

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 582**

51 Int. Cl.:

H02J 3/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2011** **E 13172364 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017** **EP 2675034**

54 Título: **Medición y gestión del flujo de potencia**

30 Prioridad:

28.01.2010 GB 201001397

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

11.08.2017

73 Titular/es:

REACTIVE TECHNOLOGIES LIMITED (100.0%)
9400 Garsington Road Oxford Business Park
Oxford, Oxfordshire OX4 2HN, GB

72 Inventor/es:

HUOMO, HEIKKI

74 Agente/Representante:

CAMPELLO ESTEBARANZ, Reyes

ES 2 629 582 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

Medición y gestión del flujo de potencia.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la gestión del flujo de potencia en una red de distribución de electricidad. En particular, pero no exclusivamente, se refiere a la medición del consumo y suministro de potencia por unidades de potencia conectadas a la red.

10

Antecedentes de la invención

El suministro de electricidad a proveedores, tales como centrales eléctricas, a consumidores, tales como hogares domésticos y empresas, típicamente tiene lugar a través de una red de distribución de electricidad. La figura 1 muestra una red de distribución ejemplar que comprende una red de transmisión 100 y una red de distribución 102. La red de transmisión está conectada a las plantas generadoras 104, que pueden ser plantas nucleares o plantas de gas, por ejemplo, desde las cuales transmite grandes cantidades de energía eléctrica a tensiones muy altas (en el Reino Unido, por ejemplo, es típicamente del orden de 204 kV; sin embargo esto varía según el país), utilizando líneas eléctricas tales como líneas eléctricas aéreas, a la red de distribución 102; aunque, por razones de concisión, sólo se muestra aquí una red de distribución 102, en la práctica una red de transmisión típica suministra energía a múltiples redes de distribución. La red de transmisión 100 está unida a la red de distribución 102 a través de un nodo de transformador 106, que incluye un transformador 106 que convierte la fuente de alimentación eléctrica en una tensión más baja (en el Reino Unido, por ejemplo, es típicamente del orden de 50 kV; sin embargo, esto varía según el país) para la distribución en la red de distribución 102. La red de distribución, a su vez, se une, a través de subestaciones 108 que comprenden transformadores adicionales para la conversión en tensiones aún más bajas, a redes locales tales como una red urbana 112 que da suministro a usuarios domésticos 114, y a consumidores industriales, tal como una fábrica 110. Los proveedores de energía más pequeños tales como parques eólicos 116 también pueden estar conectados a la red de distribución 116 y proporcionar energía a los mismos.

El consumo de potencia total asociado con una red dada varía considerablemente de vez en cuando; por ejemplo, los períodos de consumo máximo pueden producirse durante la parte más caliente del día durante el verano, cuando muchos consumidores usan sus unidades de aire acondicionado. Dado que es costoso almacenar electricidad en grandes cantidades, generalmente se genera cuando se requiere, lo que puede suponer una carga para los proveedores, ya que tratan de satisfacer la demanda en hora punta.

35

En los últimos años, ha aumentado la demanda de maneras más eficientes de gestionar la distribución de energía en las redes eléctricas; en particular, se desea reducir el consumo de electricidad inútil con el fin de reducir los costes y el efecto adverso que tienen algunos métodos de generación de electricidad sobre el medio ambiente. También hay un cambio hacia formas renovables de generación de energía, tales como la energía eólica y la energía solar, que sólo podrán suministrar energía de forma intermitente cuando las condiciones lo permitan, aumentando la necesidad de reducir la variación en el consumo de energía con el tiempo. Además, también existe una tendencia hacia formas más distribuidas de suministro de energía. Por ejemplo, los hogares y las empresas individuales generan cada vez más su propia energía, por ejemplo, utilizando paneles solares instalados en sus instalaciones; el exceso de energía generado utilizando estas fuentes de energía puede venderse de nuevo al proveedor que gestiona la red a la que está conectado. Los vehículos eléctricos personales (PEV) son un ejemplo más de un proveedor de electricidad; los PEV típicamente tienen la capacidad de almacenar una gran cantidad de electricidad y pueden conectarse a una red eléctrica cuando están estacionados; esto significa que, además de ser consumidores de energía, pueden ser utilizados como fuente de energía para la red en momentos de alta demanda, siendo la electricidad almacenada en la batería del PEV devuelta a la red en esos momentos.

50

Con el fin de satisfacer estas necesidades cambiantes, son deseables métodos más sofisticados de medir y controlar el consumo de energía. Se han propuesto redes más sofisticadas, a veces conocidas como "redes inteligentes", que pueden incluir características tales como la capacidad de apagar ciertos electrodomésticos o procesos de fábrica en momentos de alta demanda. Estas redes inteligentes pueden utilizar medidores sofisticados, a veces conocidos como "medidores inteligentes" capaces de medir intermitentemente el consumo de energía en tiempo casi real, y de indicar los precios de la energía a los consumidores; esta información puede ser leída manualmente o puede ser transmitida automáticamente a través de una red de comunicaciones utilizando, por ejemplo, tecnología TCP/IP, a una ubicación central.

Sin embargo, tales medidores están situados típicamente en las instalaciones de un consumidor o proveedor, y

miden la cantidad de flujo de potencia eléctrica como un total de todos los dispositivos localizados en las instalaciones. Esto significa que no es fácil medir los flujos de potencia relacionados con dispositivos individuales en una instalación dada, o un grupo de dispositivos distribuidos a través de múltiples instalaciones, particularmente en vista del coste relativamente alto de los medidores inteligentes, lo que hace prohibitivo instalar un medidor separado en cada unidad de consumo y/o suministro de potencia a medir.

Es un objeto de la presente invención mitigar al menos algunos de los problemas de la técnica anterior.

El documento US6188205 desvela un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un sistema de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 9.

Resumen de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar la potencia eléctrica según la reivindicación 1.

Mediante el control del flujo de potencia en una unidad de potencia de acuerdo con un patrón de flujo de potencia predefinido, un nodo de medición en una red a la que la unidad está conectada que tiene acceso al patrón puede detectar y medir el flujo de potencia resultante de la unidad de potencia, permitiendo que el flujo de potencia sea detectado y medido a distancia. Además, puesto que el método sólo requiere que el flujo de potencia hacia y/o desde una unidad de potencia sea controlado (por ejemplo, encendido y apagado), no requiere un equipamiento de medición complicado y costoso, tal como un medidor inteligente.

Preferiblemente, el método comprende recibir la secuencia de datos en la unidad de potencia desde el nodo de medición. El método puede comprender además recibir una señal de activación, e iniciar la secuencia de control en base a la señal de activación recibida. Estas características permiten que los patrones de flujo de potencia de múltiples unidades de potencia sean controlados centralmente desde el nodo de medición.

En algunas realizaciones, el método comprende modificar una impedancia compleja de la unidad de potencia para modificar el flujo de potencia hacia y/o desde la unidad de potencia.

En algunas realizaciones, el método comprende impedir el flujo de energía hacia y/o desde la unidad de potencia en respuesta a una señal de desactivación. Así, las unidades de potencia se pueden apagar centralmente, permitiendo el control central del flujo de energía en la red.

En algunas realizaciones, el método comprende medir el consumo y/o el suministro de energía eléctrica en la unidad de potencia, y enviar una indicación de dicha medición al nodo de medición. Esto permite calibrar la medición realizada en el nodo de medición utilizando una lectura local realizada en la unidad de potencia.

Preferiblemente, cada uno de un grupo distribuido de dichas unidades de potencia está conectado a la red de distribución de electricidad, y el método comprende controlar el flujo de potencia hacia y/o desde la pluralidad de unidades de potencia de acuerdo con la secuencia de control, de tal forma que el consumo y/o suministro de potencia por la pluralidad de unidades de potencia se coordina para proporcionar colectivamente un flujo de potencia que tiene el patrón de flujo de potencia predefinido y una característica medible por el nodo de medición.

Proporcionando un grupo de unidades de potencia, tal vez distribuidas, con la misma secuencia de control, de manera que proporcionen colectivamente un flujo de potencia combinado de acuerdo con el patrón predefinido, se puede medir el flujo de potencia combinado resultante del grupo.

En algunas realizaciones, una pluralidad de los grupos está conectada a la red, y el método comprende controlar el flujo de potencia hacia y/o desde cada uno de los grupos de acuerdo con diferentes secuencias de control, de tal forma que los patrones de flujo de potencia resultantes de dichos grupos son ortogonales entre sí, o casi ortogonales, de tal forma que una característica de flujo de potencia asociada con cada uno de los patrones de flujo de potencia puede medirse en el nodo de medición independientemente de cada uno de los demás patrones.

