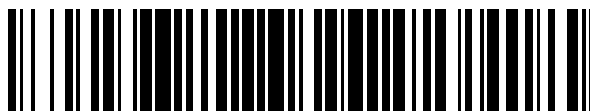


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 445**

51 Int. Cl.:

G05F 1/70 (2006.01)

H02J 3/18 (2006.01)

H02M 1/42 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10186469 .2**

96 Fecha de presentación: **04.10.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2325716**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2011**

54 Título: **Regulación de potencia reactiva y soporte de tensión para centrales de energía renovable**

30 Prioridad:
06.10.2009 US 574003

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.11.2012

73 Titular/es:
**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
a New York Company 1 River Road
Schenectady, NY 12345 , US**

72 Inventor/es:
**CARDINAL, MARK EDWARD y
LARSEN, EINAR V.**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 390 445 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

Regulación de potencia reactiva y soporte de tensión para centrales de energía renovable

La presente invención se refiere, en general, a la regulación de potencia, y, más particularmente, se refiere a la regulación de potencia reactiva y el soporte de tensión para las centrales de energía renovable.

5 Las fuentes de energía renovable, tal como los parques fotovoltaicos y eólicos, se están volviendo económicamente más viables a medida que van subiendo los precios de los combustibles fósiles tradicionales. La infraestructura de distribución (la red) de potencia eléctrica puede usarse para distribuir potencia a partir de las fuentes de energía renovable si se encuentra en su lugar el sistema de control adecuado para coordinar la potencia que se produce con la demanda del proveedor de electricidad. La demanda de potencia puede medirse y la señal de demanda puede usarse para controlar la cantidad de potencia que se suministra a la red eléctrica por la fuente renovable.

10 La potencia real se genera o se consume cuando la tensión y la corriente se encuentran en fase. La potencia reactiva se genera o se consume cuando la tensión y la corriente tienen un desfase de 90 grados. Una carga puramente capacitiva o puramente inductiva consumirá, en general, sólo potencia reactiva (con la excepción de pequeñas pérdidas resistivas) y no se transfiere una potencia real apreciable a la carga. La potencia reactiva se mide mediante una cantidad que se denomina voltiamperios reactivos, o VAR, la cual es una cantidad matemática conveniente debido a que la potencia aparente es el vector suma de los VAR y los vatios. La estabilidad de la red eléctrica está relacionada con la generación y/o el consumo de la potencia reactiva; por lo tanto, habitualmente es necesario controlar la salida de potencia reactiva a partir de la fuente de energía renovable para cumplir la demanda eléctrica, a la vez que se proporciona estabilidad para la red eléctrica.

15 20 Los procedimientos y sistemas de gestión de potencia reactiva previos regulan las indicaciones de VAR, las cuales se envían a las turbinas eólicas para controlar la producción de potencia reactiva instantánea de cada turbina eólica. Tales procedimientos y sistemas pueden cumplir con la demanda y estabilizar la red eléctrica generando potencia reactiva, pero no son capaces de tratar la regulación de tensión a corto plazo a partir de la fuente de energía o compensar la pérdida de potencia reactiva en las líneas de transmisión. Por lo tanto, existe una necesidad para la regulación de potencia reactiva y el soporte de tensión para las centrales de energía renovable. El documento US 2005/0194944 A1 da a conocer un sistema y procedimiento de compensación de potencia reactiva dinámica.

Una parte o la totalidad de las necesidades anteriores pueden tratarse por ciertas realizaciones de la invención. Ciertas realizaciones de la invención pueden incluir sistemas y procedimientos para proporcionar una regulación de potencia reactiva y soporte de tensión para las centrales de energía renovable.

30 De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, se proporciona un procedimiento para controlar la salida de potencia reactiva y de tensión de una central de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con otra realización a modo de ejemplo, se proporciona un sistema para controlar la salida de potencia reactiva y de tensión de una o más fuentes de potencia de acuerdo con la reivindicación 8.

35 Varias realizaciones, aspectos y características de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

A continuación se hará referencia a los dibujos adjuntos, los cuales no se han dibujado necesariamente a escala, y en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques ilustrativo que muestra un sistema de regulador de potencia reactiva de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención.

40 La figura 2 muestra un diagrama de bloques ilustrativo de un sistema de regulador de tensión de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención.

La figura 3 es un diagrama de flujo de procedimiento de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención.

