

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 101**

51 Int. Cl.:

H02K 19/10 (2006.01)

H02K 21/38 (2006.01)

H02K 17/00 (2006.01)

H02K 21/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2006 E 06773088 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **11.02.2009 EP 2022160**

54 Título: **Motor de rotor de campo único**

30 Prioridad:

30.05.2006 US 443945

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

17.01.2013

73 Titular/es:

**TRI-SEVEN RESEARCH, INC. (100.0%)
2317 NORTH PEPPER RIDGE CIRCLE
WICHITA, KS 67205, US**

72 Inventor/es:

**DURHAM, GARY L. y
DURHAM, HAROLD S.**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 394 101 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).

DESCRIPCION

MOTOR DE ROTOR DE CAMPO ÚNICO

Campo de la invención

5 [0001] La presente invención hace referencia a un motor de rotor de campo único en el cual se crean un mínimo de campos de flujo alterno dentro del circuito total de flujo de dicho motor que producen el torque del motor. El resultado muestra que la creación de un campo de flujo irreversible en una zona importante del estator y de las partes del rotor produce menos pérdidas y un mayor rendimiento en el funcionamiento global de
10 dicho motor.

Descripción de los antecedentes

[0002] Tanto en la teoría como en la construcción de un motor eléctrico común, se concibe la creación de campos de flujo alterno y se recurre a varios sistemas para
15 desequilibrar dichos campos de flujo de manera que se produzca una rotación del rotor del motor. Los campos de flujo reversible se crean en dispositivos motores eléctricos convencionales y, debido a la necesidad de solucionar aquellos campos de flujo que no funcionan, el rendimiento del motor se ve afectado de manera desfavorable. Con el paso de los años, diversos sistemas teóricos y estructurales se han desarrollado en el mundo
20 del motor eléctrico para intentar superar dichas ineficiencias convencionales; no obstante, hasta ahora, el rendimiento del motor eléctrico no ha sido muy elevado, especialmente en los motores con potencia de fricción, que no suele alcanzar el 50% en el mejor de los casos, y se sabe que los motores eléctricos son ineficaces a la hora de convertir la energía eléctrica en mecánica.

25 [0003] La publicación de la Solicitud de Patente Internacional WO2005/091475 muestra un motor eléctrico con un rotor de un único campo en el que el flujo producido dentro de dicho rotor se genera por medios magnéticos localizados en la parte final de la carcasa del motor de manera que el flujo dentro del rotor del motor mantiene una polaridad constante.

30 [0004] La publicación de la Solicitud de Patente estadounidense US2004/0119356 muestra una máquina eléctrica con un rotor y un estator en los que se disponen bobinas eléctricas e imanes permanentes. Dichas bobinas e imanes se influyen mutuamente cuando el rotor gira. Los imanes presentan una forma cilíndrica y están dispuestos tangencialmente sobre la circunferencia del rotor. El núcleo de las bobinas no es de
35 hierro y al menos parte de dichas bobinas se extiende de manera transversal a través de la circunferencia del rotor. Las bobinas están acopladas de manera individual al estator y están curvadas de forma que se extienden sobre ambos lados axiales del rotor y rodean

los imanes colocados sobre el mismo.

Resumen de la invención

5 [0005] Es por todos sabido que se producirá un incremento del rendimiento del motor si la zona del motor eléctrico que usa el flujo alterno dentro del estator del mismo es pequeña, debido a que hay una menor cantidad de superficie metálica en la zona de flujo alterno y los recorridos de flujo que se utilizan para la alternación son más cortos. De esta manera, se producen menos pérdidas en el núcleo que las que se producen en un motor donde intervienen superficies mayores en todo el circuito de torque.

10 [0006] Para conseguir dichos objetivos, se ha de establecer una configuración del motor que produzca importantes cambios con respecto a las configuraciones comunes de torque y a la forma en que se establece y manipula el flujo en las partes del rotor y el estator para así crear un campo magnético rotativo que no presente una polaridad cambiante.

15 [0007] El motor aquí descrito, al que se ha denominado motor de rotor de campo único, posee la configuración mostrada en líneas superiores. Tal y como se describe más abajo, en el presente documento se tratará únicamente la construcción del motor de la presente invención, además de la configuración del campo de no alternancia utilizado para crear saturación en el rotor y en el estator, y para crear el poder de torque primario, así como de la superficie mínima implicada en el recorrido total que en realidad se
20 dispone para alternar y dar lugar a la creación de torque, y así crear una única interacción de campos en la que rota dicho campo de torque de no alternancia en la zona de torque del rotor del motor.

[0008] La configuración del flujo no alterno del motor de rotor de campo único de la presente invención es muy diferente a la de los motores eléctricos tradicionales. Para
25 comenzar, el flujo utilizado para crear el torque primario en la zona de torque del rotor del motor no viene producido ni por una disposición transversal entre los polos estatóricos en la zona de torque del rotor ni por un campo orientado para que su recorrido atravesase de manera radial, entre en el núcleo del estator y muestre su polaridad opuesta a través de varias caras polares en esta misma zona de torque. En su
30 lugar, el flujo primario que produce el torque en el motor de la presente invención se desplaza axialmente desde cada cara axial del rotor hacia el medio punto axial del mismo. De este modo, se crean dos campos de flujo desfasados entre sí 180° sobre el eje. Cuando este flujo desfasado procedente de los terminales se encuentra con la zona de torque del rotor del motor (en el núcleo del rotor laminado), el efecto natural
35 producido por el flujo en sí mismo hace que dicho flujo se disperse de manera radial en un plano perpendicular al eje del motor. La orientación espacial axial de las láminas del rotor también potencia este efecto, ya que cada lámina del rotor induce el fluido hacia el

borde radial del rotor en dirección a los polos salientes, cuya polaridad es la misma. Esto da lugar a una densidad de flujo muy equilibrada en cada polo rotórico en comparación con cualquiera de los otros polos del rotor y crea una ratio excelente de concentración de flujo. Esto a su vez permite unas características de saturación óptimas y, puesto que

5 el rotor nunca cambia de polaridad mientras que el motor está en funcionamiento, dicha saturación permanece al máximo en el rotor y en sus polos en todo momento.

[0009] Cuando el flujo abandona las caras radiales de los polos del rotor, atraviesa un pequeño entrehierro entre dichas caras y las caras de los polos laminados del estator. La cantidad de polos laminados del estator siempre duplica en número a la cantidad de

10 los polos del rotor, puesto que todas las caras de los polos del rotor conforman el 50 % del diámetro exterior del rotor, con espacios idénticos entre los polos salientes cuya dimensión ocupa el 50 % del mismo diámetro exterior. La circunferencia exterior de dicha sección laminada del estator encaja en una carcasa ferromagnética maciza o equivalente que se une a los terminales ferromagnéticos.

