

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 588**

21 Número de solicitud: 201500821

51 Int. Cl.:

H02K 3/04 (2006.01)

H02K 3/48 (2006.01)

H02K 3/50 (2006.01)

H02K 5/08 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

09.11.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.03.2016

Fecha de la concesión:

21.12.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

29.12.2016

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (100.0%)
Avda. de la Paz nº 93
26006 Logroño (La Rioja) ES

72 Inventor/es:

SÁENZ-DÍEZ MURO, Juan Carlos;
JIMÉNEZ MACÍAS, Emilio;
BLANCO FERNÁNDEZ, Julio;
MARTÍNEZ CÁMARA, Eduardo;
PÉREZ DE LA PARTE, Mª De Las Mercedes;
BLANCO BARRERO, Juan Manuel y
LATORRE BIEL, Juan Ignacio

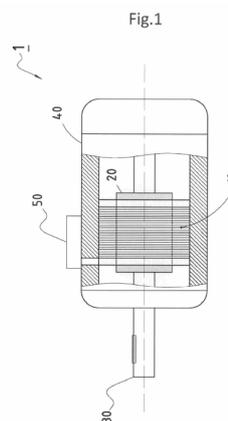
54 Título: **Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla**

57 Resumen:

Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1), del tipo de los que incorporan un estátor (01), un rotor (20), un árbol (30), una carcasa (40) y un bornero (50), que se caracteriza por constar de un estátor modificado (10) que comprende:

a. un circuito magnético estatístico (101) compuesto de una pluralidad de chapas troqueladas estatísticas (1011) que contienen una pluralidad de ranuras cerradas u orificios (1012) para alojar conductores rectos (1021) y que dispone a cada lado de una tapa aislante (1013);

b. un circuito eléctrico estatístico (102) compuesto de una pluralidad de espiras (E1-E9) formada cada una por conductores rectos (1021) aislados mediante tubos aislantes (1022) y conexiónados mediante puentes (1025) y cuyos conductores rectos (1021) disponen en cada uno de sus dos extremos de un orificio roscado (1023) para albergar un tornillo contacto eléctrico (1024).



ES 2 564 588 B1

DESCRIPCIÓN

Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla.

5 Objeto y sector de la técnica al que se refiere la invención

La presente invención está relacionada con las máquinas eléctricas.

El objeto de la invención es un motor asíncrono de jaula de ardilla, que fundamentalmente consta de un estator que en lugar de ranuras dispone de orificios y que como devanado en lugar de bobinado dispone de conductores rectos conexi-
10 de forma adecuada; de alimentación con energía eléctrica de tipo alterna n-fásica siendo $n \geq 2$ (en la práctica: $n = 2$ bifásico, $n = 3$ trifásico, $n = 4$ tetrafásico, $n = 6$ hexafásico y $n = 12$ dodecafásico).

15 Es de especial aplicación tanto en la construcción de micro-motores como de macro-motores, aunque por supuesto también se aplica en motores de tamaño medio.

La invención se sitúa en sector técnico de la ingeniería electro-mecánica, y más concretamente en el relativo a las máquinas eléctricas.

20

Generalidades y estado de la técnica anterior más próximo

Las máquinas asíncronas, también denominadas máquinas de inducción, se caracterizan porque la velocidad de giro del rotor no coincide con la velocidad de sincronismo determinada por la frecuencia de la tensión de alimentación; el rotor gira a una velocidad angular menor que la de sincronismo, denominándose a la diferencia entre ambas como deslizamiento. El nombre de motor de inducción proviene del método empleado para transferir la potencia desde la parte estacionaria de la máquina, o estator, a la parte giratoria, o rotor, sin existir contacto mecánico entre ambas partes pero si existiendo un flujo magnético que las enlaza.
25
30

El motor asíncrono con rotor de jaula de ardilla es el más difundido entre los motores empleados actualmente en el estado de la técnica, y en particular el trifásico.

35 En función del tipo de rotor, estas máquinas se clasifican en dos tipos: rotor enjaula de ardilla o cortocircuito y rotor devanado o con anillos rozantes. El rotor está constituido por un conjunto de chapas apiladas formando un cilindro con una serie de ranuras en su perímetro exterior donde se dispone el devanado inducido. El rotor de jaula de ardilla está formado por una serie de conductores de cobre o aluminio puestos en cortocircuito por dos anillos extremos, y es debido a esta configuración particular de la que se toma el nombre de estos motores. Por su parte, el estator dispone de una serie de dientes radiales en su perímetro interno, los cuales definen entre sí una serie de ranuras en las que se coloca el devanado inductor.
40

45 El desarrollo de las máquinas de inducción se inició con el desarrollo de los sistemas eléctricos de corriente alterna, ya que con su irrupción comenzaron los primeros estudios para adaptar los motores existentes al nuevo sistema eléctrico, con el objetivo de aprovechar las ventajas que ofrecía el uso de la corriente alterna.

El primer trabajo original desarrollado se anunció en 1888 por Galileo Ferraris en Italia dos meses antes que Nikola Tesla presentase un trabajo similar en los Estados Unidos. Ambos investigadores basaron sus diseños en sistemas bifásicos.

5 El motor bifásico desarrollado por Ferraris tenía un circuito magnético abierto y un rotor en forma de disco hecho de cobre, por lo que desarrollaba una potencia muy baja. Sin embargo, Tesla propuso un motor con devanados concentrados tanto en el estator como en el rotor, consiguiendo un par mucho mayor que el que proporcionaba el motor desarrollado por Ferraris.

10 A pesar de que Ferraris hizo público su trabajo dos meses antes que Tesla los tribunales apoyaron el trabajo de Tesla tras las evidencias aportadas en el litigio reconociendo el trabajo y las patentes de Tesla como originales en los Estados Unidos y en el resto del mundo tras una serie de litigios.

15 Dos años más tarde, Westinghouse compró las patentes de Tesla y empezó a comercializar motores de inducción en 1890 alimentados a una frecuencia de 60 Hz.

20 En 1890 Mikhail Dolivo Dobrovolsky, ingeniero de AEG, inventó el motor asíncrono trifásico empleando un rotor en forma de jaula de ardilla y utilizando un devanado distribuido en el estator.

25 En 1891, Dobrovolsky presentó en la Exposición de Electricidad de Frankfurt un motor asíncrono con rotor bobinado que disponía de un reóstato de arranque a base de resistencias líquidas. En 1893, Dobrovolsky había desarrollado también motores asíncronos con doble jaula de ardilla.

30 En el estado de la técnica son conocidos diferentes tipos de motores asíncronos de jaula de ardilla.

En el estado de la técnica más cercana tenemos los siguientes documentos, entre muchos otros:

35 En el documento de patente denominado **D01** con número de publicación **ES 8705714 A3** y fecha de presentación **05.11.1985** y titulado literalmente: "Motor asíncrono trifásico", se describe un motor asíncrono trifásico para el accionamiento del compresor de un equipo de refrigeración, destinado a su utilización en vehículos con red eléctrica propia de a bordo.

40 En el documento de patente denominado **D02** con número de publicación **ES 2360798 T3** y fecha de presentación **26.10.2004** y titulado literalmente: "Motor asíncrono de jaula de ardilla y procedimiento de detección de averías para dicho motor", se describe un motor asíncrono de jaula de ardilla, que incorpora un medio que permite detectar daños producidos en las barras y/o en los anillos de cortocircuito de la jaula rotórica bajo
45 cualquier tipo de carga.

Problema técnico planteado

50 Los motores asíncronos de jaula de ardilla (0) del estado de la técnica anterior presentan una problemática que se centra fundamentalmente en los siguientes aspectos:

- 5 X Producen en el estator unos elevados campos magnéticos: de dispersión de ranura, de dispersión en las cabezas de diente y zig-zag, y de dispersión de las cabezas de bobina; los cuales incrementan las pérdidas de potencia reduciendo el rendimiento del motor.
- 10 X Requieren de un circuito eléctrico estático o devanado (012) formado por una pluralidad de bobinas (B1-B9), muy costosas, a base de hilo de cobre esmaltado, siendo el procedimiento de montaje de dichas bobinas en el estator (01) muy complejo y también muy costoso.
- 15 X No se pueden construir micro-motores porque requieren de una pluralidad de bobinas (B1-B9) construidas con una pluralidad de conductores por ranura (Zr), siendo el diámetro más pequeño de hilo de cobre esmaltado del estado de la técnica de 0,01 mm.
- 20 X No se pueden construir mini-motores con hilo de aluminio esmaltado porque requieren de una pluralidad de bobinas (B1-B9) construidas con una pluralidad de conductores por ranura (Zr), siendo el diámetro más pequeño de hilo de aluminio esmaltado del estado de la técnica de 0,1 mm; el empleo de cobre en lugar de aluminio encarece el devanado (012).

