

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 483**

51 Int. Cl.:

H02P 6/06 (2006.01)

G05F 1/67 (2006.01)

H02J 7/35 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2010 E 10150536 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2343796**

54 Título: **Motor eléctrico EC**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2013

73 Titular/es:

**EBM-PAPST MULFINGEN GMBH & CO. KG
(100.0%)
Bachmühle 2
74673 Mulfingen, DE**

72 Inventor/es:

KÖNIG, DANIEL, DIPL.-ING.(FH)

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 403 483 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

Motor eléctrico EC

- 5 La presente invención se refiere, de acuerdo con la parte introductoria de la reivindicación 1, a un motor eléctrico EC, que está compuesto por un motor de corriente continua con excitación permanente, conmutado electrónicamente, que presenta un dispositivo electrónico de conmutación preconectado, que está alimentado por tensión continua de circuito intermedio desde un circuito intermedio.
- 10 Estos motores EC (EC = conmutado electrónicamente) son conocidos desde hace mucho tiempo y son utilizados para múltiples aplicaciones. Un motor EC consiste, de manera conocida, en un motor síncrono sin escobillas, excitado de manera permanente, que está dotado de un sensor de posición del rotor y que es accionado mediante tensión continua a través de un dispositivo electrónico de conmutación (dispositivo electrónico de control y de potencia). Esta tensión continua puede ser conseguida como tensión continua de circuito intermedio mediante
- 15 rectificando de corriente alterna de la red. El dispositivo electrónico de conmutación genera a partir de la tensión continua, dependiendo de la posición del rotor, una tensión alterna, especialmente trifásica, para la generación de un campo giratorio en el arrollamiento del estator.
- Los motores EC tienen muchas ventajas. Mediante la conmutación puramente electrónica, sin escobillas, no se producen ni ruidos de las escobillas ni desgaste. Estos motores carecen además de mantenimiento. Gracias al control electrónico se pueden realizar funciones adicionales sin problemas, tales como regulación del régimen de giro de manera continua, inversión de la dirección de giro, arranque suave y/o protección de bloqueo. Para el ajuste de régimen de giro tiene lugar habitualmente una sincronización PWM con grado de control regulable o ajustable (relación de sincronización).
- 20 Para muchos casos de utilización, existe en la actualidad por razones económicas y también medioambientales el deseo, en muchos casos, de hacer funcionar dichos motores EC con energía solar, es decir, con intermedio de generadores de células solares con tensión fotovoltaica.
- 30 Por ejemplo, el documento US 5.493.155 A describe un sistema de alimentación eléctrica para un accionamiento eléctrico, por ejemplo, un compresor de una instalación de acondicionamiento de aire o bien de una máquina productora de frío, en el que un circuito intermedio es alimentado mediante un rectificador de red directamente de la tensión de red de una red de alimentación pública. Además, un generador de células solares (panel solar) está conectado con el circuito intermedio de manera directa a través de un convertidor controlable CC/AC (convertidor), mediante el cual la tensión fotovoltaica variable, según la intensidad de la radiación solar, es adecuada a la tensión
- 35 continua del circuito intermedio predeterminada por la tensión de red rectificada. El convertidor CC/AC necesario en el circuito solar conduce, sin embargo, a una complicación adicional de conexión y constructiva, así como a un coeficiente de rendimiento reducido de la energía solar.
- 40 El documento DE 195 38 946 C1 describe especialmente para la utilización en un vehículo, un dispositivo para la alimentación de corriente de un motor de corriente continua conmutable electrónicamente, sin escobillas, que además se encuentra en conexión directa con un generador solar. El generador solar debe estar dispuesto como módulo solar preferentemente en la zona del techo del vehículo. Adicionalmente, el motor o bien su dispositivo electrónico de control, está conectado mediante un interruptor con la red de a bordo del vehículo (batería, generador eléctrico), de manera que puede ser conmutado entre un funcionamiento con alimentación solar y funcionamiento con alimentación de la red de a bordo. Esto significa que el motor eléctrico puede ser accionado solamente de forma alternativa a base del módulo solar o de la red de a bordo.
- 45 El documento JP 08 331 889 A describe un motor eléctrico de inducción que es accionado como una "fuente de energía limpia". Esta fuente de energía está constituida por un generador solar y un generador eólico, de manera que el generador solar está conectado directamente con un rectificador de corriente (inversor) del motor. El generador eólico está conectado con intermedio de un convertidor en paralelo al generador solar con el rectificador de corriente del motor. Ambos generadores son variables en sus parámetros, puesto que dependen de la meteorología. Una tensión de salida del generador eólico es regulada a través del convertidor, de manera tal que
- 50 sigue la correspondiente tensión de salida del generador solar. Cuando en esta situación la tensión de salida de la "fuente de energía limpia" disminuye, también se reducirá el régimen de giro del motor, de manera que se puede reducir la tensión de entrada del motor de inducción. Esto tiene como consecuencia la variación de la potencia.
- La presente invención se propone el objetivo de dar a conocer un motor EC del tipo antes indicado que puede funcionar con un buen coeficiente de rendimiento y reducida complicación constructiva, así como con un régimen de
- 60 giro constante, opcionalmente con tensión fotovoltaica de un generador de célula solar y/o con tensión de red.
- De acuerdo con la invención, ello se consigue mediante las características de la reivindicación 1. Se definen características de construcción ventajosas de la invención en las reivindicaciones dependientes y en la descripción
- 65 siguiente.

