

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 015**

21 Número de solicitud: 201230539

51 Int. Cl.:
H02P 9/48

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **11.04.2012**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **20.11.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
20.11.2012

71 Solicitante/s:
ECONVERTER ENERGIA E INNOVACION S.L
(100.0%)
ALAMEDA COLON, LINAJE, 2
29001 MALAGA, Málaga, ES

72 Inventor/es:
BURGUEÑO CRUZ, Francisco

74 Agente/Representante:
SEGURA MAC-LEAN, Mercedes

54 Título: **AUTOSINCRONIZADOR**

57 Resumen:

Generador eléctrico de velocidad variable.

Que partiendo de un motor asíncrono de inducción de jaula de ardilla (1), entre el cual y la correspondiente red eléctrica (2) va intercalado un rectificador (3), un inversor (4) y un transformador (5), y en el lado opuesto un dispositivo o elemento de captación de energía (6), presenta la particularidad de que intercaladamente y en paralelo con el generador asíncrono de inducción de jaula de ardilla (1) se ha previsto un dispositivo electrónico especial (8) constituido por un autosincronizador mediante el que se consigue la sincronización de la frecuencia del campo magnético del estator con el número de revoluciones del rotor, en base a una detección en tiempo real del número de revoluciones de dicho rotor y las diferencias de intensidad entre el devanado del estator y la etapa de potencia del autosincronizador, para mediante un software específico poder cambiar la frecuencia del campo magnético del estator.

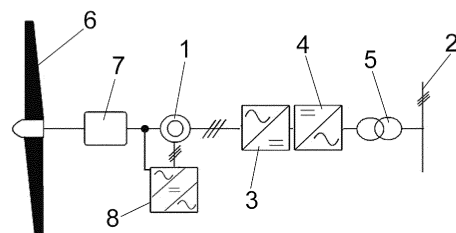


FIG. 1

ES 2 391 015 A1

AUTOSINCRONIZADOR

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un generador eléctrico de
velocidad variable, previsto para generar electricidad a partir de energía
10 mecánica o cinética, utilizando un motor de inducción asíncrono de jaula de
ardilla a diferentes velocidades de rotación.

El objeto de la invención es conseguir una sincronización entre la
frecuencia del campo magnético del estator correspondiente al motor
15 asíncrono y las revoluciones del rotor de dicho motor, utilizando para ello
un dispositivo electrónico especial.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

Como es sabido, un motor eléctrico es una máquina eléctrica que
transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones
electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden
transformar energía mecánica o cinética en energía eléctrica funcionando
25 como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras
realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos, del
mismo modo se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para
aprovechar las ventajas de su reversibilidad.

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha, que será de sentido contrario si el motor está siendo utilizado como generador.

Los motores eléctricos presentan muchas ventajas respecto a los motores de combustión: A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos, se pueden construir de cualquier tamaño, tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante, su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina) y este tipo de motores no emite contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro si emiten contaminantes.

Motor asíncrono o de Inducción.-

Los motores asíncronos o de inducción son un tipo de motor de corriente alterna. El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que

puede ser de dos tipos: a) de jaula de ardilla; b) bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° en el espacio. Según el Teorema de Ferraris, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120°, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la Ley de inducción de Faraday:

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Entonces se da el efecto Laplace (ó efecto motor): todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento. Simultáneamente se da el efecto Faraday (ó efecto generador): en todo conductor que se mueva en el seno de un campo magnético se induce una tensión.

El campo magnético giratorio, a velocidad de sincronismo, creado por el bobinado del estator, corta los conductores del rotor, por lo que se genera una fuerza electromotriz de inducción. La acción mutua del campo giratorio y las corrientes existentes en los conductores del rotor, originan una fuerza electrodinámica sobre dichos conductores del rotor, las cuales hacen girar el rotor del motor. La diferencia entre las velocidades del rotor y el campo magnético se denomina deslizamiento.

Rotor de Jaula de ardilla.-

Un rotor de jaula de ardilla es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos

que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster (ruedas probablemente similares existen para las ardillas domésticas).

Rotor Devanado.-

5 El rotor devanado o bobinado, como su nombre lo indica, lleva unas bobinas que se conectan a unos anillos deslizantes colocados en el eje; por medio de unas escobillas se conecta el rotor a unas resistencias que se pueden variar hasta poner el rotor en corto circuito al igual que el eje de jaula de ardilla.

10 Motor Síncrono.-

En este tipo de motores y en condiciones normales, el rotor gira a las mismas revoluciones que lo hace el campo magnético del estator.

