

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 697**

51 Int. Cl.:

G01R 11/32 (2006.01)

G01R 21/06 (2006.01)

G01R 21/133 (2006.01)

G01R 19/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2012 PCT/US2012/071772**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14105018**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2012 E 12890858 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019 EP 2939034**

54 Título: **Medidor de potencia con sensor de corriente y fase**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2020

73 Titular/es:
SCHNEIDER ELECTRIC USA, INC. (100.0%)
1415 S. Roselle Road
Palatine, Illinois 60067-7399, US

72 Inventor/es:
BRUEL, MARC;
BUDA, PAUL;
GUNN, COLIN;
COLBY, ROY y
FILIPPENKO, ALEXANDER

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 743 697 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 potencia con sensor de corriente y fase

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

- 5 Al menos una realización de la presente invención se refiere, en general, a sistemas y procedimientos para la medición de potencia de CA y, más específicamente, a un medidor de potencia de CA que incluye un sensor de corriente y de desplazamiento de fase.

Análisis de la técnica relacionada

- 10 Un centro de carga, un cuadro eléctrico o un cuadro de distribución eléctrica es un componente de un sistema de alimentación eléctrica que divide una alimentación de energía eléctrica de una línea de alimentación en diferentes derivaciones de circuitos subsidiarios (es decir, diferentes derivaciones de circuitos alimentadores). Cada derivación de circuito subsidiario puede estar conectada a una carga diferente. De esta manera, al dividir la alimentación de energía eléctrica en derivaciones de circuitos subsidiarios, el centro de carga puede permitir a un usuario controlar y supervisar de7 manera individual el uso de corriente, potencia y energía de cada circuito de derivación y, en algunos casos, cada carga. Los documentos US2011/098952 y DE10 2009 003654 muestran ejemplos de sistemas de alimentación con sensores de corriente y de fase según la técnica anterior.

Sumario de la invención

Al menos un aspecto de la invención se refiere a un medidor de potencia tal como se define en la reivindicación independiente 1.

- 20 Según una realización, el al menos un circuito sensor de corriente y fase comprende un sensor de corriente configurado para ser acoplado a la línea de alimentación y para generar una señal proporcional a la corriente en la línea de alimentación, y un controlador acoplado al sensor de corriente, en el que el controlador está configurado para calcular la corriente de la línea de alimentación en base a la señal proporcional a la corriente en la línea de alimentación y transmitir la señal relacionada con la corriente de la línea de alimentación a la unidad de medición central. En una realización, el sensor de corriente es un transformador de corriente (CT).

- 25 Según otra realización, el al menos un sensor de corriente y fase comprende además un sensor de fase de voltaje acoplado a la línea de alimentación, un divisor de voltaje capacitivo que incluye el sensor de fase de voltaje y un condensador acoplado entre el sensor de fase de voltaje y tierra, teniendo el divisor de voltaje capacitivo una relación de divisor de voltaje capacitivo, y en el que la unidad de medición central está configurada además para transmitir la señal relacionada con el voltaje en la línea de entrada al controlador, y en el que el controlador está acoplado además al sensor de fase de voltaje y configurado para medir un voltaje a través del condensador del divisor de voltaje, calcular el desplazamiento de fase del voltaje de la línea de alimentación en base al voltaje a través del condensador, la señal relacionada con el voltaje en la línea de entrada, y la relación del divisor de voltaje capacitivo, y para transmitir la señal relacionada con el desplazamiento de fase de voltaje de la línea de alimentación a la unidad de medición central.

- 30 Según una realización, el al menos un sensor de corriente y fase comprende además un sensor de fase de voltaje configurado para formar un elemento capacitivo con un conductor de la línea de alimentación cuando el sensor de fase de voltaje está acoplado a la línea de alimentación. En una realización, la capa de detección de voltaje es una placa conductora que está configurada para rodear una parte del conductor de la línea de alimentación cuando el sensor de fase de voltaje se acopla alrededor de la línea de alimentación.

- 35 Según otra realización, el al menos un sensor de corriente y fase comprende además un circuito de comunicaciones inalámbricas configurado para transmitir de manera inalámbrica la señal relacionada con la corriente de la línea de alimentación y la señal relacionada con el desplazamiento de fase del voltaje de la línea de alimentación a la unidad de medición central. En una realización, el al menos un sensor de corriente y fase comprende además un circuito de potencia acoplado al sensor de corriente y configurado para recibir la señal proporcional a la corriente en la línea de alimentación, rectificar la señal proporcional a la corriente y proporcionar la potencia de CC resultante a al menos uno de entre el controlador y el circuito de comunicaciones inalámbricas.

- 40 Según una realización, el al menos un sensor de corriente y fase comprende además un sensor de fase de voltaje acoplado al divisor de voltaje, comprendiendo el sensor de fase una resistencia que tiene una resistencia y acoplado entre el divisor de voltaje capacitivo y tierra, un amplificador de medición acoplado al divisor de voltaje capacitivo, y un procesador de señal digital (DSP) acoplado al amplificador de medición, en el que el DSP está configurado para calcular el desplazamiento de fase de voltaje de la línea de alimentación en base al voltaje a través del condensador, la señal relacionada con el voltaje en la línea de entrada, la relación del divisor de voltaje capacitivo y la resistencia de la resistencia.

5 Según otra realización, el sensor de fase de voltaje y el sensor de corriente están acoplados a la línea de alimentación en sustancialmente una misma ubicación. En otra realización, el condensador es un condensador ajustable y en el que el controlador está configurado además para controlar el condensador ajustable para ajustar la relación del divisor de voltaje capacitivo. En una realización, al menos uno de entre el circuito sensor de corriente y fase, el sensor de voltaje y la unidad de medición central están configurados para ser situados en el interior de un cuadro de distribución eléctrica.

Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para medir la potencia proporcionada por una línea de alimentación de un sistema eléctrico a una carga, tal como se define en la reivindicación independiente 10.