45 Las realizaciones de la invención se describirán con más detalle a continuación en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran las realizaciones de la invención. La presente invención puede, no obstante, incorporarse en muchas formas diferentes y no ha de interpretarse como limitada a las realizaciones que se exponen en el presente documento; en su lugar, las presentes realizaciones se proporcionan de tal modo que la presente divulgación será exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el alcance de la invención para los expertos en la técnica. Números similares hacen referencia a elementos similares a través de la totalidad de la misma.

Ciertas realizaciones de la invención pueden coordinar la potencia reactiva y la tensión a partir de una central de potencia renovable de salida variable con los requisitos de un proveedor de electricidad. Por ejemplo, la salida en vatios de una central de potencia de fuente renovable puede variar con diferentes condiciones de funcionamiento (por ejemplo, la velocidad de la turbina eólica, el nivel de nubosidad, etc.), y ciertas realizaciones de la invención

pueden mantener la cantidad adecuada de regulación de tensión y de soporte de VAR (voltiamperios reactivos). Los VAR pueden estar indicados por el proveedor de electricidad, de tal modo que los VAR que se producen pueden coordinarse con otros equipos de regulación de tensión dentro de la zona de control de la central de energía renovable.

5 De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, un lazo de regulador de tensión interior puede regular la tensión local para la central de energía renovable. La salida del lazo de tensión puede indicar la potencia reactiva para un dispositivo de inversor que puede producir la potencia reactiva requerida. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, la coordinación de una salida de potencia real fluctuante de una central fotovoltaica o eólica para una subestación de distribución puede estabilizarse por medio de un control de tensión adecuado. Los
10 VAR que se producen pueden alterar la tensión de la central renovable, de tal modo que el regulador de lazo interior es capaz de mantener un tensión relativamente constante cuando se mide a lo largo de unos periodos de tiempo cortos. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, un regulador de VAR de lazo exterior puede usarse para que los proveedores de servicios públicos ajusten la salida de VAR neta de la central. De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo de la invención, el regulador de VAR de lazo exterior puede ser más lento que el
15 regulador de tensión de lazo interior, y la salida de regulador de VAR puede proporcionar una indicación de tensión para el regulador de tensión. El regulador de VAR puede ajustar lentamente la salida de VAR de la central mientras que el regulador de tensión de lazo interior puede evitar que las fluctuaciones de potencia a partir del recurso variable tengan un efecto adverso sobre la tensión que se envía al proveedor de electricidad. El proveedor de electricidad puede indicar la potencia reactiva para la central, de tal modo que el soporte de VAR puede usarse por
20 otro equipo que puede estar regulando la tensión o el factor de potencia a una distancia con respecto a la central de energía renovable. Ciertas realizaciones de la invención pueden facilitar la instalación de una central energética renovable en un sistema de proveedor de electricidad que ya emplee alguna forma de un regulador de tensión.

De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la salida de potencia reactiva a partir de la(s) fuente(s) de energía renovable puede coordinarse usando un sistema de control que tiene un regulador de
25 tensión de reacción rápida como un lazo interior, y un sistema de regulador de VAR más lento como un lazo exterior. La figura 1 muestra un diagrama de bloques ilustrativo de un sistema 100 de regulador de VAR de lazo exterior a modo de ejemplo, y la figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema 200 de regulador de tensión de lazo interior a modo de ejemplo, de acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo de la invención.

De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la figura 1 muestra que la potencia reactiva
30 puede coordinarse aceptando una señal de control de potencia reactiva Q_{ref} 102 a partir de un proveedor de electricidad. La velocidad de respuesta, o el cambio en la señal de control de potencia reactiva Q_{ref} 102 por unidad de tiempo, puede estar limitada por una velocidad 104 de limitador de velocidad de respuesta Q_{sl_rate} para evitar que el regulador de VAR reaccione demasiado rápidamente y para limitar los efectos de picos y otro ruido. La señal de control de potencia reactiva Q_{ref} 102 puede estar limitada por un limitador 106 de amplitud entre un límite de nivel de potencia reactiva máxima $Q_{m\acute{a}x}$ 108 y un límite de nivel de potencia reactiva mínima Q_{min} 110 de tal modo que la
35 señal de control de potencia reactiva Q_{ref} 102 demandada al proveedor de electricidad no supera las capacidades, por ejemplo, del regulador de VAR 100 o el resto de componentes de sistema y fuentes de generación de potencia. La señal 125 de potencia reactiva de referencia limitada en velocidad de respuesta y en amplitud resultante puede usarse como una entrada de referencia para un bloque 127 de suma, como se analizará posteriormente.