Regulación de velocidad.-

15 En los motores asíncronos trifásicos existen actualmente dos formas de poder variar la velocidad, una es variando la polaridad gracias al diseño del motor y la otra variando la frecuencia mediante un equipo electrónico especial. La primera sólo es posible en los motores de devanado separado, o los motores de conexión Dahlander, y la segunda sólo es posible en motores de inducción de rotor devanado.

20 Por otro lado, existen generadores de velocidad variable, ya sean de corriente continua o de corriente alterna, en este segundo caso asíncronos y síncronos.

25 Pues bien, para generar electricidad con velocidades de giro inferiores a los valores nominales de los motores, y teniendo la velocidad de giro el rotor impuesta por la frecuencia de la red eléctrica, el par mecánico aprovechado en la conversión disminuye, con la consiguiente disminución del rendimiento de la máquina.

A partir de esta idea, se plantean diversas estrategias encaminadas a aumentar el rendimiento de la máquina cuando la velocidad de giro es inferior a la nominal.

5 Para ello se realizará un análisis de las distintas soluciones posibles en función de la máquina eléctrica a utilizar.

10 El generador de corriente continua tiene pocas posibilidades debido a que la mayoría de las cargas eléctricas actuales consumen energía alterna, con la aparición de la electrónica de estado sólido y más concretamente de los convertidores estáticos de corriente continua a corriente alterna (inversores) se hace posible la conexión de una máquina de éste tipo a la red eléctrica.

15 El sistema compuesto por un generador de corriente continua, a cuyo colector se conecta un inversor trifásico, es totalmente capaz de operar a la velocidad variable mediante el control de su corriente de excitación y del ángulo de disparo de los tiristores que componen el puente del inversor.

20 Una ventaja de éste sistema es que haciendo funcionar el inversor como rectificador (conversión de corriente alterna a continua) puede la máquina comportarse como motor facilitando el proceso de arranque del generador. El utilizar sistemas de conversión de potencia para la conexión de la máquina eléctrica a la red facilita la estabilidad del sistema incluso ante fallos de red pero como inconveniente toda la potencia generada tiene que pasar por el convertidor con la consiguiente pérdida de rendimiento. Además, si el convertidor es de una potencia razonable, se deberá realizar mediante tiristores (inversor conmutado por red) el cual es incapaz de funcionar aislado
25 de la red, consume potencia reactiva y además genera armónicos de corriente que deber ser filtrados.

Los anteriores inconvenientes sumados a que el precio de una máquina de continua es alto y sus costes de mantenimiento también hacen que

este tipo de sistemas no sea casi utilizado.

5 Generador de corriente alterna síncrono funcionando a velocidad variable: En éste sistema, el acoplamiento entre el alternador síncrono y la red eléctrica de frecuencia fija se establece a través de un convertidor de frecuencia, situado directamente entre el estator de la máquina y la red.

 La potencia total generada por la máquina eléctrica debe pasar a través de dicho convertidor y en consecuencia, sus elementos deben estar dimensionados para las mismas condiciones nominales que el generador.

10 En el lado del convertidor unido al generador, la frecuencia tiene una relación lineal con la velocidad de giro del eje, mientras que, en el lado unido a la red, la frecuencia es constante.

 En éste tipo de sistemas se suele utilizar un convertidor de frecuencia que dispone de un circuito intermedio de corriente continua. La tensión del estator se rectifica mediante un puente de diodos o tiristores. Este rectificador está conectado a un circuito de corriente continua que contiene una bobina de alisado. Un segundo puente de tiristores, entre dicho circuito intermedio de corriente continua y la red, actúa como inversor de conmutación natural alimentado en fuente de corriente. Se suele emplear la disposición en puente trifásico de Graetz, tanto para el rectificador como para el inversor, aunque en sistemas donde se desee reducir el contenido de armónicos, se usan puentes de 12 pulsos. No obstante, ésta solución incrementa mucho el coste, pues obliga a disponer de un transformador especial en la red. Este sistema necesita unidades de compensación de reactiva, que al trabajar por escalones, hacen que los factores de potencia estén por debajo de la unidad. Además la eficacia de las unidades de filtrado de armónicos dependerá de la potencia de cortocircuito de la red. Con potencias bajas de cortocircuito de la red, cosa que puede darse fácilmente ya

15

20

25

que los generadores no suelen conectarse en zonas muy malladas, pueden presentarse problemas de resonancias y perturbaciones en la red. Por último, éste tipo de equipos suelen ser sensibles a los descensos de la tensión de red y a variaciones bruscas, las cuales pueden afectar a la fiabilidad del generador.

