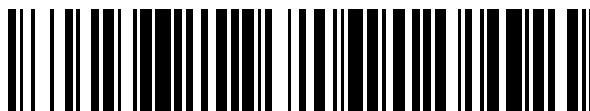


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 181**

51 Int. Cl.:
H02J 9/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08425207 .1**

96 Fecha de presentación: **28.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2106010**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.09.2009**

54 Título: **PLANTA ELÉCTRICA Y MÉTODO PARA CONTROLAR DICHA PLANTA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.12.2011

73 Titular/es:
**ANSALDO ENERGIA S.P.A.
VIA NICOLA LORENZI 8
16152 GENOVA, IT**

72 Inventor/es:
**Gruppi, Pietro;
Costa, Alberto;
Florio, Andrea y
Costa, Giancarlo**

74 Agente: **Pons Ariño, Ángel**

ES 2 370 181 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

Planta eléctrica y método para controlar dicha planta

La presente invención se relaciona con una planta para la producción de energía eléctrica y con un método para controlar dicha planta.

En el estado del arte se conocen plantas para la producción de energía eléctrica que cuentan con: una planta principal, que comprende al menos una unidad principal de generación para la producción de energía eléctrica a una primera frecuencia para una red de distribución eléctrica conectada a la planta; y una planta complementaria, que comprende al menos una unidad de motor de combustión interna para la producción de energía eléctrica a la primera frecuencia para la red de distribución eléctrica.

Las plantas de este tipo son particularmente útiles en situaciones transitorias en las cuales se requiere una variación rápida y significativa de la energía producida por la planta para contrarrestar una variación de la frecuencia de la red de distribución eléctrica.

Sin embargo, las plantas de este tipo experimentan de ciertos inconvenientes.

En particular, la planta complementaria es forzada a producir energía a la misma frecuencia que aquella de la energía producida por la planta principal. Esto evita que la unidad del motor de combustión interna de la planta complementaria opere a una r.p.m. variable con evidentes desventajas desde el punto de vista de la eficiencia de la unidad del motor de combustión interna.

Ejemplos de este tipo de planta son divulgados en los documentos US 61314124 y US2005/200133.

Un objetivo de la presente invención es el de proveer una planta para la producción de energía eléctrica que esté libre de los inconvenientes presentados por las plantas conocidas en el arte. De acuerdo con dicho propósito, la presente invención se relaciona con una planta para la producción de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1.

Un objetivo adicional de la presente invención es la de proveer un método para controlar una planta para la producción de energía eléctrica que sea eficiente y confiable. De acuerdo con dicho propósito, la presente invención se relaciona con un método para controlar una planta para la producción de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 15.

Otras características y ventajas de la presente invención serán claras a partir de la consiguiente descripción de un ejemplo no limitante de una modalidad de la misma, con referencia a la figura anexa, que es una representación esquemática de la planta para la producción de energía eléctrica de acuerdo con la presente invención.

En la Figura 1, designado por medio del número de referencia 1 está una planta para la producción de energía eléctrica conectada a una red de distribución eléctrica 2.

La planta 1 comprende una planta principal 3, una planta complementaria 4, un circuito de conexión 5 y un dispositivo de control 6.

La planta principal 3 comprende al menos una unidad principal de generación 7 diseñada para producir energía eléctrica primaria E_p a una primera frecuencia f_1 para la alimentación de la red de distribución eléctrica 2. La unidad principal de generación 7 se acopla a un generador eléctrico (no ilustrado para simplicidad en la figura anexa) y puede ser alimentada con gas y/o gasóleo, o con carbón, de acuerdo con el tipo de planta principal 3 utilizada.

La planta principal 3 puede ser, en realidad, una planta del tipo de turbina de gas de un solo ciclo, que comprende al menos una turbina de gas alimentada con gas y/o gasóleo, una planta de tipo turbina de gas de ciclo combinado, que comprende al menos una turbina de gas alimentada con gas y/o con gasóleo, una turbina de vapor y una caldera de recuperación, o con una planta de un tipo convencional, que comprende una caldera alimentada con carbón o con gasóleo y una turbina de vapor.

La planta principal 3 comprende una pluralidad de dispositivos auxiliares 8 (bombas, válvulas, etc.), que son alimentadas eléctricamente y están diseñadas para respaldar a la unidad principal de generación 7 durante la operación. En particular, los dispositivos auxiliares 8 están divididos en dispositivos auxiliares de frecuencia variable 8a y dispositivos auxiliares de frecuencia fija 8b. Los dispositivos auxiliares de frecuencia variable 8a son dispositivos que pueden operar a una r.p.m. variable, tales como, por ejemplo, bombas, compresores, ventiladores, etc.

