminal (1a) de la impedancia de sensado (1).

Haciendo referencia a la FIG. 3, en otro ejemplo particular de la invención, el circuito sensor bidireccional se caracteriza porque, la entrada no inversora del primer amplificador

operacional (2) se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (9) y su entrada inversora se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (11); la entrada no inversora del segundo amplificador operacional (3) se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (10) y su entrada inversora se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (8); donde los amplificadores operacionales están alimentados con un voltaje positivo V^+ y negativo V^- .

En otro ejemplo particular de la invención, haciendo referencia a la FIG. 4, el circuito sensor bidireccional se conecta a una fuente de corriente alterna (15) en serie con la impedancia de carga (14), la otra terminal de la impedancia de carga (14) que no está conectada a la fuente de corriente alterna (15) se conecta a la terminal (1a) de la impedancia de sensado (1), la terminal libre del generador de corriente alterna (15) se conecta a la terminal (1b) de la impedancia de sensado (1), esto permite realizar pruebas de laboratorio.

Haciendo referencia a la FIG. 5, en otro ejemplo particular de la invención, el circuito sensor bidireccional, donde la entrada no inversora del primer amplificador operacional (2) se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (9) y su entrada inversora se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (11); la entrada no inversora del segundo amplificador operacional (3) se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (10) y su entrada inversora se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (8); y los amplificadores operacionales están alimentados con un voltaje positivo V^+ y negativo V^- . Se caracteriza porque se conecta una fuente de corriente alterna (15) en serie con una impedancia de carga (14) conectada también a la terminal (1a) con la terminal (1b) conectada a la terminal libre del generador de corriente alterna (15), para realizar pruebas de laboratorio.

Haciendo referencia a la FIG. 6, otro ejemplo particular de la invención, el circuito sensor bidireccional se caracteriza porque las terminales (1a) y (1b) de la impedancia de sensado (1) se conectan a un puente de Wheatstone de instrumentación (19)

Para la presente invención El puente de Wheatstone (19) tiene: una primera terminal (19a), una segunda terminal (19b), una tercera terminal (19c) y una cuarta terminal (19d); una primera impedancia (19ac) conectada a la primera terminal (19a) y a la tercera terminal (19c); una segunda impedancia (19bc) conectada a la segunda terminal (19b) y a la tercera terminal (19c); una tercera impedancia (19bd) conectada a la segunda terminal (19b) y a la cuarta terminal (19d); un generador de corriente alterna (15) conectado a la tercera terminal (19c) y a la cuarta terminal (19d); la primera terminal (19a) conectada al segundo terminal (1b) de la impedancia de sensado (1); la segunda terminal (19b) conectada al primer terminal (1a) de la impedancia de sensado (1); y una impedancia de carga (14) se conecta a la primera terminal (19a) y a la cuarta terminal (19d);

Haciendo referencia a la FIG. 7, otro ejemplo particular de la invención donde el circuito sensor bidireccional que se caracteriza porque la entrada no inversora del primer amplificador operacional (2) se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (9) y su entrada inversora se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (11); la entrada no inversora del segundo amplificador operacional (3) se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (10) y su entrada inversora se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (8); donde los amplificadores operacionales están alimentados con un voltaje positivo $V+$ y negativo $V-$. Incluye además, un puente de Wheatstone de instrumentación (19) conectado a las terminales (1a) y (1b) de la impedancia de sensado (1).

Para la presente invención la impedancia de carga (14) corresponde con la impedancia a ser sensada en el circuito, para el caso de un puente de impedancia de Wheatstone y para cualquier ejemplo particular de la invención esta impedancia se escoge del grupo de impedancias variables, fotoresistores, termo resistores, sensores magnéticos, sensores piezoeléctricos, sensores inductivos para medir campo magnético, transductores electromagnéticos, entre otras y combinaciones de los anteriores sin limitarse a esta lista.