Ventaja técnica que aporta la invención

25 El motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1) que preconiza la invención resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, en todos y cada uno de los diferentes aspectos comentados y que se detallan a continuación:

- 30 ✓ Minimiza el campo magnético de dispersión de ranura en el estator, debido a que en lugar de ranuras abiertas (0112) se emplean ranuras cerradas u orificios (1012).
- 35 ✓ Minimiza el campo magnético de dispersión en las cabezas de diente y zig-zag en el estator, debido a que se carece de dientes.
- 40 ✓ Minimiza el campo magnético de dispersión de las cabezas de bobina, debido a que la longitud recorrida por intensidad de corriente eléctrica que genera el campo de dispersión, es decir la corriente que circula fuera de las ranuras, se reduce a la mitad.
- 45 ✓ Requiere de un circuito eléctrico estático (102) formado por una pluralidad de espiras (E1-E9) muy económicas a base de conductores rectos (1021), siendo el procedimiento de montaje de dichos conductores rectos muy sencillo y también muy económico.
- 50 ✓ Se pueden construir micro-motores porque requieren de una pluralidad de espiras (E1-E9) a base de conductores rectos (1021) con normalmente un conductor por ranura (Zr), siendo el diámetro más pequeño de hilo de cobre esmaltado del estado de la técnica de 0,01 mm.
- ✓ Se pueden construir mini-motores con hilo esmaltado de aluminio porque requieren de una pluralidad de espiras (E1-E9) a base de conductores rectos (1021) con

normalmente un conductor por ranura (Zr), siendo el diámetro más pequeño de hilo de aluminio esmaltado del estado de la técnica de 0,1 mm.

Breve descripción de las figuras

5

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de figuras con carácter ilustrativo y no limitativo.

10

Glosario de referencias

Pertencientes al estado de la técnica anterior:

15

(Q) Motor asíncrono de jaula de ardilla;

(01) Estator;

(011) Circuito magnético estático;

20

(0111) Chapa troquelada estática;

(0112) Ranura abierta;

25

(012) Circuito eléctrico estático, o devanado;

(B1) Bobina 1;

(B2) Bobina 2;

30

(B3) Bobina 3;

(B4) Bobina 4;

(B5) Bobina 5;

35

(B6) Bobina 6;

(B7) Bobina 7;

40

(B8) Bobina 8;

(B9) Bobina 9;

45

(Zr) Número de conductores por ranura;

(20) Rotor;

(30) Árbol;

50

(40) Carcasa;

(50) Bornero;

Pertencientes a la invención:

- 5 (1) Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla;
- (1') Elemento primero motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla;
- (1ⁿ) Elemento enésimo asíncrono n-fásico de jaula de ardilla;
- 10 (10) Estator;
- (101) Circuito magnético estatórico;
- 15 (1011) Chapa troquelada estatórica;
- (1012) Ranura cerrada u orificio;
- (1013) Tapa aislante;
- 20 (102) Circuito eléctrico estatórico;
- (1021) Conductor recto;
- 25 (1022) Tubo aislante;
- (1023) Orificio roscado;
- (1024) Tornillo contacto eléctrico;
- 30 (1025) Puente;
- (E1) Espira 1;
- 35 (E2) Espira 2;
- (E3) Espira 3;
- (E4) Espira 4;
- 40 (E5) Espira 5;
- (E6) Espira 6;
- 45 (E7) Espira 7;
- (E8) Espira 8;
- (E9) Espira 9;
- 50 (P) Principio;

	(F)	Final;
	(U1)	Entrada fase 1;
5	(V1)	Entrada fase 2;
	(W1)	Entrada fase 3;
10	(U2)	Salida fase 1;
	(V2)	Salida fase 2;
	(W2)	Salida fase 3;
15	(1-18)	Ranura 1 - Ranura 18;
	(60)	Cableado serie;
20	(Hr)	Altura ranura;
	(Ar)	Anchura ranura;

Glosario de símbolos

25	(ξ_d)	Factor de distribución de un bobinado;
	(ξ_y)	Factor de paso de un bobinado;
	(ξ)	Factor de bobinado de un bobinado;
30	(\mathfrak{R})	Reluctancia magnética;
	(δ)	Espesor del entrehierro;
35	(λ)	Permeancia específica de una ranura;

Figura 1 (Fig. 1).- muestra una vista en alzado de un motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1), que preconiza la invención, en el que se ha practicado un corte para ver también los elementos característicos de su interior;

Figura 2 (Fig. 2).- muestra una vista en alzado comparativa, en Fig. 2A de una chapa troquelada estatórica (0111) cualquiera del estado de la técnica, y en Fig. 2B de una chapa troquelada estatórica (1011) reivindicada por la invención;

Figura 3 (Fig. 3).- muestra una vista en alzado, en Fig. 3A y en Fig. 3B de diferentes tipos de chapa troquelada estatórica (1011) reivindicada por la invención;

Figura 4 (Fig. 4).- muestra una vista, en Fig. 4A en perspectiva de un conductor recto (1021), y en Fig. 4B en corte de detalle de un extremo del mismo;

Figura 5 (Fig. 5).- muestra una vista en perspectiva de montaje de una pluralidad de conductores rectos (1021) en un circuito magnético estatórico (101);

5 Figura 6 (Fig. 6).- muestra una vista en perspectiva, en Fig. 6A de montaje de sendas tapas aislantes (1013) en un circuito magnético estatórico (101), y en Fig. 6B ya montadas formando parte de un circuito eléctrico estatórico (102);

10 Figura 7 (Fig. 7).- muestra una vista en alzado, en Fig. 7A de la parte delantera de un estator modificado (10), y en Fig. 7B de la parte trasera del mismo;

Figura 8 (Fig. 8).- muestra una vista esquemática comparativa, en Fig. 8A de un circuito eléctrico estatórico o devanado (012) cualquiera del estado de la técnica, y en Fig. 8B de un circuito eléctrico estatórico (102) reivindicado por la invención;

15 Figura 9 (Fig. 9).- muestra una vista comparativa, en Fig. 9A de una ranura abierta (0112) cualquiera del estado de la técnica, y en Fig. 9B de una ranura cerrada u orificio (1012) reivindicada en la invención, así como, en Fig. 9C de una bobina 1 (B1) cualquiera del estado de la técnica, y en Fig. 9D de una espira 1 (E1) reivindicada por la invención.

20 Figura 10 (Fig. 10).- muestra una vista esquemática para realizar la conexión serie de dispositivos (1), en Fig. 10A en conexión serie en estrella, y en Fig. 10B en conexión serie en triángulo.

25 Figura 11 (Fig. 11).- muestra una vista esquemática de un vehículo tractor con un remolque que dispone de una pluralidad de ruedas tractoras, en el que a modo de ejemplo relevante se aplica el dispositivo (1) que reivindica la invención.

Descripción detallada de la invención y exposición detallada de un modo de realización preferente de la invención

30

Descripción detallada de la invención

Distribución de la inducción magnética en el estator: comparativa entre un motor asíncrono de jaula de ardilla (0) y un motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1).

35

El campo magnético creado en el estator depende de varios factores entre los cuales los más influyentes son:

40

- la distribución de los conductores del circuito eléctrico estatórico;
- el valor de la reluctancia del circuito magnético estatórico.

45

El primero de los factores, la distribución de los conductores, viene determinada por el factor de bobinado que influye en la magnitud final que adopte el campo magnético. El factor de bobinado (ξ) está formado por dos componentes, el factor de paso (ξ_y) y el factor de distribución (ξ_d).

50

El segundo de los factores, el valor de la reluctancia del circuito magnético, viene determinado por la geometría y los materiales que forman el propio estator, el cual influye en la forma final que adoptará el campo magnético. Si calculamos la reluctancia de cada uno de los elementos que intervienen en el circuito magnético estatórico: chapa

magnética, espacios de aire, dieléctricos, conductores, etc., y denominamos a cada uno de los citados elementos (i), podemos determinar la reluctancia magnética (\mathfrak{R}) mediante la siguiente expresión:

$$\mathfrak{R}_i = \frac{L_i}{S_i \cdot \mu_0 \cdot \mu_{ri}}$$

5

siendo: longitud del elemento (L_i), en m; sección transversal del elemento (S_i), en m^2 ; permeabilidad del aire (μ_0), en H/m; permeabilidad relativa del elemento (μ_{ri}), en H/m.