Mediante el uso de patrones de flujo de potencia ortogonales o casi ortogonales, el flujo de potencia de múltiples grupos de dispositivos puede medirse simultáneamente.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un nodo de medición de acuerdo con la reivindicación 9.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 muestra una red de distribución de electricidad de la técnica anterior;
la figura 2 muestra una red que comprende un nodo de medición y grupos de unidades de potencia, de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 3A muestra un primer tipo de patrones de flujo de potencia de repetición de acuerdo con una realización de la presente invención;
10 la figura 3B muestra un segundo tipo de patrones de flujo de potencia de repetición de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 3C muestra un tercer tipo de patrones de flujo de potencia de repetición de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 4 muestra una disposición que incluye un dispositivo de control de flujo de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención;
15 la figura 5 muestra un nodo de medición de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 6 es un diagrama de flujo que muestra las etapas en la asignación de grupos de unidades de control de flujo de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 7A muestra la relación entre los componentes real y reactivo del flujo de potencia en una unidad de potencia en una realización de la presente invención; y
20 la figura 7B muestra un método para controlar una impedancia compleja de una unidad de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- 25 La figura 2 ilustra una red de distribución de electricidad en la que puede implementarse una realización de la presente invención. La red comprende un nodo de medición 204 que está conectado a través de las líneas eléctricas 208 a las unidades de potencia 202a a 2021 a través de dispositivos de control de flujo de potencia 200a a 2001. El nodo de medición 204 puede ser accesible por uno o más operadores de red que ejecutan un esquema de comercio de energía. Cada una de las unidades de potencia 202a a 2021 consume y/o proporciona energía eléctrica. Los
30 ejemplos de unidades de potencia que consumen energía eléctrica incluyen aparatos domésticos tales como calentadores eléctricos de agua y lavadoras, así como dispositivos industriales, tales como maquinaria de fábrica y ordenadores de sobremesa. Los ejemplos de proveedores de energía eléctrica incluyen paneles solares y turbinas eólicas. Aún otras unidades de potencia pueden consumir energía eléctrica en algunos momentos, pero proporcionarla en otros, tales como los PEV descritos anteriormente. Además, la expresión unidad de potencia se
35 usa en el presente documento para induir conjuntos de tales aparatos y dispositivos, tales como una casa. Cada una de las unidades de potencia está asociada con un dispositivo de control de flujo de potencia 200a a 2001, que controla la transferencia (es decir, suministro y/o consumo) de potencia por la unidad de potencia asociada; un dispositivo de control de flujo de potencia 200 se describe con más detalle a continuación.
- 40 El nodo de medición 204 puede estar situado en el nodo de transformador 106 descrito anteriormente, que une una red de transmisión con una red de distribución; como alternativa, puede estar situado en una subestación 108 en la red de distribución, o en cualquier otra ubicación de la red de distribución de electricidad conveniente para interactuar con unidades de potencia como se describe en el presente documento.
- 45 Aunque, por razones de simplicidad, sólo se muestran doce unidades de potencia en la figura 1, se entenderá que, en la práctica, la red comprenderá típicamente muchos cientos o miles de tales dispositivos.
- Además, las unidades de potencia y los dispositivos de control de flujo de potencia asociados están divididos en los grupos 206a a 206d. Como se muestra, la agrupación no necesita contener números iguales de dispositivos
50 miembros; además, la agrupación no necesita tener en cuenta la ubicación geográfica y puede estar altamente distribuida. Además, la agrupación no necesita tener en cuenta el tipo de unidad de potencia; por ejemplo, algunos grupos pueden induir tanto proveedores como consumidores de energía eléctrica. Algunos grupos sólo pueden tener un solo miembro.
- 55 En algunas realizaciones de la presente invención, la pertenencia a un grupo no es fija, pero se puede variar con el tiempo para cumplir los requisitos, como se describe con más detalle a continuación.

- Los dispositivos de control de flujo de potencia 200a a 2001 modifican cada uno el flujo de potencia hacia y/o desde la unidad de potencia asociada respectiva 202a a 2021, de acuerdo con un patrón que está definido únicamente
60 para cada grupo 206a a 206d. Las representaciones de estos patrones también se almacenan en el nodo de

medición 204. El flujo de potencia modificado se propaga a través de las líneas eléctricas 208 en la red en forma de una señal de potencia eléctrica (EPS); estas EPS pueden considerarse como ondas que tienen una forma de onda correspondiente al patrón utilizado para el grupo, teniendo cada grupo 206a a 206d una forma de onda asociada de forma única.

5

Se describe ahora una disposición ejemplar para modificar la transferencia de potencia (es decir, la potencia consumida o producida por) una unidad de potencia como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 4. La figura 4 muestra una unidad de potencia ejemplar 202 de la figura 2 que consume electricidad proporcionada a lo largo de las líneas eléctricas 208 conectadas a una red de distribución de electricidad. De acuerdo con una
10 realización de la presente invención, un dispositivo de control de flujo de potencia 200 se dispone para enviar señales a un conmutador 406 que controla el suministro de potencia real o reactiva a la unidad de potencia 202. El dispositivo de control de flujo de potencia 200 comprende un reloj 402, un almacén de datos 403, un procesador 404, una interfaz de usuario 405 y una interfaz de comunicaciones 410 dispuesta para transmitir y recibir información a través de un medio de comunicaciones fijo o inalámbrico, tal como ADSL, GSM, 3G, etc.; las funciones de estos
15 componentes se describen en detalle a continuación. También se puede proporcionar un medidor de potencia 412 que se dispone para medir el consumo de energía en la unidad de potencia 202; se describe a continuación un uso de este medidor de potencia.

Aunque el dispositivo de control de flujo de potencia 200 se muestra aquí como un dispositivo separado de la unidad
20 de potencia 202, en algunos casos puede comprender una parte integrada de este último; además, el conmutador 406 no está necesariamente situado en el exterior de la unidad de potencia 202, sino que puede estar instalado en la unidad, y estar dispuesto para controlar la fuente de alimentación desde el interior del dispositivo; este último caso es ventajoso cuando la unidad de potencia puede moverse de un lugar a otro, por ejemplo, si la unidad de potencia es un PEV.

25

El almacén de datos 403 del dispositivo de control de flujo de potencia 200 almacena una o más secuencias de control (denominadas en el presente documento como "códigos") que representan señales de control para controlar el conmutador de acuerdo con un patrón predefinido. El procesador 404 accede al almacén de datos 403, recupera un código y, basándose en el código, envía señales de control al conmutador 406 para controlar el flujo de potencia
30 a la unidad de potencia 202. El código define típicamente un patrón que varía en el tiempo de las señales de control, en este caso, las señales se proporcionan con referencia al reloj 402.

Debe observarse que, aunque los códigos se describen anteriormente como almacenados en el almacén de datos 403 del dispositivo de control de flujo de potencia 200, en algunas realizaciones pueden almacenarse de forma remota, accediendo el dispositivo 200 al almacén remoto para recibir los códigos cuando sea necesario. En algunas
35 realizaciones, los códigos pueden ser transmitidos al dispositivo 200, por ejemplo desde el nodo de medición 204, en cuyo caso no pueden almacenarse en el dispositivo 200, o almacenarse solamente en un almacén de datos temporal.

El conmutador 406 puede comprender un dispositivo de relé sencillo que activa los períodos de encendido y apagado de la fuente de alimentación en instantes de tiempo específicos. Como alternativa o adicionalmente, el conmutador 406 puede comprender un atenuador o un inversor de fase, etc. utilizado para obtener una forma de onda única que no necesariamente incluye simplemente períodos de encendido y apagado. El conmutador 406
40 puede operar para controlar un componente reactivo de la contribución de potencia de la unidad de potencia 202, como se describe en detalle a continuación. Los códigos almacenados en el dispositivo de control de flujo de potencia pueden prescribirse en la configuración del dispositivo de control de flujo de potencia 200 cuando se configura el dispositivo de control de flujo de potencia 200, o pueden comunicarse al dispositivo de control de flujo de potencia 200 a través de la interfaz de comunicaciones 410; a continuación se proporcionan más detalles sobre esta
45 última disposición.

50

La acción del conmutador 406 proporciona así una EPS que se propaga a través de las líneas eléctricas 414 a la red de distribución de electricidad, y cuya amplitud depende del consumo de potencia de la unidad de potencia 202. En las realizaciones de la presente invención, grupos de uno o más dispositivos de control de flujo de potencia se asignan cada uno a un código común y así coordinados de tal forma que dé como resultado una EPS combinada
55 que se puede disponer con un tamaño suficiente para detectarse en el nodo de medición 204. Las EPS generadas por cada grupo de unidades de potencia se propagan a través de la red al nodo de medición 204, modificando de este modo el flujo de potencia total en el nodo de medición. Dado que el patrón por el que se generó la EPS se conoce por el nodo de medición 204, el nodo de medición 204 puede identificar un grupo dado detectando la EPS asociada con un patrón conocido, y analizándolo para filtrar la contribución al flujo de potencia total por el grupo
60 dado, determinando así la contribución al flujo de potencia total por el grupo dado.

Aunque la unidad de potencia 202 se ha descrito como consumidora de la potencia proporcionada por la red de distribución de electricidad, se entenderá que los procesos descritos anteriormente se aplican igualmente en el caso de que el dispositivo sea un proveedor de energía eléctrica.

5

La figura 5 muestra un nodo de medición ejemplar 204. El nodo 204 comprende un procesador 504, un almacén de datos 503, un reloj 502, una interfaz de comunicaciones 510 y un medidor de potencia 512 dispuestos para medir el flujo de potencia a través de las líneas eléctricas 514 situadas en el nodo 204. El almacén de datos 503 almacena uno o más códigos, correspondientes a los almacenados en el almacén de datos 403 del dispositivo de control de

10

flujo de potencia 200, junto con información relativa al grupo asociado con cada código. Por ejemplo, el almacén de datos puede contener un identificador de cada una de las unidades de potencia pertenecientes a cada grupo, junto con una dirección, tal como la dirección IP, de cada dispositivo asociado con un grupo; el uso de estos datos de dirección se describe a continuación.

15

El medidor 512 puede ser un componente integrado del nodo 204, o puede estar en comunicación remota con el mismo. Puede implementarse como una bobina envuelta alrededor de una línea eléctrica. Típicamente, el medidor 512 detecta variaciones temporales en el flujo de potencia.

20

El procesador de nodo 504 recibe datos del medidor 512 indicativos de la amplitud, o alguna otra característica del flujo de potencia en el nodo 204. El procesador 504 incluye típicamente un convertidor analógico a digital que convierte la señal recibida en datos digitales. El procesador filtra entonces estos datos, utilizando uno o más de los códigos almacenados en el almacén de datos 503 y los datos de temporización del reloj 502, para correlacionar la señal recibida e identificar uno o más grupos de unidades de potencia, y determinar una amplitud del flujo de potencia en el nodo 204 resultante de cada grupo identificado.