40 La figura 1 muestra también un subsistema 112 de compensación de VAR. De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo del sistema, el subsistema 112 de compensación de VAR puede proporcionar una señal de compensación Q_{comp} 124 que puede usarse para compensar las pérdidas y otros factores en las líneas de transmisión, el equipo de inversor y otros componentes que generan, controlan y/o suministran una potencia real y reactiva a partir de la fuente de potencia renovable al proveedor de electricidad. De acuerdo con las realizaciones a
45 modo de ejemplo, el subsistema 112 de compensación de VAR puede programarse o puede aceptar información o señales a partir de unas fuentes externas. Por ejemplo, pueden proporcionarse unas señales que representan la resistencia R_c 114 y la reactancia X_c 116 de la línea de transmisión. El subsistema 112 de compensación de VAR puede utilizar las señales de R_c 114 y de X_c 116 y puede recibir también mediciones de la tensión 118, la corriente 120, y el ángulo de fase Φ 122 reales de la subestación para producir la señal 124 de compensación de VAR.

50 De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, puede producirse una señal de potencia reactiva medida Q_{medida} 126 midiendo la salida de potencia reactiva en la fuente de potencia renovable, (por ejemplo, en el parque fotovoltaico y/o eólico), y una señal de error de potencia reactiva Q_{err} 128 puede obtenerse en la salida de un nodo 127 de suma añadiendo la señal de compensación de VAR Q_{comp} 124 a la señal 125 de potencia reactiva de referencia limitada en velocidad de respuesta y en amplitud y sustrayendo una señal de potencia reactiva medida
55 Q_{medida} 126 de la suma. La señal de error de potencia reactiva Q_{err} 128 resultante puede procesarse mediante un controlador PI (proporcional integral) 130 para producir una señal 132 de demanda de tensión de subestación, la cual puede usarse como una entrada para el sistema 200 de regulador de tensión. En otra realización a modo de ejemplo, si no se usa la compensación 112 de VAR, la Q_{err} 128 puede obtenerse en la salida de un nodo 127 de suma sustrayendo la señal de potencia reactiva medida Q_{medida} 126 de la señal 125 de potencia reactiva de referencia limitada en velocidad de respuesta y en amplitud.
60

La figura 2 muestra un diagrama de bloques ilustrativo de un sistema 200 de regulador de tensión de acuerdo con

las realizaciones a modo de ejemplo de la invención. El sistema 200 de regulador de tensión puede operar en dos modos diferentes (de prueba y activo) en función del estado de un conmutador 214 de selección de modo, el cual puede controlarse mediante una señal 212 de selección de modo de tensión/Q. Cuando el conmutador 214 de selección de modo se encuentra en la posición "1", la señal 215 de entrada de regulador de tensión puede ser la señal de prueba V_{prueba} 210, la cual puede obtenerse a partir de la suma de una señal 206 de generador de prueba de escalón y un punto 202 de ajuste de tensión limitado 204 en velocidad de respuesta a través de un bloque 208 de suma de prueba. Cuando el conmutador 214 de selección de modo se encuentra en la posición "0", tal como se indica en la figura 2, la señal 215 de entrada de regulador de tensión puede ser la señal 132 de salida de regulador de VAR que se produce mediante el sistema 100 de regulador de VAR, tal como se muestra en la figura 1, y tal como se describe anteriormente.

De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo, la señal 215 de entrada de regulador de tensión puede estar limitada por un limitador 216 de amplitud de tensión de lado de alta, de tal modo que la amplitud de la tensión de referencia de lado de alta V_{hs_ref} 220 resultante se encuentra entre el límite de señal mínimo V_{LimLO} 217 y el límite de señal máximo V_{LimHI} 218. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, y con referencia a la figura 2, una señal de error de tensión V_{err} 226 puede producirse sustrayendo, en el nodo 224 de suma, una señal de realimentación de tensión de lado de alta V_{hs} 222 de la tensión de referencia de lado de alta V_{hs_ref} 220.