[0010] La presente invención dispone imanes en el interior de la cara radial del rotor utilizándolos para conformar los polos salientes del rotor y los espacios intermedios, y así crear caras polares y espacios entre los mismos casi idénticos alrededor del diámetro exterior del rotor. El hecho de que los imanes estén acoplados al rotor permite que se disponga de la misma polaridad magnética en su cara radial exterior al igual que

15 todos los otros polos magnéticos en el rotor. De esta manera crean a su vez un rotor con un campo único (en cuanto a la polaridad) en todos sus polos que nunca alterna mientras el motor está en funcionamiento.

[0011] El recorrido radial/axial de regreso para el flujo desde los imanes induce al flujo magnético a regresar al rotor a través de los polos estatóricos y también a través de los

25 terminales de la carcasa del estator o, alternativamente, a través de las extensiones polares del estator. De esta forma el recorrido del flujo crea por un lado un entrehierro situado entre los polos del estator y los del rotor que aumenta y disminuye alternativamente y, por otro lado, otro entrehierro estable entre el rotor y los terminales de la carcasa del estator o entre el rotor y las extensiones polares del estator.

[0012] Una de las ventajas que posee este diseño radica en situar los imanes directamente sobre la cara del motor en la que se produce el vaivén en el tamaño del entrehierro existente entre los polos del estator y los del rotor. De esta manera se obtiene un mayor grado de flujo magnético entrando en el entrehierro de la zona de

30 torque entre los polos del estator y los polos del rotor que a su vez están fabricados con imanes. Este hecho aumenta la influencia del flujo magnético en los polos estatóricos y, dado que todos los polos del rotor poseen la misma polaridad magnética en su cara exterior y los polos estatóricos están diseñados y posicionados para proporcionar un

recorrido de retorno de acero de motor para el flujo magnético a través de los terminales de la carcasa o de las extensiones polares del estator hacia la otra cara de los imanes que están acoplados al rotor, el flujo proveniente de los imanes del rotor ejerce la misma polaridad en relación con todos los polos estatóricos situados en el diámetro exterior del rotor. Esto tiene como resultado que los polos estatóricos posean una polaridad magnética sincronizada producida por los polos magnéticos del rotor. Y, dado que no se produce una alternancia en la polaridad magnética inducida por los imanes del rotor, la influencia de dichos imanes rotóricos tiende a mantener los polos estatóricos, la carcasa del mismo y las extensiones polares del estator en circuitos de flujo axial y radialmente sincronizados con los imanes del rotor. Esto hace que las bobinas estatóricas, arrolladas alrededor de cada polo estatórico, produzcan una mejora en esta influencia magnética sincronizada o induzcan una fuerza de parada en un polo estatórico haciendo que éste repela los polos magnéticos del rotor pero sin invertir de manera importante la polaridad del polo estatórico quien así repele el polo magnético del rotor. Esto se debe a que el campo magnético inducido por las bobinas estatóricas es lo suficiente fuerte únicamente para anular la influencia magnética sobre los polos magnéticos del rotor pero no lo suficiente para invertir la masa del polo estatórico cuando se encuentra bajo la influencia de los imanes del rotor. Así se mantienen las corrientes de Foucault al mínimo ya que el acero de motor en los polos estatóricos se ve afectada por una condición sincronizada mejorada magnéticamente en relación con los imanes del rotor o por una condición magnética prácticamente neutral debido a una influencia magnética opuesta prácticamente igual procedente de la bobina estatórica y de los imanes del rotor.

[0013] No obstante, dado que todos los polos estatóricos que participan tienen su orientación magnética sincronizada en relación con el flujo magnético del polo rotórico mejorado para que los polos magnéticos del rotor estén inducidos a “mostrar” un gran potencial magnético de derivación sólo en los polos estatóricos sincronizados, que son todos los otros polos, y una gran reluctancia magnética en los otros polos del estator que está inducida a estar magnéticamente desfasada, todo esto hace que se produzca un recorrido magnético de derivación sincronizado no alterno giratorio entre los polos magnéticos del rotor y los polos del estator. Cuando las bobinas estatóricas alternan, tal y como se describió en la primera patente, el rotor es inducido a rotar a causa de este recorrido magnético de derivación sincronizado no alterno giratorio que se crea entre los polos del estator y los polos del rotor. El método para crear torque con esta configuración de flujo se produce a través de unas bobinas por fase en los polos laminados del estator. Tal y como se ha indicado previamente, el número de los polos estatóricos dobla al de polos rotóricos. Así, todo el flujo proveniente de los imanes cruza el entrehierro entre la cara circunferencial exterior de los imanes del rotor hacia los polos

estatóricos y continúa por medio de las extensiones polares del estator o de los terminales de la carcasa de estator a través del entrehierro axial hacia el lado del rotor para así completar el circuito magnético hacia la cara magnética opuesta de los imanes del rotor que están acoplados al mismo, dando lugar al mismo tipo de configuración de torque anteriormente explicado. De esta forma es posible producir la rotación del rotor utilizando de manera alterna el conjunto de los polos del estator sincronizados con el flujo de torque de los imanes del rotor, y por otro lado el conjunto de los polos del estator desfasados del flujo de torque de los imanes rotóricos. Este proceso hace que el flujo busque constantemente los polos sincronizados para mantener completo su circuito de flujo no alterno y así crear un torque constante en el rotor, mientras que al mismo tiempo los polos rotóricos repelen el conjunto de polos estáticos desfasados debido a la polaridad invariable de dichos polos rotóricos.

[0014] La principal característica de este motor radica en que los polos salientes del rotor están todos polarizados como un imán radial y tienen el mismo polo magnético en su cara radial con respecto a los polos del estator. Por ello, cuando las bobinas por fase en la parte laminada del estator se invierten de sincronizadas a desfasadas en relación con la polaridad de la magnetización de los polos, se crea una repulsión de los polos magnéticos del rotor. Esto significa que todos los polos del estator y todos los polos del rotor están contribuyendo al torque en el rotor tanto en la fase eléctrica positiva como en la negativa. Este hecho es muy diferente en otros motores de rotor magnético que utilizan caras magnéticas norte y sur presentes en la circunferencia exterior del rotor para conseguir efectos tanto de atracción como de repulsión en el torque. Aunque este rotor tiene un campo único y nunca alterna, no actúa solamente como una derivación magnética rotacional entre las caras sincronizadas magnéticamente de los polos del estator sino que al mismo tiempo ejerce un torque de repulsión desfasado. Y, a diferencia de otros motores de rotor con polos salientes como, por ejemplo, los motores de reluctancia conmutada, los polos rotóricos nunca cambian en cuanto a su polaridad magnética y así la energía de trabajo en el rotor nunca se destruye y reemplaza por los polos del rotor que son magnetizados por el estator con polaridad alterna cuando rotan, o la masa del rotor cambia su orientación magnética mientras rota a través de un campo magnético cruzado del estator.