25

Como se ha mencionado anteriormente, los dispositivos de control de flujo de potencia 200 también pueden comunicarse con un medidor de potencia 412 local a las unidades de potencia 202 con las que están asociadas. Estos medidores de potencia locales 412 pueden utilizarse para proporcionar una lectura local del flujo de potencia en relación con el dispositivo, que puede comunicarse al nodo de medición 204, por ejemplo a través de un medio de telecomunicaciones inalámbricas o de línea fija para calibrar lecturas realizadas en el nodo de medición 204.

30

En algunas disposiciones, sólo un único grupo está asociado con un nodo de medición dado 204. Sin embargo, típicamente se asociarán múltiples grupos con cada nodo. En este último caso, y para permitir la contribución al flujo de potencia en el nodo de medición de un grupo dado para distinguirse de la contribución de otros grupos, es útil para los códigos definir patrones de señales de control que son ortogonales o casi ortogonales, y dar lugar a EPS ortogonales o casi ortogonales; es decir, un patrón respectivo asociado con un grupo dado no está correlacionado con patrones asociados con otros grupos, o está solamente muy débilmente correlacionado con los mismos.

35

A continuación se describen técnicas para distinguir flujos de potencia de diferentes grupos con referencia a las figuras 3A a 3C, que muestran técnicas ejemplares que pueden usarse para distinguir los patrones de flujo de potencia de diferentes grupos. Como se ha mencionado anteriormente, a los grupos se les asignan preferiblemente códigos ortogonales entre sí de manera que la actividad con respecto a un grupo no interfiera con la actividad con respecto a otro grupo. Los códigos pueden ser ortogonales en frecuencia, tiempo, código o una combinación de los mismos. En la práctica, esto puede conducir al uso de separación de frecuencia, separación por división en el tiempo, o separación por división de código de los grupos, o una combinación de los mismos. Por consiguiente, el nodo de medida 204 se sintoniza, sincroniza, empareja, correlaciona, etc. con el código para identificar el grupo que proporciona/consume energía. El nodo de medición puede medir además la amplitud de potencia de la carga del grupo.

45

La figura 3A muestra un ejemplo de N grupos en los que los códigos están dispuestos de acuerdo con un patrón de transiciones discretas de nivel de potencia que se repiten con un periodo de tiempo predefinido 300. Si el estado activo se denomina "1" y el estado inactivo se denomina "0", el patrón de conmutación durante un ciclo de la forma de onda 306A para el grupo n.º 1 es "0100000", mientras que para las formas de onda 306B y 306N los patrones de conmutación ortogonales correspondientes son "0010000" y "0000001" respectivamente. Por razones de claridad, los ciclos de forma de onda están demarcados con líneas verticales discontinuas 304A a 304C. Es evidente que los patrones de conmutación son ortogonales entre sí, y permiten la identificación de los grupos.

55

Aunque cada uno de los códigos mostrados en la figura 3A comprende un único intervalo de tiempo "activo", debe observarse, sin embargo, que uno o más de los códigos pueden tener una pluralidad de estados activos durante el ciclo 300. El patrón para un grupo específico puede ser "011101001", por ejemplo.

60

El nodo de medición 204 puede comprender, en este caso, un correlacionador para la desambiguación de las señales de los grupos y, de este modo, identificarlos. Esto puede hacerse comparando cada uno de los patrones específicos de grupo conocidos por el nodo de medición con la forma de onda de la EPS detectada por el procesador 504 y determinando cuál de los posibles patrones específicos de grupo da como resultado la correlación más alta con la forma de onda detectada. El procesador 504 identifica posteriormente al grupo asignado para usar el patrón que dio como resultado la correlación más alta. En otras palabras, el nodo de medición 204 correlaciona la forma de onda detectada con una pluralidad de formas de onda ortogonales para identificar el grupo que proporciona y/o consume energía eléctrica, en base al patrón de conmutación específico del grupo. Este método, descrito con referencia a la figura 3A, se puede denominar como separación de código de los grupos.

El nodo de medición 204 también puede medir la amplitud de los grupos, y añadir las amplitudes medidas conjuntamente para obtener una suma de uso/consumo de energía controlada en los grupos controlados dados.

La figura 3B muestra un ejemplo en el que los grupos se identifican con una ventana de tiempo específica de grupo para conmutar la energía eléctrica hacia/desde la red de transmisión de energía eléctrica. Es decir, a cada grupo se le asigna una ventana de tiempo específica 310A a 310B durante la cual los conmutadores asociados se conmutan al estado "activo"; estas ventanas de tiempo están demarcadas con líneas verticales discontinuas 314A a 314C. En la figura 3B, se determina que el grupo n.º 1 proporciona/consume energía sólo durante la ventana de tiempo 310A. También puede especificarse la duración dentro del período asignado durante el cual el grupo específico proporciona/consume energía. Como puede verse en la figura 3B, la duración 312A a 312N de cada forma de onda 316A a 316N, respectivamente, puede variar. Sin embargo, la actividad tiene lugar durante la ventana de tiempo 310A a 310B especificada. Es decir, la carga se puede activar durante la totalidad o una cierta fracción de una ventana de tiempo. Este método, descrito con referencia a la figura B, puede denominarse separación de intervalos de tiempo de los grupos.

Una técnica adicional para identificar grupos de EPS asociadas se describirá ahora con referencia a la figura 3C. Esta técnica aplica la conmutación en distintas frecuencias específicas de grupo. Es decir, cada grupo se especifica con una frecuencia distinta según la cual el grupo consume/proporciona energía eléctrica. Por ejemplo, el grupo n.º 1 transfiere energía en intervalos de un período 320A, el grupo n.º 2 transfiere energía en intervalos de un período 320B, y el grupo n.º N transfiere energía en intervalos de un período 320N. Los intervalos 320A a 320N son diferentes para cada grupo y, por lo tanto, las formas de onda 326A a 326N pueden identificarse en el nodo de medición como asociadas con un cierto grupo. Este método se puede denominar separación de frecuencia de los grupos.

En el método de separación de frecuencia, el procesador 504 puede comprender convenientemente un amplificador de bucle de bloqueo en fase (PLL) con una pluralidad de frecuencias base para filtrar. El procesador 504 puede realizar un análisis de Fourier o de ondulada para obtener la potencia total asociada con el grupo. Además, la duración de la transferencia de energía se puede variar entre grupos y también entre períodos activos diferentes de un grupo. De esta manera, la carga puede ser controlada variando la relación de los estados activo/inactivo de baja a alta.

Las descripciones anteriores hechas con referencia a las figuras 3A a 3C proporcionan ejemplos de patrones de conmutación ortogonales. Se pueden crear otros tipos de patrones ortogonales combinando los métodos de frecuencia, intervalo de tiempo y separación de código descritos anteriormente. Independientemente de la manera en que el uso de potencia de un grupo se distingue por el de otro grupo, el patrón de flujo de potencia detectado en el nodo de medición 204 se compara con los patrones almacenados en el nodo de medición, y el grupo a partir del cual el patrón de flujo de potencia detectado da como resulta identificado en base a esta comparación.

Mediante el diseño adecuado de los códigos, es posible medir el consumo/suministro de potencia continuamente, en lugar de intermitentemente, y controlar estas mediciones en tiempo real. Es decir, un dispositivo de control de flujo de potencia 200 puede controlar una unidad de potencia 202 de acuerdo con un código o serie de códigos de repetición continua. Los códigos pueden ser diseñados para manipular la proporción de tiempo que se suministra potencia a/desde la unidad de potencia 202, y/o la cantidad de atenuación de la fuente de alimentación, de manera que el consumo total de energía durante un período dado pueda ser gestionado a un nivel aceptable o deseado. El método de separación de intervalos de tiempo y los métodos de separación de frecuencia descritos anteriormente son particularmente ventajosos en relación con este aspecto de la invención.

Por ejemplo, puede ser aceptable que un acondicionador de aire doméstico funcione continuamente con sólo un 80 % de potencia, sin ninguna consecuencia indeseable para el rendimiento de la unidad. En este caso, los códigos

pueden diseñarse de manera que el dispositivo de control de flujo de potencia 200 desconecte la alimentación del acondicionador de aire durante el 20 % del tiempo, suministrándose energía durante el resto del tiempo, de manera que el consumo total de energía durante un período dado sea el 80 % del máximo.

- 5 En algunos casos, el código utilizado puede variar de vez en cuando, de tal manera que el consumo de energía se active durante una mayor proporción del tiempo algunas veces más que en otras. Este ajuste podría hacerse en base a la demanda del usuario, por ejemplo, un usuario puede requerir que su acondicionador de aire consuma más potencia en algunas ocasiones más que en otras, o en base a las condiciones de la red, por ejemplo, conmutando a un código que dé como resultado un consumo de energía total inferior cuando se desea aliviar la demanda en la red.

10

Como se ha mencionado anteriormente, en el caso de que un grupo comprenda más de una unidad de potencia 202, es ventajoso que cada dispositivo de control de flujo de potencia 200 del grupo esté configurado con el mismo código, es decir, que el procesador 404 de cada dispositivo de control de flujo de potencia 200 use el mismo código para controlar el conmutador 406. En el caso de que un grupo incluya tanto a los proveedores de energía como a los consumidores de energía, los dispositivos de control de flujo de potencia pueden estar dispuestos de tal manera que la conmutación de los proveedores se produzca en contrafase a la de los consumidores de manera que, por ejemplo, cuando se conectan los consumidores, se desconectan los proveedores y viceversa. Esto asegura que se produzca una amplitud de flujo de potencia indicativa de la contribución total del grupo.