De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la señal de error de tensión V_{err} 226 puede procesarse adicionalmente mediante un filtro 228 de paso bajo para producir una señal de error de tensión filtrada por paso bajo V_{en_lpf} 230. La señal de error de tensión filtrada por paso bajo V_{err_lpf} 230 puede procesarse mediante un filtro/ amplificador 232 proporcional para producir una salida 234 proporcional. De forma simultánea, la señal de error de tensión V_{err} 226 puede procesarse en una rama separada del sistema 200 de regulador de tensión a través de un filtro/ amplificador 236 integral limitante, que tiene un límite de integral superior igual a la suma de cada capacidad de VAR positiva de inversor $Q_{máx}$ 238, y un límite de integral inferior igual a la suma de cada capacidad de VAR negativa de inversor $Q_{mín}$ 240, en la que los inversores pueden usarse en un parque fotovoltaico para generar una corriente alterna a partir de unas señales de potencia de corriente continua y para producir potencia reactiva. La salida 242 integral puede sumarse con la salida 234 proporcional en el bloque 244 de suma para producir una señal 246 PI. De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo de la invención, la señal 246 PI puede procesarse mediante un limitador $Q_{limitador}$ 248, de tal modo que la amplitud de la señal reactiva neta Q_{wtq_net} 250 resultante se limita entre la suma de cada capacidad de VAR positiva de inversor $Q_{máx}$ 238, y la suma de cada capacidad de VAR negativa de inversor $Q_{mín}$ 240.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, N puede representar el número de inversores 252 en línea, y un bloque 254 de división puede usarse para dividir la señal reactiva neta Q_{wtq_net} 250 por N para producir Q_n , la señal 256 de control reactivo, que puede enviarse a los inversores individuales para la indicación de la potencia reactiva y la tensión.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, la salida de potencia reactiva de una o más fuentes de energía se controla, al menos en parte, en base a una señal de control de potencia reactiva recibida a partir de un proveedor de electricidad. Un procedimiento 300 a modo de ejemplo para coordinar y proporcionar potencia reactiva a partir de las fuentes de energía alternativa a una red eléctrica se describirá a continuación con referencia al diagrama de flujo de la figura 3. El procedimiento 300 se inicia en el bloque 302. En el bloque 304, una señal (132) de salida de regulador de VAR se genera, al menos en parte, en base a una señal (102) de control de potencia reactiva recibida a partir de un proveedor de electricidad. En el bloque 306, y de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, la salida de potencia reactiva y de tensión de una o más fuentes de potencia puede controlarse, al menos en parte, en base a la señal (132) de salida de regulador de VAR generada. En el bloque 308, el procedimiento 300 puede agregar la salida de potencia reactiva de las una o más fuentes de potencia. En el bloque 310, la potencia reactiva agregada puede proporcionarse al proveedor de electricidad. El procedimiento 300 finaliza en el bloque 312.

En ciertas realizaciones de la invención, el sistema 100 de regulador de VAR y el sistema 200 de regulador de tensión pueden incluir cualquier número de aplicaciones de software que se ejecutan para facilitar cualquiera de las operaciones.

En ciertas realizaciones, una o más interfaces de E/S pueden facilitar la comunicación entre el sistema 100 de regulador de VAR, el sistema 200 de regulador de tensión y uno o más dispositivos de entrada/ salida. Por ejemplo, un puerto de bus serie universal, un puerto serie, una unidad de disco, una unidad de CDROM, y/o uno o más dispositivos de interfaz de usuario, tal como, un visualizador, un teclado, un teclado numérico, un ratón, un panel de control, un visualizador de pantalla táctil, un micrófono, etc. que facilitan la interacción del usuario con el sistema 100 de regulador de VAR y el sistema 200 de regulador de tensión. Las una o más interfaces de E/S pueden usarse para recibir o recopilar datos y/o instrucciones de usuario a partir de una amplia variedad de dispositivos de entrada. Los datos recibidos pueden procesarse mediante uno o más procesadores de ordenador según se desee en varias realizaciones de la invención y/o almacenarse en uno o más dispositivos de memoria.

Una o más interfaces de red pueden facilitar la conexión de las entradas y las salidas del sistema 100 de regulador de VAR y/o del sistema 200 de regulador de tensión a una o más redes y/o conexiones adecuadas, por ejemplo, las conexiones que facilitan las comunicaciones con cualquier número de sensores asociados con el sistema. Las una o más interfaces de red pueden facilitar adicionalmente la conexión a una o más redes adecuadas, por ejemplo, una red de área local, una red de área extensa, Internet, una red celular, una red de radiofrecuencia, una red habilitada para Bluetooth™, una red habilitada para Wi-Fi™, una red basada en satélite, cualquier red cableada, cualquier red inalámbrica, etc. para la comunicación con unos dispositivos y/o sistemas externos.

Según se desee, las realizaciones de la invención pueden incluir el sistema 100 de regulador de VAR y el sistema 200 de regulador de tensión con más o menos componentes que los que se ilustran en las figuras 1 y 2.