[0015] Una representación alternativa de la presente invención muestra un motor de rotor de campo único con un estator segmentado formado por piezas de polos laminados y una carcasa hecha de plástico u otro material apropiado, diseñado con los correspondientes orificios para mantener los polos segmentados del estator en su lugar.

Descripción general de la configuración de las bobinas por fase del estator para el motor de rotor de campo único

5 [0016] Las bobinas por fase del motor de rotor de campo único pueden ir de tres formas diferentes. Todos los métodos son sencillos y proporcionan prácticamente las mismas características de actuación, pero cada uno de ellos será más apropiado dependiendo de los diferentes requerimientos del circuito y las necesidades de producción. El método más tradicional es el de arrollar una bobina en cada polo laminado del estator de manera que una de ellas quede arrollada al revés en cuanto a las bobinas por fase en
10 cualquiera de sus lados a lo largo de la circunferencia interior del estator. Éste es un patrón sencillo que alterna el devanado en el sentido de las agujas del reloj con el devanado en el sentido contrario. Normalmente las bobinas están conectadas eléctricamente en serie de manera que todas ellas pueden ser excitadas al mismo tiempo mediante el circuito de control mostrado en las FIGS.13-14. Esto significa que
15 cada uno de los polos tendrá en esta cara una polaridad magnética norte, mientras que los polos intermedios tendrán una polaridad magnética sur. Con un circuito de control monofásico que proporcione media fase positiva y media fase negativa, la polaridad de los dos conjuntos de polos podrá alternarse a placer.

[0017] El efecto obtenido muestra que cada polo del estator está sincronizado o
20 desfasado con el flujo de torque primario creado por los imanes del estator o por las bobinas de CC. Esto provoca que los polos rotóricos, la mitad en número que los polos estatóricos y espaciados para así poder entrar en contacto con cada uno de los polos estatóricos en cualquier posición, permitan una posición de contacto de los polos del estator y del rotor para ser repelidos por uno de los conjuntos de polos de estator porque
25 están desfasados con el recorrido del circuito de flujo de torque primario proveniente de los imanes del estator o las bobinas de CC, y para ser atraídos por el otro conjunto de polos estatóricos ya que éstos están sincronizados con el flujo de torque de la misma fuente. Así, alternando simplemente el positivo y el negativo en las bobinas por fase con un circuito que ante todo controle el ritmo de esta alternancia, se crean zonas
30 sincronizadas de rotación en la parte interior de los polos estatóricos que es siempre el 50% de la superficie disponible de la cara del estator, y que corresponde con todas las otras caras de los polos del estator. Esto provoca que el rotor esté constantemente a “la caza” de zonas de rotación sincronizadas y constantemente repeliendo zonas de rotación desfasadas que constituyen el 50% de la superficie disponible de los polos del
35 estator, y corresponde al otro conjunto de las caras de los polos estatóricos.

[0018] Una de las formas alternativas de devanar las bobinas por fase es recurrir a lo que se podría denominar devanado de bobinas en “Z”. Un devanado de bobinas en “Z”

se utiliza cuando el número de polos es par y consiste simplemente en arrollar el cable a través de las ranuras del estator haciendo un zigzag, devanándolo alrededor del estator hasta que se consigue el número deseado de espiras en cada ranura. Esto significa, claro está, que sólo hay una única bobina arrollada una y otra vez entre las ranuras que se encuentran alrededor de la circunferencia interior del estator. Dado que la bobina invierte su dirección con respecto a las ranuras del estator, esto crea el mismo patrón de flujo alterno en las caras polares del estator. Debido a que el devanado de la bobina en “Z” sólo rodea los polos por un lado, se reduce efectivamente la cantidad total de devanado por fase en serie y de esta manera la resistencia total. Este tipo de devanado también es muy sencillo para algunos tipos de aplicaciones de producción del presente motor ya que una única bobina con un número concreto de espiras puede arrollarse con un diámetro determinado que le permita introducirse en las ranuras del estator en forma de “Z”.

[0019] Un segundo método alternativo para devanar las bobinas por fase es utilizar dos bobinas en “Z”, arrollándolas por las mismas ranuras pero comenzando desde puntos opuestos (a 180° entre una y otra) de manera que las espiras del lado de una de las bobinas en “Z” se arrollan alrededor de un lado de los polos del estator (el lado rodea alternativamente cada uno de los polos), mientras que la segunda bobina en “Z” se arrolla alrededor del lado opuesto de los polos que utilizó la primera bobina. De esta forma se pueden conectar en paralelo con un voltaje de, por ejemplo, 115 V y también en serie con un segundo voltaje de, por ejemplo, 230 V. Además, con este método de doble bobina en “Z” para devanar las bobinas por fase, es fácil utilizar un circuito de motor de tipo bifilar en el que dos grupos de bobinas separados están conectados como circuitos de CC siendo uno positivo y el otro negativo. Esto permite al motor de rotor de campo único de la presente invención utilizar circuitos para el control del motor muy económicos y menos caros en comparación con los circuitos de control de tipo puente en H, mientras que al mismo tiempo ofrece diferentes métodos sencillos de control de velocidad que varían constantemente de la rotación más rápida a la más lenta del motor.

[0020] El método de devanado en “Z” simple para unir las bobinas por fase aparece en la FIG. 9 de las ilustraciones adjuntas, mientras que en la FIG. 10 figura el método de devanado en “Z” doble.

[0021] Los tres métodos para devanar las bobinas por fase en el estator proporcionan básicamente el mismo resultado y se pueden utilizar de acuerdo con las necesidades de producción o del circuito.

35

Breve descripción de las imágenes

[0022] El funcionamiento y los elementos de la presente invención mencionados

anteriormente podrán observarse en las siguientes descripciones acompañadas de su correspondiente dibujo.