10 Según una realización, el procedimiento comprende además transmitir, por parte del sensor de voltaje, una señal relacionada con el voltaje de entrada, a una unidad de medición central, y transmitir, por parte de la unidad de medición central, una señal relacionada con el voltaje de entrada al sensor de fase de voltaje.

15 Según otra realización, la medición del desplazamiento de fase del voltaje de la línea de alimentación comprende medir, con un controlador acoplado al sensor de fase de voltaje y el sensor de corriente, un voltaje producido por un divisor de voltaje capacitivo del sensor de fase de voltaje, teniendo el divisor de voltaje capacitivo una relación del divisor de voltaje capacitivo, recibir, con el controlador, la señal relacionada con el voltaje de entrada común desde la unidad de medición central, y calcular, con el controlador, el desplazamiento de fase de voltaje de la línea de alimentación en base al voltaje producido por el divisor de voltaje capacitivo, la relación del divisor de voltaje capacitivo y el voltaje de entrada común. En otra realización, el procedimiento comprende además ajustar la relación del divisor de voltaje capacitivo a un intervalo deseado.

20 Según una realización, la medición de la corriente de la línea de alimentación comprende generar, con el sensor de corriente, una señal proporcional a la corriente de la línea de alimentación, calcular, con el controlador, en base a la señal proporcional a la corriente, la corriente de la línea de alimentación.

25 Según otra realización, el procedimiento comprende además transmitir de manera inalámbrica, con el controlador, una señal relacionada con el desplazamiento de fase de voltaje de la línea de alimentación y una señal relacionada con la corriente de la línea de alimentación a la unidad de medición central. En otra realización, las acciones de medir una corriente de la línea de alimentación y de medir el desplazamiento de fase de voltaje de la línea de alimentación se realizan sustancialmente en una misma ubicación.

30 Un aspecto de la invención se refiere a un sistema para medir la potencia proporcionada por una línea de alimentación de un sistema eléctrico a una carga, recibiendo el sistema eléctrico alimentación de CA desde una fuente de CA sobre una línea de entrada, el sistema un sensor de voltaje configurado para ser acoplado a la línea de entrada y para medir el voltaje en la línea de entrada, una unidad de medición central acoplada al sensor de voltaje y configurada para recibir, desde el sensor de voltaje, una señal relacionada con el voltaje en la línea de entrada, y medios para medir la corriente y el desplazamiento de fase del voltaje de la línea de alimentación en sustancialmente una misma ubicación y sin conexión directa a un conductor dentro de la línea de alimentación, en el que la unidad de medición central está configurada para calcular la potencia proporcionada a la carga a través de la línea de alimentación en base a la corriente medida y al desplazamiento de fase del voltaje de la línea de alimentación.

Breve descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos no pretenden estar dibujados a escala. En las figuras, cada componente idéntico o casi idéntico que se ilustra en varias figuras está representado por un número similar. En aras de la claridad, es posible que no todos los componentes estén etiquetados en cada dibujo. En los dibujos:

40 La Fig. 1 es un diagrama de bloques de un sistema medidor de potencia según aspectos de la presente invención;

La Fig. 2 es un diagrama de bloques de un circuito sensor de corriente y de desplazamiento de fase según aspectos de la presente invención; y

Las Figs. 3A y 3B son diagramas de circuito que ilustra un sensor de fase de voltaje y un sensor de fase según aspectos de la presente invención.

45 Descripción detallada

Diversas realizaciones y aspectos de la misma se describirán a continuación detalladamente con referencia a los dibujos adjuntos. Cabe señalar que la presente invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a las disposiciones de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención tiene la capacidad para desarrollar otras realizaciones y de ser llevada a la práctica o ser llevada a cabo de varias maneras.

50 Además, la fraseología y la terminología usadas en la presente memoria son para el propósito de descripción y no deberían considerarse como limitativas. El uso de "que incluye", "que comprende" o "que tiene", "que contiene", "que implica", y variaciones de los mismos en la presente memoria, pretende abarcar los elementos enumerados

posteriormente y sus equivalentes, así como elementos adicionales.

La medición de la potencia de CA en una línea de alimentación que está proporcionando potencia a una carga requiere típicamente la detección casi simultánea de la corriente y el voltaje en la línea de alimentación para tener en cuenta el factor de potencia de la carga.

5 Un enfoque común para supervisar la potencia proporcionada por una línea de alimentación a una carga es acoplar un sensor de voltaje y de corriente en la misma ubicación en la línea de alimentación. Sin embargo, frecuentemente, la colocación de los sensores de voltaje y de corriente en la misma ubicación es poco práctica o difícil. Por ejemplo, cuando se desea la medición de la potencia individual proporcionada a una carga por una línea de alimentación, la medición de la corriente de la línea de alimentación puede conseguirse usando un transformador (CT) de corriente en la línea de alimentación. Sin embargo, la medición del voltaje de la línea de alimentación en la misma ubicación puede no ser tan práctica (o segura), ya que típicamente requiere acceso directo al circuito energizado. Además, la medición del voltaje y de la corriente en la misma ubicación puede ser también poco práctica si se están supervisando múltiples líneas de alimentación y/o si el CT está situado en un punto en el que el conductor de la línea de alimentación está aislado.

10 Otro enfoque común para la supervisión de la potencia de una línea de alimentación es separar las ubicaciones de detección de voltaje y de corriente. Por ejemplo, cuando se desea medir la potencia de una línea de alimentación, las mediciones de corriente y de voltaje de la línea de alimentación pueden realizarse en diferentes ubicaciones y puede calcularse un valor de potencia en voltamperios (VA) de la línea de alimentación, en lugar de la potencia "real" de la línea de alimentación. Un valor de potencia en VA de una línea de alimentación se calcula en base a la corriente medida a través de la línea de alimentación junto con un solo voltaje en el cuadro de distribución eléctrica (por ejemplo, en la entrada del cuadro de distribución eléctrica) que se proporciona a todas las líneas de alimentación dentro del cuadro de distribución eléctrica. Sin embargo, la utilización de una única medición de voltaje en el cuadro de distribución eléctrica para las mediciones del valor de potencia VA de múltiples líneas de alimentación puede conducir a mediciones de potencia inexactas de las líneas de alimentación, ya que cada carga individual acoplada a una línea de alimentación puede tener un factor de potencia diferente.