10

Expresión que nos indica que la reluctancia magnética es inversamente proporcional a la permeabilidad absoluta de cada material.

15

Si se dispone de un motor formado por elementos con permeabilidades de muy diverso orden, es posible despreciar los elementos con baja reluctancia y considerar solamente los componentes que un valor elevado de la misma. De esta forma, podemos llegar a determinar la distribución de campo estático, ya que los componentes que presenten mayor reluctancia serán los encargados de entregar la mayor parte de la fuerza electromotriz. Estos componentes con mayor reluctancia en el motor objeto de la invención (1) estarán formados por los entrehierros y las partes entre las chapas del rotor ocupadas por aire.

20

Cuando se dispone de un motor lineal, la distribución del campo estático es senoidal y sigue la forma dada por la siguiente ecuación:

$$B(t) = B_{max} \cdot \cos (\omega \cdot t)$$

25

donde:

$$|B_{max}| = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r}{2 \cdot \delta} \cdot Zr \cdot i_{max}$$

30

El campo magnético (B) en el entrehierro viene dado por:

$$|B_{max}| = \frac{\mu_0}{2 \cdot \delta} \cdot Zr \cdot i_{max}$$

35

siendo: espesor del entrehierro (δ), en m; número de conductores por ranura (Zr);

A partir de la inducción obtenida en el entrehierro es posible conocer la distribución de la inducción en el rotor, donde el campo va disminuyendo conforme nos acercamos al eje del motor. Esta disminución del campo magnético es proporcional al factor:

40

$$\frac{k}{R_{estator} \cdot \rho}$$

siendo ρ , la coordenada radial del punto del rotor donde buscamos la inducción.

Campo magnético principal y de dispersión

El campo magnético principal o magnetizante es aquel que transmite energía entre el estator y rotor y sus líneas de campo concatenan los devanados del estator y rotor y atraviesan el entrehierro dos veces.

Los campos magnéticos de dispersión, también denominados de fugas, no contribuyen a la transmisión de energía y están formados por el resto de líneas de campo no incluidas en el campo principal, y se clasifican en campos magnéticos de dispersión específica de:

- ranura;
- cabezas de diente y zig-zag;
- dispersión armónica;
- inclinación de ranura;
- cabezas de bobina;
- periferia;

de entre todos ellos la invención minimiza de forma importante el de ranura, cabeza de diente y zig-zag y cabezas de bobina.

Dispersión específica de ranura (estator)

Esta dispersión es debida a las líneas de campo que rodean a las ranuras concatenando a los conductores alojados en ellas. En el estado de la técnica (Ver Fig. 3A) los estatores están compuestos por una pluralidad de ranuras abiertas (0112) para poder introducir las bobinas por las aperturas y alojar las mismas en dichas ranuras. Por el contrario la invención (Ver Fig. 3B) emplea un estator con ranuras cerradas u orificios (1012). La permeancia específica de una ranura (λ), en $Wb / Av \cdot m$, viene definida por:

$$\lambda = \frac{Hr}{2,5 \cdot 10^6 \cdot Ar}$$

siendo: altura ranura (Hr), en m; anchura ranura (Ar), en m.

Para una ranura de, p. ej. $Hr = 3 Ar$, tendremos un $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-6} Wb / Av \cdot m$, lo cual dará lugar a un flujo de dispersión.

Para el orificio de la invención $Ar = 0$, e independientemente del valor de Hr, tendremos un $\lambda \rightarrow \infty$, debido a la permeancia del material ferromagnético que cierra la ranura. La invención al emplear ranuras cerradas reduce las pérdidas energéticas debido a que las líneas de campo no tienen que circular por los entrehierros de las ranuras abiertas.

Dispersión específica en las cabezas de diente y zig-zag (estator)

Esta dispersión es debida a las líneas de campo que pasan a través del entrehierro, pero sin llegar a atravesarlo, de un diente a otro contiguo. La invención al emplear ranuras

cerradas no dispone de dientes por lo que se minimizan las pérdidas energéticas debido a esta dispersión.

Dispersión específica de las cabezas de bobina (estator)

5 En el estado de la técnica (Ver Fig. 9A) el circuito eléctrico estatórico o devanado (012) de los motores asíncronos (0) está formado por bobinas (B1-B9) con dos lados activos (la parte de la bobina que está alojada en la ranura) y dos cabezas (la parte de la bobina que está fuera de la ranura). La intensidad de corriente eléctrica que circula por los lados
10 activos contribuye a la formación del campo magnético principal, mientras que la corriente que circula por las cabezas genera en su totalidad campo de dispersión. La invención (Ver Fig. 9B) emplea un circuito eléctrico estatórico (102) formado por espiras (E1-E9) con dos conductores rectos (1021) y un puente (1025). Como la longitud de un puente (1025) equivale a una cabeza, se reduce la longitud de la longitud de corriente que
15 genera flujo de dispersión a la mitad.

Intensidad y tensión eléctrica de alimentación del motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1)

20 Se ha comparado el esquema eléctrico equivalente por fase de un motor asíncrono de jaula de ardilla (0) del estado de la técnica con un motor asíncrono (1) objeto de la invención.

Al disponer la invención de sólo un conductor por ranura (dos, tres, para bobinado doble, triple, etc.) para crear el mismo campo magnético que un bobinado con una pluralidad de conductores por ranura (Z_r), según la siguiente ecuación:

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r}{2 \cdot \delta} \cdot Z_r \cdot i$$

30 es necesario que dicho conductor esté recorrido por una intensidad dada por:

$$I = Z_r \cdot i$$

35 Cumpliendo este requisito tanto el motor del estado de la técnica como el que preconiza la invención tendrán características homologas (potencia), sustituyéndose por tanto la pluralidad de bobinas (B1-B9) formadas por una pluralidad de conductores por ranura (Z_r) por una pluralidad de espiras (E1-E9) formadas normalmente por un conductor por ranura (Z_r).

40 La tensión de alimentación necesaria para obtener la indicada intensidad de corriente eléctrica (I), en las condiciones expuestas, vendrá dada por la ecuación siguiente:

$$v = \frac{V}{Z_r^2}$$

45 donde: V es la tensión de un motor con Z_r espiras por ranura, en V ; v tensión de un motor con 1 espira por ranura (como preconiza la invención), en V .

Como puede observarse la tensión de alimentación (v) del motor de la invención será muy reducida para motores pequeños (motores del estado de la técnica con $Z_r \gg 10$), y reducida para motores grandes (motores del estado de la técnica con $Z_r < 10$). Esta tensión muy reducida es una ventaja para la fabricación de micro-motores alimentados de energía portátil, así como para motores de vehículos que disponen de red eléctrica autónoma respaldada por baterías. En todo caso, cuando una tensión tan reducida sea un *hándicap*, se acoplarán una pluralidad de motores en conexión serie, ya que la invención lo permite, siendo una gran ventaja técnica el contar con potencia motor distribuida; además la conexión serie garantiza la misma intensidad de corriente eléctrica alimentando a la pluralidad de motores y por lo tanto entregando la misma potencia a cada motor.

P. ej. para un motor de tamaño pequeño del estado de la técnica que se alimenta a $V = 400V$, y $Z_r = 30$, tendremos para el motor que preconiza la invención una $v \approx 0,5 V$; obsérvese que es una tensión muy reducida.

P. ej. para un motor de tamaño grande del estado de la técnica que se alimenta a $V = 400V$, y $Z_r = 6$, tendremos para el motor que preconiza la invención una $v \approx 10 V$; obsérvese que es una tensión reducida.

Figura 1 (Fig. 1).- muestra una vista en alzado de un motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1), que preconiza la invención, en el que se ha practicado un corte para ver también los elementos característicos de su interior.

Un motor asíncrono trifásico de jaula de ardilla (0) cualquiera del estado de la técnica consta de un estator (01), un rotor (20), un árbol (30), una carcasa (40), un bornero (50);

Un motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1) preconizado por la invención consta de los elementos citados anteriormente pero dispone de un nuevo estator modificado (10).