5 Actualmente, debido al desarrollo de los semiconductores, se dispone de dispositivos de conmutación denominados IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de potencia que son transistores bipolares excitados por un pequeño MOSFET que combina la baja caída de tensión de los primeros con la escasa energía de excitación de los segundos. Se han desarrollado
10 IGBT de hasta 400 A y 1200 V. Mediante éstos dispositivos se puede realizar el puente del inversor (inversor autoconmutado) de manera que opere a frecuencias de conmutación altas (KHz) y mediante el uso de modulación de ancho de pulso (PWM), como consigna de disparo de la IGBT, realizada por el sistema de control, se puede hacer que la señal de salida del inversor sea
15 perfectamente senoidal evitando suministrar a la red corrientes armónicas, salvo las debidas a la frecuencia de conmutación, las cuales se filtran con un pequeño filtro LC. Su tiempo de actuación es muy corto, su rendimiento es más alto y no necesitan baterías de compensación de reactiva. Además, este tipo de inversor es independiente del valor de la potencia de cortocircuito de
20 la red en el punto de conexión. El único inconveniente de éste tipo de convertidores es su precio.

Respecto al rectificador utilizado, el diseño más sencillo es el no controlado, compuesto únicamente por diodos. En este tipo de rectificador, la tensión continua de salida dependerá de la velocidad del giro, mientras que la
25 corriente dependerá del sistema de control de inversor, si es de tiristores será mediante la variación del ángulo de disparo de los mismos y si es de IGBT's de la modulación de corriente utilizada por el control. Recuérdese que controlando la corriente continua que circula entre el rectificador y el inversor se controla el par electromagnético del generador síncrono.

Las características nominales del generador síncrono vienen determinadas por su operación con la máxima velocidad de giro del eje. En esas condiciones la tensión será superior a la de la red y no habrá ningún problema para transmitir la potencia. En el caso de que la velocidad de giro sea baja, la tensión de salida del generador será baja y salvo que se actúa sobre el circuito de excitación, el inversor puede tener problemas de funcionamiento, ya que en el inversor con tiristores el ángulo de disparo se acercará a 90 y en este caso el factor de potencia será muy bajo. El inversor autoconmutado tiene la limitación en el índice modulación máximo si la tensión continua en su entrada es baja puede no lograr mantener un nivel de potencia adecuado. Por ello si el rectificador es de diodos se deberá actuar sobre la excitación de la máquina para mantener un nivel de tensión continua adecuado.

Si el rectificador utilizado es controlado (puente de tiristores), éste puede mantener la tensión continua proporcional a la tensión de red, sin necesidad de que la máquina síncrona disponga de un circuito de excitación regulable. Actuando sobre el ángulo de disparo de los tiristores del puente rectificador, se podrá ejercer control sobre la potencia reactiva. Además podrá actuar como elemento de protección de la máquina eléctrica y permitirá al sistema ser bidireccional, o sea que permitirá funcionar a la máquina síncrona como motor. Obviamente, este rectificador será más caro que el compuesto por diodos. Se puede incluso alcanzar un compromiso intermedio mediante un rectificador con puente semicontrolado (diodos+tiristores).

Entre las ventajas de este sistema de generación de velocidad variable se pueden incluir la fácil sincronización a la red eléctrica, la mejora en la estabilidad del sistema, el amplio margen de funcionamiento en función de la velocidad del eje y por lo tanto el aumento de rendimiento energético (se evalúa en el 4%) frente a sistemas de velocidad constante.

Como inconvenientes, en primer lugar el aumento de los costes

debido a la inclusión de equipos convertidores que deben soportar toda la potencia generada (sobre un 30% más). Además la máquina eléctrica deberá sobredimensionarse en función del rendimiento de los equipos electrónicos (rectificador+inversor+filtros) la posible disminución de fiabilidad, el aumento de costes de mantenimiento, el sobrecoste que supone poder hacer que la máquina funcione como motor.

Con éste sistema el rendimiento a potencia nominal disminuye frente al rendimiento del generador síncrono, por ello como conclusión, éste sistema es útil en el caso de que las revoluciones del eje varíen en un rango amplio (40 - 120% del valor nominal) ya que la frecuencia de la red eléctrica y la velocidad de rotación de la máquina están totalmente desacopladas.

Generador de corriente alterna asíncrono funcionando a velocidad variable: En este caso una solución es mediante generador con rotor cortocircuitado, y otro caso es mediante generador con rotor bobinado.