- La **FIG. 1** muestra la configuración de flujo típica de un motor de rotor de campo único de acuerdo con la presente invención.
- 5 - La **FIG. 2** dispone una vista en perspectiva del plano del eje de rotación de la configuración del flujo de la **FIG. 1**.
- La **FIG. 3** es similar a la **FIG. 1** y muestra las partes del motor que componen del recorrido del flujo en caso de utilización de imanes.
- La **FIG. 4** es similar a la **FIG. 3**, con la diferencia de que aparece una bobina de corriente continua (CC) en lugar de los imanes situados en el estator.
- 10 - En la **FIG. 5** se observa una representación del motor de rotor de campo único de la presente invención utilizando imanes permanentes.
- En la **FIG. 6** figura el mismo motor ilustrado en la **FIG. 5** pero en lugar de los imanes permanentes se disponen los núcleos de las bobinas.
- 15 - La **FIG. 7** muestra la vista posterior de un motor de rotor de campo único típico que representa los conceptos del presente invento.
- Las **FIGS. 8A – 8D** disponen el método de aplicación de torque en el motor de rotor de campo único de la presente invención.
- En la **FIG. 9** se aprecia el devanado alterno de bobinas por fase en las ranuras de la parte laminada del estator.
- 20 - La **FIG. 10** es similar a la **FIG. 9** pero se muestra el segundo tipo de devanado que tiene lugar en dirección contraria.
- La **FIG. 11** muestra una vista detallada del motor ilustrado en la **FIG. 6**.
- En la **FIG. 12** se observa una vista detallada del motor con imanes permanentes ilustrado en la **FIG. 5**.
- 25 - La **FIG. 13** ilustra un circuito para su utilización con la versión de imanes de la presente invención.
- La **FIG. 14** muestra un circuito similar al de la **FIG. 13** que podría utilizarse con la versión de bobinas de CC de la presente invención.
- 30 - Las **FIGS. 15A - 15B** dispone circuitos de tipo bifilar que podrían ser utilizados con el motor de rotor de campo único de la presente invención.
- La **FIG. 16** ilustra una configuración típica del flujo en un motor de rotor de campo único de acuerdo con la presente invención en la que se muestran posiciones alternativas de los imanes.
- 35 - En la **FIG. 17** se observa la representación de un motor de rotor de campo único de la presente invención con imanes acoplados al rotor.
- En la **FIG. 18** se aprecia una representación del motor de rotor de campo único

de la presente invención con imanes acoplados al rotor y un estator segmentado.

- La **FIG. 19** ilustra una representación del motor de rotor de campo único de la presente invención con imanes acoplados al rotor y un estator segmentado, en el que se muestra el recorrido radial de retorno del flujo.
- 5 - La **FIG. 20** muestra la polarización magnética de los polos estatóricos en el motor de rotor de campo único de la presente invención.
- Y la **FIG. 21** figura la polarización magnética de los polos estatóricos en un motor de CC convencional sin escobillas que utiliza polos magnéticos alternos en el rotor.

10

Descripción de las representaciones presentadas

[0023] La **FIG. 1** muestra de manera esquemática la configuración y los recorridos del flujo de torque primario en el motor de rotor de campo único de acuerdo con la presente invención sin concretar si el flujo viene creado por los imanes permanentes o por los núcleos y las bobinas en CC del estator. Las zonas 101 ilustradas y enmarcadas con líneas de puntos constituyen la zona en la que se originaría el flujo en los imanes o en los núcleos de las bobinas en CC. La zona 102 encuadrada en línea de puntos muestra la zona de torque del rotor del motor en la que el rotor gira y muestra cómo la polaridad opuesta del flujo que entra en la zona de torque del rotor desde lados opuestos hace que se disperse de manera perpendicular al eje del motor. Las láminas del rotor también están orientadas de manera perpendicular al eje lo que potencia aún más dicho efecto, convirtiendo las láminas del rotor en el recorrido de ferrita por el que el flujo es inducido a la circunferencia del rotor donde los polos rotóricos toman forma. Las zonas 103 representan las zonas del estator que están laminadas en los polos y devanadas con las bobinas por fase, y muestran cómo el flujo utiliza esta parte del estator para pasar a la parte maciza, por ejemplo, a las partes no laminadas del estator donde las flechas 104 muestran el regreso del flujo a través de la parte no laminada del estator hacia la parte opuesta de los imanes o del núcleo de la bobina en CC desde los que originalmente salió, y así completar los circuitos de flujo. El eje 105 de la **FIG. 1** se muestra para establecer la perspectiva al observador.

[0024] En la **FIG. 2** se observa una vista vertical y axial posterior de los circuitos de flujo ilustrados en la **FIG. 1** y muestra básicamente la configuración toroidal de 360° de los circuitos de flujo, aunque se pueden apreciar flechas que dibujan los recorridos de flujo sólo en cada 90° para así aportar claridad. El flujo 104 y el eje 105 se disponen para establecer la perspectiva en relación a la **FIG. 1**.

[0025] En cuanto a la **FIG. 3**, muestra un motor de rotor de campo único típico de acuerdo con la presente invención, cuyo funcionamiento es similar al descrito en la **FIG.**

1, y además se indican diversas partes del motor, como los imanes permanentes 109 que están orientados para que se disponga de un campo norte en ambas caras interiores orientadas hacia el rotor 107, que a su vez está laminado para que el flujo se desplace hacia la circunferencia donde se conforman los polos rotóricos. El flujo
5 proveniente de los imanes 109 cruza los entrehierros mínimos invariables que hay entre las caras interiores y los lados del rotor 109, que está acoplado al eje 105, y es inducido hacia las láminas del rotor, para después girar de manera perpendicular al eje del motor y desplazarse a lo largo de las láminas del rotor por los 360° de la circunferencia del rotor. Después se concentra en los polos del rotor mientras estos se expanden unas
10 pocas milésimas en las caras de los polos estáticos de las láminas del estator 108. Posteriormente el flujo cruza el entrehierro entre las caras de los polos rotóricos en la circunferencia exterior del rotor y las caras interiores de los polos de la parte laminada del estator, tal y como se indica en el número 108, que a su vez posee bobinas por fase 110 devanadas en todas sus ranuras. El flujo prosigue su camino entre las láminas del
15 estator 108 hacia la circunferencia exterior. La circunferencia exterior de las láminas del estator 108 está encajada dentro de la circunferencia interior de la carcasa del estator 106, que constituye la parte maciza no laminada ferromagnética o de material similar del estator y los terminales. El flujo utiliza la carcasa maciza del estator 106 para regresar a la cara de carga sur de los imanes 109, completando así el circuito de flujo.

20 **[0026]** La **FIG. 4** ilustra un motor haciendo uso de los circuitos de la **FIG. 3** cuyas partes vienen indicadas con la misma referencia numérica que la descrita anteriormente. No obstante, los imanes del estator han sido sustituidos en este caso por bobinas en CC 111 y por los núcleos de dichas bobinas que se conforman en la carcasa maciza del estator 106.