De acuerdo con ellas, se prevé, según la invención, que el circuito intermedio sea conectable por una parte con intermedio de una primera entrada de tensión directamente con un generador de células solares y, por otra parte, con intermedio de una parte de red controlable y una segunda entrada de tensión con una tensión de red, de manera que la tensión continua del circuito intermedio será facilitada de forma variable en base a la tensión fotovoltaica existente del generador de células solares, y la parte de la red será regulable con respecto a su tensión de salida para su adecuación a la tensión continua del correspondiente circuito intermedio.

Mediante esta adecuación de la tensión, de manera ventajosa, las corrientes resultantes de las correspondientes tensiones pueden ser conducidas conjuntamente en un punto de conexión y, de esta manera, añadidas prácticamente a la corriente del circuito intermedio. En esta situación, el motor funcionará con una potencia que resulta del correspondiente producto de la corriente del circuito intermedio por la tensión continua del circuito intermedio.

De acuerdo con la invención, la parte de la red será regulada a través de un regulador MPP en la zona de la potencia máxima posible del generador de energía solar (MPP = maximum power point (punto de máxima potencia)). Con intermedio del regulador MPP (MPP-“Tracker” (seguidor MPP)). El generador de células solares puede funcionar siempre en la zona de potencia óptima.

Para garantizar el funcionamiento del motor EC, también en la situación en la que se tiene a disposición poca o ninguna tensión fotovoltaica, se puede prever en otra disposición ventajosa adicional que, en caso de que la tensión fotovoltaica disminuya o se acerque a un valor nulo bajando por debajo de un valor límite predeterminado, se ajuste con intermedio de la parte de red un valor predeterminado para la tensión continua del circuito intermedio para el accionamiento del motor de corriente continua.

En relación con la invención, se prevé además que el dispositivo electrónico de conmutación presente regulación de régimen de giro para poder mantener el régimen de giro del motor en un valor constante, incluso para una tensión continua variable del circuito intermedio. En esta situación, el dispositivo electrónico de comunicación presenta, de manera conocida, una etapa final de potencia con conmutadores de potencia controlados dispuestos en un circuito de puente completo, y una unidad de control correspondiente que controla el conmutador de potencia con dependencia del ajuste de giro del rotor.