Los dispositivos auxiliares de frecuencia fija 8b son dispositivos que no pueden operar a una frecuencia variable, tales como, por ejemplo, válvulas, sensores, dispositivos de iluminación, etc.

5 La planta complementaria 4 comprende al menos una unidad del motor de combustión interna 9 acoplada aun generador eléctrico 10 para producir energía eléctrica complementaria E_C a una segunda frecuencia variable f_2 .

En el ejemplo no limitante de la figura anexa, la planta complementaria 4 comprende dos unidades del motor de combustión interna 9 acopladas a dos generadores eléctricos respectivos 10.

10 La energía eléctrica complementaria E_C a la segunda frecuencia f_2 producida por la planta complementaria 4 es suministrada a la red de distribución eléctrica 2 y/o a los dispositivos auxiliares 8 por medio de un circuito 5.

En particular, la unidad del motor de combustión interna 9 puede ser un motor alterno de ciclo diesel alimentado con combustible biodiesel o con gasóleo, o con un motor de combustión, o con una turbina.

15 El circuito 5 conecta a la planta complementaria 4 con la planta principal 3 y con la red de distribución eléctrica 2 e incluye una porción CC 11, una pluralidad de bifurcaciones principales 12 en comunicación con la red de distribución eléctrica 2, una pluralidad de bifurcaciones principales 13 en comunicación con los respectivos dispositivos auxiliares de frecuencia variable 8a, y dos bifurcaciones complementarias 14 en comunicación con la planta complementaria 4.

20 La porción CC 11 comprende un colector CC 15, que está conectada a las bifurcaciones principales 12, a las bifurcaciones principales 13, y a las bifurcaciones complementarias 14.

25 En particular, dispuestos a lo largo de cada bifurcación principal 12 están un convertidor CC/CA 16 y un interruptor estático principal 17. En particular, el interruptor estático principal 17 está dispuesto entre el convertidor CC/CA 16 y el colector CC 15. El convertidor CC/CA 16 realiza la conversión de la energía eléctrica complementaria E_C de la corriente CC que lo atraviesa en energía eléctrica complementaria E_C a la frecuencia f_1 .

30 Dispuestos a lo largo de cada bifurcación principal 13 están un convertidor CC/CA 19 y un interruptor estático principal 20. En particular, el interruptor estático principal 20 está dispuesto entre el convertidor CC/CA 19 y el colector CC 15. El convertidor CC/CA 19 realiza la conversión de la energía eléctrica complementaria E_C de la corriente CC que lo atraviesa en energía eléctrica a una frecuencia dada $f_{D1} \dots f_{Dn}$, a la cual el respectivo dispositivo auxiliar de frecuencia variable 8a opera en una forma óptima.

35 Dispuestos a lo largo de cada bifurcación complementaria 14 están un convertidor CA/CC 22 y un interruptor estático complementario 23. En particular, el interruptor estático complementario 23 está dispuesto entre el convertidor CA/CC 22 y el colector CC 15.

40 El circuito 5 comprende además un colector CA 25 a lo largo de la bifurcación principal 12, que está dispuesto entre el convertidor CC/CA 16 y la red de distribución eléctrica 2 y está conectado, por medio de bifurcaciones para suministro de CA 27, a los respectivos dispositivos auxiliares de frecuencia fija 8b y, preferiblemente, por medio de bifurcaciones de derivación 28, a los respectivos dispositivos auxiliares de frecuencia variable 8a. Las bifurcaciones de derivación 28 son opcionales y proporcionan el suministro de los dispositivos auxiliares de frecuencia variable 8a en los casos excepcionales en los cuales se evita el suministro de los dispositivos auxiliares de frecuencia variable 8a por medio de las bifurcaciones principales 13.

El circuito 5 comprende además una pluralidad de transformadores 30 y una pluralidad de interruptores 31.

50 Tanto los transformadores 30 como los interruptores 31 están dispuestos a lo largo de las porciones de corriente CA de las bifurcaciones principales 12, a lo largo de las bifurcaciones de suministro CA 27 y a lo largo de las bifurcaciones de derivación 28.

55 El dispositivo de control 6 ejecuta un procedimiento de control destinado a ajustar la cantidad de energía emitida por la planta 1 con base en la diferencia entre la frecuencia de la red f_R detectada y una frecuencia nominal f_N , generalmente predefinida e igual a 50 ó 60 Hz de acuerdo con el tipo de red a la cual está conectada la planta 1.