15 Las realizaciones descritas en la presente memoria proporcionan un sistema y un procedimiento para calcular la "potencia real" en una línea de alimentación mediante la medición de la corriente y la fase del voltaje de la línea de alimentación en la misma ubicación.

20 La Fig. 1 ilustra un sistema 100 medidor de potencia según al menos una realización descrita en la presente memoria. El sistema 100 medidor de potencia está situado en el interior de una carcasa 102 de un cuadro de distribución eléctrica. El sistema 100 medidor de potencia incluye un sensor 104 de voltaje común, una unidad 116 de medición central y múltiples circuitos 108 sensores de corriente y de desplazamiento de fase. Cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase incluye un sensor 110 de corriente, un sensor 112 de fase de voltaje y una antena 114. La unidad 116 de medición central incluye también una antena 115.

25 El sensor de voltaje común es 104, está acoplado a una línea de entrada de red del cuadro 118 de distribución eléctrica y a la unidad 116 de medición central. La unidad 116 de medición central está configurada también para ser acoplada a un sistema 117 de supervisión de nivel superior. Los sensores de corriente 110 y de desplazamiento de fase 112 de cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase están ambos acoplados a una línea 120 de alimentación del cuadro de distribución en o casi en la misma ubicación.

30 Cuando se proporciona una alimentación de CA de entrada al cuadro de distribución a través de la línea 118 de entrada de red (y por consiguiente a las cargas acopladas a las líneas 120 de alimentación), el sensor 104 de voltaje común mide el voltaje RMS (U) en la línea 118 de entrada de red y envía una señal relacionada con el voltaje RMS (U) en la línea 118 de entrada de red a la unidad 116 de medición central. La unidad 116 de medición central transmite una señal relacionada con el voltaje RMS (U) en la línea 118 de entrada de red a cada uno de los circuitos 108 sensores de corriente y de desplazamiento de fase. Según una realización, la señal relacionada con el voltaje RMS (U) se transmite de manera inalámbrica a cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase a través de la antena 115. Por ejemplo, en una realización, la unidad 116 de medición central transmite de manera inalámbrica a través de una red ZigBee. En otra realización, la señal relacionada con el voltaje RMS (U) se transmite a cada circuito 108 de sensor de corriente y desplazamiento de fase a través de una conexión cableada.

35 Cuando se proporciona alimentación de CA desde la línea 118 de entrada de red a las cargas a través de las líneas 120 de alimentación, el sensor 110 de corriente de cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase genera una señal relacionada con la corriente a través de la línea 120 de alimentación a la que está acoplado. La señal relacionada con la corriente se proporciona al circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase. El sensor 112 de fase de voltaje de cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase genera una señal relacionada con la fase del voltaje en la línea 120 de alimentación a la que está acoplado. La señal relacionada con la fase del voltaje se proporciona al circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase.

5 Los circuitos 108 sensores de corriente y de desplazamiento de fase reciben las señales de corriente y de fase de voltaje desde los sensores 110 de corriente y los sensores 112 de fase de voltaje. En base a la señal relacionada con la corriente recibida, cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase calcula la corriente RMS a través de su línea 120 de alimentación asociada. En base a la señal relacionada con la fase de voltaje recibida desde el sensor 112 de fase de voltaje y la señal recibida relacionada con el voltaje RMS (U) desde la unidad 116 de medición central, cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase calcula el desplazamiento de fase de voltaje de su línea 120 de alimentación asociada.

10 Cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase transmite los valores de corriente RMS y de desplazamiento de fase calculados a la unidad 116 de medición central. Según una realización, las señales 122 de corriente y de desplazamiento de fase se transmiten de manera inalámbrica a través de las antenas 114. Por ejemplo, en una realización, los circuitos 108 sensores de corriente y de desplazamiento de fase transmiten inalámbricamente a través de una red ZigBee. En otra realización, las señales de corriente y de desplazamiento de fase se transmiten a la unidad 116 de medición central a través de una conexión cableada.

15 La unidad 116 de medición central recibe las señales de corriente y de desplazamiento de fase. Según una realización, la unidad 116 de medición central recibe las señales 122 de corriente y de desplazamiento de fase inalámbricas a través de la antena 115 (por ejemplo, a través de una red ZigBee). En otra realización, la unidad 116 de medición central recibe las señales de corriente y de desplazamiento de fase a través de una conexión cableada.

20 La unidad 116 de medición central calcula el uso de potencia de cada línea 120 de alimentación en base a las señales de corriente RMS y de desplazamiento de fase asociadas con cada línea 120 de alimentación junto con el voltaje RMS común (U) recibido desde el sensor 104 de voltaje común. Por ejemplo, en una realización, la unidad 116 de medición central calcula la potencia de una línea 120 de alimentación usando la siguiente ecuación:

$$\text{Potencia} = \text{Voltaje (U) RMS} \times \text{Corriente (I) RMS alimentación} \cos \text{desplazamiento } (\Phi) \text{ de fase alimentación} = U \times I \cos \Phi$$

(Ecuación 1)

25 Según una realización, la unidad 116 de medición central transmite los valores de potencia calculados a un sistema 117 de supervisión de nivel superior para un procesamiento adicional. Con la obtención de la información de la fase del voltaje en el mismo punto en el que se obtiene la información de corriente, pueden realizarse mediciones precisas de la potencia "real" en cada línea de alimentación.