En una realización preferente, el dispositivo de conmutación electrónica constituye conjuntamente con la parte de red controlable y el regulador MPP, una unidad electrónica integrada en una envolvente del motor que, en especial, está dispuesta sobre, como mínimo, una pletina de conmutación conjunta. En esta situación, la parte de la red está constituida preferentemente como parte de red de conmutación CA/CC que, de modo preferente, tiene un regulador de tensión integrado.

En base a los dibujos, se explicará de manera más detallada a continuación un ejemplo de realización preferente de la invención. Se muestra:

La figura 1, un diagrama de bloques del motor EC,

La figura 2, un plano de conexiones de principio simplificado, del motor EC, según la invención,

La figura 3, un diagrama de características de principio de una célula solar,

La figura 4, un diagrama para la explicación de la relación entre tensión de la célula solar y grado de control del motor, y

La figura 5, un diagrama con representación de la potencia total conjunta.

Tal como resulta, en principio de la figura 1, un motor EC 1 según la invención, consiste en un motor de corriente continua de excitación magnética permanente, electrónicamente conmutado con un dispositivo electrónico de conmutación preconectado 2. Según la invención, la electrónica de conmutación 2 está compuesta, por su parte, por una etapa final de potencia 4 que no se ha mostrado individualmente, controlada en un conmutador de potencia dispuesto en conexión de puente completo (en especial transistores), así como una unidad de control correspondiente 6 con regulación de régimen de giro. El motor M será alimentado con intermedio de la etapa final 4 a través de un circuito intermedio 8 con la tensión continua U_{ZK} de un circuito intermedio.

En la unidad de control 6 interviene, a parte de la regulación de régimen de giro, también el dispositivo lógico de conmutación habitual para el control de la etapa final 4. Con intermedio de la regulación de régimen de giro, la unidad de control 6 controla con intermedio de un llamado grado de control la energía en el motor M, modulada por amplitud de pulsación, de manera que alcanza el régimen de giro que está predeterminado en base a un valor teórico $n_{teórico}$, y después lo mantiene.

De acuerdo con la invención, el circuito intermedio 8 está conectado o se puede conectar, por una parte, con

intermedio de una primera entrada de tensión 10 directamente con un generador de células solares 12 así como, por otra parte, con intermedio de una parte de red controlable 14 y una segunda entrada de tensión 16 con una tensión de red U_M ($M = \text{mains}$) (red). De esta manera, de acuerdo con la invención, la tensión continua U_{ZK} del circuito intermedio variable en base a una tensión fotovoltaica U_{PV} predeterminada del generador de células solares 12, y la parte de red 14 es regulable con respecto a su tensión de salida para la adecuación a la tensión continua de circuito intermedio correspondiente U_{ZK} . Mediante esta adecuación de la tensión, las corrientes que resultan de las correspondientes tensiones (corriente solar I_{PV} , corriente de red I_M) reunidas simplemente en un punto de conexión P (ver figura 2) y, de esta manera, se pueden añadir a la corriente del circuito intermedio I_{ZK} ; se cumple $I_{ZK} = I_{PV} + I_M$. El motor M puede funcionar entonces, con la potencia que resulta del correspondiente producto entre la corriente del circuito intermedio multiplicada por la tensión del circuito intermedio; $P = I_{ZK} \cdot U_{ZK}$.

En una realización preferente, la parte de red 14 será regulada en un regulador MPP 18 en la zona de la potencia máxima posible del generador de células solares 12. Además, se alimentarán al regulador MPP 18 los correspondientes valores de la corriente solar I_{PV} y de la tensión solar U_{PV} . En base a estos valores, el regulador MPP 18 constituye un valor teórico $U_{ZK\text{teórico}}$, que será alimentado a la parte de red 14 para el ajuste de la correspondiente tensión continua U_{ZK} del circuito intermedio.