En particular el procedimiento de control comprende las siguientes etapas:

60 producir energía eléctrica primaria E_P a la primera frecuencia f_1 para la red de distribución eléctrica 2 conectada a la planta 1;
 producir energía eléctrica complementaria E_C a la segunda frecuencia variable f_2 ;
 convertir la energía eléctrica complementaria E_C a la segunda frecuencia f_2 en energía eléctrica complementaria E_C a la primera frecuencia f_1 ; y
 65 suministrar una fracción controlada de energía eléctrica complementaria E_C a la primera frecuencia f_1 a la red de distribución eléctrica 2 si la frecuencia de la red f_R es diferente de una frecuencia nominal f_N ; siendo la fracción

controlada de energía eléctrica complementaria E_C determinada con base en la diferencia entre la frecuencia de la red f_R y la frecuencia nominal f_N .

5 En particular, la etapa de producir energía eléctrica primaria E_P prevé el mantenimiento de la energía eléctrica primaria E_P constante en un primer modo de operación y la variación de la energía eléctrica primaria E_P en un segundo modo de operación.

10 En el primer modo de operación, la etapa de suministrar una fracción controlada de energía eléctrica complementaria E_C sustancialmente prevé:

suministrar una fracción nominal de energía eléctrica complementaria E_C si la frecuencia de la red f_R es igual a la frecuencia nominal f_N ;
 incrementar la fracción de energía eléctrica complementaria E_C con respecto a la fracción nominal de energía eléctrica complementaria E_C si la frecuencia de la red f_R es inferior a la frecuencia nominal f_N ; y
 15 reducir la fracción de energía eléctrica complementaria E_C con respecto a la fracción nominal f_N de energía eléctrica complementaria E_C si la frecuencia de la red f_R es superior a la frecuencia nominal f_N .

20 En el segundo modo de operación, la etapa de producir energía eléctrica primaria controlada E_P prevé la variación de la energía eléctrica primaria E_P entre un valor mínimo preestablecido y un valor máximo preestablecido de acuerdo con la diferencia entre la frecuencia de la red f_R y la frecuencia nominal f_N , mientras que la etapa de suministrar una fracción controlada de energía eléctrica complementaria E_C sustancialmente prevé:

suministrar una fracción nominal de energía eléctrica complementaria E_C si la energía eléctrica primaria E_P está comprendida en un rango preestablecido definido por un primer límite, inferior que el valor máximo preestablecido, y por medio de un segundo límite, superior que el valor mínimo preestablecido;
 25 incrementar la fracción de energía eléctrica complementaria E_C con respecto a la fracción nominal de energía eléctrica complementaria E_C , si la energía eléctrica primaria E_P es igual a o superior al primer límite y si la frecuencia de la red f_R es inferior a la frecuencia nominal f_N ; y
 30 reducir la fracción de energía eléctrica complementaria E_C con respecto a la fracción nominal de energía eléctrica complementaria E_C , si la energía eléctrica primaria E_P es igual o inferior al segundo límite y si la frecuencia de la red f_R es superior a la frecuencia nominal f_N .

35 El dispositivo de control 6 está configurado además para manejar la pluralidad de interruptores 31, dispuestos a lo largo de las bifurcaciones principales 17 y 20, a lo largo de las bifurcaciones de suministro 27, y a lo largo de las bifurcaciones de derivación 28.

40 En uso, la planta complementaria 4 está preferiblemente siempre activa y produce energía complementaria E_C a la segunda frecuencia variable f_2 , que, de acuerdo con la configuración asumida por los interruptores estáticos principales 17 y 20 y por los interruptores 31, puede ser distribuida en parte a los dispositivos auxiliares de frecuencia variable 8a, y/o en parte a la red de distribución 2, y/o en parte a los dispositivos auxiliares de frecuencia fija 8b.

45 La planta complementaria 4 puede ser usada convenientemente también en las etapas de arranque de la planta 1 en situaciones de falta de disponibilidad de la red de distribución eléctrica 2. Durante dichas etapas, en realidad, la energía eléctrica complementaria E_C producida por la planta complementaria 4 puede ser utilizada para alimentar los dispositivos auxiliares 8 de la planta principal 3.