30 Según otra realización, en lugar de que la unidad 116 de medición central calcule el uso de potencia individual de cada línea 120 de alimentación, el uso de potencia individual de cada línea 120 de alimentación puede calcularse localmente en el circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase asociado con cada línea 120 de alimentación. Por ejemplo, un circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase puede calcular la potencia en su línea 120 de alimentación asociada mediante la utilización del voltaje RMS (U) recibido, la corriente de alimentación RMS calculada y el desplazamiento de fase calculado de la alimentación. En dicha realización, cada circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase puede transmitir su valor de potencia calculado individual a la unidad 116 de medición central o directamente a un sistema 117 de nivel superior.

40 La Fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra el circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase más detalladamente. El circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase incluye el sensor 110 de corriente, el sensor 112 de fase de voltaje, una resistencia 202 de carga, un condensador 204 ajustable, un controlador 206, una radio 208. Según una realización, el circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase incluye también un circuito 210 autoalimentado opcional. En una realización, el circuito 210 autoalimentado incluye un rectificador que incluye un diodo 212 y un condensador 214.

45 El sensor 110 de corriente y el sensor 112 de fase de voltaje están acoplados a la línea 120 de alimentación. Según una realización, el sensor 110 de corriente y el sensor 112 de fase de voltaje están acoplados a la línea 120 de alimentación sustancialmente en la misma ubicación. El sensor 110 de corriente está acoplado al controlador 206 a través de la resistencia 202 de carga. El sensor 112 de fase de voltaje está acoplado al controlador 206 a través de un condensador 204. Según una realización, el condensador 204 es un condensador 204 ajustable. El condensador 204 ajustable está unido también a tierra 216. El controlador 206 está acoplado a la radio 208 a través de un canal 218 de medición de corriente y un canal 220 de medición de fase de voltaje. La radio 208 está acoplada a la antena 114.

50 Según una realización, en la que el circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase incluye el circuito 210 autoalimentado, el sensor 110 de corriente está acoplado también al controlador 206 y a la radio 208 a través del rectificador (diodo 212 y condensador 214) del circuito 210 autoalimentado.

Según una realización, el sensor 110 de corriente es un transformador (CT) de corriente que rodea la línea 120 de alimentación. Sin embargo, en otras realizaciones, pueden utilizarse otros tipos de circuitos sensores de corriente. La corriente de CA que pasa a través de la línea 120 de alimentación induce una corriente de CA en el CT 110 que es

proporcional a la corriente de CA en la línea 120 de alimentación. La corriente de CA proporcional desde el CT 110 se proporciona a la resistencia 202 de carga. En base a la caída de voltaje a través de la resistencia de carga, el controlador 206 calcula la corriente en la línea 120 de alimentación. Una señal relacionada con la corriente en la línea 120 de alimentación se proporciona, a través de un canal 218 de medición de corriente, a la radio 208.

5 Según una realización, el sensor 112 de fase de voltaje es un sensor de fase de voltaje sin contacto (es decir, no contacta directamente con un conductor de la línea 120 de alimentación) que incluye una capa 111 de detección de voltaje que rodea la línea 120 de alimentación cuando el sensor 112 de fase de voltaje está acoplado alrededor de la línea 120 de alimentación. En una realización, la capa 111 de detección de voltaje es una placa conductora circular o
 10 semicircular que rodea mecánicamente una parte de la línea 120 de alimentación de manera que se forme un elemento capacitivo. El elemento capacitivo proporcionado por la capa 111 de sensor de voltaje (que tiene un valor de capacitancia de C_1) y el condensador 204 ajustable (que tiene un valor de capacitancia de C_2) forman un divisor de voltaje capacitivo.

El controlador 206 recibe una señal desde el divisor de voltaje (que incluye la capa 111 de sensor de voltaje y el condensador 204 ajustable) que está relacionada con el voltaje (V_C) a través del condensador ajustable. Según una
 15 realización, la capacitancia (C_2) del condensador ajustable es controlada electrónicamente por el controlador 206 para ajustar la relación del divisor de voltaje capacitivo (C_1/C_2) a un intervalo deseado. En base a la relación del divisor de voltaje capacitivo (C_1/C_2), el voltaje (V_C) detectado a través del condensador ajustable, y el voltaje RMS (U) común recibido desde la unidad 116 de medición central, un sensor de fase dentro del controlador 206 calcula el desplazamiento de fase del voltaje en la línea 120 de alimentación. Una señal relacionada con el desplazamiento de fase de voltaje en la línea 120 de alimentación se proporciona, a través de un canal 220 de medición de fase de voltaje, a la radio 208.

20 La radio 208 transmite las señales relacionadas con la corriente y el desplazamiento de fase de voltaje en la línea 120 de alimentación a la unidad 116 de medición central. Según una realización, la radio 208 es una radio Zigbee; sin embargo, en otras realizaciones, puede utilizarse cualquier otro tipo de radio de corto alcance. Tal como se ha descrito anteriormente, usando las señales relacionadas con la corriente y el desplazamiento de fase de voltaje en la línea 120 de alimentación, la unidad 116 de medición central calcula la potencia "real" de la línea 120 de alimentación.

25 Según una realización, en la que el circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase incluye el circuito 210 autoalimentado, la corriente de CA inducida en el CT 112 es rectificadora también por el circuito 210 autoalimentado (es decir, por el rectificador que incluye el diodo 212 y el condensador 214) y la alimentación de CC resultante se proporciona al controlador 206 y a la radio 208 para alimentar el controlador 206 y la radio 208. Sin embargo, en otras realizaciones, los elementos del circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase pueden recibir alimentación desde otras fuentes (por ejemplo, tales como una batería, otra fuente de alimentación de CC, u otro CT).
 30

Según una realización, el circuito 108 sensor de corriente y de desplazamiento de fase puede incluir también circuitería de protección contra interferencias. Por ejemplo, en una realización, el sensor 112 de fase de voltaje incluye un apantallamiento configurado para eliminar las interferencias de fase cruzada desde otros cables situados en las proximidades.

35 Las Figs. 3A y 3B son diagramas de circuito que ilustran un sensor 112 de fase de voltaje, un condensador 204 ajustable y un sensor 300 de fase según aspectos de la presente invención. Según una realización, el sensor 300 de fase está situado en el interior del controlador 206; sin embargo, en otras realizaciones, el sensor 300 de fase puede estar configurado de manera diferente.