En el caso de generador con rotor cortocircuitado, una opción para mejorar el rendimiento a bajas velocidades de giro, es diseñar el generador con dos máquinas eléctricas acopladas al eje. Una de las máquinas será de baja potencia nominal y mayor número de polos, de manera que su velocidad de sincronismo sea menor. Esta máquina estará conectada a la red eléctrica para velocidades de giro bajas. Cuando la velocidad ascienda, aumentará el par mecánico producido. Si debido a éste aumento de par, se logra superar la potencia nominal del generador, el control desconecta a éste y conecta a la red eléctrica el generador de mayor potencia y menos polos, por lo que su velocidad de sincronismo es mayor. Si desciende la velocidad de giro, obviamente el control realizará el proceso inverso. A este tipo de generación no se le puede denominar velocidad variable, en realidad es generación a velocidad constante con dos velocidades de sincronismo.

Otra opción es mediante cambio de polos, existiendo varias formas de efectuar el cambio de polos en un generador de inducción.

El primer método analizado es el denominado de polos consecuentes. Este método es bastante antiguo y se basa en el hecho de que el número de polos del devanado del estator de un generador de inducción se puede cambiar fácilmente en relación 2:1 mediante sencillas modificaciones en las conexiones de las bobinas. El rotor deberá ser de jaula de ardilla, ya que por inducción siempre se crean en él tantos polos como los que tenga el estator y así se podrá adaptar perfectamente cuando cambie el número de polos del estator. La desventaja de éste método es que las velocidades deben guardar siempre la relación 2:1.

Otro método que supera la limitación del anterior, es diseñar el estator del generador con devanados múltiples, los cuales disponen de diferentes números de polos y donde se energiza sólo uno de ellos cada vez. Por ejemplo, un generador puede devanarse con dos arrollamientos, uno para cuatro polos y otro para seis polos, así cuando se alimenta con tensión alterna de 50 Hz de frecuencia, su velocidad de sincronismo puede cambiar de 1500 r.p.m. a 1000 r.p.m., simplemente suministrando potencia al otro conjunto de bobinas. Desafortunadamente, los estatores de devanados múltiples son excesivamente caros.

Otra técnica para modificar el número de polos, basada en una teoría más complicada, pero más viable económicamente que la anterior es la denominada modulación de la amplitud polar (PAM). Esta técnica se basa en combinar dos señales senoidales de distinta frecuencia (deberán ser múltiplos entre sí) en un dispositivo denominado mezclador, la salida resultante contiene componentes con frecuencias iguales a la suma y a la diferencia de las dos frecuencias originales a la entrada. De manera que si una señal de 100 KHz se multiplica (se modula) mediante una señal de 1 KHz, las frecuencias a la salida del mezclador son 99 KHz y 101 KHz.

Como ejemplo consideramos un generador asíncrono convencional con ocho polos en el estator. Los devanados de este estator se modulan mediante una onda trifásica espacial de dos polos. Esta onda espacial puede producirse mediante la inversión en las conexiones de la mitad de las fases cada medio giro del campo magnético (180°). Mediante este efecto se obtendrán seis polos magnéticos alrededor del estator, cuatro del mismo tamaño anterior y dos de doble tamaño. Si a la onda resultante se analiza por series de Fourier, se puede separar en dos distribuciones sinusoidales, una de ellas de seis polos (la diferencia) y la otra de diez polos (la suma). La respuesta del generador a esta señal que simultáneamente presenta dos números de polos diferentes depende de la distribución y el acortamiento de los devanados del estator. Como inconvenientes de éste método están los transitorios que se producen en el proceso de cambio de polos y las altas puntas de par que aparecen, a menos que se diseñe para grandes deslizamientos, en cuyo caso aumentan las pérdidas.

Anderson y otros, utilizando generadores de inducción basados en este principio de modulación de amplitud de polos (PAM) con dos o tres velocidades de sincronismo, calcularon un incremento del rendimiento del 12,6% y el 18,6% respectivamente.

En el caso de utilizar generador con rotor bobinado, la generación puede llevarse a cabo mediante convertidor de frecuencia bidireccional. En cuyo caso una máquina asíncrona de rotor cortocircuitado (jaula de ardilla), suministra corriente eléctrica por el estator si el deslizamiento es negativo, o sea si el rotor de la misma gira a una velocidad superior a la del campo magnético giratorio (velocidad de sincronismo).

El deslizamiento en este caso era relativamente pequeño (5-10%) e igual al cociente entre las pérdidas por efecto Joule en el devanado rotórico y la potencia del campo en el entrehierro.