La invención se describe anteriormente con referencia a unos diagramas de bloques y de flujo de los sistemas, procedimientos, aparatos y/o productos de programa informático de acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo de la invención. Se entenderá que uno o más bloques de los diagramas de bloques y diagramas de flujo, y combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y diagramas de flujo, respectivamente, pueden implementarse mediante unas instrucciones de programa ejecutables por ordenador. De forma similar, algunos bloques de los diagramas de bloques y diagramas de flujo pueden no necesitar realizarse necesariamente en el orden presentado, o pueden no necesitar realizarse necesariamente en absoluto, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

Estas instrucciones de programa ejecutables por ordenador pueden cargarse en un ordenador de propósito general, un ordenador de propósito especial, un procesador u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina particular, de tal modo que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador, el procesador u otro aparato de procesamiento de datos programable crean unos medios para implementar una o más funciones que se especifican en el bloque o los bloques de diagrama de flujo. Estas instrucciones de programa informático pueden almacenarse también en una memoria legible por ordenador que puede dirigir un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para operar de una forma particular, de tal modo que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por ordenador producen un artículo de fabricación que incluye unos medios de instrucciones que implementan una o más funciones que se especifican en el bloque o los bloques de diagrama de flujo. Como ejemplo, las realizaciones de la invención pueden prever un producto de programa informático, que comprende un medio usable por ordenador que tiene un código de programa legible por ordenador o instrucciones de programa incorporadas en el mismo, estando dicho código de programa legible por ordenador adaptado para ejecutarse para implementar una o más funciones que se especifican en el bloque o los bloques de diagrama de flujo. Las instrucciones de programa informático pueden cargarse también en un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable, para dar lugar a una serie de etapas o elementos operativos para su realización en el ordenador o en otro aparato programable para producir un proceso implementado por ordenador, de tal modo que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador o en otro aparato programable proporcionan unos elementos o etapas para implementar las funciones que se especifican en el bloque o los bloques de diagrama de flujo.

Por consiguiente, los bloques de los diagramas de bloques y diagramas de flujo soportan unas combinaciones de los medios para realizar las funciones especificadas, unas combinaciones de los elementos o etapas para realizar las funciones especificadas y unos medios de instrucciones de programa para realizar las funciones especificadas. Se entenderá también que cada bloque de los diagramas de bloques y diagramas de flujo, y combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y diagramas de flujo, pueden implementarse mediante unos sistemas informáticos basados en hardware de propósito especial que realizan las funciones, los elementos o las etapas especificadas, o combinaciones de hardware de propósito especial e instrucciones de ordenador.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar la salida de potencia reactiva y de tensión de una central que comprende una o más fuentes de potencia en base a uno o más requisitos asociados con un proveedor de electricidad, comprendiendo el procedimiento:
 - 5 generar una señal (132) de salida de regulador de VAR, por medio de un sistema (100) de regulador de VAR de lazo exterior, al menos en parte, en base a una señal (102) de control de potencia reactiva recibida de un proveedor de electricidad;
 - 10 controlar la salida de potencia reactiva y de tensión de las una o más fuentes de potencia, por medio de un sistema (200) de regulador de tensión de lazo interior, al menos en parte, en base a la señal (132) de salida de regulador de VAR generada;
 - en el que el sistema (100) de regulador de VAR de lazo exterior es más lento para ajustar la señal de salida de VAR de lo que es el sistema de regulador de tensión de lazo interior para ajustar la salida de potencia reactiva;
 - 15 agregar la salida de potencia reactiva de las una o más fuentes de potencia; y,
 - proporcionar la potencia reactiva agregada al proveedor de electricidad.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende compensar la salida de potencia reactiva de las una o más fuentes de potencia para corregir la pérdida en una línea de transmisión que proporciona la potencia reactiva agregada al proveedor de electricidad.
3. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el control de la salida de potencia reactiva y de tensión de las una o más fuentes de potencia comprende limitar (104) la velocidad de respuesta de la señal (102) de control de potencia reactiva.
4. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el control de la salida de potencia reactiva y de tensión de las una o más fuentes de potencia comprende limitar la tensión máxima y mínima de la señal (132) de salida de regulador de VAR.
5. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el control de la salida de potencia reactiva y de tensión de las una o más fuentes de potencia se basa adicionalmente, al menos en parte, en una señal (222) de realimentación de tensión de lado de alta a partir de un dispositivo que mide uno o más tensiones de fase de la central.
6. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el control de la salida de potencia reactiva y de tensión de las una o más fuentes de potencia se basa además en dividir (254) una señal (250) de potencia reactiva neta por un número (252) que representa la suma de inversores en línea asociados con las una o más fuentes de potencia.
7. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que la provisión de la potencia reactiva agregada al proveedor de electricidad se realiza en respuesta a una o más señales recibidas del proveedor de electricidad.
8. Un sistema para controlar la salida de potencia reactiva y de tensión de una o más fuentes de potencia en base a uno o más requisitos asociados con un proveedor de electricidad, comprendiendo el sistema:
 - una o más fuentes de potencia;
 - un controlador de potencia reactiva que comprende:
 - un regulador (100) de potencia reactiva operable para:
 - 40 recibir una señal (102) de control de potencia reactiva del proveedor de electricidad; y,
 - generar una referencia de tensión de la señal (132) de salida de regulador de VAR, por medio de un sistema (100) de regulador de VAR de lazo exterior, al menos en parte, en base a la señal (102) de control de potencia reactiva;
 - y, un regulador de tensión (200) operable para:
 - 45 recibir la referencia de tensión de la señal (132) de salida de regulador de VAR generada por el regulador (100) de potencia reactiva;
 - recibir una referencia (222) de tensión a partir del proveedor de electricidad; y,
 - ajustar la salida de potencia reactiva de las una o más fuentes de potencia, por medio de un sistema (200) de regulador de tensión de lazo interior, en respuesta a la referencia de tensión de la señal (132) de salida de regulador de VAR recibida a partir del regulador (100) de potencia reactiva o la referencia (222) de tensión recibida a partir del proveedor de electricidad;
 - 50 en el que el sistema (100) de regulador de VAR de lazo exterior es más lento para ajustar la señal de salida de VAR de lo que es el sistema de regulador de tensión de lazo interior