Para el caso en que la tensión fotovoltaica U_{PV} falla por completo, o que, al pasar a un valor nulo desciende por debajo de un valor límite determinado, mediante la parte de red 14, se ajustará un valor $U_{ZK\text{min}}$ para el funcionamiento del motor M, todavía suficiente, para la tensión continua del circuito intermedio.

En una disposición preferente, la parte de red 14 está constituida como parte de circuito CA/CC. De acuerdo con la figura 2, la parte de red 14 contiene un regulador de tensión integrado 20.

Tal como se ha mostrado a título de ejemplo en la figura 1, el dispositivo electrónico de conmutación 2 constituye, conjuntamente con la parte de red 14, un condensador de circuito intermedio C_{ZK} del circuito intermedio 8 y, preferentemente, también el regulador MPP 18, una unidad electrónica que está dispuesta preferentemente sobre la, como mínimo, una pletina de circuito común e integrada en el cuerpo envolvente del motor. De esta manera, el motor EC 1 se puede construir de manera compacta con todos los componentes necesarios, de manera que se pueden conectar con intermedio de las dos entradas de tensión 10 y 16 opcionalmente las tensiones correspondientes, es decir, la tensión de red U_M y/o el generador de células solares 12. El cuerpo envolvente del motor está indicado en la figura 1 por la línea de trazos 22.

El llamado MPP-Tracking es, en la técnica fotovoltaica, un procedimiento conocido para accionar células solares en la zona de potencia óptima (MPP = maximum power point). Para el mismo punto de trabajo del motor, el regulador MPP 18 varía la tensión continua del circuito intermedio a través de la parte de red 14, de manera que se recogerá la energía máxima correspondiente disponible del generador de células solares 12. De esta manera, la tensión continua de circuito intermedio es dependiente del punto de trabajo de la célula solar que, por su parte, depende de la radiación solar y de la temperatura del módulo.

Para ello se hará referencia al diagrama de la figura 3, en el que se han mostrado a título de ejemplo, algunas líneas características. La zona de potencia óptima se ha designado como zona MPP.

El motor EC 1, según la invención, puede funcionar básicamente en tres modalidades de trabajo:

1. Conexión puramente con la red, de manera que la energía necesaria será facilitada al 100% por la red.
2. Conexión solar pura sin alimentación adicional de la red; en este caso, pueden ocurrir otros dos casos dependientes:
 - El generador de células solares 12 facilita más energía que la que necesita el motor. En este caso, el generador de células solares 12 puede funcionar también fuera de la zona MPP. La tensión se rebajará de acuerdo con la línea característica.
 - La energía del generador de células solares 12 tampoco es suficiente en la zona MPP, para alcanzar el valor teórico propiamente necesario. Puesto que no se dispone de ninguna alimentación de red adicional, o en el caso de que ello ocurra, a continuación se utilizará solamente la energía máxima posible del generador de células solares 12 para el funcionamiento del motor.
3. Funcionamiento bivalente con alimentación simultánea solar y de la red; también en este caso se producen dos situaciones dependientes:
 - La energía del generador de células solares 12 no es suficiente para alcanzar el valor teórico. En este caso, la energía adicional necesaria será recogida de la red, de manera que el generador de células solares 12 funcionará de manera correspondiente en la zona MPP.

- La energía solar es suficiente para alcanzar el valor teórico. En este caso, el generador de células solares 12 puede funcionar fuera de la zona MPP sin alimentación adicional de la red.

De esta manera, la energía de la red será alimentada solamente cuando la energía del generador de células solares 12 no es suficiente para alcanzar el punto de trabajo deseado del motor. En este caso y de manera ventajosa, se recogerá solamente una parte de energía de la red, que el generador de células solares 12 no puede suministrar, para alimentar de manera suficiente el motor.