De ahí, que si en una máquina asíncrona se bobina el rotor, y en vez de cortocircuitarlo lo conectamos mediante unos anillos rozantes a un circuito exterior, podemos aumentar la resistencia del rotor manteniendo el mismo par. El deslizamiento será mayor, ya que se aumentan las pérdidas óhmicas en el circuito rotórico, pero el rendimiento será menor debido precisamente a estas pérdidas. Pero si la potencia eléctrica que se absorbe, la recuperamos entregándola a la red eléctrica, el rendimiento se mantendrá constante, cualquiera que sea el deslizamiento.

Este proceso no es fácil, ya que la frecuencia de las corrientes rotóricas, salvo en reposo, es distinta a la de la red eléctrica y varía con el deslizamiento, mientras que la frecuencia de la red es constante.

Mediante un dispositivo electrónico de potencia denominado cicloconvertidor o convertidor de frecuencia, se puede en todo momento y para casi todas las frecuencias transferir energía de las corrientes del rotor de frecuencia $f_2=f_1$ a la red eléctrica, cuya frecuencia es f_1 (50 Hz).

En esencia, este sistema tratará de extraer corriente del circuito rotórico de magnitud y fase apropiadas, además de regulables siempre con frecuencia constantemente igual a la del circuito rotórico. Esto capacita al generador para liberar potencia por encima y por debajo de la velocidad de sincronismo.

El equipo denominado cicloconvertidor es un sistema de conversión estática a base de tiristores, que conectado a una fuente de tensión alterna mono o polifásica de una determinada frecuencia, la convierte sin pasar por un circuito de continua, en otra señal alterna de distinta frecuencia.

Físicamente, un cicloconvertidor trifásico está compuesto por dos puentes de Graetz completos, de tiristores en paralelo opuesto o antiparalelo. Su principio de funcionamiento está en lograr, a partir de señales alternas de tensión a la entrada, variando el ángulo de disparo de los tiristores, trocear

dichas señales obteniendo unas señales alternas de salida de la frecuencia deseada. Estas señales influirán en la señal del rotor bobinado logrando que la velocidad del generador se ajuste a las frecuencias de las mismas.

5 Por su propio principio de funcionamiento, el cicloconvertidor puede actuar en los dos sentidos, es decir, ceder energía a la red o tomar energía de ésta, lo que equivale a decir que permite el funcionamiento de la máquina en los cuatro cuadrantes. Por ello a este tipo de generadores de velocidad variable se les denomina también generadores de doble paso.

10 El sentido de la corriente determinará el funcionamiento de uno u otro de los puentes montados en antiparalelo y el módulo y la fase de la tensión se fijará mediante el retardo en el encendido de los tiristores. (Para ángulos de disparo inferiores a 90°, el puente suministra tensión positiva (rectifica) y para ángulos entre 90° y 180° el puente suministra tensión negativa (inversor).

15 El rotor constituye la parte de baja frecuencia del convertidor. La limitación de la relación entre las frecuencias del cicloconvertidor hace que la frecuencia rotórica sea como máximo 113 de la frecuencia de la red. Para valores superiores, aparecen importantes distorsiones en las señales de tensión y corriente del rotor. El margen típico es $\pm 15\%$ de la velocidad de sincronismo. Variaciones de la frecuencia del 25% (12,5 Hz a 50 Hz) las posibles distorsiones de la señal pueden dar lugar a armónicos de baja frecuencia que pueden entrar en resonancia con los modos de vibración de baja frecuencia. Así, se pueden utilizar métodos de amortiguación que logren atenuar las vibraciones, pudiendo permitir armónicos de corriente del orden del 5%. (Para mantener la distorsión armónica de la señal sinusoidal dentro de este límite, partiendo de señales cuadradas se necesitan al menos 12 escalones).

Para evitar la inyección de armónicos de corriente, debidos a la

conmutación de los tiristores, en la red eléctrica se deberá disponer de un filtro LC paso bajo, a poder ser sintonizado con los armónicos más importantes en la etapa de conexión de la red.

5 El control del inversor podrá efectuar tareas de regulación de la potencia reactiva consumida por el generador asíncrono, reduciendo su demanda de la red eléctrica.

10 Una cuestión a tener en cuenta en el dimensionado de estos sistemas es que el generador eléctrico deberá ser de una potencia algo mayor, al empleado en acoplamiento directo, como consecuencia del rizado introducido en el par, por la acción del convertidor (se diseña para un 15% más de potencia).

15 Una vez evaluado el rango medio de variaciones de velocidad de giro en la localización del sistema, se elige el margen en el cual se va a regular la velocidad y se dimensiona la potencia del cicloconvertidor, la cual será una fracción de la potencia nominal del generador (alrededor del 15%). Evidentemente, éste sistema será óptimo, siempre que se cumpla que el rango de variaciones de la velocidad sea estrecho.