15

- 20 Para que la EPS resultante de cada miembro del grupo se combine constructivamente con la EPS de los otros miembros, el uso de los códigos puede sincronizarse, es decir, el procesador 404 de cada miembro del grupo debe activar el código en coordinación (por ejemplo, simultáneamente) con los demás miembros del grupo. Esto podría lograrse de varias maneras; por ejemplo, los relojes de cada dispositivo de control de flujo de potencia 200 podrían sincronizarse, y los dispositivos 200 configurarse para activar el código en un momento predeterminado. Sin embargo, en el caso de la separación de códigos de los códigos descritos anteriormente, el uso de los códigos no está necesariamente sincronizado; en cambio, los dispositivos de control de flujo de potencia 204 del grupo pueden activar un código dado en momentos diferentes con el procesador 504 del nodo de medición 204 dispuesto para correlacionar diferentes instancias del patrón de flujo de potencia correspondiente al código que resulta en tiempos diferentes de diferentes unidades de potencia 202, y para resumir las contribuciones de las diferentes unidades de potencia 202.

30

La activación del código puede ser activada por una señal de activación comunicada a los dispositivos de control 200 a través de la interfaz de comunicaciones 410; el código de activación podría ser transmitido a los dispositivos 200 desde el nodo de medición 204, o desde alguna otra ubicación. La señal de activación puede activar la activación inmediata de un código, o puede especificar una hora en la que se va a activar el código. La señal de activación puede especificar una duración de activación del código.

35

En algunas realizaciones de la presente invención, se utiliza más de un nodo de medición 204 para detectar patrones de flujo de potencia. A cada nodo de medición 204 se le puede asignar un área geográfica definida, estando todas las unidades de potencia 202 en un área dada asociadas al nodo para esa área. Dado que las EPS se atenúan a medida que viajan a través de la red, la EPS resultante de un grupo cuyas unidades de potencia de miembros 202 están situadas en un área asociada con un nodo dado 204 típicamente será considerablemente más débil en otros nodos. Esto significa que, con la condición de que los grupos estén dispuestos de tal manera que la EPS no sea tan grande como para interferir con señales en áreas vecinas, es posible utilizar los mismos códigos o correspondientes para grupos situados en diferentes áreas asociadas con diferentes nodos de medición; es decir, se puede reutilizar un conjunto de combinaciones de códigos no ortogonales entre las diferentes áreas. Por lo tanto, en algunas realizaciones, los códigos pueden asignarse en base a una separación geográfica de los nodos, siendo los códigos reutilizados entre grupos que están suficientemente separados.

40

45

- 50 En algunas realizaciones de la presente invención, más de un operador de red que ejecuta un esquema de comercio de energía tiene acceso a un nodo de medición dado 204. A cada operador de red se le asigna un conjunto de códigos ortogonal o casi ortogonal para el nodo de medición dado 204. Esto significa que es posible que múltiples operadores de red obtengan información de medición de cualquier combinación de unidades de potencia 202 o grupos 206 situados en la misma área geográfica y asociados con un nodo dado 204 sin que las señales hacia/desde cualquier operador de red interfieran con las señales hacia/desde cualquier otro operador de red.

55

Es deseable definir grupos de tal forma que la EPS resultante produzca un flujo de potencia en el nodo de medición 204 que sea lo suficientemente grande para distinguirse de otros componentes que constituyen el flujo de potencia total en el nodo 204, y sea detectable por encima del ruido del medidor de potencia 512, etc. Sin embargo, también puede haber consideraciones debido a las cuales es deseable que la contribución del flujo de potencia del grupo no

60

sea demasiado grande; por ejemplo, puede ser deseable evitar que la contribución del flujo de potencia sea tan grande que interfiera con las lecturas realizadas en los nodos de medición 204 con los que el grupo no está asociado. También puede haber requisitos operativos de red de la red eléctrica, tales como regulaciones de red asociadas con la red que limitan la cantidad máxima de conmutación que es permisible. Un factor adicional es la duración del tiempo durante el cual se va a tomar la medición, es decir, el periodo de tiempo durante el cual se ha de activar la secuencia de códigos; un corto tiempo de activación requiere una amplitud de flujo de potencia relativamente grande para ser detectable, mientras que si el tiempo de activación es largo, puede ser suficiente una amplitud de flujo de potencia relativamente pequeña.

10 Se describirá ahora un proceso ejemplar para asignar dispositivos de control de flujo de potencia 200 a un grupo. En los siguientes ejemplos, la asignación de código se realiza en el nodo de medición 204; sin embargo, en algunas realizaciones, esta asignación y/o transmisión se realiza mediante un dispositivo adicional, con el que el nodo y los dispositivos se comunican a través de sus respectivas interfaces 410, 510.

15 En algunas realizaciones, los dispositivos de control de flujo de potencia 200 se registran cada uno con un nodo de medición 204. Este registro podría realizarse manualmente, por ejemplo, a través de la interfaz de usuario 405 del nodo, y puede implicar que el dispositivo de control de flujo de potencia 200 envíe una señal a través de la interfaz de comunicaciones 410; para este fin, el dispositivo de control de flujo de potencia 200 puede tener acceso a una dirección IP, u otra dirección de red del nodo de medición 204. La información de unidad indicativa de las características de la unidad de potencia 202 con la que está asociado el dispositivo de control de flujo de potencia también puede proporcionarse; por ejemplo, un usuario puede introducir manualmente que la unidad de potencia que está siendo controlada es un calentador de agua, o introducir un consumo de energía esperado de la unidad de potencia. La otra información de unidad que puede proporcionarse incluye intervalos cuando la unidad de potencia asociada 202 está disponible para la medición, y/o control sin interferencia adversa al funcionamiento normal del dispositivo. Si posteriormente el usuario decide optar por la unidad de potencia 202 fuera de la medición, de forma permanente o temporal, esta información también puede transmitirse al nodo de medición. Cuando se recibe por el nodo de medición 204, dicha información de unidad se almacena en el almacén de datos 503.

Debe observarse que, aunque la información de unidad y otros datos se describen anteriormente como almacenados en un almacén de datos 503 situado en el nodo de medición 204, en algunos casos puede almacenarse en uno o más almacenes de datos remotos a los que el nodo 204 tiene acceso.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un proceso mediante el cual se asignan unidades de potencia a un grupo. En la etapa 600, se establece un objetivo para el valor de flujo de potencia en el nodo de medición 204 resultante de la EPS del grupo, en base a factores tales como relación señal-ruido, etc., descritos anteriormente. En la etapa 601, el procesador 504 del nodo de medición recupera información de unidad del almacén de datos 503. Esta información de unidad se usa en la etapa 602 para definir un grupo de prueba en base, por ejemplo, al número de unidades seleccionadas para el grupo y/o el consumo/suministro esperado de energía de las unidades seleccionadas.

40 En la etapa 604 se asigna un código al grupo y se envía información de código, utilizando los datos de dirección mencionados anteriormente, a los dispositivos de control de flujo de potencia seleccionados 200 a través de la interfaz de comunicación 510 del nodo de medición. La información de código puede contener el propio código, o puede proporcionar una indicación de un código almacenado en el almacén de datos 403. En la etapa 605, una señal de activación, como se ha descrito anteriormente, se transmite de forma similar a los dispositivos seleccionados; en algunas realizaciones, la información de código se envía concurrentemente con la señal de activación.

50 En la etapa 606 se mide el flujo de potencia resultante del grupo así definido. Puede ser que el flujo de potencia sea diferente al valor esperado porque, por ejemplo, uno o más de los dispositivos no estén activos (por ejemplo, un panel solar de noche), o porque la información de unidad almacenada en el almacén de datos 503 no sea precisa, por ejemplo.

55 En la etapa 608, se determina si la amplitud de flujo de potencia medida satisface ciertas restricciones predefinidas, tales como si la amplitud medida está dentro de un intervalo aceptable. Si se determina que la amplitud del flujo de potencia está dentro del intervalo se puede considerar optimizada, y la información relativa al grupo así definido y el código asignado al grupo se almacenan en el almacén de datos 503 del nodo de medición 204 en la etapa 610.

Si en la etapa 608 se determina que la amplitud no está dentro del intervalo, el proceso avanza a la etapa 612 donde el grupo se redefine; en otras palabras, la pertenencia a grupos del grupo de prueba se altera. Después de redefinir

el grupo, el proceso vuelve a la etapa 604 y envía información de código a los dispositivos de control de flujo de potencia seleccionados 200 en el grupo redefinido. Las etapas 606 a 608 se repiten entonces iterativamente hasta que se obtiene un grupo optimizado.

- 5 La etapa de redefinición 612 puede realizarse en base a la información de unidad mencionada anteriormente; por ejemplo, se puede compensar un déficit en el tamaño de la amplitud medida mediante la inclusión de unidades de potencia adicionales 202 que tengan un consumo/suministro de potencia esperado que suma este déficit. Como alternativa, o adicionalmente, se puede emplear una técnica de asignación aleatoria. Por ejemplo, se puede seleccionar un número de unidades 202 para su inclusión en el grupo basándose en la información de la unidad, y
- 10 los dispositivos que constituyen ese número se seleccionan entonces al azar. Como alternativa, en algunas realizaciones, tanto el número como la identidad de las unidades 202 pueden seleccionarse al azar, estando las etapas 604 a 612 realizadas iterativamente hasta que se obtiene una amplitud optimizada. Pueden utilizarse otros parámetros de optimización, tales como un parámetro relativo a la distribución geográfica de las unidades de potencia 202.

- 15 En algunas realizaciones, puede utilizarse una técnica de asignación aleatoria como se ha descrito anteriormente para cada iteración del proceso anterior, en cuyo caso la información de unidad no se usa en el proceso de asignación de grupos.

- 20 Los métodos descritos anteriormente para definir grupos no son exhaustivos; se puede usar cualquier método que dé como resultado grupos que tengan las características deseadas.

Como se ha mencionado anteriormente, algunos dispositivos de control de flujo de potencia 200 pueden estar asociados con unidades de potencia 202 cuya ubicación cambia de vez en cuando, por ejemplo un PEV, que puede

- 25 cambiar de ubicación permanentemente cuando su propietario se desplaza, o temporalmente cuando el propietario, por ejemplo, hace un viaje y aparca en un área diferente a su ubicación habitual. Incluso cuando el PEV sólo ha cambiado ubicaciones temporalmente, puede estar conectado a la red de distribución eléctrica en el lugar temporal, por ejemplo, para recargar una batería agotada.