En referencia al ejemplo de la FIG. 5, más en detalle, durante un semiciclo positivo de una señal de entrada de corriente alterna sobre la impedancia de sensado (1) ingresa por la entrada no inversora del primer amplificador operacional (2), mientras que el primer diodo (4) se encuentra abierto, la impedancia variable (13) sirve de impedancia de ganancia, y el amplificador operacional (2) funciona en modo de amplificador no inversor, en este caso la ganancia se calcula como es conocido por el valor de la impedancia variable (13) sobre el valor de la impedancia (11), el voltaje sobre la impedancia (1) se amplía y se mide a la salida del diodo (5). Por otro lado, durante el mismo semiciclo positivo de la señal sobre la impedancia de sensado (1) la corriente positiva sobre el diodo (6) lo mantiene cerrado y el amplificador operacional (3) queda configurado en modo seguidor de voltaje, sin embargo, en la terminal (1b) conectada a la entrada no inversora del amplificador operacional (3) habrá un voltaje negativo, el cual mantiene abierto el diodo (7), por lo que a la salida del amplificador operacional (3) no se verá ningún voltaje.

Mientras tanto, durante el semiciclo negativo el amplificador operacional (2) estará configurado en modo seguidor de voltaje no se verá voltaje a la salida del diodo (5), al recibir voltaje negativo sobre la terminal (1a) conectada a su entrada no inversora hace que el diodo (5) esté abierto. El segundo amplificador (3) en cambio, tendrá el diodo (6) abierto por lo que la impedancia (12) funcionará como impedancia de amplificación, y entonces el amplificador operacional (3) estará configurado como amplificador no inversor con un voltaje positivo sobre su entrada no inversora. Así, esta configuración mantiene a la salida un voltaje positivo.

La ganancia de amplificación sobre los amplificadores operacionales (2) y (3), se ajusta de tal manera que la salida de voltaje es exactamente igual al valor de la corriente sobre la impedancia de carga, preferiblemente el valor de la impedancia variable (13) es variable al igual que el valor de la impedancia variable (12), y el valor de impedancia de (11) y (8) es igual también. Es evidente que la ganancia del circuito se ajusta libremente por el diseñador del circuito variando los valores de las impedancias variables (13) y (12).

Esta configuración hace posible que las salidas de ambos amplificadores estén conectadas entre sí, ya que cuando una conduce la otra no por lo que no ocurren accidentes de tensión. Además, la impedancia de sensado (1) es, por ejemplo de al menos un orden de magnitud en comparación con la impedancia a la entrada por lo que el voltaje que se mide sobre la misma es comparable al voltaje sobre la impedancia de la señal a medir.

En otro ejemplo particular de la invención, haciendo referencia a la FIG. 8, un circuito sensor bidireccional con inversión, comprende: una impedancia de sensado (1) con un primer terminal (1a) y un segundo terminal (1b); un primer amplificador operacional (2) cuya entrada no inversora está conectada a la primera terminal (1a) y su entrada inversora está conectada a la segunda terminal (1b); un segundo amplificador operacional (3) con la entrada no inversora conectada a la segunda terminal (1b) y su entrada inversora está conectada a la primera terminal (1a); un primer diodo (4) con el cátodo conectado a la entrada inversora del primer amplificador operacional (2) y cuyo ánodo se conecta a la salida del primer amplificador operacional (2); un segundo diodo (5) con el cátodo conectado a la salida del primer amplificador operacional (2) y al ánodo del primer diodo (4); una impedancia variable (13) conectada al cátodo del primer diodo (4) y al ánodo del segundo diodo (5); un cuarto diodo (7) con el ánodo conectado al ánodo del segundo diodo (5) y a un extremo de la impedancia variable (13); un tercer diodo (6) con el cátodo conectado a la entrada inversora del segundo amplificador operacional (3) y el ánodo a la salida del segundo amplificador operacional (3) y al cátodo del cuarto diodo (7); una impedancia variable (12) conectada al ánodo del cuarto diodo (7) y al cátodo del tercer diodo (6); donde la entrada del circuito sensor bidireccional son las terminales (1a) y (1b) de la impedancia de sensado (1), y la salida se encuentra en el ánodo del segundo diodo (5) conectada a un circuito inversor (21) operacional, y sensa una impedancia de carga conectada en el primer terminal (1a) de la impedancia de sensado (1).