20 Los equipos de conversión de potencia son actualmente caros, debido al gran número de tiristores que hacen falta (por ejemplo, 36 tiristores en un cicloconvertidor de 6 pulsos) y además deben disponer de un sistema de control muy complejo, con gran cantidad de transductores de medida. La tendencia a la disminución de costes de los sistemas electrónicos y el progreso en las técnicas de conversión encaminadas al aumento de rendimiento, hacen que cada día sea viables estos sistemas.

25 Una segunda forma de llevar a cabo la generación puede ser mediante cascada hipersónica, en cuyo caso la característica par-deslizamiento de una máquina asíncrona depende directamente del valor de la resistencia de su rotor. Mediante el incremento de esta resistencia la

pendiente de la característica par-deslizamiento disminuye, por lo que si el par resistente del generador se mantiene constante, éste cederá más energía por su rotor y aumentará su velocidad de giro.

5 Utilizando un generador asíncrono de rotor bobinado y conectado a través de sus anillos rozantes una resistencia variable externa se podría realizar la generación a velocidad variable, pero se aumentarían las pérdidas, disminuyendo el rendimiento.

10 Mediante un equipo convertidor electrónico, se puede realizar el efecto de la resistencia, pero además recuperando la energía extraída. Este equipo estaría compuesto por un rectificador de diodos, una bobina de alisado y un inversor trifásico conmutado por red o autoconmutado similar al analizado en el generador de velocidad variable con máquina síncrona.

15 Mediante el control del inversor se incrementa la tensión en el circuito de continua, el rotor del generador se acelera para que al aumentar el deslizamiento aumente la fuerza electromotriz inducida y polarice en sentido directo los diodos del rectificador, de ésta manera podrá circular la intensidad necesaria para crear par. La corriente solo podrá ir desde el rotor en dirección al inversor, ya que el rectificador de diodos hace que el sistema sea unidireccional. Por lo tanto para que esta corriente pueda circular, el rotor
20 deberá girar siempre a velocidad superior a la de sincronismo. Por esta razón se denomina a este sistema "cascada hipersíncrona o supersíncrona".

25 Mediante este sistema no se puede efectuar ninguna compensación de potencia reactiva, por lo cual estos sistemas necesitan, al igual que los generadores asíncronos a velocidad constante, una batería de condensadores que compense la potencia reactiva demandada en vacío.

En función del margen de velocidades que se quieran regular, se seleccionará la potencia de los equipos convertidores, siendo el valor más normal el 50% de la potencia nominal del generador asíncrono. Al manejar

potencias más pequeñas que en el sistema de generación a velocidad variable con máquina síncrona, es más integrable el inversor autoconmutado (puente de IGBT's), aún siendo más caro que el inversor conmutado por red (puente de tiristores).

- 5 Con este sistema se pueden alcanzar deslizamientos del 20%, ya que el margen de velocidad de giro superior se establece por consideraciones mecánicas y económicas.

Las ventajas de los sistemas de velocidad constante son:

- Sistema electrónico simple y barato.
- 10 - Alta fiabilidad.
- Baja posibilidad de aparecer resonancias estructurales.
- Distorsión armónica nula en las señales eléctricas obtenidas.

Las ventajas de los sistemas de velocidad variable son:

- Mayor energía eléctrica generada.
- 15 - Inexistencia de puntas de par transitorias.
- Caja multiplicador más barata.
- No se demandan sistemas de amortiguación mecánica.
- Alto rendimiento.
- No hay problemas de sincronización.
- 20 - Buena calidad de la potencia eléctrica obtenida.

Con nuestro nuevo método, el sistema de generación por velocidad variable, incluiría todas las ventajas de la velocidad constante. A continuación detallamos la explicación de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 Mediante el generador eléctrico de velocidad variable que se preconiza, y concretamente mediante un dispositivo electrónico aplicado al mismo y denominado autosincronizador, se consigue una sincronización de la frecuencia del campo magnético del estator con el número de revoluciones del rotor, independientemente de si dichas revoluciones son
10 fijas o variables, pudiendo ser dicha variación superior o inferior a la velocidad de sincronismo.

 De esta manera se consigue la generación de electricidad, desde energía mecánica o cinética de cualquier índole, utilizando motores de
15 inducción asíncronos de jaula de ardilla a diferentes velocidades de rotación.