- 30 Cuando un PEV cambia de ubicación, puede moverse desde un área asociada con un primer nodo de medición hasta un área diferente, específicamente uno asociado con un nodo distinto del primer nodo. Este otro nodo podría estar asociado con el mismo operador de red que el primer nodo, o podría estar asociado con un operador de red diferente. Puede ser conveniente comunicar este cambio de ubicación a los nodos de medición afectados. El PEV puede estar equipado con un sistema de navegación de sistema de posicionamiento global (GPS) que supervisa la
- 35 posición del PEV y transmite esta información de posición. En algunas realizaciones, la información de posición se transmite directamente a cada nodo de medición 204, recibiendo cada nodo esta información determinando entonces si el PEV está dentro de su zona; en algunas realizaciones, el PEV transmite la información a un nodo maestro que entonces asigna el PEV a un nodo en cuya área asignada se encuentra el PEV. Con este fin, el PEV puede almacenar datos indicativos de una dirección de red, tal como una dirección IP, de cada nodo 204 con el que
- 40 se comunica. En algunas realizaciones, la información de localización puede introducirse manualmente por un usuario que utiliza la interfaz de usuario.

El área en la que está situado el PEV puede determinarse en base a la entrada del usuario, por ejemplo, el usuario del PEV puede utilizar la interfaz de usuario 405 para indicar (por ejemplo, al nodo maestro mencionado

- 45 anteriormente) que el PEV ha cambiado de ubicación. A continuación, se asigna un código al PEV para su activación durante un periodo de tiempo suficientemente largo para que el EPS resultante pueda detectarse en uno o más nodos de medición 204. A continuación se determina en qué nodo de medición 204 el EPS es más fuerte y se asigna el PEV a dicho nodo de medición 204.

- 50 El movimiento del PEV entre áreas puede requerir una reasignación de códigos, tanto en el área en la que se ha movido como en el área que ha dejado. Por ejemplo, el nodo maestro mencionado anteriormente puede controlar los cambios de área y transmitir una señal al primer nodo indicando que el PEV ya no está asociado con el primer nodo, y una señal adicional al otro nodo, indicando que el PEV está ahora asignado a ese nodo.

- 55 Si sólo un PEV se mueve en un área determinada, puede ser que se pueda asignar a un grupo existente sin interrupción significativa del EPS del grupo. De forma similar, el PEV puede simplemente ser eliminado del grupo al que fue asignado en el área que ha dejado sin tener que hacer un cambio a este grupo, si esto no tiene un impacto demasiado grande en el EPS del grupo. Sin embargo, cuando el número de PEV que cambian de área es grande, el movimiento puede perturbar el EPS hasta el punto de que las asignaciones de grupo tienen que ser alteradas; las
- 60 amplitudes de flujo de potencia resultantes de los diferentes grupos pueden ser supervisadas, siendo los grupos

reasignados en el caso de que, por ejemplo, una amplitud de flujo de potencia para cualquier grupo esté fuera de un intervalo aceptable. El proceso de reasignación de grupos puede implicar repetir el proceso descrito con referencia a la figura 6.

- 5 Los procesos anteriores proporcionan un método para medir de forma remota el consumo y/o el suministro de potencia por uno o un grupo de unidades de potencia en tiempo real, y permitir la supervisión en tiempo real de la medición. Esto claramente tiene amplia aplicación en el campo de la gestión de energía; por ejemplo, podría utilizarse para proporcionar información en tiempo real sobre la potencia disponible para ser alimentada de nuevo a la red desde uno o más PEV enchufados a una estación de carga y, por ejemplo, o para proporcionar una medición
- 10 en tiempo real del consumo de energía de un dispositivo individual, tal como un horno eléctrico o un calentador de inmersión doméstica.

- En cuanto a los usuarios asociados a las unidades de potencia 202 que se están midiendo, está implícito que, para que sus unidades de potencia sean controladas de acuerdo con realizaciones de la invención, acuerdan entrar en un
- 15 esquema mediante el cual, en el caso de los proveedores de energía eléctrica, el excedente de energía se puede alimentar de nuevo a la red de distribución de electricidad y, en el caso de los consumidores de energía eléctrica, los dispositivos pueden apagarse de forma remota. Esto puede implementarse, por ejemplo, mediante una señal de desactivación desde el nodo de medición 204, o desde alguna otra ubicación, a ciertas horas del día, especialmente en el caso, por ejemplo, de acondicionadores de aire y calentadores de agua, que no pueden usarse en momentos
- 20 específicos del día. El ahorro energético así generado podría entonces ponerse a disposición de una empresa de servicios encargada de suministrar energía a la red de distribución de electricidad.

- Por lo tanto, se puede medir una potencia disponible para un grupo dado según los métodos descritos anteriormente; y la cantidad medida ofrecerse para la venta al proveedor de servicios. Si el proveedor de servicios
- 25 acepta la compra, el nodo de medición puede transmitir una señal a los dispositivos de control de flujo de potencia 200 del grupo correspondiente haciendo que todos los dispositivos de consumo de electricidad del grupo se desconecten, y que todos los dispositivos de suministro de electricidad se conecten.

- Como se ha descrito anteriormente, el usuario puede especificar, utilizando la interfaz de usuario 405, un tiempo
- 30 durante el cual es aceptable que la unidad de potencia 202 se apague. Además, en el caso de un PEV trasladado a una nueva ubicación, el usuario puede proporcionar información, tal como una indicación de la duración del PEV en esa ubicación, la cantidad de carga disponible en la batería.

- La información relativa a la ubicación de una o más unidades de potencia también puede usarse para, por ejemplo,
- 35 monitorizar el consumo/suministro de potencia de red en ubicaciones particulares de la red para asegurar que no se producen "puntos calientes" de demanda de energía excesiva.

- En muchos de los ejemplos anteriores, se describe que el nodo de medición mide una amplitud de consumo de potencia; sin embargo, en algunos casos, alguna otra característica del flujo de potencia podría ser modificada por
- 40 los dispositivos de control de flujo de potencia 200 y, en consecuencia, caracterizarse en el nodo de medición 204; por ejemplo, se podría usar una impedancia compleja de las unidades de potencia para modificar el flujo de potencia, tal como se describe ahora con referencia a las figuras 7A y 7B.

- La figura 7A es un diagrama de fases que muestra la relación entre las características de potencia real (P), potencia reactiva (Q) y potencia compleja (S) del consumo y/o suministro de potencia de la unidad de potencia 202. Se
- 45 representa Q como la parte reactiva de S , y representa la componente de S debido a flujos de potencia inductivos y/o capacitivos, en los cuales el flujo de corriente a través de la unidad de potencia está desfasado 90 grados con la tensión en la unidad de potencia 202. P está representado como la parte real de S , y representa la componente del consumo y/o suministro de potencia por la unidad de potencia que es puramente resistiva, en la que el flujo de
- 50 corriente a través de la unidad de potencia 202 está en fase con la tensión en la unidad de potencia 202. El ángulo ϕ es el ángulo de fase entre P y S , y depende de la impedancia compleja de la unidad de potencia 202.

- El flujo de potencia dentro de la red de distribución de electricidad típicamente varía periódicamente según, por ejemplo, un patrón sinusoidal. Si la duración del tiempo (por ejemplo, las duraciones 312A a 312N) durante el cual el
- 55 conmutador 406 está en la posición de encendido es larga en comparación con este período de variación, la EPS resultante comprende una variación en la magnitud de la potencia compleja S , sin o poca variación en el ángulo de fase ϕ .

- Sin embargo, en algunas realizaciones de la presente invención, el ángulo de fase ϕ , como alternativa o
- 60 adicionalmente, se varía, variando la impedancia compleja eficaz de la unidad de potencia 202. El ángulo de fase ϕ

puede variar, por ejemplo, por el dispositivo de control de flujo de potencia 200 que controla el conmutador 406 de manera que la unidad de potencia 202 extraiga corriente de la red de distribución de electricidad solamente durante ciertas partes del período durante el cual el flujo de potencia varía. Un ejemplo de esto se muestra en la figura 7B, en la que las áreas sombreadas representan períodos de tiempo cuando el dispositivo de control de flujo de potencia 200 controla el conmutador 406 de manera que la unidad de potencia 202 extraiga corriente de, o suministre corriente a, la red de distribución de electricidad, y las áreas no sombreadas representan períodos de tiempo durante los cuales el dispositivo de control de flujo de potencia 200 controla el conmutador 406 de manera que la unidad de potencia 202 no extraiga corriente de la red de distribución de electricidad, o suministre corriente a la misma.

- 10 En el ejemplo ilustrado en la figura 7B, el conmutador 406 está activo, y la unidad de potencia 202 extrae corriente de la red de distribución de electricidad, o suministra corriente a la red de distribución de electricidad, durante el tiempo T_1 durante, y desde el comienzo de, cada semiciclo C (es decir, partiendo de cuando la tensión en la unidad de potencia cruza cero), y el conmutador 406 está inactivo, y la unidad de potencia no extrae corriente de la red de distribución de electricidad, ni suministra corriente a la misma, durante un tiempo T_2 al final de cada semiciclo. Esto da como resultado un flujo de corriente hacia y/o desde la unidad de potencia 202 que conduce el flujo de tensión en la unidad de potencia 202, dando como resultado un valor positivo de ϕ .