Figura 2 (Fig.2).- muestra una vista en alzado comparativa, en Fig. 2A de una chapa troquelada estatórica (0111) cualquiera del estado de la técnica, y en Fig. 2B de una chapa troquelada estatórica (1011) reivindicada por la invención.

En ambos casos el material del que está formado la chapa es el mismo, p. ej. de chapa magnética de silicio de grano orientado.

En Fig. 2A puede observarse que una chapa troquelada estatórica (0111) cualquiera del estado de la técnica está compuesta de una pluralidad de ranuras abiertas (0112);

En Fig. 2B puede observarse que una chapa troquelada estatórica (1011) reivindicada por la invención está compuesta de una pluralidad de ranuras cerradas u orificios (1012) preferentemente de sección circular, para alojar conductores rectos (1021) de sección circular.

Figura 3 (Fig. 3).- muestra una vista en alzado, en Fig. 3A y en Fig. 3B de diferentes tipos de chapa troquelada estatórica (1011) reivindicada por la invención.

En Fig. 3A puede verse que las ranuras cerradas u orificios (1012) tienen sección rectangular con las esquinas redondeadas, para alojar varios conductores rectos (1021) de sección circular.

En Fig. 3B puede verse que las ranuras cerradas u orificios (1012) tienen sección rectangular, para alojar uno o una pluralidad de conductores rectos (1021) de sección rectangular.

5 Figura 4 (Fig. 4).- muestra una vista, en Fig. 4A en perspectiva de un conductor recto (1021), y en Fig.4B en corte de detalle de un extremo del mismo;

Un conductor recto (1021) está recubierto de un tubo aislante (1022) para proporcionarle aislamiento eléctrico. En cada extremo dispone de un orificio roscado (1023) para
10 albergar sendos tornillos contacto eléctrico (1024); por lo tanto el contacto eléctrico con el conductor recto (1021) se realiza a través de toda la superficie roscada y la cabeza del tornillo podrá soportar un terminal de ojal cualquiera del estado de la técnica.

15 Figura 5 (Fig. 5).- muestra una vista en perspectiva de montaje de una pluralidad de conductores rectos (1021) en un circuito magnético estatórico (101). El montaje es muy simple: se introduce, manual o automáticamente, cada uno de los conductores rectos (1021) en el interior de cada ranura cerrada u orificio (1012)

20 Figura 6 (Fig. 6).- muestra una vista en perspectiva, en Fig. 6A de montaje de sendas tapas aislantes (1013) en un circuito magnético estatórico (101), y en Fig. 6B ya montadas formando parte de un circuito eléctrico estatórico (102). Una vez introducidos los conductores rectos (1021) en las ranuras cerradas u orificios (1012), tal como se ha indicado, se sitúa en cada lateral del circuito magnético estatórico (101) una tapa aislante (1013). La tapa aislante (1013) tiene un tamaño similar al de una chapa troquelada
25 estatórica (1011), construida de cualquier material que presente propiedades aislantes, como p. ej. mica, baquelita, fibra de vidrio, etc. Se han practicado en ella una pluralidad de orificios con el fin de poder pasar por ellos la pluralidad de tornillos contacto eléctrico (1024) que a su vez sujetarán dichas tapas.

30 Figura 7 (Fig. 7).- muestra una vista en alzado, en Fig. 7A de la parte delantera de un estator modificado (10), y en Fig.7B de la parte trasera del mismo. La parte delantera dispone de una pluralidad de puentes (1025) además de las conexiones de entrada de fase (U1, V1, W1) y de salida de fase (U2, V2, W2); la parte trasera sólo dispone de puentes (1025). Tanto las conexiones como los puentes se realizarán de acuerdo a un
35 circuito eléctrico estatórico (102), como el mostrado en la Fig. 8B.

Para macro-motores ($P \geq 1\text{MW}$) y motores de tamaño medio ($100\text{W} \leq P < 1\text{MW}$), los puentes (1025) se dispondrán sobre una tapa aislante (1013), y se empleará cualquier terminal del estado de la técnica para conexionar el puente con el conductor recto (1021)
40 mediante un tornillo contacto eléctrico (1024).

Para micro-motores ($P < 10\text{W}$) los puentes (1025) formarán parte de una tapa aislante (1013) construida de fibra de vidrio, como la que se emplea para placas de componentes electrónicos, no siendo necesario por lo tanto el empleo de terminales.

45 Figura 8 (Fig. 8).- muestra una vista esquemática comparativa, en Fig. 8A de un circuito eléctrico estatórico o devanado (012) cualquiera del estado de la técnica, y en Fig. 8B de un circuito eléctrico estatórico (102) reivindicado por la invención. Puede apreciarse la diferencia entre emplear bobinas (B1-B9) en el estado de la técnica a espiras (E1-E8) en
50 la invención, si bien el esquema es similar.

Tanto en Fig. 8A como en Fig. 8B se muestra, a modo de ejemplo, un esquema eléctrico de un circuito eléctrico estático (012, 102), trifásico, de 2 polos, 18 ranuras y 9 bobinas o espiras. Se puede apreciar en la parte derecha de la Figura la conexión preferente en estrella, tres bobinas o espiras por fase, y la indicación de bobinas, y de principios (P) y finales (F).

Figura 9 (Fig. 9).- muestra una vista comparativa, en Fig. 9A de una ranura abierta (0112) cualquiera del estado de la técnica, y en Fig. 9B de una ranura cerrada u orificio (1012) reivindicada en la invención, así como, en Fig. 9C de una bobina 1 (B1) cualquiera del estado de la técnica, y en Fig. 9D de una espira 1 (E1) reivindicada por la invención.

En la parte superior se muestran la altura ranura (Hr) y anchura ranura (Ar) tanto en la ranura abierta como en la cerrada.

En la parte inferior se muestra la circulación de la corriente eléctrica, tanto en una bobina (B1) comparativamente con una espira (E1), observándose que en la parte activa, ranura, es idéntica. La bobina (B1) está formada por dos partes activas y dos cabezas de bobina, partes no activas. La espira (E1) está formada por un par de conductores rectos (1021), parte activa, y un puente (1025), parte no activa.

Figura 10 (Fig. 10).- muestra una vista esquemática para realizar la conexión serie de dispositivos (1), en Fig. 10A en conexión serie en estrella, y en Fig. 10B en conexión serie en triángulo.

Con estas figuras se quiere mostrar la posibilidad real de la conexión serie para un sistema n-fásico, en este caso para $n = 3$ o sistema trifásico, siendo válida tanto para estrella como para triángulo.

Figura 11 (Fig. 11).- muestra una vista esquemática de un vehículo tractor con un remolque que dispone de una pluralidad de ruedas tractoras, en el que a modo de ejemplo relevante se aplica el dispositivo (1) que reivindica la invención.

El dispositivo (1) que preconiza la invención permite disponer con idoneidad de una pluralidad de motores (1) en conexión serie, tanto en estrella como en triángulo, con el fin de poder impulsar vehículos con múltiples ruedas tractoras.

Se ha ubicado un dispositivo (1) por cada rueda tractora del remolque. Al disponerse en conexión eléctrica serie se garantiza que por cada motor circula siempre la misma intensidad de corriente eléctrica y por lo tanto en cada motor se genera idéntico para motor. También es de aplicación a vehículos eléctricos de 4 ruedas, y a vehículos ferroviarios.

Exposición detallada de un modo de realización preferente de la invención

Se describe detalladamente, pero de forma simplificada para tener una idea de conjunto (anteriormente se han descrito con todo detalle los elementos de la invención), una realización preferente de la invención, de entre las distintas alternativas posibles, mediante enumeración de sus componentes así como de su relación funcional en base a referencias a las figuras, que se han incluido, a título ilustrativo y no limitativo, según los principios de las reivindicaciones.

Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1). que consta de un estator modificado (10) que comprende:

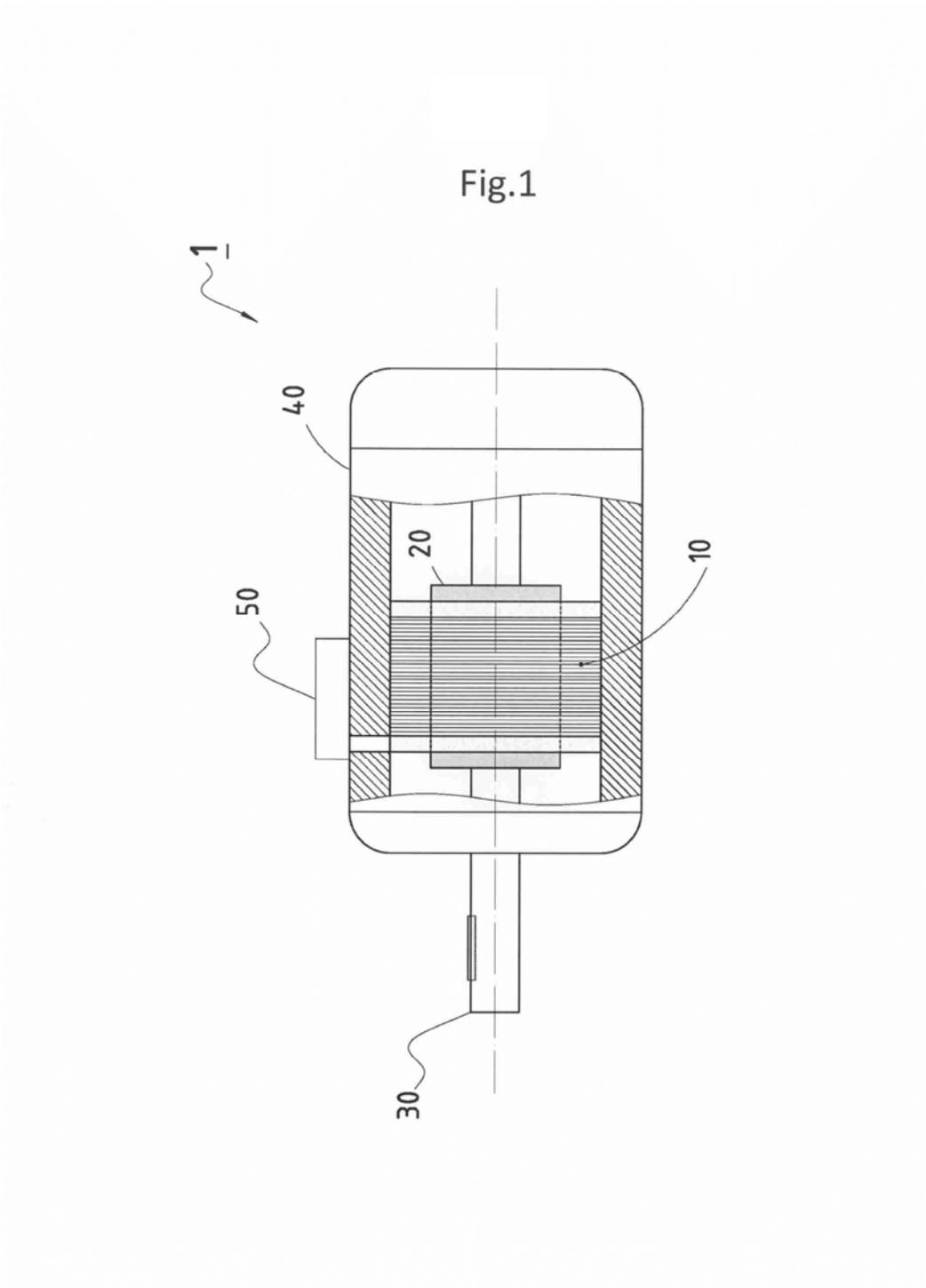
- 5 **a.** un circuito magnético estatórico (101) compuesto de una pluralidad de chapas troqueladas estatóricas (1011) que contienen una pluralidad de ranuras cerradas u orificios (1012) para alojar conductores rectos (1021) y que dispone a cada lado de una tapa aislante (1013);
- 10 **b.** un circuito eléctrico estatórico (102) compuesto de una pluralidad de espiras (E1-E9) formada cada una por conductores rectos (1021) aislados mediante tubos aislantes (1022) y conexiónados mediante puentes (1025) y cuyos conductores rectos (1021) disponen en cada uno de sus dos extremos de un orificio roscado (1023) para albergar un tornillo contacto eléctrico (1024).
- 15 Constructivamente para macro-motores y motores de tamaño medio, los puentes (1025) se dispondrán sobre una tapa aislante (1013), y se empleará cualquier terminal del estado de la técnica para conexiónar el puente con el conductor recto (1021) mediante un tornillo contacto eléctrico (1024); para micro-motores, los puentes (1025) formarán parte de una tapa aislante (1013) construida de fibra de vidrio, no siendo necesario por lo tanto
- 20 el empleo de terminales.

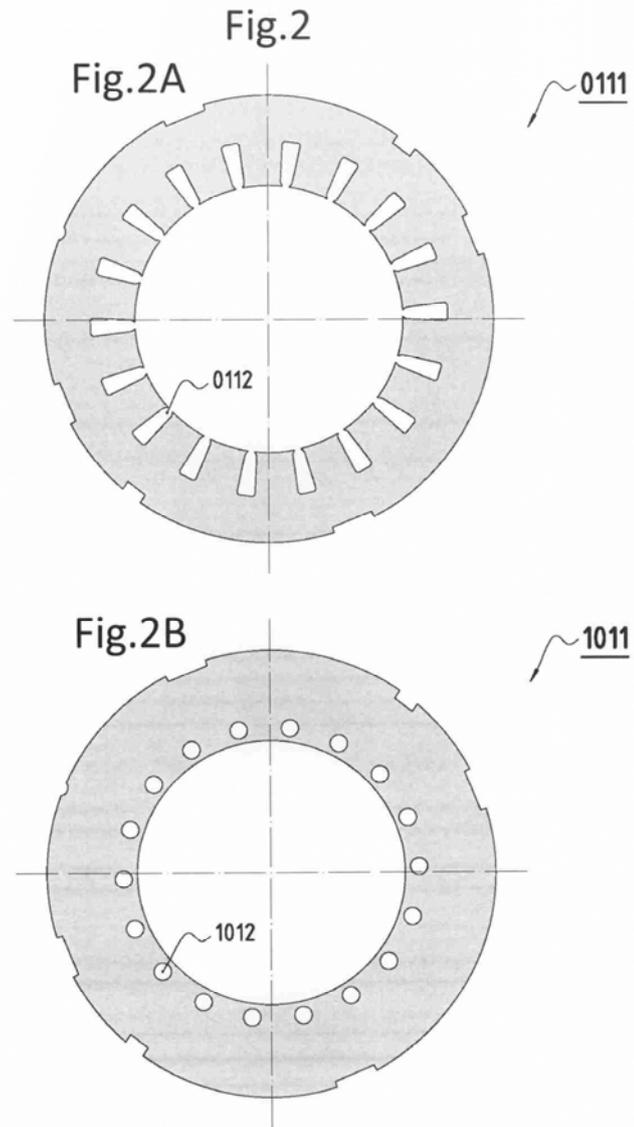
Y debido a su baja tensión de funcionamiento se puede disponer con idoneidad de una pluralidad de motores (1) en conexión serie, tanto en estrella como en triángulo, con el fin de poder impulsar vehículos con múltiples ruedas tractoras.