 El dispositivo electrónico especial que se incorpora, está conectado en paralelo con el motor asíncrono de inducción de jaula de
20 ardilla, siendo su función la de detectar en tiempo real el número de revoluciones del rotor y las diferencias de intensidad entre el devanado del estator y la etapa de potencia del autosincronizador, para mediante un software específico poder cambiar la frecuencia del campo magnético del estator, manteniendo la relación V/F ideal para que el par del motor sea el
25 justo y el devanado del estator no pueda sufrir daños.

 En definitiva, se consigue mediante ese dispositivo electrónico denominado autosincronizador, un generador de electricidad fiable, robusto y que además permite la generación a diferentes revoluciones del motor, sin

ninguno de los inconvenientes de los generadores de velocidad variable cuyo funcionamiento se ha descrito en el apartado anterior.

5 En cualquier caso, las ventajas derivadas de la aplicación del dispositivo electrónico especial denominado autosincronizador, y que se intercala en paralelo con el propio motor asíncrono de inducción de jaula de ardilla, presenta las siguientes ventajas:

- 10 - No es necesario utilizar motores de diseño especial, por lo que posibilita generar electricidad de forma barata y con coste de mantenimiento prácticamente nulos.
- No necesita red para toma de energía, por lo que tampoco consumirá potencia reactiva.
- 15 - Las velocidades de sincronismo son tantas como se programen, con lo que aumenta el rendimiento de los generadores.
- No tiene pérdidas de rendimiento ni necesita aumentar la resistencia con anillos rozantes.
- 20 - No es necesario instalar mayor potencia de la requerida ni mantener la frecuencia del rotor.
- No produce distorsiones en las señales de tensión.
- El generador no precisa actuar como motor.

25 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de 30 realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha

descripción, un único dibujo en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

5 La figura única muestra el esquema correspondiente a la generación de electricidad que se consigue mediante la incorporación del dispositivo electrónico especial denominado autosincronizador.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

10

Como se puede ver en las figuras referidas, el generador eléctrico de velocidad variable comprende un motor asíncrono de inducción de jaula de ardilla (1), que en su conexión a la correspondiente red eléctrica (2) lleva intercalado un rectificador (3) seguido de un inversor (4), y a 15 continuación de éste un transformador (5), como es convencional, presentando en el lado opuesto el dispositivo o elemento de captación de energía (6) y una caja multiplicadora (7), que puede ser opcional.

20 A partir de estas características, la novedad de la invención es la incorporación de un dispositivo electrónico especial denominado autosincronizador (8) que va conectado en paralelo al generador asíncrono de inducción de jaula de ardilla (1), tal y como se representa en la figura, permitiendo obtener una sincronización entre la frecuencia del campo magnético del estator del motor (1) y las revoluciones del rotor del mismo, 25 independientemente de si dichas funciones son fijas o variables, o si dicha variación sea superior o inferior a la velocidad de sincronismo.

En definitiva, en base a lo referido se consigue la generación de electricidad a partir de energía mecánica o cinética de cualquier índole,

utilizando precisamente motores asíncronos de inducción de jaula de ardilla (1), a diferentes velocidades de rotación.

REIVINDICACIONES

1.- Generador eléctrico de velocidad variable, que estando previsto para generar electricidad a partir de energía mecánica o cinética, utilizando motores de inducción asíncrono de jaula de ardilla (1), a diferentes velocidades de rotación, y comprendiendo un rectificador (3), un inversor (4) y un transformador (5) en el motor de inducción asíncrono de jaula de ardilla (1) y la correspondiente red eléctrica, se caracteriza porque entre el dispositivo de captación de energía (6) y dicho motor asíncrono de inducción de jaula de ardilla (1), va intercalado en paralelo un dispositivo electrónico (8) constituido por un autosincronizador mediante el que se consigue la sincronización entre la frecuencia del campo magnético del estator y el número de revoluciones del rotor, permitiendo detectar en tiempo real dicho número de revoluciones del rotor y las diferencias de intensidad entre el devanado del estator y la etapa de potencia del autosincronizador para que, en combinación con un software específico, permitir el cambio de frecuencia del campo magnético del estator, manteniendo una relación V/F ideal para que el par motor sea el justo y el devanado del estator no pueda sufrir daños.