El sensor 300 de fase incluye una resistencia 304 que tiene un valor (R_1) de resistencia, un amplificador 306 de medición y un procesador 305 de señal digital (DSP). La resistencia está acoplada entre un nodo 303 y tierra 216. El nodo 303 está acoplado a un punto de unión entre el sensor 112 de desplazamiento de voltaje y el condensador 204 ajustable. El amplificador 306 de medición está acoplado entre el nodo 303 y el DSP 305. El DSP 305 está acoplado entre el amplificador 306 y el canal 220 de medición de fase de voltaje.
 40

Tal como se ha descrito anteriormente, el sensor 112 de fase de voltaje está acoplado a una línea 120 de alimentación. Según una realización, tal como se observa en la Fig. 3B, el sensor 112 de fase de voltaje es un sensor de fase de voltaje sin contacto (es decir, no contacta directamente con un conductor 302 de la línea 120 de alimentación) que incluye una capa de sensor de voltaje que rodea la línea 120 de alimentación cuando el sensor 112 de fase de voltaje está acoplado alrededor la línea 120 de alimentación. En una realización, la capa de sensor de voltaje es una placa conductora circular o semicircular que rodea mecánicamente una parte de la línea 120 de alimentación de manera que
 45 forme un elemento capacitivo. El elemento capacitivo proporcionado por la capa 111 de sensor de voltaje (que tiene un valor de capacitancia de C_1) y el condensador 204 ajustable (que tiene un valor de capacitancia de C_2) forman un divisor de voltaje capacitivo.
 50

Cuando se proporciona alimentación de CA a la línea 120 de alimentación desde la línea 118 de entrada de red, el sensor 300 de fase recibe una señal desde el divisor de voltaje (que incluye el sensor 112 de fase de voltaje y el condensador 204 ajustable), que está relacionada con el voltaje (V_C) a través del condensador ajustable. Según una
 55

- 5 realización, la capacitancia (C_2) del condensador ajustable es controlada electrónicamente por el controlador 206 para ajustar la relación del divisor de voltaje capacitivo C_1/C_2 a un intervalo deseado. En base a la señal relacionada con el voltaje a través del condensador (V_C) ajustable recibida desde el divisor de voltaje, la capacitancia (C_2) del condensador 204 ajustable fijado por el controlador 206, la resistencia R_1 de la resistencia 304, y el voltaje RMS (U) común recibido desde la unidad 116 de medición central, el DSP 305 calcula el desplazamiento de fase del voltaje en la línea 120 de alimentación usando las siguientes ecuaciones: ω es la frecuencia angular de las señales periódicas que se define como
- 10 El DSP 305 proporciona una señal relacionada con el desplazamiento de fase en la línea 120 de alimentación a la radio 208 a través del canal 220 de medición de fase de voltaje. La radio 208 transmite la señal relacionada con el desplazamiento de fase en la línea 120 de alimentación (junto con la señal relacionada con la corriente en la línea 120 de alimentación) a la unidad 116 de medición central. Tal como se ha descrito anteriormente, usando las señales de corriente y de fase de voltaje, la unidad 116 de medición central calcula la potencia de la línea 120 de alimentación.
- 15 Tal como se ha descrito en la presente memoria, los circuitos sensores de corriente y de desplazamiento de fase está situados en el interior de una carcasa de un cuadro de distribución eléctrica; sin embargo, los circuitos sensores de corriente y de desplazamiento de fase pueden estar situados en diferentes ubicaciones en el interior del sistema eléctrico (por ejemplo, en una carga).
- Tal como se ha descrito en la presente memoria, los circuitos sensores de corriente y de desplazamiento de fase, el sensor de voltaje común y la unidad de medición central están situados en el interior de una carcasa de un cuadro de distribución eléctrica; sin embargo, en otras realizaciones, estos componentes pueden estar situados en ubicaciones diferentes en el exterior de la carcasa del cuadro de distribución eléctrica.
- 20 Tal como se ha descrito también en la presente memoria, los circuitos sensores de corriente y de desplazamiento de fase están instalados en el interior de un cuadro de distribución eléctrica; sin embargo, en otras realizaciones, los circuitos sensores de corriente y de desplazamiento de fase pueden estar instalados en cualquier tipo de sistema eléctrico en el que se desea supervisar la potencia "real" de una línea.
- 25 Mediante la medición de la corriente y del desplazamiento de fase del voltaje de una línea de alimentación sustancialmente en la misma ubicación, puede realizarse una lectura precisa de la potencia "real" de la línea de alimentación. Además, mediante la medición de la corriente y del desplazamiento de fase del voltaje de la línea de alimentación sin contactar directamente con un conductor de la línea de alimentación (por ejemplo, con un CT y un sensor de voltaje capacitivo), pueden reducirse los problemas de practicidad y de seguridad asociados con un contacto directo con un circuito energizado.
- 30 Habiendo descrito de esta manera varios aspectos de al menos una realización de la presente invención, se apreciará que a las personas con conocimientos en la técnica diversas se les ocurrirán fácilmente alteraciones, modificaciones y mejoras. Dichas alteraciones, modificaciones y mejoras están destinadas a ser parte de la presente descripción, y están destinadas a estar incluidas dentro del alcance de la invención. Por consiguiente, la descripción y los dibujos anteriores son sólo ejemplares.