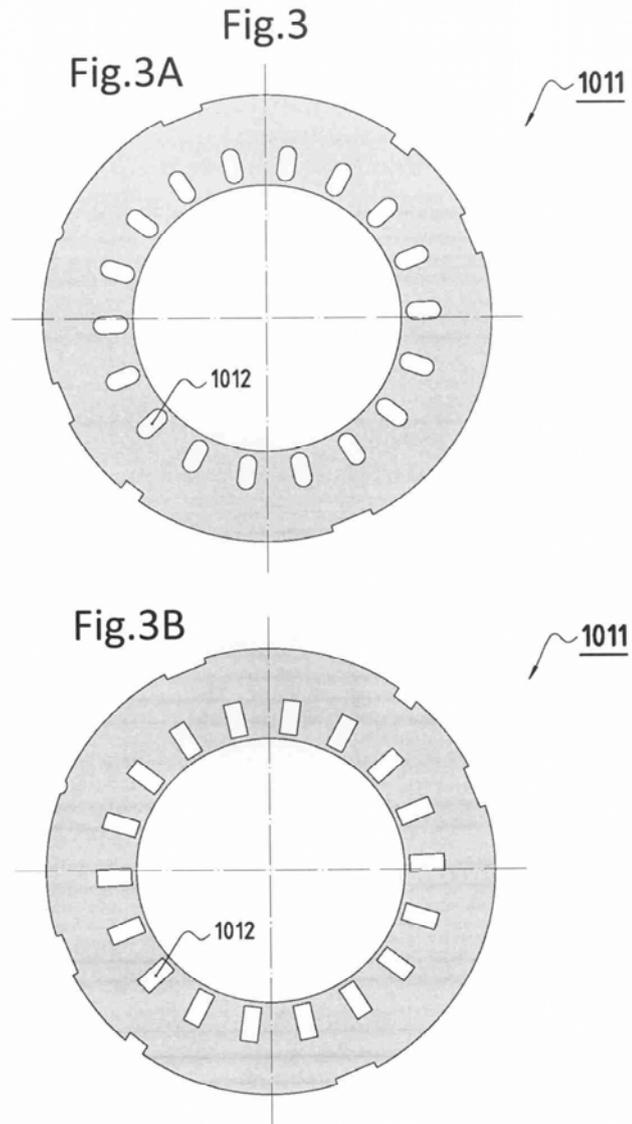
25

REIVINDICACIONES

- 5 1. Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1), del tipo de los que incorporan un estator (01), un rotor (20), un árbol (30), una carcasa (40) y un hornero (50), que se **caracteriza** por constar de un estator modificado (10) que comprende:
- 10 a. un circuito magnético estatórico (101) compuesto de una pluralidad de chapas troqueladas estatóricas (1011) que contienen una pluralidad de ranuras cerradas u orificios (1012) para alojar conductores rectos (1021) y que dispone a cada lado de una tapa aislante (1013);
- 15 b. un circuito eléctrico estatórico (102) compuesto de una pluralidad de espiras (EI- E9) formada cada una por conductores rectos (1021) aislados mediante tubos aislantes (1022) y conexiónados mediante puentes (1025) y cuyos conductores rectos (1021) disponen en cada uno de sus dos extremos de un orificio roscado (1023) para albergar un tornillo contacto eléctrico (1024).
- 20 2. Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1), según reivindicación 1, que se **caracteriza** por el hecho de que para macro-motores y motores de tamaño medio, los puentes (1025) se dispondrán sobre una tapa aislante (1013), y se empleará cualquier terminal del estado de la técnica para conectar el puente con el conductor recto (1021) mediante un tornillo contacto eléctrico (1024).
- 25 3. Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1), según reivindicación 1, que se **caracteriza** por el hecho de que para micro-motores los puentes (1025) formarán parte de una tapa aislante (1013) construida de fibra de vidrio, no siendo necesario por lo tanto el empleo de terminales.
- 30 4. Motor asíncrono n-fásico de jaula de ardilla (1), según reivindicaciones anteriores, que se **caracteriza** por el hecho de que se puede disponer con idoneidad de una pluralidad de motores (1) en conexión serie, tanto en estrella como en triángulo, con el fin de poder impulsar vehículos con múltiples ruedas tractoras.







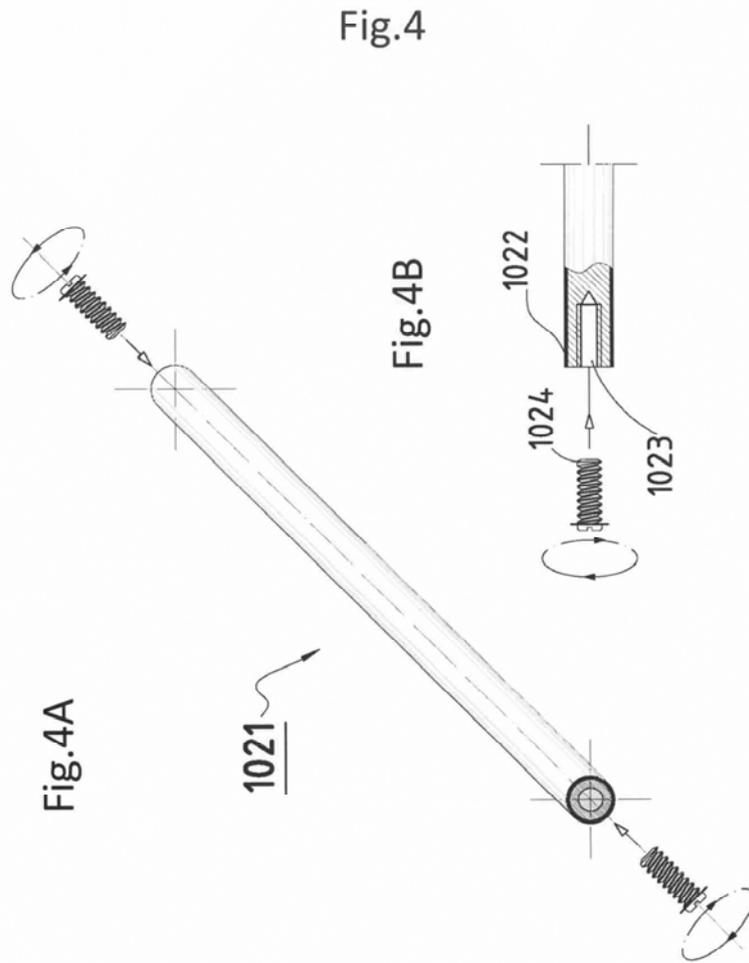
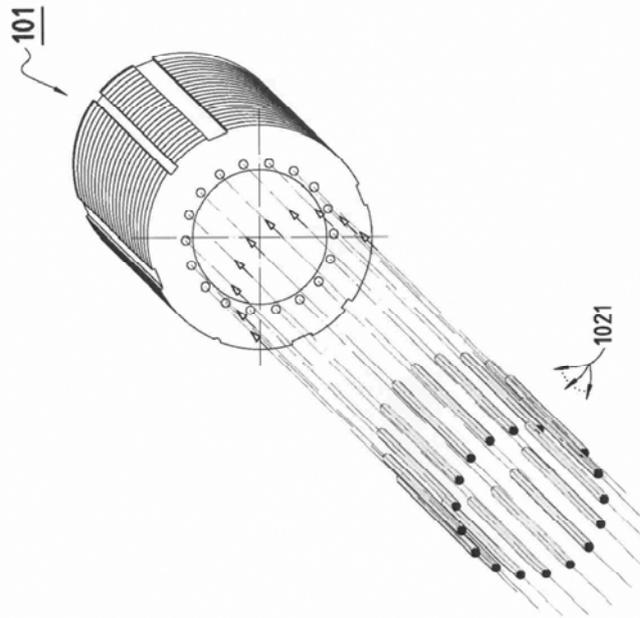
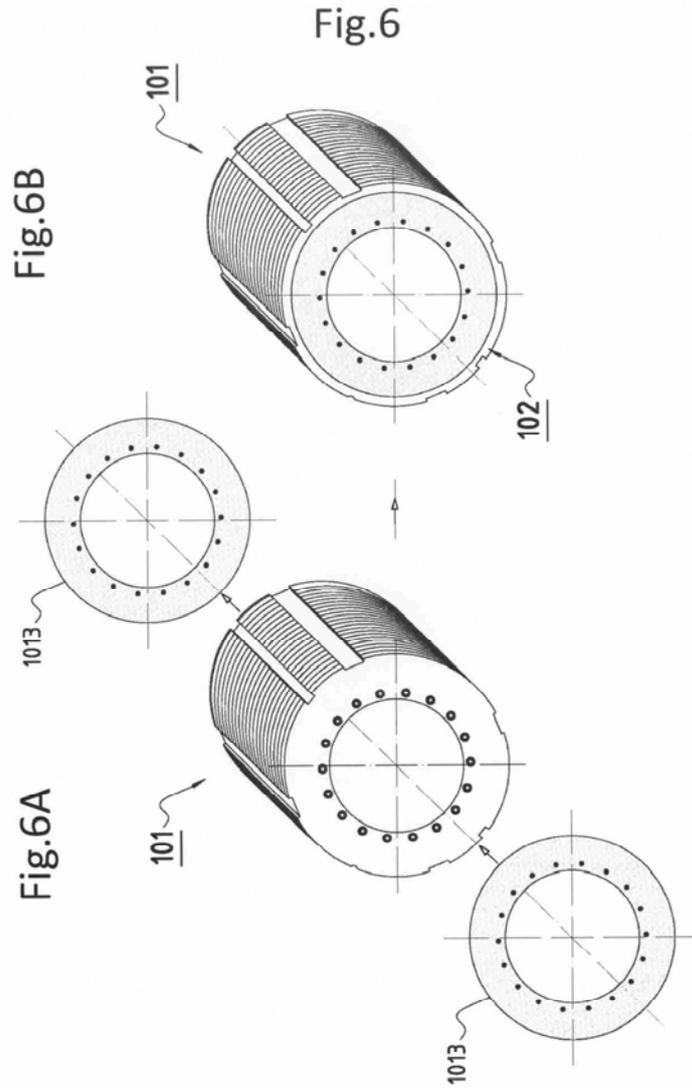