- Mediante la variación de los valores de T_1 y T_2 , la impedancia compleja eficaz de la unidad de potencia 202, y por lo tanto el valor del ángulo de fase ϕ , se pueden variar de acuerdo con los patrones descritos anteriormente. El ángulo de fase ϕ puede variar entre dos valores diferentes, por ejemplo, un ángulo de fase ϕ de +2,5 grados puede representar un valor de "1", con un ángulo de fase ϕ de 0 grados (que se produce en el caso en el que T_2 se ajusta a cero) que puede representar un valor de "0". Por lo tanto, se puede generar una EPS que comprenda una variación del ángulo de fase ϕ . Como alternativa, al disponerse de manera que el período durante el cual el conmutador 406 se desactiva esté en el principio, en vez de al final, del semiperíodo C, podría producirse un valor negativo del valor de fase ϕ ; en este caso, un valor positivo de ϕ puede representar un valor de "1", representando un valor negativo de ϕ un valor de "0".

Las técnicas para producir formas de onda ortogonales descritas anteriormente en relación con las figuras 3A a 3C pueden aplicarse así a las EPS que comprenden ángulos de fase variables ϕ .

- En algunas realizaciones, se puede usar un método de modulación de anchura de impulso (PWM) para controlar la impedancia compleja de la unidad de potencia 202. En un método PWM, cada semiciclo C se divide en intervalos de tiempo, por ejemplo, algunas decenas de intervalos de tiempo, variándose la proporción de tiempo durante cada intervalo en el que la corriente se extrae de o se proporciona a la unidad de potencia 202 de acuerdo con la posición del intervalo en el ciclo; por ejemplo, la unidad de potencia 202 podría funcionar al 100 % de capacidad durante el primer y tercer cuartos de cada ciclo, y a una capacidad del 90 % durante el segundo y cuarto cuartos, para producir un valor positivo de la diferencia de fase ϕ . Esto se puede implementar dividiendo cada uno de los intervalos de tiempo en sub-intervalos y el dispositivo de control de flujo de potencia 200 que controla el conmutador 406 de manera que la unidad de potencia 202 extraiga y/o suministre corriente solamente durante una proporción de los sub-intervalos para un intervalo dado, por ejemplo.

- En los casos en que la unidad de potencia 202 es un proveedor de energía eléctrica, y proporciona una corriente continua (CC), por ejemplo, cuando la unidad de potencia 202 es un panel solar o dispositivo de almacenamiento eléctrico, tal como un PEV o una batería de bicicleta eléctrica personal, puede ser conveniente modular la impedancia compleja como parte de un proceso de conversión de CC a CA. Esto se puede realizar usando un dispositivo de conversión de CC/CA usando un puente en H, por ejemplo.

- Si los valores entre los cuales varía el ángulo de fase ϕ se mantienen relativamente pequeños, la variación de la potencia real P es también pequeña, lo que significa que puede minimizarse cualquier interrupción a un usuario de la unidad de potencia 202.

- En las realizaciones en las que la EPS comprende un ángulo de fase variable ϕ , el medidor 512 en el nodo de medición 204 comprende un medio para medir variaciones en el ángulo de fase ϕ , que puede comprender, por ejemplo, un budo de bloqueo en fase.

- Las técnicas y métodos descritos en el presente documento pueden implementarse por diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden implementarse en hardware (uno o más dispositivos), firmware (uno o más dispositivos), software (uno o más módulos) o combinaciones de los mismos. Para una implementación en hardware, los aparatos de las figuras 4 y 5 pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales

(DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables en campo (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos. Para el firmware o software, la implementación puede llevarse a cabo a través de módulos de al menos un conjunto de chips (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que realicen las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software pueden almacenarse en una unidad de almacenamiento de datos y ejecutarse por procesadores. La unidad de almacenamiento de datos se puede implementar dentro del procesador o externamente al procesador. En este último caso, puede acoplarse comunicativamente al procesador a través de diversos medios, como se conoce en la técnica. Además, los componentes de los sistemas descritos en el presente documento pueden reordenarse y/o complementarse por componentes adicionales con el fin de facilitar el logro de los diversos aspectos, etc., descritos con respecto a los mismos, y no se limitan a las configuraciones predichas expuestas en las figuras dadas, como se apreciará por un experto en la técnica.

Las realizaciones anteriores deben entenderse como ejemplos ilustrativos de la invención. Se contemplan realizaciones adicionales de la invención. Por ejemplo, se describe anteriormente que un usuario puede interactuar con, y proporcionar información al nodo de medición 204 a través de una interfaz de usuario 405 de una unidad de potencia 202. En algunas disposiciones, en su lugar, el usuario puede interactuar con el nodo 204 utilizando una interfaz de usuario situada en otra parte, o utilizar un navegador de Internet para comunicarse con un dispositivo de control de flujo de potencia 200 o un nodo de medición 204 a través de Internet. En algunas disposiciones, la comunicación descrita como realizada por un usuario podría ser realizada automáticamente, por ejemplo, utilizando un algoritmo informático que podría adaptarse para acceder al calendario del usuario y/u otra información personal para determinar los tiempos disponibles de los dispositivos asociados con el usuario, por ejemplo.

Además, se ha mencionado anteriormente que un nodo de medición 204 puede almacenar datos de dirección que indican una dirección de red, tal como una dirección IP, de uno o más dispositivos de control de flujo de potencia 200 con los que se comunica. En algunas realizaciones, la unidad de control de flujo de potencia 200 puede estar equipada con una tarjeta SIM de módulo de identidad de abonado, en cuyo caso los datos de dirección comprenden un número de identidad de la tarjeta SIM, tal como un número MSISDN. En algunos casos, las comunicaciones entre los dispositivos de control de flujo de potencia 200 y los nodos de medición 204 pueden tener lugar mediante la transmisión de datos a lo largo de las líneas eléctricas 414.

En muchos de los ejemplos anteriores, una característica del flujo de potencia hacia y/o desde la unidad de potencia varió entre dos valores (por ejemplo, encendido/apagado). Sin embargo, en algunas realizaciones, la característica puede variar entre tres o más valores.

Además, en las realizaciones analizadas anteriormente, la red de distribución eléctrica utiliza una distribución monofásica. Sin embargo, para el experto en la técnica será evidente que los mismos principios se aplican a sistemas multifásicos; por ejemplo, en un sistema trifásico, el nodo de medición suma la contribución para cada grupo para cada fase y luego suma todas las fases.

REVINDICACIONES

1. Un método para medir el flujo de potencia en una red de distribución eléctrica que comprende un nodo de medición (204) capaz de medir una característica relativa al flujo de potencia, estando conectada la red de distribución de electricidad a un grupo (206) de una o más unidades de potencia (202) dispuesta cada una para consumir energía eléctrica de y/o proporcionar energía eléctrica a la red de distribución de electricidad de tal forma que un cambio en el suministro y/o el consumo de potencia por dicha unidad de potencia (202) da lugar a un cambio en el flujo de potencia en la red, en el que cada una de las unidades de potencia (202) está asociada con un dispositivo de control de flujo de potencia respectivo (200) dispuesto para variar un flujo de energía eléctrica con respecto a y/o de una unidad de potencia (202) de acuerdo con una secuencia de control predefinida, dando como resultado un flujo de potencia eléctrica que tiene un patrón de flujo de potencia predefinido asociado con dicho grupo (206) de una o más unidades de potencia (202), estando el nodo de medición (204) dispuesto para acceder a un almacén de datos (503) dispuesto para almacenar datos indicativos de uno o más de dichos patrones de flujo de potencia predefinidos, cada uno asociado con dicho grupo respectivo (206) de una o más unidades de potencia (202), comprendiendo el método:
 - medir una característica de una señal indicativa de la potencia que fluye en el nodo de medición (204);
 - analizar la señal medida;
 - caracterizado por** correlacionar un componente de la señal medida con un primer patrón de flujo de potencia predefinido en base al análisis;
 - generar una o más señales correlacionadas en base a la correlación; y
 - determinar una contribución a dicha señal medida por dicho grupo (206) de una o más unidades de potencia (202) en base a la una o más señales correlacionadas.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la característica comprende una amplitud del flujo de potencia.
3. Un método de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 1 y la reivindicación 2, que comprende el envío de una señal que especifica dicha secuencia de control a cada unidad de potencia (202) del grupo (206).
4. Un método de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 3, que comprende enviar una señal de activación a las unidades de potencia (202) para activar, en un tiempo predeterminado, la secuencia de control.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha señal de activación especifica un tiempo de activación de dicha secuencia de control.
6. Un método de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 5, que comprende asignar la secuencia de control de acuerdo con un requisito consumo y/o suministro de potencia con respecto a la una o más unidades de potencia, con el fin de controlar un consumo y/o suministro de energía de las unidades de potencia.
7. Un método de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 6, en el que la red de distribución de electricidad está conectada a una pluralidad de dichos grupos (206), el nodo de medición (204) almacena datos que representan una pluralidad de dichas secuencias de control, y datos que indican asociaciones entre las secuencias de control almacenadas y los grupos (206), y el método comprende:
 - correlacionar la señal medida con las secuencias almacenadas, para identificar una contribución de un grupo dado (206) al consumo y/o suministro total de potencia dentro de la red de distribución eléctrica.
8. Un método de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 7, que comprende:
 - recibir en el nodo de medición, desde al menos una de dichas unidades de potencia, una señal indicativa de una medición de consumo y/o suministro de electricidad que se realiza en la unidad de potencia;
 - comparar en el nodo de medición, la medición recibida con una contribución determinada relativa a la unidad de potencia; y
 - calibrar mediciones hechas en el nodo de medición en base a dicha comparación.
9. Un nodo de medición (204) para medir el flujo de potencia en una red de distribución de electricidad, estando la red de distribución de electricidad conectada a un grupo (206) de una o más unidades de potencia (202)

cada una dispuesta para consumir energía eléctrica desde y/o proporcionar energía eléctrica a la red de distribución de electricidad, de tal forma que un cambio en el suministro y/o consumo de potencia por dicha unidad de potencia (202) da como resultado un cambio en el flujo de potencia hacia y/o desde dicha unidad de potencia (202) de acuerdo con una secuencia de control predefinida, dando como resultado un flujo de potencia eléctrica que tiene un patrón de flujo de potencia predefinido asociado con dicho grupo (206) de una o más unidades de potencia (202), estando el nodo de medición (204) dispuesto para acceder a un almacén de datos (503) dispuesto para almacenar datos indicativos de uno o más de dichos patrones de flujo de potencia predefinidos, cada uno asociado con un grupo respectivo (206) de una o más unidades de potencia (202), en el que dicho nodo de medición (204) comprende:

10

un medidor (512) para medir una característica de una señal indicativa de la potencia que fluye en el nodo de medición (204); y
un procesador (504) dispuesto para:
analizar la señal medida;

15

caracterizado por que el procesador está además adaptado para correlacionar un componente de la señal medida con dicho primer patrón de flujo de potencia predefinido en base al análisis;
generar una o más señales correlacionadas en base a la correlación; y
determinar una contribución a dicha característica medida por dicho grupo (206) de una o más unidades de potencia (202) en base a la una o más señales correlacionadas.