35

REIVINDICACIONES

1. Un medidor (100) de potencia, comprendiendo el medidor de potencia:

un sensor (104) de voltaje configurado para ser acoplado a una línea de entrada que recibe alimentación de CA de entrada desde una fuente de alimentación de CA;

5 al menos un circuito (108) sensor de corriente y de fase configurado para ser acoplado a una línea de alimentación que proporciona al menos una parte de la alimentación de CA de entrada desde la línea de entrada a una carga; y

una unidad (116) de medición central acoplada al sensor (104) de voltaje,

10 en el que el sensor de voltaje está configurado además para medir un voltaje en la línea de entrada y transmitir una señal relacionada con el voltaje en la línea de entrada a la unidad de medición central;

en el que el al menos un circuito sensor de corriente y de fase está configurado además para medir una corriente de la línea de alimentación,

caracterizado por que

15 el al menos un circuito sensor de corriente y de fase está configurado además para calcular un desplazamiento de fase de voltaje entre un voltaje en la línea de alimentación y el voltaje en la línea de entrada, y para transmitir señales relacionadas con la corriente de la línea de alimentación y el desplazamiento de fase de voltaje a la unidad de medición central, y

20 en el que la unidad de medición central está configurada para calcular la potencia proporcionada a la carga a través de la línea de alimentación en base a las señales transmitidas desde el al menos un circuito sensor de corriente y de fase.

2. El medidor (100) de potencia según la reivindicación 1, en el que el al menos un circuito (108) sensor de corriente y de fase comprende:

un sensor (110) de corriente configurado para ser acoplado a la línea de alimentación y para generar una señal proporcional a la corriente en la línea de alimentación; y

25 un controlador acoplado al sensor de corriente, en el que el controlador está configurado para calcular la corriente de la línea de alimentación en base a la señal proporcional a la corriente en la línea de alimentación y transmitir la señal relacionada con la corriente de la línea de alimentación a la unidad de medición central.

3. El medidor (100) de potencia según la reivindicación 2, en el que el al menos un sensor de corriente y de fase comprende, además:

30 un sensor (112) de fase de voltaje acoplado a la línea de alimentación;

un divisor de voltaje capacitivo que incluye el sensor de fase de voltaje y un condensador acoplado entre el sensor de fase de voltaje y tierra, teniendo el divisor de voltaje capacitivo una relación de divisor de voltaje capacitivo; y

35 en el que la unidad de medición central está configurada además para transmitir la señal relacionada con el voltaje en la línea de entrada al controlador, y

40 en el que el controlador está acoplado además al sensor de fase de voltaje y configurado para medir un voltaje a través del condensador del divisor de voltaje, calcular el desplazamiento de fase de voltaje entre el voltaje en la línea de alimentación y el voltaje en la línea de entrada en base al voltaje a través del condensador, la señal relacionada con el voltaje en la línea de entrada, y la relación de divisor de voltaje capacitivo, y para transmitir la señal relacionada con el desplazamiento de fase de voltaje a la unidad de medición central.

4. El medidor (100) de potencia según la realización 3, en el que el sensor (112) de fase de voltaje comprende una capa de detección de voltaje configurada para formar un elemento capacitivo con un conductor de la línea de alimentación cuando el sensor de fase de voltaje está acoplado a la línea de alimentación.

45 5. El medidor (100) de potencia según la realización 4, en el que la capa de sensor de voltaje es una placa conductora que está configurada para rodear una parte del conductor de la línea de alimentación cuando el sensor de fase de voltaje se acopla alrededor de la línea de alimentación.

6. El medidor (100) de potencia según la reivindicación 3, en el que el al menos un sensor (108) de corriente y de

fase comprende, además:

un circuito de comunicaciones inalámbricas configurado para transmitir de manera inalámbrica la señal relacionada con la corriente de la línea de alimentación y la señal relacionada con el desplazamiento de fase de voltaje a la unidad de medición central.

- 5 7. El medidor (100) de potencia según la reivindicación 6, en el que el al menos un sensor (108) de corriente y de fase comprende, además:

un circuito de potencia acoplado al sensor de corriente y configurado para recibir la señal proporcional a la corriente en la línea de alimentación, rectificar la señal proporcional a la corriente y proporcionar la potencia de CC resultante a al menos uno de entre el controlador y el circuito de comunicaciones inalámbricas.

- 10 8. El medidor (100) de potencia según la reivindicación 3, en el que el controlador comprende un sensor de fase acoplado al divisor de voltaje, comprendiendo el sensor de fase:

una resistencia que tiene una resistencia y acoplada entre el divisor de voltaje capacitivo y tierra;

un amplificador de medición acoplado al divisor de voltaje capacitivo; y

- 15 un procesador de señal digital (DSP) acoplado al amplificador de medición, en el que el DSP está configurado para calcular el desplazamiento de fase de voltaje entre el voltaje en la línea de alimentación y el voltaje en la línea de entrada en base al voltaje a través del condensador, la señal relacionada con el voltaje en la línea de entrada, la relación del divisor de voltaje capacitivo y la resistencia de la resistencia.

- 20 9. El medidor (100) de potencia según la reivindicación 3, en el que el condensador es un condensador ajustable y en el que el controlador está configurado además para controlar el condensador ajustable para ajustar la relación del divisor de voltaje capacitivo.

10. Un procedimiento para medir la potencia proporcionada por una línea de alimentación de un sistema eléctrico a una carga, recibiendo el sistema eléctrico alimentación de CA desde una fuente de CA en una línea de entrada, comprendiendo el procedimiento las acciones de:

medir, con un sensor de voltaje acoplado a la línea de entrada, un voltaje de entrada en la línea de entrada;

- 25 medir, con un sensor de corriente acoplado a la línea de alimentación, una corriente de la línea de alimentación;

calcular, con un sensor de fase de voltaje acoplado a la línea de alimentación, un desplazamiento de fase de voltaje entre un voltaje en la línea de alimentación y el voltaje de entrada en la línea de entrada; y

- 30 calcular, en base a la corriente de la línea de alimentación, el desplazamiento de fase de voltaje, y el voltaje de entrada en la línea de entrada, proporcionándose un nivel de potencia a la carga a través de la línea de alimentación.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, que comprende, además:

transmitir, por parte del sensor de voltaje, una señal relacionada con el voltaje de entrada, a una unidad de medición central; y

- 35 transmitir, por parte de la unidad de medición central, una señal relacionada con el voltaje de entrada al sensor de fase de voltaje.