En caso de que se disponga de energía sobrante del generador de células solares 12, ésta puede permanecer sin utilización, sin embargo, de forma preferente, puede ser realimentada a la red. Para ello, se pueden prever, en la figura 1 y en la figura 2, medios que no se han mostrado para la realimentación de la red con energía sobrante procedente del circuito intermedio 8. Para ello, se controlará la tensión continua U_{ZK} del circuito intermedio y, al sobrepasar un valor límite predeterminado, se realimentará la red con intermedio de la parte de red 14 constituida para esta circunstancia de forma bidireccional.

Un circuito básico del motor EC 1 alimentado directamente por energía solar, según la invención, se ha mostrado en la figura 2. Mediante la regulación de la parte de red 14 (convertidor CA/CC) a una correspondiente tensión constante, su resistencia interna se acerca a un valor nulo, por lo que el convertidor solamente funciona en un cuadrante de trabajo. Por el contrario, el generador de células solares 12 presenta, en comparación, una resistencia interna R_{PV} relativamente grande. En caso de que se conecten ambas tensiones (tensión de salida de la parte de red 14 y tensión fotovoltaica del generador de células solares 12) con las distintas resistencias internas conectadas en paralelo, se produce, según el punto de trabajo del generador de células solares (dependiente de la irradiación, temperatura, de la figura 3), de manera autónoma, un valor de la corriente del generador de células solares y de la parte de red. Estas corrientes individuales se añaden en el punto de conexión P a la corriente I_{ZK} de circuito intermedio del motor M. De esta manera, se puede regular mediante la variación del potencial de tensión correspondiente del circuito intermedio 8, la generación de potencia del generador de células solares 12. Se cumple $P_{Motor} = P_{Solar} + P_{Netz} = U_{ZK} \cdot I_{PV} + U_{ZK} \cdot I_M$.

De manera alternativa, la parte de red 14 puede funcionar también en una modalidad de corriente constante. Entonces, la tensión del circuito intermedio resulta de:

$$U_{ZK} = \frac{1}{C_{ZK}} \cdot \int (i_{PV} + i_M - i_{ZK}) dt$$

En este caso, la suma de ambas corrientes se debe mantener constante en un punto de trabajo definido por intermedio del regulador MPP 18.

La figura 4 muestra como superficie rómbica la zona de trabajo del regulador MPP 18 entre U_{MPPmin} y U_{MPPmax} . Mediante líneas oblicuas de puntos se han mostrado curvas de régimen de giro, de manera que cada una de estas líneas muestra un régimen de giro determinado. Un régimen de trabajo 1 (AP1) corresponde al MPP de la célula solar para parámetros de funcionamiento definidos. Si se varían los parámetros de funcionamiento, se podría conseguir de manera correspondiente, por ejemplo, el AP2. Este AP2 se caracteriza por una tensión MPP más reducida. Para no variar el punto de trabajo del motor mediante este parámetro variado de la célula solar, se debe aumentar el grado de modulación del motor con intermedio de la unidad de control del dispositivo electrónico de conmutación 2. El punto de trabajo del motor será predeterminado específicamente, según las necesidades, con un régimen de giro estacionario y, por lo tanto, con una absorción de potencia y generación de potencia constantes. El grado de modulación actual se calcula del modo siguiente:

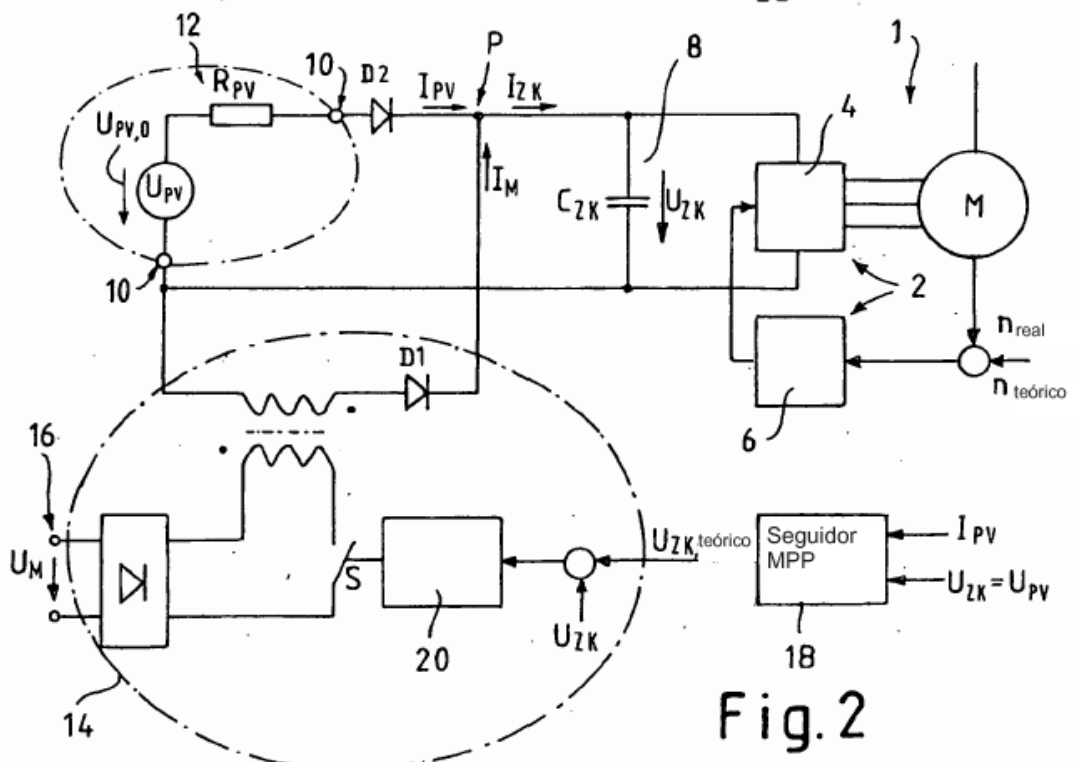
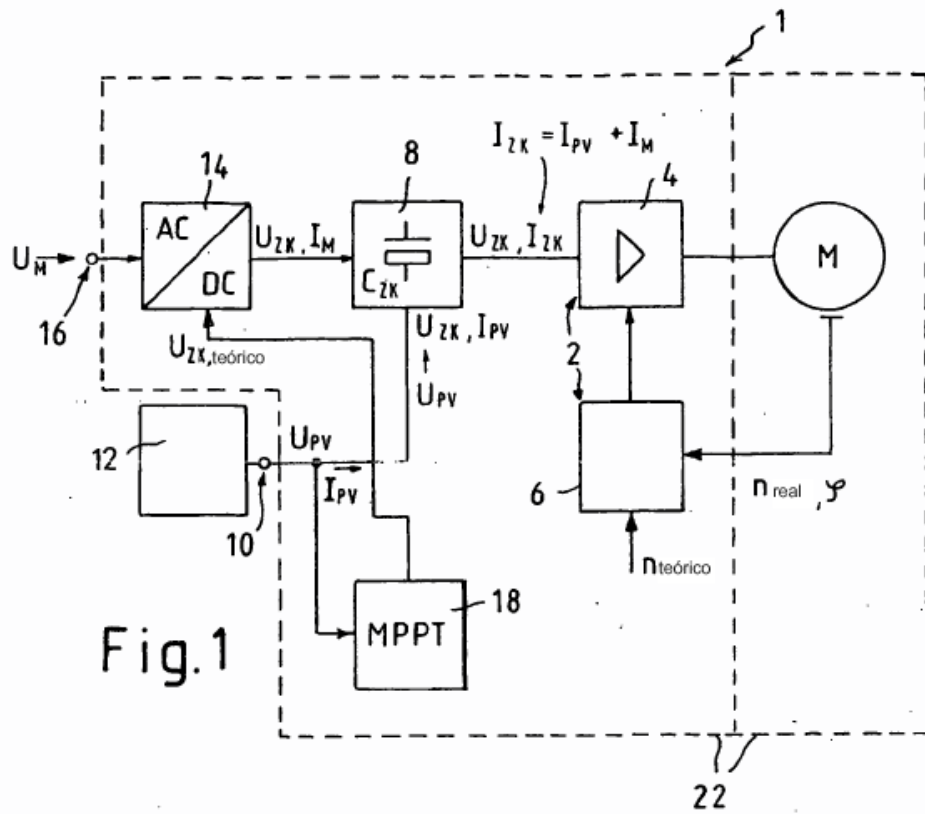
$$D_{AP1} = \frac{U_{MPPmin}}{U_{MPPActual}} \cdot 100 \%$$