50 Finalmente, es evidente que pueden hacerse modificaciones y variaciones a la planta y al método descrito aquí, sin por ello apartarse del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Una planta para la producción de energía eléctrica que comprende:

- 5 - una planta principal (3) que comprende al menos una unidad principal de generación (7) para producir energía eléctrica primaria (E_P) a una primera frecuencia (f_1) para una red de distribución eléctrica (2) conectada a la planta (1); y
- una planta complementaria (4), que comprende al menos una unidad del motor de combustión interna (9) para producir energía eléctrica complementaria (E_C) a una segunda frecuencia variable (f_2);
- 10 - un circuito (5) conectado a la planta complementaria (4), para convertir la energía eléctrica complementaria (E_C) a la segunda frecuencia (f_2) en energía eléctrica complementaria (E_C) a la primera frecuencia (f_1) y suministrar la energía eléctrica complementaria (E_C) a la primera frecuencia (f_1) a la red de distribución eléctrica (2);

siendo la planta **caracterizada porque** comprende un dispositivo de control (6) configurado para:

- 15 - mantener la energía eléctrica primaria (E_P) constante en un primer modo de operación y variar la energía eléctrica primaria (E_P) en un segundo modo de operación entre un valor mínimo preestablecido y un valor máximo preestablecido de acuerdo a la diferencia entre la frecuencia de la red (f_R) y una frecuencia nominal de la red (f_N);
- 20 - suministrar una fracción controlada de energía eléctrica complementaria (E_C) a la primera frecuencia (f_1) a la red de distribución eléctrica (2), si la frecuencia de la red (f_R) es diferente de la frecuencia nominal (f_N); siendo la fracción controlada de la energía eléctrica complementaria (E_C) determinada con base en la diferencia entre la frecuencia de la red (f_R) y la frecuencia nominal (f_N); en donde el suministro de una fracción controlada de energía eléctrica complementaria (E_C) comprende:
- 25 • suministrar una fracción nominal de energía eléctrica complementaria (E_C) si la energía eléctrica primaria (E_P) está comprendida en un rango preestablecido definido por un primer límite, inferior que el valor máximo preestablecido, y por medio de un segundo límite, superior que el valor mínimo preestablecido;
- incrementar la fracción de energía eléctrica complementaria (E_C) con respecto a la fracción nominal de energía eléctrica complementaria (E_C), si la energía eléctrica primaria (E_P) es igual a o superior al primer límite y si la
- 30 frecuencia de la red (f_R) es inferior a la frecuencia nominal (f_N); y
- reducir la fracción de energía eléctrica complementaria (E_C) con respecto a la fracción nominal de energía eléctrica complementaria (E_C), si la energía eléctrica primaria (E_P) es igual o inferior al segundo límite y si la frecuencia de la red (f_R) es superior a la frecuencia nominal (f_N).

35 2. La planta de acuerdo a la Reivindicación 1, **caracterizada porque** la planta principal (3) comprende una pluralidad de dispositivos auxiliares (8a; 8b) para ayudar a la producción de energía eléctrica primaria (E_P) a la primera frecuencia (f_1); estando el circuito (5) conectado a al menos uno de los dispositivo auxiliares (8) de la planta principal (3).

40 3. La planta de acuerdo ya sea a la Reivindicación 1 o a la Reivindicación 2, **caracterizada porque** el circuito (5) comprende una porción de CC (11).

45 4. La planta de acuerdo a la Reivindicación 3, **caracterizada porque** la porción de CC (11) comprende un colector de CC (15), que está conectado a al menos una primera bifurcación principal (12) en comunicación con la red de distribución eléctrica (2) y dispuesto a lo largo de la cual está un primer convertidor CC/CA (16) y con al menos una primera bifurcación complementaria (14) en comunicación con la planta complementaria (4) y dispuesta a lo largo de la cual está un primer convertidor CA/CC (22).

50 5. La planta de acuerdo a la Reivindicación 4, **caracterizada porque** el circuito (5) comprende un primer interruptor estático principal (17) dispuesto a lo largo de la primera bifurcación principal (12) entre el primer convertidor CC/CA (16) y el colector de CC (15).

55 6. La planta de acuerdo a la Reivindicación 4 o a la Reivindicación 5, **caracterizada porque** el circuito (5) comprende un primer interruptor estático complementario (23) dispuesto a lo largo de la primera bifurcación complementaria (14) entre el primer convertidor CA/CC (22) y el colector de CC (15).

7. La planta de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 2 a 6, **caracterizada porque** la pluralidad de dispositivos auxiliares (8a; 8b) comprende dispositivos auxiliares que pueden operar a una frecuencia variable (8a) y dispositivos auxiliares que pueden operar a una frecuencia fija (8b).

60 8. La planta de acuerdo a la Reivindicación 7, **caracterizada porque** el colector de CC (15) está conectado a al menos una segunda bifurcación principal (13) en comunicación con un respectivo dispositivo auxiliar de frecuencia variable (8a) de la planta principal (3) y dispuesto a lo largo del cual está un segundo convertidor CC/CA (19).