25 **[0027]** La **FIG. 5** muestra una representación del motor de rotor de campo único de la presente invención utilizando imanes permanentes. La carcasa maciza del estator 106 y los terminales asociados 114 poseen imanes 109 acoplados a su cara interior para así encajar correctamente las caras interiores de los imanes junto a los lados del rotor 107 y conseguir un entrehierro mínimo. La parte izquierda de la carcasa maciza del
30 estator/terminales 114 posee láminas estáticas 108 y bobinas por fase 110 encajadas en ella para así colocar las caras de los polos estáticos de manera correcta alrededor del rotor para que así los polos del rotor puedan rotar unas milésimas desde las caras interiores de los polos estáticos y entrar en contacto con cada uno de dichos polos estáticos alternativamente. El rotor 107 está acoplado al eje 105 y permanece en su
35 sitio gracias a cojinetes 112 dispuestos en las cajas de cojinetes de la carcasa maciza del estator/terminales 106 y 114.

[0028] La **FIG. 6** muestra el mismo motor ilustrado en la **FIG. 5**, con la diferencia de que

los imanes 109 han sido remplazados por los núcleos de las bobinas que se extienden desde la carcasa maciza del estator/terminales 120 y 121 como el 113 indicado en el 121. Las bobinas en CC 111 están devanadas alrededor de dichos núcleos para así crear un flujo de torque primario en el motor y remplazan los imanes permanentes 109 de la representación de la **FIG. 5**.

[0029] La **FIG. 7** muestra una vista transversal posterior del motor de rotor de campo único de acuerdo con la presente invención en la que se ilustran las partes del motor desde un punto de vista diferente al mostrado previamente. El rotor 203 muestra sus polos salientes 204, un total de ocho, cuyo tamaño y posición les permite entrar en contacto con la cara polar de los polos estatóricos 202 del estator laminado 201. Hay un total de dieciséis polos estatóricos con el mismo tamaño, y posicionados alrededor de la circunferencia interior del estator 201 con dieciséis ranuras idénticas entre ellos. Las láminas del estator 201 aparecen encajadas en el estator/terminales macizos 205. El tamaño total de las caras de los polos estatóricos es igual a la cara total interior de la circunferencia del estator menos las aperturas de las ranuras. Las caras de los polos rotóricos son iguales que las caras de los polos estatóricos y entre ellas hay espacio suficiente para que puedan entrar en contacto todos al mismo tiempo con cada uno de los polos estatóricos.

[0030] Las **FIGS. 8A - 8D** muestran el método de torque del motor de rotor de campo único de acuerdo con la presente invención. En la **FIG. 8A** se muestran los polos del rotor en contacto con los polos con número impar del estator. Las flechas sobre los polos impares del estator muestran que las bobinas por fase (que no aparecen en la ilustración) han sido excitadas de manera que los polos impares del estator están desfasados magnéticamente con el flujo de torque en los polos rotóricos que poseen la carga norte en la cara de todos los polos del rotor tal y como se indica con las flechas, y éste proviene de los imanes o de las bobinas en CC del estator, mientras que los polos con número par del estator están excitados de manera que están sincronizados magnéticamente con el flujo en los polos rotóricos. Esto provocará que los polos rotóricos salgan repelidos magnéticamente de los polos con número impar del estator y atraídos hacia los polos con número par. Como resultado, los polos del rotor entrarán en contacto y se sincronizarán magnéticamente con los polos pares tal y como se muestra en la **FIG. 8B**. Después, como se observa en la **FIG. 8C** con el cambio en la dirección de las flechas en los polos del estator, todas las bobinas por fase invierten su polaridad haciendo que los polos con número par del estator se desfasen magnéticamente con respecto al flujo de torque en los polos rotóricos, que procede de los imanes o las bobinas en CC, mientras que los polos impares del estator están excitados de manera que se sincronizan magnéticamente con el flujo en los polos del rotor. Esto provocará

que los polos rotóricos salgan repelidos magnéticamente de los polos pares del estator y sean atraídos hacia los polos impares del mismo. Como resultado, los polos del rotor entrarán en contacto y se sincronizarán magnéticamente con los polos impares tal y como se muestra en la **FIG. 8D**. Este proceso se repite continuamente mediante los

5 circuitos de control para así causar un torque continuo en el rotor.

[0031] La **FIG. 9** muestra la forma alterna de devanar las bobinas por fase alrededor de las ranuras de la parte laminada del estator. La punta del cable magnético del devanado 210 se arrolla alternativamente a través de las ranuras de los polos estatóricos de manera que se devana sólo alrededor de uno de los lados de los polos del estator para

10 de esta manera arrollarse al lado opuesto del siguiente polo estatórico. El número de espiras en las ranuras viene determinado por el número de veces que el cable del devanado da una vuelta completa por todas las ranuras. Cuando se consigue el número deseado de espiras, el cable del devanado se termina con un extremo 201. Al aplicar corriente monofásica a este tipo de devanado, todos los polos del estator 212 tendrán

15 alternativamente un polo norte y otro sur en sus caras en la media fase positiva e invertirán el patrón en la media fase negativa.

[0032] Al arrollar un segundo devanado de la misma forma sólo que en la dirección opuesta para que así las espiras del devanado estén alrededor de los lados opuestos de los polos del estator a los del primer devanado, tal y como se muestra en la **FIG. 10**, se

20 formará una configuración bifilar de bobinas por fase las cuales se podrán excitar y controlar con un circuito mucho más simple que estaría compuesto básicamente por dos circuitos en CC que se pondrían en funcionamiento alternativamente, o se crearían opciones multivoltaje si se utilizaran bobinas en paralelo o en serie con un circuito más tradicional del tipo puente en H.

[0033] La **FIG. 11** constituye una vista ampliada del motor ilustrado originalmente en la **FIG. 6**. Los números 120 y 121 muestran el estator/terminales macizos que contienen los núcleos de las bobinas en sus caras interiores, tal y como se indica en 113. Las bobinas en CC 111 irían devanadas alrededor de estos núcleos respectivamente para crear el flujo de torque primario en el motor. El rotor 107 es un rotor laminado de acero

25 de motor suave con polos salientes espaciados proporcionalmente de manera que puedan entrar en contacto con cada uno de los polos del estator laminado 108 al rotar. La parte laminada del estator 108 está ilustrada con bobinas por fase 110 devanadas

30 alrededor de sus polos de una manera que puede considerarse tradicional con una única bobina alrededor de cada polo o con un tipo de devanado en "Z", tal y como se ilustra en las **FIGS. 9-10**.