Finalmente, la figura 5 muestra la composición de la potencia total del motor con dependencia de la irradiación de luz del sol sobre el panel solar del generador de células solares 12. En este gráfico, la potencia de las células solares está adecuada, por ejemplo, a la potencia del motor. Esto no sería, no obstante, forzosamente necesario para la forma de funcionamiento.

Son posibles variaciones y modificaciones dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Motor EC (1), que comprende un motor (M) de corriente continua, excitado de forma permanente, conmutado electrónicamente con un dispositivo electrónico de conmutación conectado previamente (2), que será alimentado mediante un circuito intermedio (8) con una tensión constante (U_{ZK}) del circuito intermedio, caracterizado porque el circuito intermedio (8) puede ser conectado por una parte mediante una primera entrada de tensión (10) directamente con el generador de células solares (12) y, por otra parte, mediante una parte de red controlable (14) y una segunda entrada de tensión (16) con una tensión de red (U_M), de manera que la tensión continua (U_{ZK}) del circuito intermedio será variable en base a una tensión fotovoltaica existente (U_{PV}) del generador de células solares (12), y la parte de red (14) es regulable con respecto a su tensión de salida para adecuación a la correspondiente tensión continua (U_{ZK}) del circuito intermedio mediante un regulador MPP 18 en la zona de la potencia máxima posible del generador de células solares (12), de manera que se predeterminará un punto de trabajo de motor (AP) con un valor teórico de régimen de giro ($n_{teórico}$) y, en caso de variación de los parámetros de las células solares, será adaptado de manera tal con intermedio del dispositivo electrónico de conmutación (2), que el régimen de giro del motor mantendrá en el valor teórico ($n_{teórico}$).
- 10 2. Motor EC, según la reivindicación 1, caracterizado porque cuando la tensión fotovoltaica (U_{PV}) desciende por debajo de un determinado valor límite, disminuye o tiende a 0, se regula un valor (U_{ZKmin}) predefinido suficiente para el funcionamiento del motor en corriente continua (M) para la tensión continua del circuito intermedio (U_{ZK}) por la acción de la parte de red (14).
- 15 3. Motor EC, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el dispositivo electrónico de conmutación (2) está constituido por una etapa final de potencia (4) y una unidad de control (6) correspondiente con la regulación de régimen de giro.
- 20 4. Motor EC, según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el dispositivo electrónico de conmutación (2), conjuntamente con la parte de red (14) y el regulador MPP (18), constituye una unidad electrónica dispuesta, como mínimo, en una pletina de conexiones conjunta, integrada en el cuerpo envolvente del motor.
- 25 5. Motor EC, según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el circuito intermedio (8) contiene un condensador (C_{ZK}) del circuito intermedio.
- 30 6. Motor EC, según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la parte de red (14) está constituida como unidad de alimentación de conmutación CA/CC, preferentemente, con regulador de tensión integrado (20).
- 35 7. Motor EC, según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por medios para la realimentación de la red de energía sobrante del circuito intermedio (8), de manera que se controla la tensión continua (U_{ZK}) del circuito intermedio y, en caso de superar un valor límite predeterminado, se realimenta energía a la parte de red (14) constituida, en este caso, de forma bidireccional.
- 40