Para la presente invención debe entenderse que un circuito inversor operacional es un circuito que invierte el voltaje de entrada y emplea amplificación, por ejemplo un amplificador operacional configurado con ganancia negativa unitaria o cualquier ganancia según se decida.

Haciendo referencia a la FIG. 9, como ejemplo particular de la invención, el circuito sensor bidireccional con inversión, se caracteriza porque, la entrada no inversora del primer amplificador operacional (2) se conecta a la primera terminal (1a) a través de una

impedancia (9) y su entrada inversora se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (11); la entrada no inversora del segundo amplificador operacional (3) se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (10) y su entrada inversora se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (8); donde los
5 amplificadores operacionales están alimentados con un voltaje positivo V^+ y negativo V^- .

Haciendo referencia a la FIG. 10, otro ejemplo particular de la invención, el circuito sensor bidireccional con inversión, se caracteriza por: un puente de Wheatstone de instrumentación (19) conectado a las terminales (1a) y (1b) de la impedancia de sensado
10 (1).

Haciendo referencia a la FIG. 10, otro ejemplo particular de la invención, el circuito sensor bidireccional con inversión, donde la entrada no inversora del primer amplificador operacional (2) se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (9) y su
15 entrada inversora se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (11); la entrada no inversora del segundo amplificador operacional (3) se conecta a la segunda terminal (1b) a través de una impedancia (10) y su entrada inversora se conecta a la primera terminal (1a) a través de una impedancia (8); donde los amplificadores operacionales están alimentados con un voltaje positivo V^+ y negativo V^- . Se caracteriza por: un puente de
20 Wheatstone de instrumentación (19) conectado a las terminales (1a) y (1b) de la impedancia de sensado (1).

Haciendo referencia a la FIG. 12, como otro ejemplo de la presente invención un circuito para sensar los cambios de corriente sobre uno o más transductores, incluye: un circuito
25 sensor bidireccional (15); un conversor A/D (16) conectado al circuito sensor bidireccional (15); una unidad de control (17) conectada al conversor A/D (16); un generador de señal (18) conectado a la unidad de control (17); uno o más transductores (20) conectados a la salida del generador de señal (20), y al circuito sensor bidireccional (15); donde el circuito sensor bidireccional (15) sensa la corriente sobre el uno o más transductores y envía un
30 voltaje que corresponde proporcionalmente a la corriente sobre el uno o más transductores (20)

Es posible utilizar el circuito sensor bidireccional para modular una señal (por ejemplo, de un generador de señal), en la que el circuito sensor bidireccional se conecta para sensar la
35 señal, y a su vez se conecta a un conversor análogo digital, y a una unidad de control, lo que permite la modulación y el control del generador de señal.

Alternativamente, como otro ejemplo particular de la presente invención, el circuito sensor bidireccional se caracteriza porque el ánodo del segundo diodo (5) se conecta la entrada de
40 un conversor análogo digital (16); y una unidad de control (17) se conecta a la salida del conversor análogo digital (16).

Adicionalmente, la unidad de control (17) se conecta a un generador de señal (18) conectado a un transductor (20), el transductor (20) se conecta a la primera terminal (1a) de la impedancia de sensado (1); donde el transductor (20) es la impedancia de carga (14).

- 5 La unidad de control (17) comanda al generador de señales (18) utilizando una realimentación de la señal de salida del conversor A/D (16).

De igual manera, otro ejemplo particular de la invención el generador de señal (18), preferiblemente es desacoplado en impedancia para no variar la impedancia de carga (14).

10

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a los ejemplos descritos e ilustrados, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.