[0034] La **FIG. 12** muestra una vista ampliada de la **FIG. 5**, el mismo motor de las **FIGS. 6 y 11**, con la diferencia de que se utilizan imanes 109 en lugar de bobinas en CC para

crear el flujo de torque primario en el motor. Por lo tanto, la carcasa/terminales macizos del estator 106 y 114 no contienen núcleos de bobinas en CC a diferencia de la otra versión; en su lugar, los imanes 109 están acoplados a la cara interior de la carcasa/terminales macizos remplazando los núcleos de las bobinas en CC.

5 **[0035]** En la **FIG. 13** se puede apreciar un circuito estándar de puente en H que podría utilizarse con el motor de la presente invención y utilizar un circuito de control opcional, que podría ser un circuito de realimentación del rotor de bucle cerrado o un control abierto a través de un controlador de frecuencia variable. Con el circuito de bucle cerrado, el rendimiento es ligeramente superior; no obstante, en muchas aplicaciones, el control abierto proporciona las características de regulación deseadas sólo que con un rendimiento ligeramente menor. El circuito de bucle cerrado también posibilita el control de velocidad a través de un sistema de circuitos opcional de control de velocidad. El circuito de la **FIG. 13** se utilizaría con la versión de imanes del motor de rotor de campo único descrita anteriormente.

15 **[0036]** En la **FIG. 14** se muestra el mismo circuito de la **FIG. 13** en el que además se incorpora un circuito de puente en serie con las bobinas por fase para conducir las dos bobinas en CC sobre los terminales del estator de la versión de rotor de campo único que reemplaza los imanes del estator con bobinas en CC arrolladas en los núcleos formados dentro de los terminales del motor, tal y como se describe en líneas superiores.

20 **[0037]** Las **FIGS. 15A - 15B** muestran un tercer y cuarto tipo de circuito que puede utilizarse para poner en marcha el motor de rotor de campo único. Ambos circuitos son bifilares. Es por ello que dos cables idénticos están devanados al mismo tiempo alrededor de las bobinas por fase. Ambos conjuntos de devanados resultantes están conectados a un regulador de CC que posee dos circuitos en CC separados que pueden ser alternados por controles abiertos o por circuitos de bucle cerrado. Los dos devanados por separado están conectados eléctricamente en una posición desfasada entre sí 180° y se utilizan alternativamente para crear las medias fases opuestas. Así, cuando el regulador acciona el primer circuito, un patrón norte-sur como el descrito previamente se crea alrededor de la cara interior de los polos laminados del estator. Cuando se acciona el segundo circuito, los polos se invierten y se da lugar al patrón alterno. Así, el regulador alterna ambos circuitos para conseguir que el motor funcione de manera ordinaria. Dicho circuito bifilar es útil para aplicaciones donde se necesitan circuitos económicos. Además, posibilita asimismo el control de velocidad de manera económica.

35 **[0038]** La diferencia entre la **FIG. 15A** y la **FIG. 15B** se encuentra en que la primera es una versión con imanes del motor de rotor de campo único de la presente invención,

mientras que la segunda muestra la versión de bobinas en CC que utiliza bobinas en CC en lugar de imanes en los terminales del estator. Como se podrá apreciar, la **FIG. 15B** incluye, además, un circuito en puente y dos bobinas en CC que no aparecen en la **FIG. 15A**.

5 **[0039]** Una vez que los distintos tipos de circuitos de flujo son entendidos y utilizados en el diseño de motores y, teniendo en cuenta determinados parámetros, es posible cambiar los imanes prácticamente a cualquier posición en el recorrido del flujo y así crear, mantener y utilizar este tipo de circuito radial/axial de torque de flujo. En concreto, la **FIG. 16** muestra los diferentes posibles emplazamientos de los imanes permanentes
10 301-305. Una primera localización del imán 301 muestra la posición de los imanes sobre los terminales del estator. Es posible acoplar un imán en forma de aro al otro lado del entrehierro axial del rotor, y así colocar el entrehierro entre la cara exterior del imán en cada caso y el respectivo terminador del estator. Esto indica claramente que el imán ahora rotará junto con el rotor puesto que está acoplado a ambos lados del mismo. Los
15 inventores de este proceso han obtenido muy buenos resultados y, en algunas aplicaciones, puede ser conveniente. Proporciona una densidad de flujo ligeramente superior para el mismo material magnético en las caras de los polos del rotor puesto que no hay entrehierro entre los polos rotóricos y las caras interiores de los imanes. En el ejemplo anterior en el que los imanes están acoplados a los terminales, existen dos
20 tipos de entrehierros entre los imanes y el rotor: entrehierros axiales entre los lados del rotor y las caras interiores del imán, y entrehierros radiales entre los polos rotóricos y los polos estatóricos que proporcionan recorridos de acero de motor directos a través de ellos mismos, la carcasa y los terminales hacia las caras exteriores de los imanes del estator.

25 **[0040]** Un segundo emplazamiento del imán 302 muestra que los imanes se pueden desplazar fuera del diámetro del rotor y arrollarlos al mismo para así dejar un espacio entre los imanes prácticamente igual al tamaño de la circunferencia de dichos imanes, y de este modo conformar polos rotóricos y caras polares. Todos los imanes están colocados e imantados para así tener la misma polaridad magnética en todas las caras
30 polares del rotor que se conforman alrededor del diámetro exterior del mismo.

[0041] Si esto se lleva a cabo de manera correcta, el entrehierro que suele haber entre las caras magnéticas de los polos del rotor y las caras polares del estator, que suele ser entre 0.18 y 0.25 mm, proporcionará el recorrido de menor resistencia al flujo magnético para completar su circuito. Así, el flujo magnético podrá utilizar después el mismo
35 recorrido como se ha comentado en los diseños anteriores y atravesará los polos del estator, la parte trasera del estator, la carcasa y los terminales. El flujo magnético pasará, pues, por las caras interiores de los terminales, que estarán situados de manera

que consigan que una cara de los polos se sitúe cerca de los lados del rotor, y de vuelta en el núcleo de hierro del rotor y de regreso a la cara interior acoplada de los imanes del rotor, para así completar el circuito axial/radial de flujo como en los otros diseños.