- 5 para ajustar la salida de potencia reactiva;
 un sumador para sumar la salida de potencia real y reactiva a partir de las una o más
 fuentes de potencia; y,
 un dispositivo de transmisión para transmitir la potencia real y reactiva agregada al
 proveedor de electricidad.
9. El sistema de la reivindicación 8, en el que las una o más fuentes de potencia comprenden al menos una de lo
siguiente: una célula fotovoltaica, una célula de combustible, una batería o una turbina eólica.
- 10 10. El sistema de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que el regulador (100) de potencia reactiva es
operable adicionalmente para compensar la salida de potencia reactiva de las una o más fuentes de potencia para
corregir la pérdida en el dispositivo de transmisión.
11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el regulador (100) de potencia reactiva puede
hacerse funcionar adicionalmente para generar la referencia de tensión de la señal (132) de salida de regulador de
VAR, al menos en parte, en base a una señal (126) de realimentación asociada con una medición de la potencia
reactiva agregada.
- 15 12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el regulador (100) de potencia reactiva
comprende un control (130) proporcional integral (PI) para filtrar la referencia de tensión de la señal (132) de salida
de regulador de VAR para el regulador de tensión (200).
- 20 13. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el regulador de tensión (200) es operable
además para ajustar la salida de potencia reactiva de las una o más fuentes de potencia dividiendo (254) una señal
(250) de potencia reactiva neta por un número (252) que representa la suma de inversores en línea asociados con
las una o más fuentes de potencia.