20

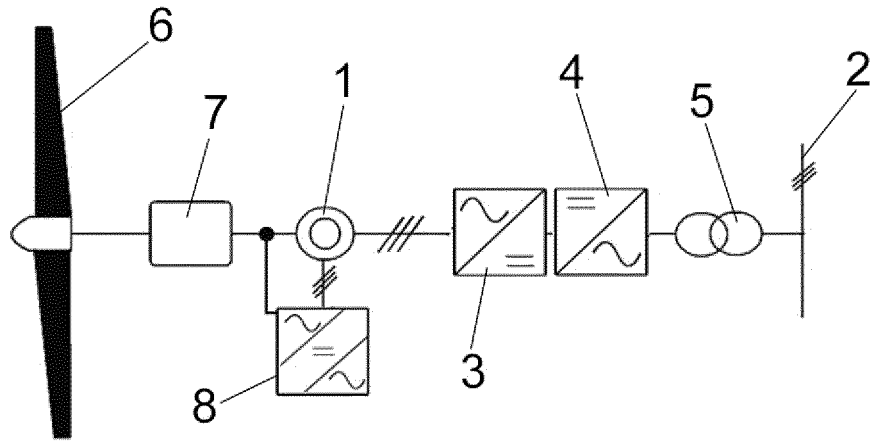


FIG. 1



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201230539

②② Fecha de presentación de la solicitud: 11.04.2012

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **H02P9/48** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 4503377 A (HITACHI LTD) 05.03.1985, Columna 11, líneas 1-12, 58-64; resumen; figura 3	1
X	US 3529223 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 15.09.1970 , Columna 2, línea 22-35; columna 4, líneas 56-64	1
A	US 5083039 A (US WINDPOWER) 21.01.1992, Resumen; columna 1, línea 65-columna4, línea 13; figura 1.	1
A	US 6188204 B1 (VITHAYATHIL JOSEPH; VITHAYATHIL JOHN J) 13.02.2001, Columna 3, línea 30- columna 4, línea 11; Resumen	1
A	Base de datos EPODOC, recuperado de EPOQUE PN: CN 101242157 & CN 101242157 A (UNIV SOUTH CHINA TECH) 13.08.2008; Resumen; figuras.	1
A	US 2010207479 A1 (MADAWALA UDAYA) 19.08.2010 Párrafos [0006]-[0022]	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
05.11.2012

Examinador
L. J. García Aparicio

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H02P

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 05.11.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

la solicitud de patente tal y como se publica.

La presente opinión se ha realizado sobre la base de

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4503377 A (HITACHI LTD)	05.03.1985
D02	US 3529223 A (TEXAS INSTRUMENTS INC)	15.09.1970
D03	US 5083039 A (US WINDPOWER)	21.01.1992
D04	US 6188204 B1 (VITHAYATHIL JOSEPH; VITHAYATHIL JOHN J)	13.02.2001
D05	Base de datos EPODOC, recuperado de EPOQUE PN: CN 101242157 & CN 101242157 A (UNIV SOUTH CHINA TECH) 13.08.2008; Resumen; figuras.	13.08.2008
D06	US 2010207479 A1 (MADAWALA UDAYA)	

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Es objeto de la solicitud un, así denominado, autosincronizador, que es un dispositivo electrónico que se conecta en paralelo a un generador asíncrono de inducción de jaula de ardilla y que lleva a cabo la sincronización de la frecuencia del campo magnético del estator con las revoluciones del rotor permitiendo la generación de electricidad a partir de energía mecánica o cinética a diferentes velocidades.

El autosincronizador detecta las revoluciones del rotor para mediante software cambiar la frecuencia del campo magnético del estator, manteniendo la relación V/F para que el par motor sea el justo del estator y no pueda sufrir daños.

El documento D01, que se puede considerar representa el estado de la técnica más cercano al objeto de la invención, divulga una máquina eléctrica rotativa de velocidad variable que utiliza un rotor de jaula de ardilla (11) que cuenta con un dispositivo (convertor de frecuencia, 14), mediante el que se consigue modificar la frecuencia del campo magnético del estator (véase columna 11, líneas 1-12, líneas 58-64) en dependencia con la velocidad de rotación, por lo tanto las revoluciones del motor, permitiendo el cambio de la frecuencia del campo magnético del estator.

No se divulga en el documento D01 la presencia de un rectificador (3), un inversor (4) y un transformador (5), sin embargo estos elementos son de sobra conocidos en los sistemas de generación, particularmente los aerogeneradores, como pone de manifiesto por ejemplo el documento D03 (figura 1).

El documento D01 busca solucionar los mismos problemas que el objeto de la invención y describe los mismos medios para solucionar dichos problemas.

Iguales consideraciones se pueden hacer respecto del documento D02, que también busca solucionar el mismo problema describiendo los mismos medios.

Por lo tanto, la materia de la reivindicación primera carece de Novedad, según lo establecido en el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/86 y tampoco cuenta con Actividad Inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la ley de Patentes 11/86.