12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que la medición del desplazamiento de fase de voltaje entre el voltaje en la línea de alimentación y el voltaje en la línea de entrada comprende:

- 40 medir, con un controlador acoplado al sensor de fase de voltaje y el sensor de corriente, un voltaje producido por un divisor de voltaje capacitivo del sensor de fase de voltaje, teniendo el divisor de voltaje capacitivo una relación de divisor de voltaje capacitivo;

recibir, con el controlador, la señal relacionada con el voltaje de entrada común desde la unidad de medición central; y

- 45 calcular, con el controlador, el desplazamiento de fase de voltaje entre el voltaje en la línea de alimentación y el voltaje en la línea de entrada en base al voltaje producido por el divisor de voltaje capacitivo, la relación del divisor de voltaje capacitivo y el voltaje de entrada común.

13. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende además ajustar la relación del divisor de voltaje

capacitivo a un intervalo deseado.

14. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la medición de la corriente de la línea de alimentación comprende:

generar, con el sensor de corriente, una señal proporcional a la corriente de la línea de alimentación; y

5 calcular, con el controlador, en base a la señal proporcional a la corriente, la corriente de la línea de alimentación.

15. El procedimiento según la reivindicación 14, que comprende además transmitir de manera inalámbrica, con el controlador, una señal relacionada con el desplazamiento de fase de voltaje y una señal relacionada con la corriente de la línea de alimentación a la unidad de medición central.

10

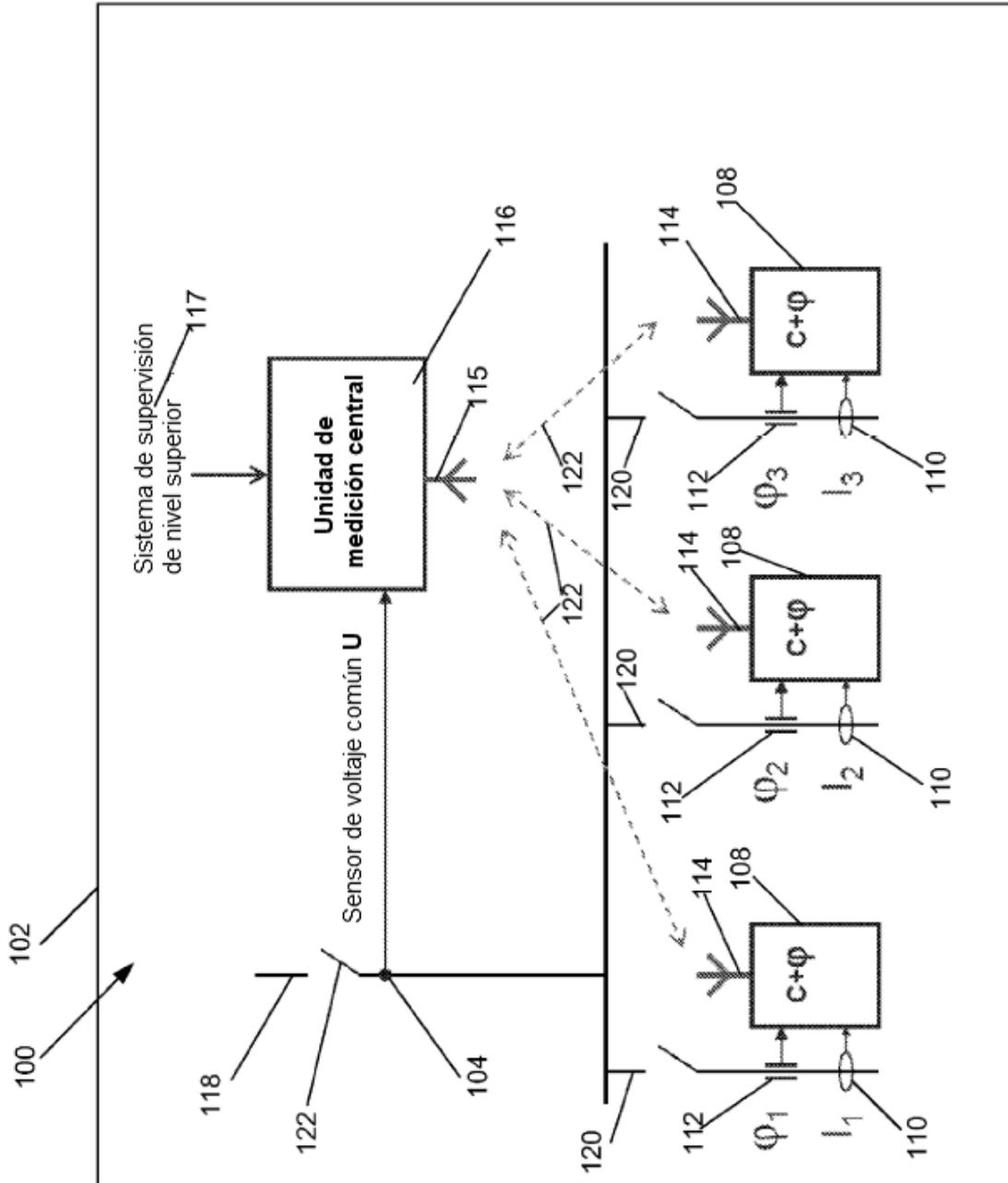
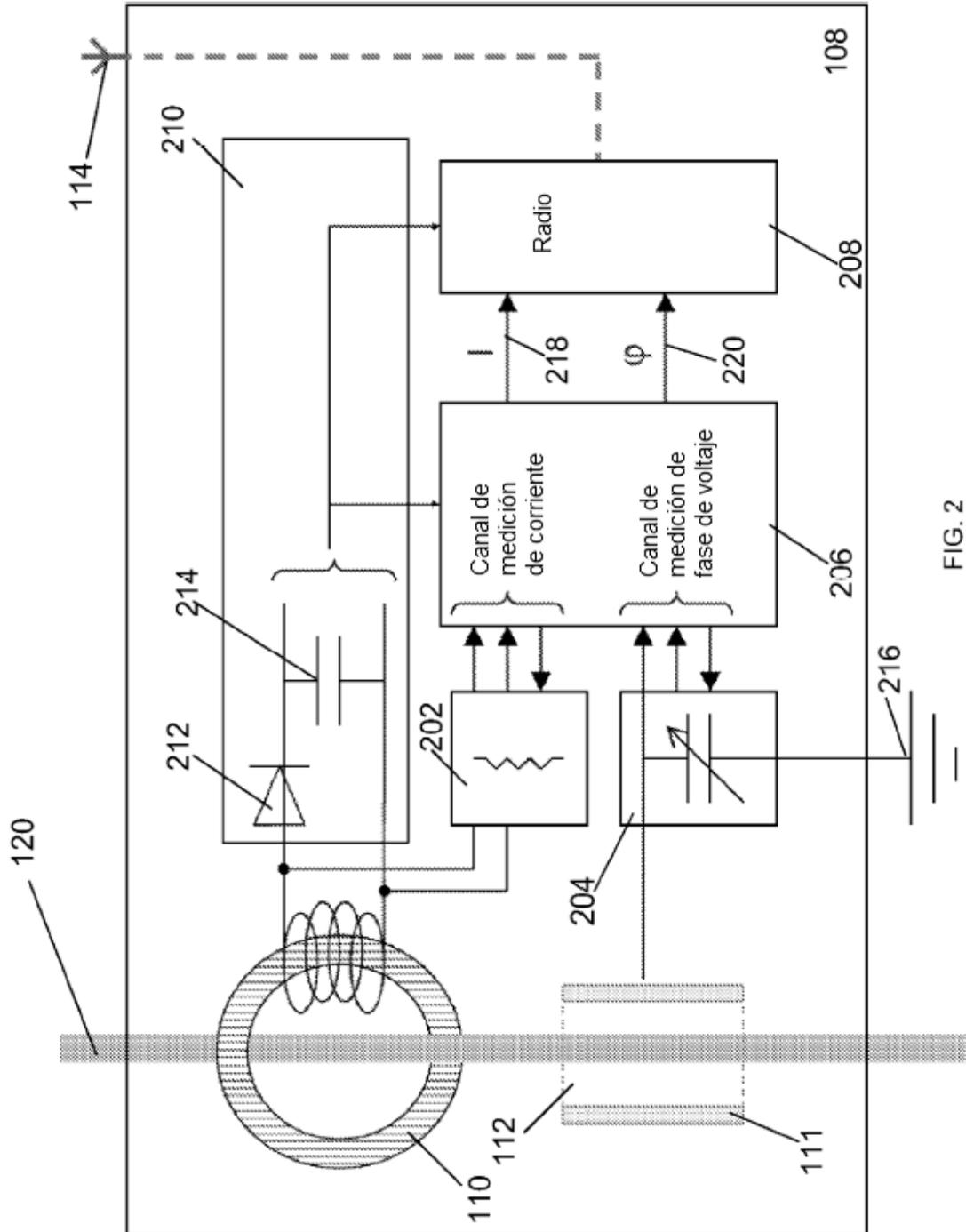