Fig.5





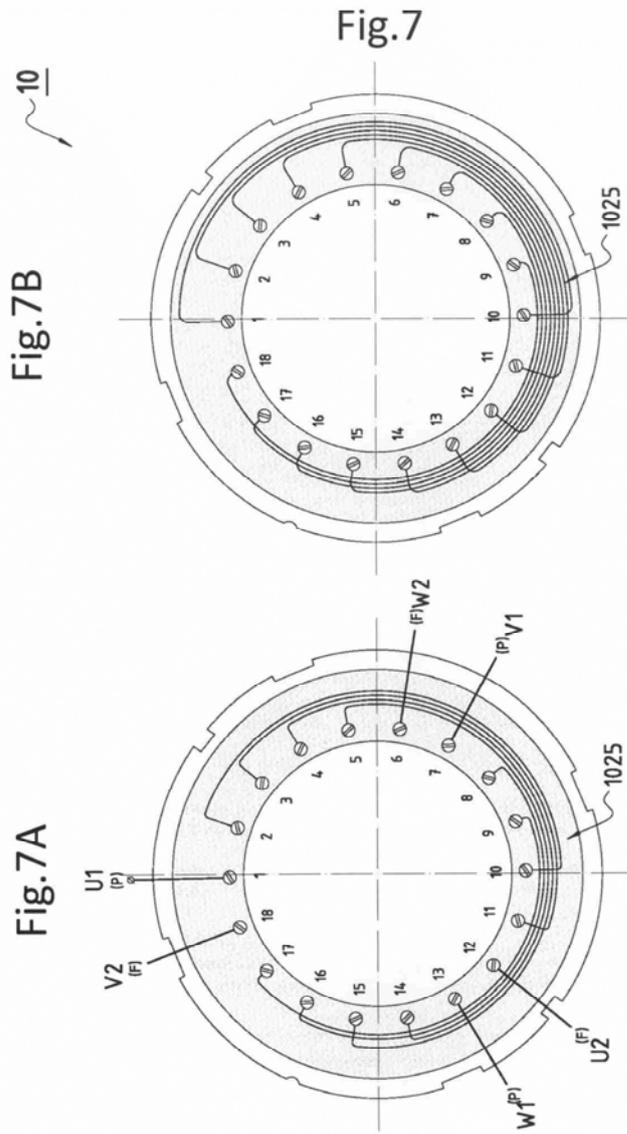
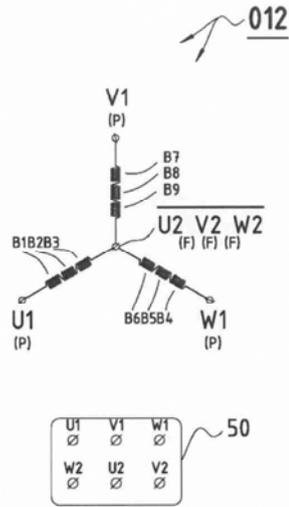
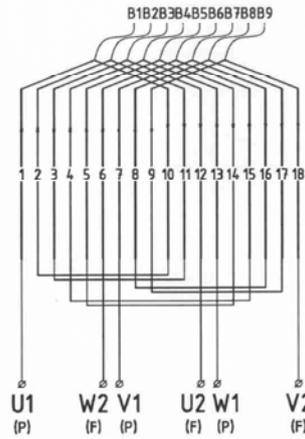


Fig.8

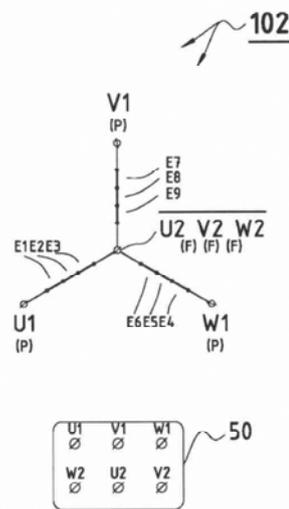
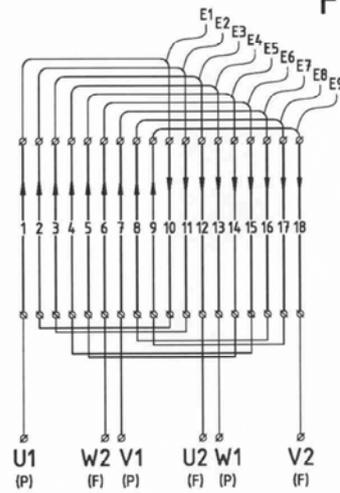
Fig.8A