20

10. Un nodo de medición (204) de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende dicho almacén de datos.

25

11. Un programa informático que comprende un conjunto de instrucciones que, al ejecutarse en una unidad de procesamiento, hace que la unidad de procesamiento realice el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

Fig. 1

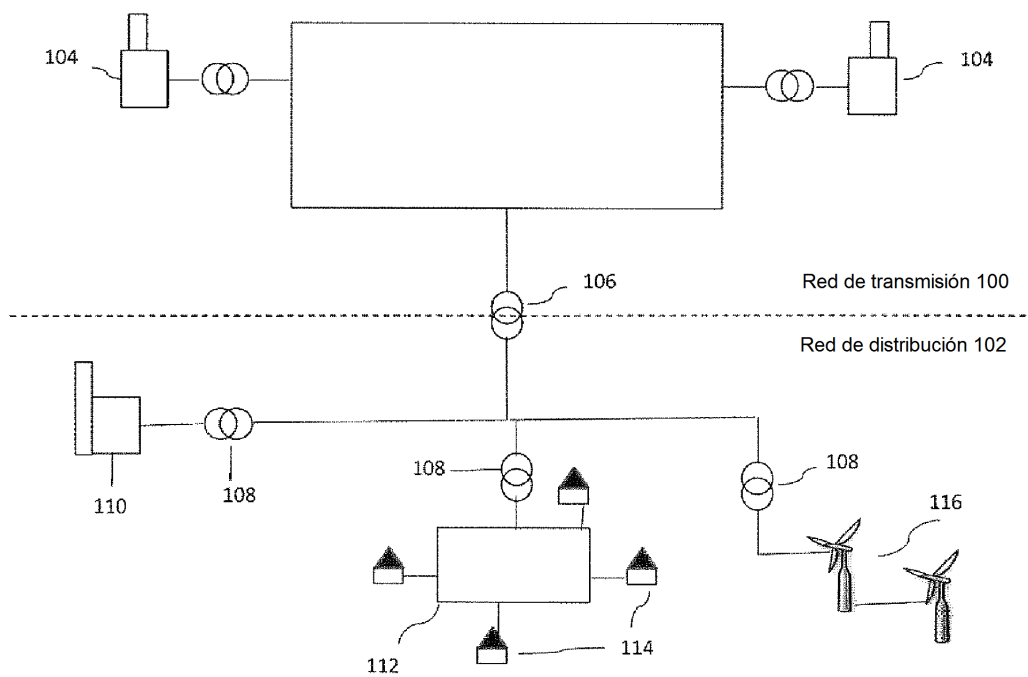
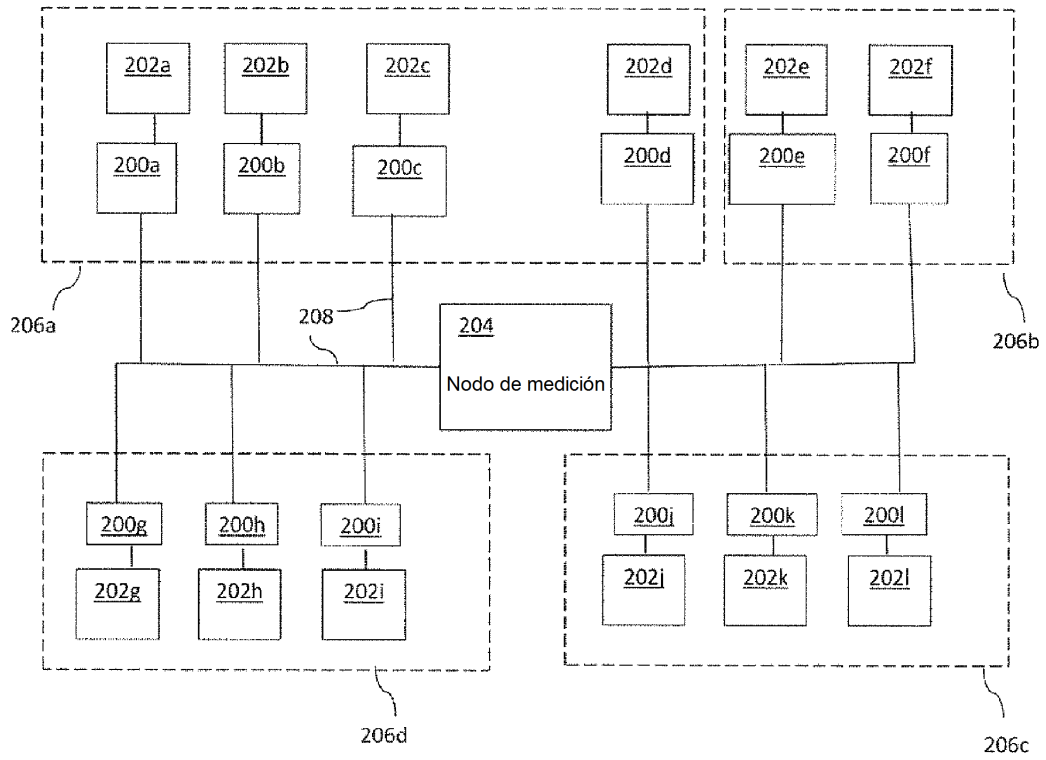
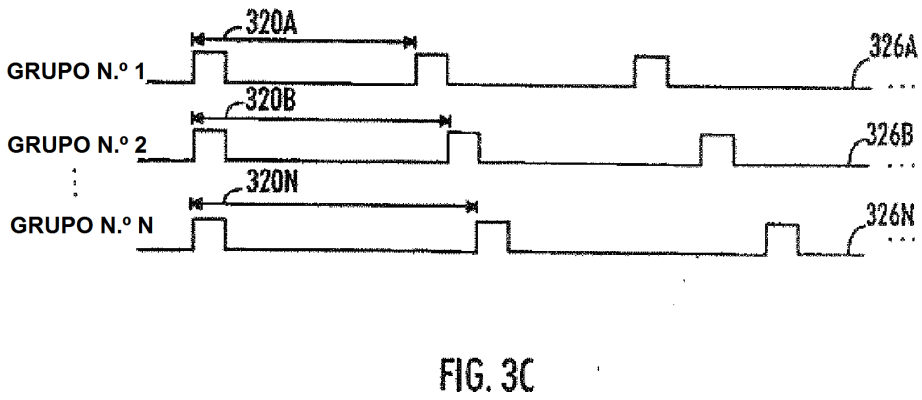
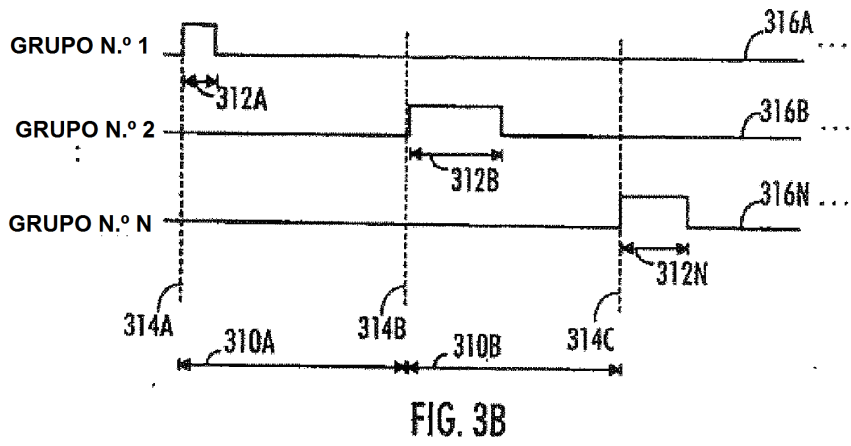
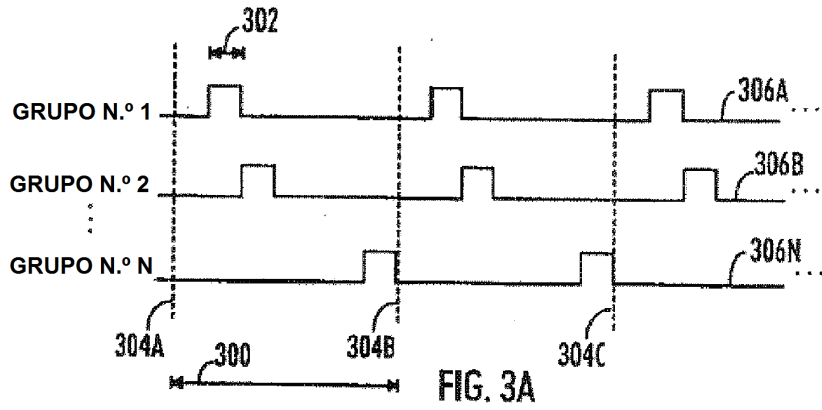