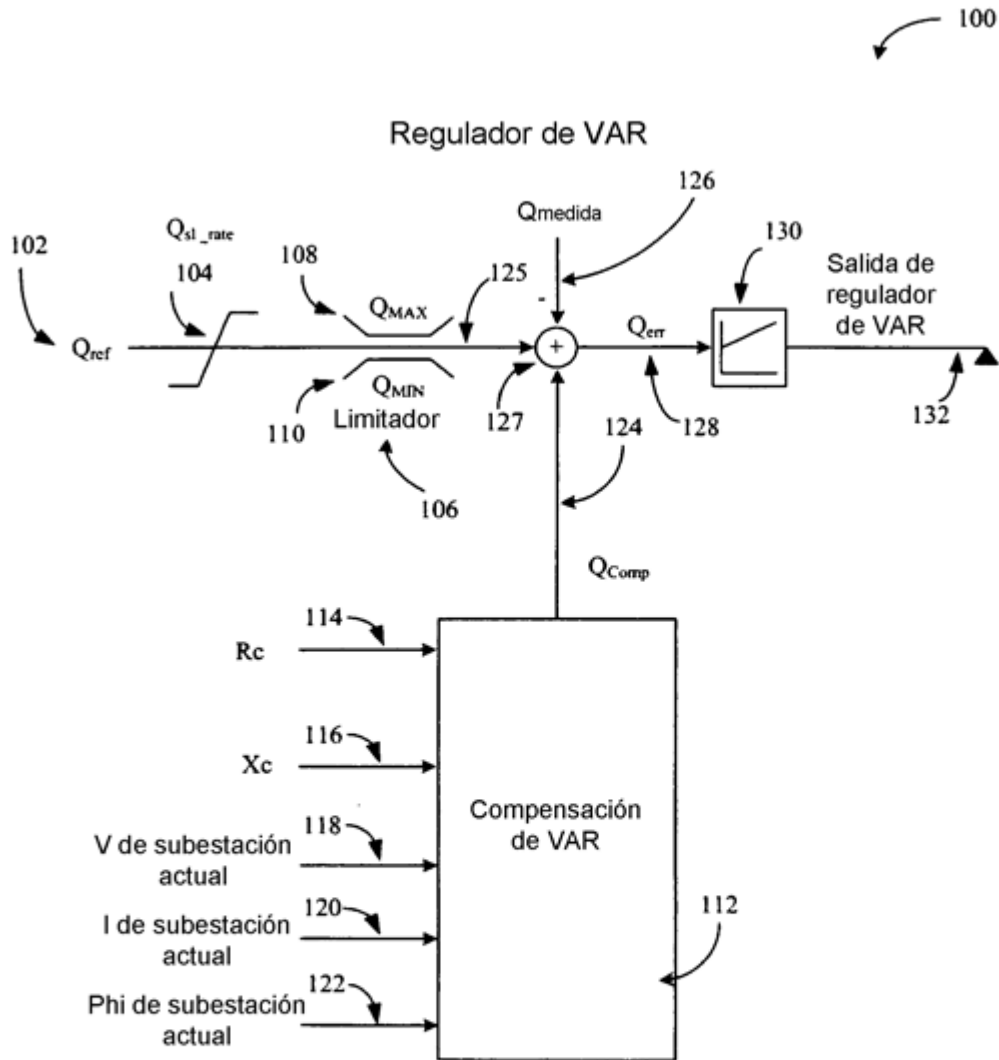


FIG. 1

REGULADOR DE TENSION 200