FIG. 1



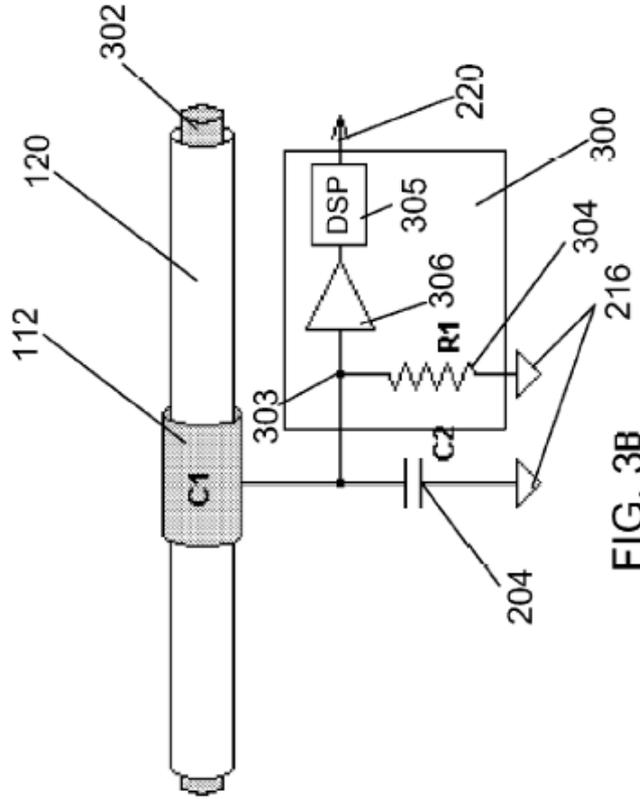


FIG. 3B

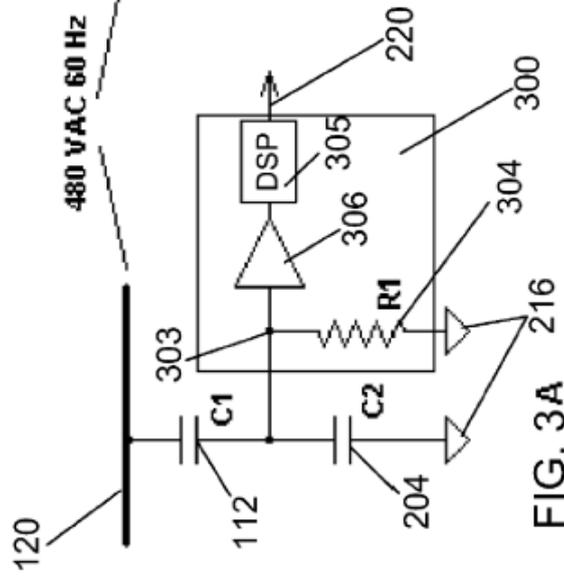


FIG. 3A