Fig. 2





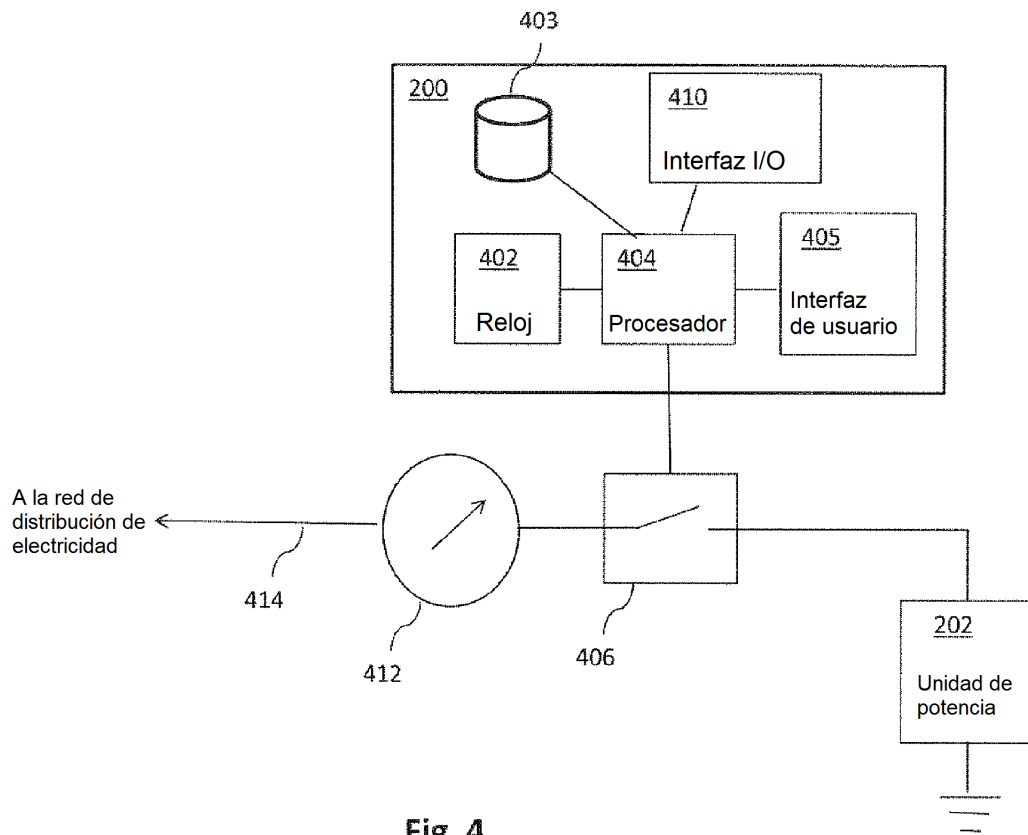


Fig. 4

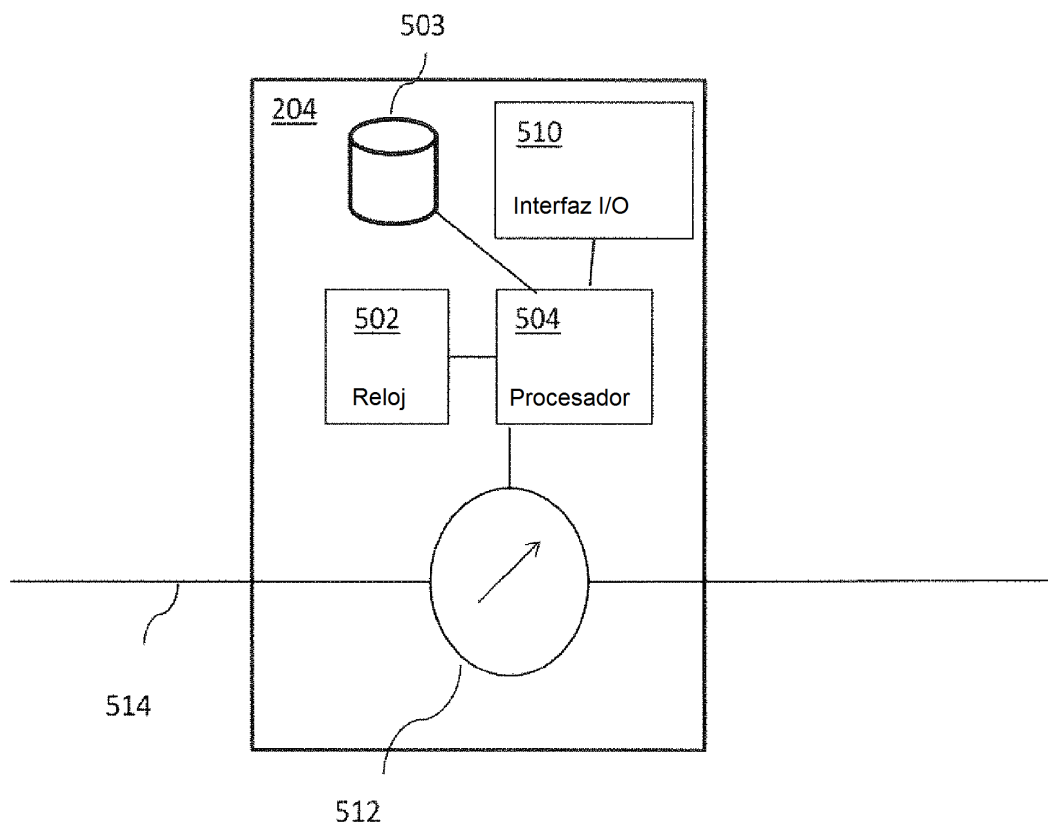


Fig. 5

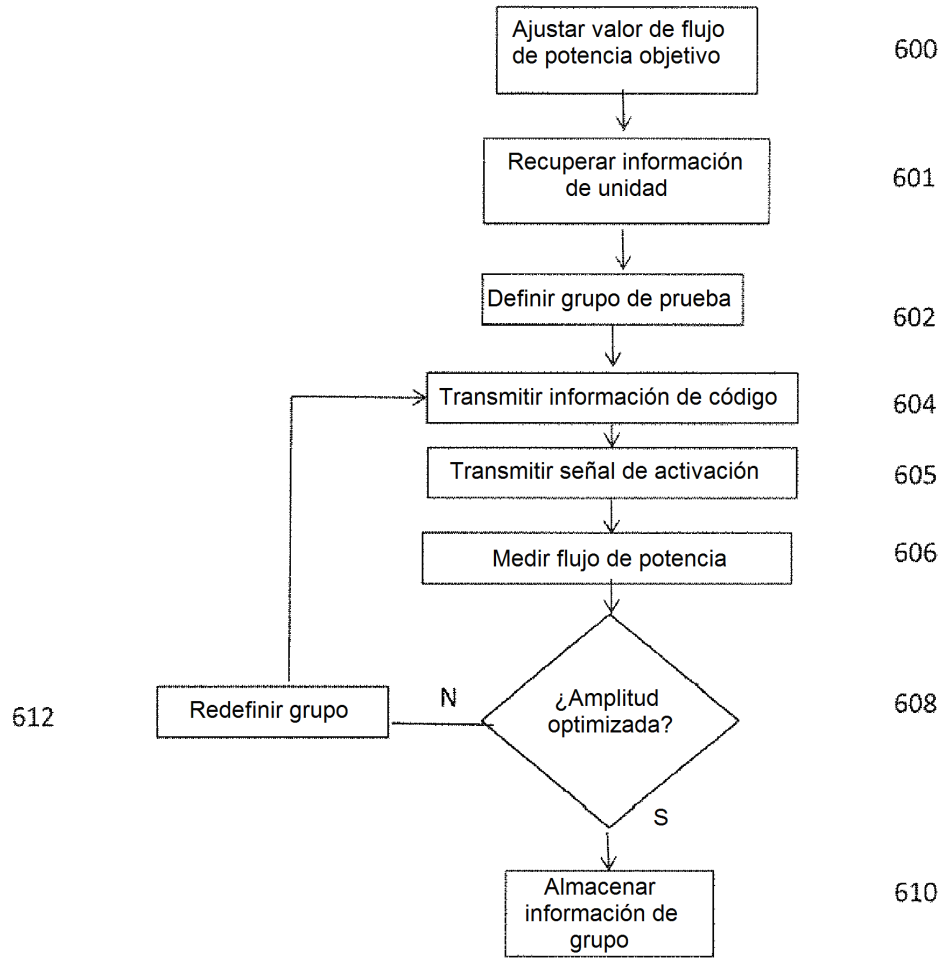


Fig. 6

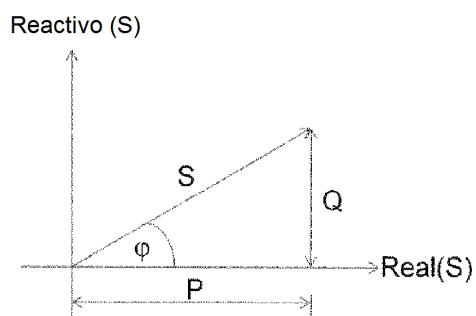


Fig. 7A

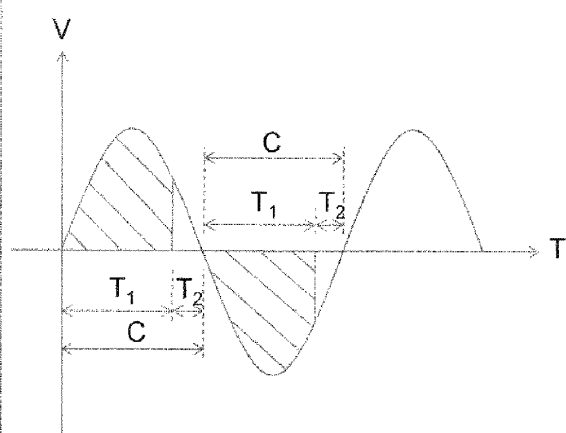


Fig. 7B