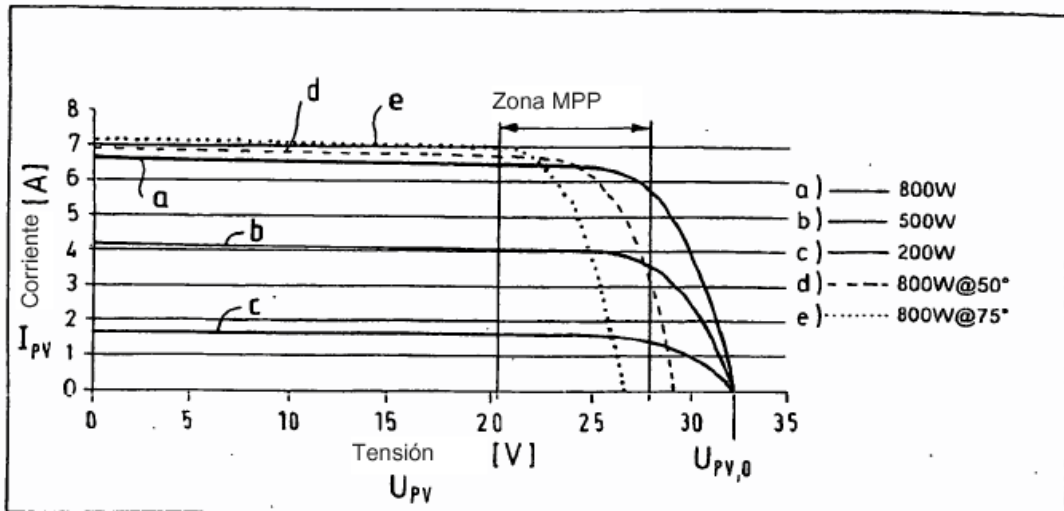


Fig.3

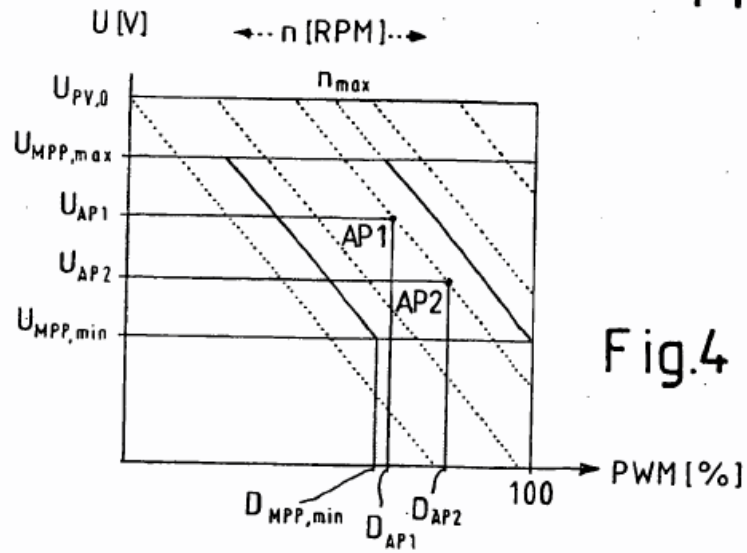


Fig.4

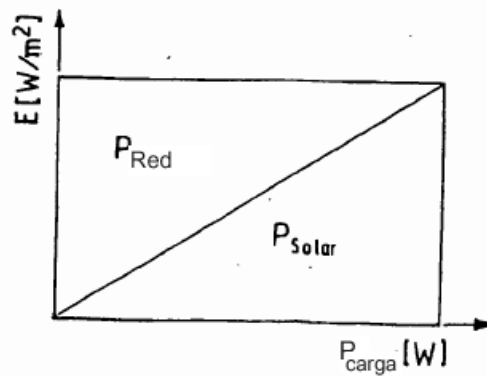


Fig.5