[0042] Los inventores de dicho diseño han obtenido muy buenos resultados y el motor
5 conserva las características de su torque y rendimiento, tal y como se ha comentado en representaciones anteriores. La ventaja de este último emplazamiento de los imanes radica en que una densidad máxima de flujo proveniente de los imanes está presente en los polos rotóricos dado que los imanes en sí mismos componen diversos polos rotóricos. Otra ventaja es que esta mayor densidad de flujo permite a los imanes del
10 rotor tener una influencia superior en los polos del estator. Puesto que no hay imanes magnéticamente orientados en el rotor para atraer el flujo desde cualquier otro imán del rotor, ninguna parte del flujo se desvía hacia el imán fuente a través del rotor, y así, todo el potencial del flujo de los imanes del rotor estará enfocado hacia los polos del estator. Esto permite que la interrupción del recorrido de flujo por parte de las bobinas por fase
15 del estator (bobinas de la armadura del estator) de cualquiera de los dos conjuntos repela los polos magnéticos del rotor en lugar de invertir las láminas de los polos del estator de ese conjunto. En su lugar, se devuelve a los polos estatóricos a un estado magnético más o menos neutral a causa de la influencia magnética fuera de rango de las bobinas por fase del estator en los polos del conjunto y de los polos magnéticos del
20 rotor en el conjunto de polos estatóricos. Esto tiene como resultado que los polos magnéticos del rotor salgan completamente repelidos del conjunto de bobinas desfasadas de la armadura del estator y que no se invierta el acero de motor laminado de dicho conjunto de polos pero que se retorne simplemente para conseguir un estado magnético neutral aproximado. La ventaja reside en que a los conjuntos de polos del
25 estator se les induce menos corriente de Foucault potencial y existe un diferencial de energía menor entre las dos fases de los polos estatóricos en cada conjunto. Así, se requiere menor cantidad de energía por parte de las bobinas estatóricas y se produce una pérdida inferior en los sistemas del estator, mientras se mantiene un diferencial completo de torque entre los dos conjuntos de polos estatóricos y los polos magnéticos
30 del rotor. Esto es debido a que el conjunto de bobinas sincronizadas de la armadura del estator potencia el recorrido del circuito de flujo del motor en este conjunto de polos, mientras que el conjunto de bobinas desfasadas de la armadura del estator resiste de manera eficaz la presencia del circuito del flujo. Se ha observado que, manteniendo la presencia del circuito permanente de flujo magnético en un conjunto de los polos
35 estatóricos y potenciándola en el otro, se provoca un torque potencial total de los imanes del rotor para que se produzca sin tener que invertir los núcleos polares del conjunto de polos desfasados a una intensidad de flujo idéntica y contraria.

[0043] Este efecto también muestra el hecho de que los circuitos de flujo establecidos por los imanes del rotor en el estator, la carcasa y el núcleo del rotor, no sólo no alternan en ningún momento, sino que nunca se rompen. Cuando uno de los conjuntos de las bobinas por fase del estator resiste y después repele los circuitos magnéticos del rotor, y el otro conjunto los acepta y potencia, los circuitos de flujo no se rompen sino que los llevan a “extender” y buscar un alineamiento magnético con zonas sincronizadas del estator en continuo avance, causando así el torque entre el estator y el rotor. Este efecto, unido al hecho previo de que los polos del estator nunca invierten su polaridad sino que fluctúan entre estar magnéticamente sincronizados con los imanes del rotor mediante los propios imanes del rotor y la influencia de las bobinas por fase del estator, o permanecer en un estado prácticamente neutral mediante la influencia fuera de rango de las bobinas por fase del estator y los imanes del rotor, muestra las inmejorables características de actuación del sistema del presente motor.

[0044] En la **FIG. 17**, se muestra un diseño en el que el núcleo del rotor 107 está acoplado al eje 115 para la rotación con respecto a la carcasa 116 y al estator laminado 118, en los que los polos magnéticos 117 están acoplados al núcleo del rotor 107, que puede ser laminado o macizo. Las líneas de flechas muestran las características básicas de los circuitos de flujo establecidos en el estator laminado 118, en la carcasa 116, en los terminales, y en el núcleo del rotor 107 por los imanes del rotor 117. Por supuesto, al igual que en los diseños previos, el número de polos magnéticos en el estator 118 duplicarán la cantidad de polos magnéticos 117 del rotor 107. Para proporcionar a los circuitos de flujo magnético del rotor un entrehierro axial mínimo y constante (que no cambie de tamaño), los terminales poseen polos 119 cada uno de los cuales con una cara próxima a los lados axiales del núcleo del rotor 107 que rotan. El resto de características del diseño del motor ilustrado en la **FIG. 17** corresponden exactamente con las del motor ilustrado en la **FIG. 3**, y el funcionamiento de las bobinas por fase del estator (bobinas de la armadura) es el mismo.

[0045] En la **FIG. 16**, se muestran otros emplazamientos para los imanes con las restricciones de este tipo de circuito de flujo axial/radial. Una tercera localización del imán 303 sería un imán radialmente orientado entre el estator laminado y la carcasa del motor: una cara magnética alrededor del diámetro exterior del estator laminado y la otra cara dentro de la carcasa del motor. Esta localización funciona correctamente ya que proporciona un incremento de material magnético en los circuitos de flujo, pero la relación coste-efectividad no es tan buena como en los diseños anteriores puesto que no realiza un uso eficiente del material magnético del diseño del motor. Una cuarta posible localización del imán 304 y una quinta 305 se encuentran también obviamente dentro de los parámetros del circuito de flujo, pero se han excluido por otras

características de los diseños. Todos los anteriores emplazamientos de los imanes se han utilizado para mostrar cómo la configuración axial/radial del flujo puede crearse casi en cualquier sitio dentro del recorrido del circuito si se establece la correcta orientación de la polaridad de los imanes en cada posición para así mantener los circuitos
5 constituidos correctamente y sin alternancia.

[0046] En todos estos diseños, en cualquiera de los circuitos de flujo están presente dos entrehierros: uno estable entre los lados del rotor y los terminales, y otro variable entre los polos del rotor y los polos del estator. Esto es poco común ya que la mayoría de los diseños de motores tienen dos entrehierros variables en los circuitos de flujo que son los
10 que crean el torque del motor y no tienen uno de los entrehierros que sea estable, mínimo e invariable.

[0047] En las **FIGS. 18-19**, se muestra un diseño de estator alternativo, que también funciona de forma óptima con la versión de polos magnéticos del presente motor ilustrada en la **FIG. 17**. En las **FIG. 18-19**, se muestra un estator segmentado en el que
15 los polos estatóricos son unidades individuales laminadas que están laminadas radialmente y disponen extensiones polares en cada uno de los lados para proporcionar un recorrido de regreso a los circuitos de flujo magnético de vuelta al núcleo del rotor.