9. La planta de acuerdo a la Reivindicación 8, **caracterizada porque** el circuito (5) comprende la menos un segundo interruptor estático principal (20) dispuesto a lo largo de la respectiva segunda bifurcación principal (13) entre el segundo convertidor CC/CA (19) y el colector de CC (15).

5 10. La planta de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 4 a 9, **caracterizada porque** el colector de CC (15) está conectado a al menos una segunda bifurcación complementaria (14) en comunicación con la planta complementaria (4) y dispuesta a lo largo de la cual está un segundo convertidor CA/CC (22).

10 11. La planta de acuerdo a la Reivindicación 10, **caracterizada porque** el circuito (5) comprende al menos un segundo interruptor estático complementario (23) dispuesto a lo largo de la respectiva segunda bifurcación complementaria (13) entre el segundo convertidor CA/CC (22) y el colector de CC (15).

15 12. La planta de acuerdo a cualquiera de las Reivindicaciones 7 a 11, **caracterizada porque** el circuito (5) comprende un colector de CA (25) a lo largo de la primera bifurcación principal (12), que está dispuesto entre el convertidor CC/CA (16) y la red de distribución eléctrica (2).

13. La planta de acuerdo a la Reivindicación 12, **caracterizada porque** el colector de CA (25) está conectado a al menos un respectivo dispositivo auxiliar a una frecuencia fija (8b).

20 14. La planta de acuerdo a la Reivindicación 12 o a la Reivindicación 13, **caracterizada porque** el colector de CA (25) está conectado a al menos un dispositivo auxiliar de frecuencia variable (8b) conectado al colector de CC (15).

15. Un método para controlar una planta (1) para la producción de energía eléctrica; comprendiendo el método las etapas de:

25 - producir energía eléctrica primaria (E_P) a una primera frecuencia (f_1) para una red de distribución eléctrica (2) conectada a la planta (1);
 - producir energía eléctrica complementaria (E_C) a una segunda frecuencia variable (f_2);
 30 - detectar una frecuencia de red (f_R) de la red de distribución eléctrica (2);
 - convertir la energía eléctrica complementaria (E_C) a la segunda frecuencia (f_2) en energía eléctrica complementaria (E_C) a la primera frecuencia (f_1);
 - suministrar una fracción controlada de energía eléctrica complementaria (E_C) a la primera frecuencia (f_1) a la red de distribución eléctrica (2), si la frecuencia de la red (f_R) es diferente de una frecuencia nominal (f_N); la etapa de suministrar una fracción controlada de energía eléctrica complementaria (E_C) comprende la etapa de determinar la
 35 fracción controlada de energía eléctrica complementaria (E_C) con base en la diferencia entre la frecuencia de la red (f_R) y la frecuencia nominal (f_N);

siendo el método **caracterizado porque**:

40 - la etapa de producir energía eléctrica primaria (E_P) comprende el mantenimiento de la energía eléctrica primaria (E_P) constante en un primer modo de operación y variar la energía eléctrica primaria (E_P) en un segundo modo de operación; la etapa de variar la energía eléctrica primaria (E_P) comprende la etapa de variar la energía eléctrica primaria (E_P) entre un valor mínimo preestablecido y un valor máximo preestablecido de acuerdo a la diferencia entre la frecuencia de la red (f_R) y la frecuencia nominal (f_N);
 45 - la etapa de suministrar una fracción controlada de energía eléctrica complementaria (E_C) que comprende:

• suministrar una fracción nominal de energía eléctrica complementaria (E_C) si la energía eléctrica primaria (E_P) está comprendida en un rango preestablecido definido por un primer límite, inferior al valor máximo preestablecido, y por medio de un segundo límite, superior al valor mínimo preestablecido;
 50 • incrementar la fracción de energía eléctrica complementaria (E_C) con respecto a la fracción nominal de energía eléctrica complementaria (E_C), si la energía eléctrica primaria (E_P) es igual a o superior al primer límite y si la frecuencia de la red (f_R) es inferior a la frecuencia nominal (f_N); y
 • reducir la fracción de energía eléctrica complementaria (E_C) con respecto a la fracción nominal de energía eléctrica complementaria (E_C), si la energía eléctrica primaria (E_P) es igual o inferior al segundo límite y si la frecuencia de
 55 la red (f_R) es superior a la frecuencia nominal (f_N).

16. El método de acuerdo a la Reivindicación 1, en donde la unidad del motor de combustión interna (9) es alimentada con combustible biodiesel.