U1	V1	W1
∅	∅	∅
W2	U2	V2
∅	∅	∅

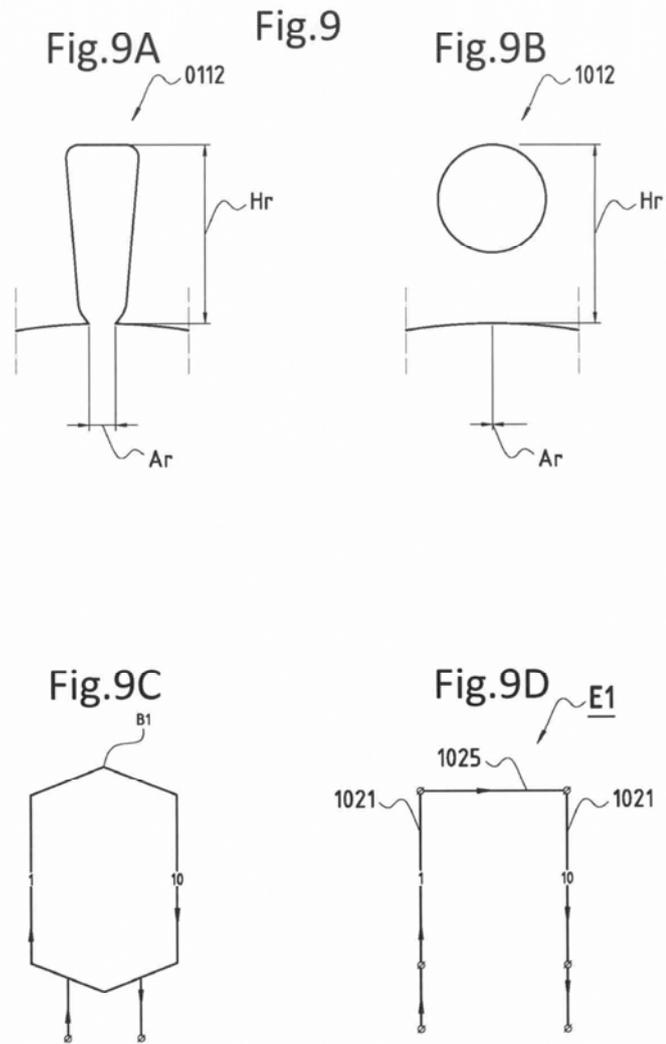
50

Fig.8B



U1	V1	W1
∅	∅	∅
W2	U2	V2
∅	∅	∅

50



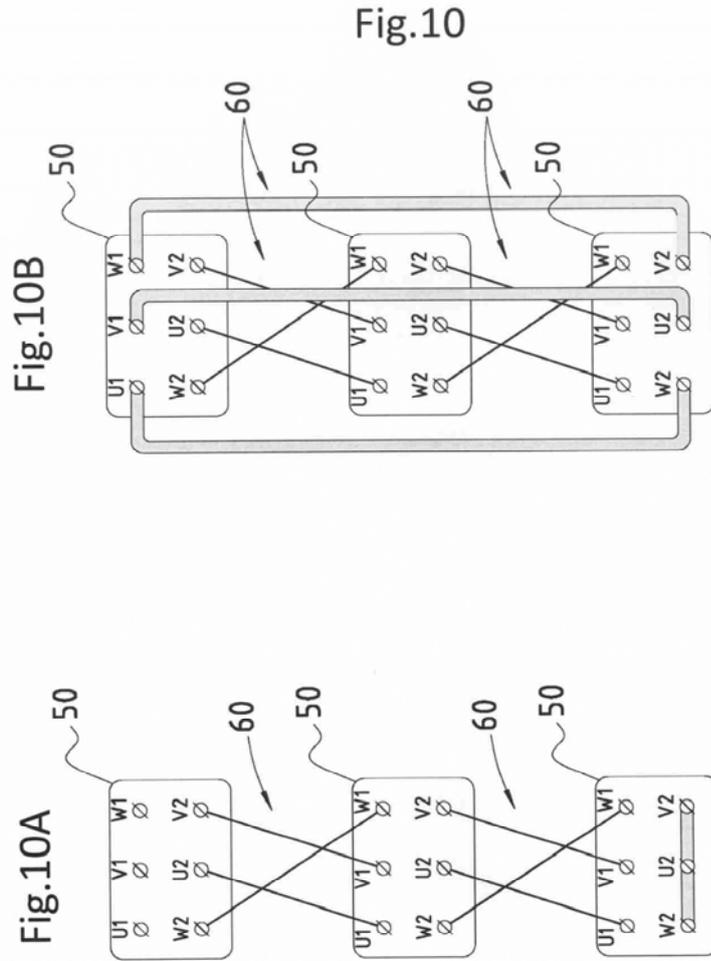
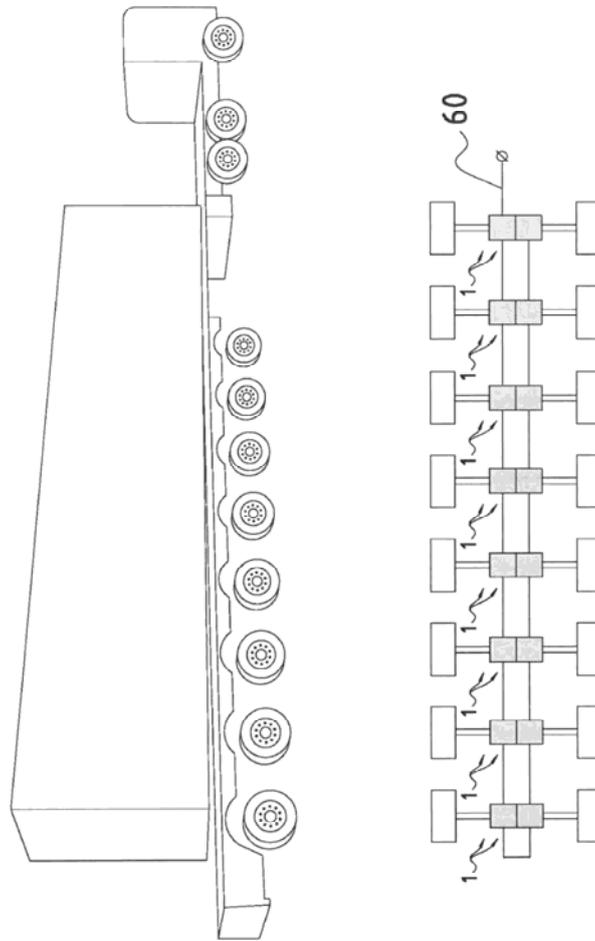


Fig.11





- ②¹ N.º solicitud: 201500821
 ②² Fecha de presentación de la solicitud: 09.11.2015
 ③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 2645549 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD) 02.10.2013, descripción; figuras.	1,4
Y		2,3
A	US 2005082933 A1 (FUKASAKU HIROSHI et al.) 21.04.2005, descripción; figuras 11a,11b.	1-4
Y	US 2007001525 A1 (SCHNEIDER HELMUT et al.) 04.01.2007, párrafo [0027]; figuras.	2,3
A		1,4
A	US 2490181 A (CLAY WEATHERS LELAND) 06.12.1949, todo el documento.	1-4
A	US 1232012 A (DUDLEY ADOLPHUS M) 03.07.1917, descripción; figuras.	1
A	US 1999303 A (SARBAY MAURICE D) 30.04.1935, todo el documento.	1-4
A	EP 0343313 A1 (ACEC ENERGIE GEC ALSTHOM ACEC EN SA) 29.11.1989, resumen; figuras.	1-4

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 07.03.2016	Examinador M. P. López Sabater	Página 1/4
---	--	----------------------

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H02K3/04 (2006.01)

H02K3/48 (2006.01)

H02K3/50 (2006.01)

H02K5/08 (2006.01)

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

H02K

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

INVENES, EPODOC, NPL, IEEE, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 07.03.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-4	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 presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

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	EP 2645549 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD)	02.10.2013
D02	US 2005082933 A1 (FUKASAKU HIROSHI et al.)	21.04.2005
D03	US 2007001525 A1 (SCHNEIDER HELMUT et al.)	04.01.2007

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

Reivindicación 1:

El documento del estado de la técnica anterior que se ha considerado más cercano a esta primera reivindicación ha sido D01, puesto que en él también se divulga un motor asíncrono (descripción de D01, párrafo [0020]) n-fásico, que incorpora un estator (3), un rotor (8),(9), un árbol (10), una carcasa (2) y un bornero (7), y en el que el estator comprende un circuito magnético estatórico con una pluralidad de ranuras u orificios para alojar conductores rectos (5) así como con un circuito eléctrico estatórico compuesto de una pluralidad de espiras formada cada una por conductores rectos (5) conexiados mediante puentes de conexión (6). Los conductores rectos (5) del estator se conexionan en D01 mediante una serie de contactos roscados con la configuración que se presenta en su figura 3. Dichos contactos vienen a sustituir otras formas de conexión más antiguas, como el atornillado, y que este documento menciona como pertenecientes al estado de la técnica anterior (descripción, párrafos [0031], [0032], [0014] y [0017])

En esta primera reivindicación se especifica que las ranuras u orificios para el alojamiento de los conductores rectos deben ser cerrados. En D01, sin embargo, no se especifica si las ranuras que reciben los conductores rectos (5) están cerradas o abiertas. Sin embargo, la influencia de la forma de ranura sobre el flujo de dispersión en el interior de una máquina eléctrica es algo que se ha estudiado ampliamente y, en consecuencia, el empleo de ranuras cerradas es una opción habitual en el estado de la técnica como puede ilustrarse, por ejemplo, con las figuras 11a y 11b del documento D02. En la descripción de este mismo documento también se ilustra que un conductor estatórico puede estar aislado, (descripción de D02, párrafo [0065])

Que el devanado exterior de una máquina eléctrica, en este caso el estator, esté cubierto por una tapa aislante también es algo habitual. En D01 se ha representado la tapa del estator formando parte de la cubierta (2) sin dar más detalles sobre ella.

Ejemplos de tapas de estator aislantes explicadas al detalle se pueden encontrar en el estado de la técnica anterior. Por ejemplo, la tapa aislante (42) de D03.

A la vista de lo anterior se puede afirmar que esta primera reivindicación, independiente, se encuentra divulgada en el estado de la técnica anterior, por lo que carece de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes 11/86.

Reivindicaciones 2 y 3:

En estas reivindicaciones dependientes se establece que, según el tamaño del motor, los puentes se dispondrán antes de la tapa aislante o sobre la misma. Como se ha indicado anteriormente, D01 muestra la envolvente del motor sin distinguir sus partes. Sin embargo, en el párrafo [0027] de D03, así como en las figuras de este documento, se detalla la configuración de la tapa del estator (42). Esta tapa puede servir como instrumento de guiado de los extremos del devanado estatórico al exterior de la misma para su conexión con la fuente de alimentación en caso de un motor.

En otra realización puede fabricarse de manera que en ella se puedan alojar conexiones electrónicas entre el devanado del estator y otros componentes eléctricos o electrónicos.

Un experto en la materia que deseara dotar al estator de una tapa aislante capaz de cumplir una u otra función, no tendría sino que tomar la tapa (42) descrita en D03, obteniendo la misma funcionalidad que la que cubren las reivindicaciones 2 y 3 que, por lo tanto, tampoco tienen actividad inventiva. Aspectos como el uso del material aislante para la fabricación, tampoco son sino meras elecciones de diseño por parte del solicitante.

Reivindicación 4:

En esta última reivindicación, dependiente, no se desea proteger una característica técnica del aparato sino una ventaja de su uso, lo que no constituye una característica adicional del motor objeto de este estudio y, por lo tanto, tampoco le confiere actividad inventiva.