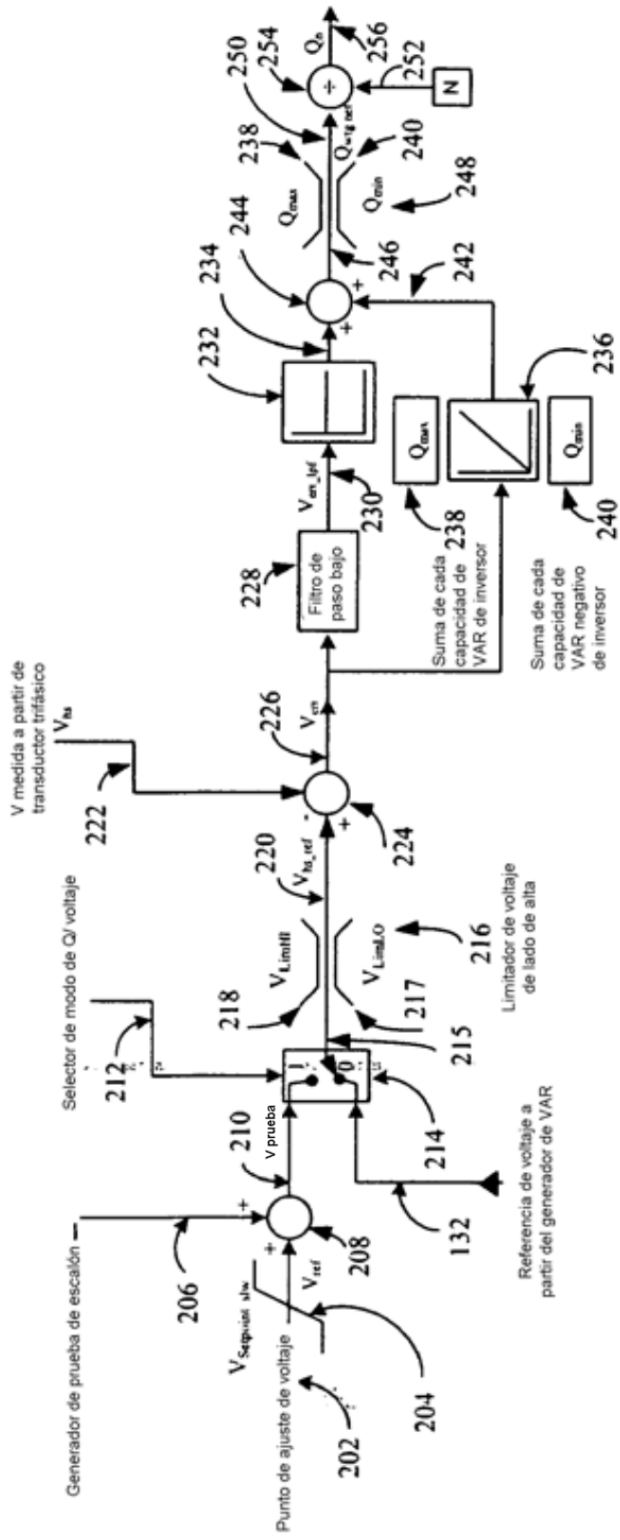


FIG. 2

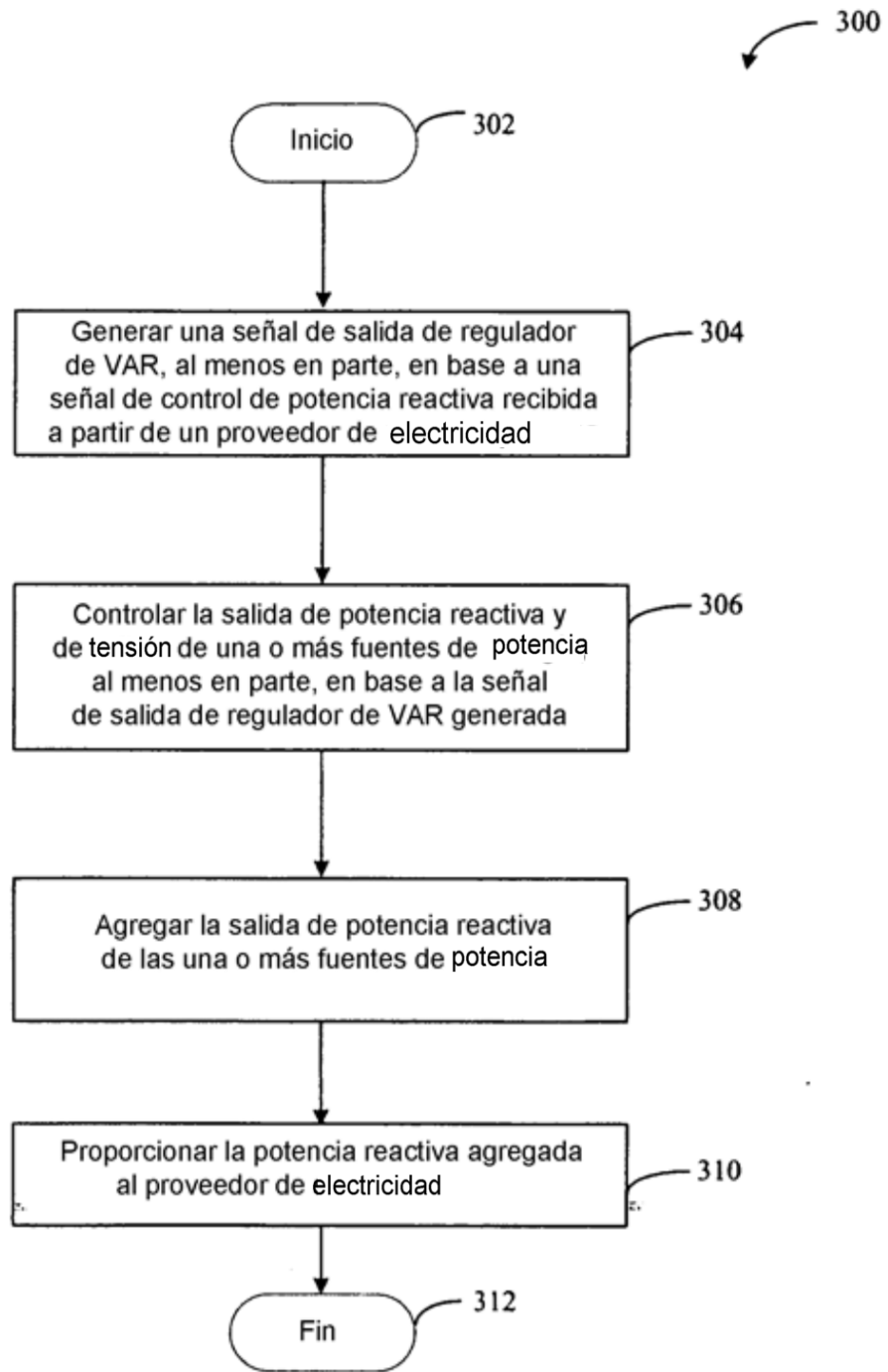


FIG 3