[0048] Tal y como se muestra en la **FIG. 18**, un rotor 207 está acoplado al eje 215 para la rotación con respecto al ensamblaje de un polo estatórico 216 y una carcasa 219. El
20 ensamblaje individual del polo laminado del estator 216 aparece ilustrado en el motor y en la imagen dispuesta. Como se puede apreciar por las líneas de flechas que indican los circuitos de flujo en el polo estatórico 216, y por el rotor 207, colocado al lado de los imanes del rotor 217, el recorrido completo de regreso para el circuito de flujo magnético permanente de vuelta al núcleo del rotor 207 es proporcionado por los polos laminados
25 del estator 216 a través de las extensiones polares 216 que aportan el recorrido del circuito magnético. Este diseño permite que la carcasa del motor 219 esté realizada con un material no magnético, como plásticos termorrígidos o fibra de vidrio. La carcasa 219 puede ser moldeada por inyección o por transferencia, y consta de unos orificios en los que los polos laminados del estator 216 encajan y se mantienen. En algunos casos, un
30 revestimiento 218 formado por varias capas de acero de motor revestido, como el que se usa en las láminas del estator, envuelve la parte exterior de los polos del estator 216 entre su parte posterior y dentro de la carcasa de plástico del motor 219. Este revestimiento 218 crea recorridos magnéticos para la interacción entre las bobinas del estator 220, proporcionando así un entrehierro total menor para el flujo desfasado en el
35 conjunto de polos desfasados mediante la derivación de la parte exterior trasera de todos los polos juntos 216. No obstante, dado que el efecto fuera de rango de la influencia magnética de los imanes del rotor 217 y de las bobinas por fase del estator

220 hace que el conjunto de polos desfasados del estator establezca en raras ocasiones un recorrido de flujo, sino que devuelve al conjunto de polos desfasados a una situación magnética prácticamente neutral, dicho revestimiento 218 no es estrictamente necesario y no siempre conveniente dado que los beneficios no son muy numerosos.

- 5 **[0049]** Cada polo del estator 216 del presente diseño está acoplado a su propia bobina por fase (bobinas de la armadura del estator) 220, y el número de polos individuales y bobinas siempre será el doble del número de polos del estator puesto que están los polos magnéticos del rotor; por ejemplo, 6 polos magnéticos del rotor, 12 polos del estator; 8 polos magnéticos del rotor, 16 polos del estator, etc.
- 10 **[0050]** Tal y como se muestra en la **FIG. 19**, el rotor 401 y los polos individuales del estator 404 deben estar diseñados para crear un entrehierro radial mínimo y estable para el recorrido de regreso del flujo en lugar de un entrehierro axial. Esto permite eliminar cualquier fuerza lateral en el rotor 401 y en los cojinetes 406 sobre el eje 407 causada por unos circuitos de flujo magnético permanentes muy fuertes producidos
- 15 cuando se utilizan imanes potentes (como los imanes de neodimino, NdFeB), en aras de facilitar el control de fuerzas radiales. Este cambio en el diseño se lleva a cabo extendiendo el material del núcleo del rotor 403 de manera axial hasta hacerlo más ancho que los imanes 402 utilizados para conformar los polos del rotor. Dicho material del núcleo 403, preferentemente de acero de motor suave y no laminado, en el que los
- 20 imanes del rotor 402 están situados, sirve para proporcionar una cara radial en los bordes exteriores del rotor 401, apropiada para remplazar los lados del rotor para la transferencia del flujo desde el entrehierro, tal y como se establece en diseños previos. La extensión polar de los polos individuales del estator 404 está diseñada con una cara radial descendente que está dispuesta de manera que esta cara sea de unos 0.18 y
- 25 0.25 mm desde la superficie rotativa en los lados radiales del núcleo del rotor 403. Esto aporta el entrehierro mínimo estable que el sistema del motor de rotor de campo único necesita y reconfigura las fuerzas del entrehierro en el rotor de manera que son radiales y no axiales, a la vez que se mantienen los circuitos axiales/radiales de flujo magnético en el motor. Tal y como se describe en la representación mostrada en la **FIG. 18**, la
- 30 carcasa 400 debe ser fabricada en un material no metálico. Además, la construcción y funcionamiento de la bobina del estator 405 es tal cual se describió en líneas superiores.
- [0051]** Las **FIGS. 20-21** muestran la diferencia en la polarización magnética de los polos estáticos en el motor de rotor de campo único y en un motor en CC convencional sin escobillas que utiliza polos magnéticos alternos (ambos con caras norte-sur) en el rotor.
- 35 En la **FIG. 20**, se muestra la polarización magnética de los polos en el motor de rotor de campo único. Se emplean dos formas de indicar la orientación magnética y la saturación: (1) sobre cada fase del polo estático se utiliza un gráfico común de curva

de magnetización que indica la orientación de la fuerza de magnetización y la saturación del polo; y (2) dentro del polo estático representado se encuentran unos círculos con flechas que indican la dirección y el movimiento de la magnetización del polo estático. Si todas las flechas apuntan hacia arriba, indican una saturación total y la dirección de la magnetización. Cuando las flechas rotan hacia posiciones horizontales opuestas, esto muestra una saturación en descenso y una magnetización neutral cuando las flechas de los polos alcanzan la posición horizontal. En la **FIG. 21**, se ha creído conveniente mostrar una inversión completa de las flechas de arriba hacia abajo para indicar una alternancia de 180° en la orientación magnética del polo en la media fase alterna.

5 **[0052]** Tanto en la **FIG. 20** como en la **FIG. 21**, la dirección de la corriente se indica a través de la dirección de las flechas al final de los plomos de la bobina en la parte superior del polo. Además, se ha añadido un “+” para indicar la polaridad eléctrica (se utiliza el flujo de corriente eléctrica tradicional de positivo a negativo). La orientación magnética de los imanes del rotor viene indicada por las flechas en el imán del rotor. En la **FIG. 20**, dado que todos los imanes del rotor del motor de rotor de campo único tienen la misma orientación, se ha nombrado R1 y R2 a los polos de rotor consecutivos para ilustrar cuál está indicado. En cada imagen, se muestra un único polo estático a través de varios estados de saturación magnética mientras las dos medias fases de la corriente eléctrica alternan de positivas a negativas. La dirección del movimiento del rotor magnético viene indicada por las flechas bajo el imán del rotor.

15 **[0053]** En la **FIG. 20**, el A+ muestra que el circuito de realimentación (no mostrado) del motor de rotor de campo único está causando una banda muerta (un momento pasajero de no aplicación de corriente a las bobinas por fase). La orientación del polo estático muestra estar sincronizada con el polo magnético del rotor debido a la influencia magnética del polo magnético del rotor que está utilizando dicho polo estático como parte del circuito de flujo magnético y, también, debido a la orientación impuesta en el polo estático por la bobina por fase en la media fase eléctrica previa. La saturación se muestra al máximo ya que la cara del polo magnético del rotor se está desplazando hacia un contacto total con la cara del polo del estator.

25 **[0054]** En el B+, dado que el polo magnético del rotor entra en contacto con el polo del estator, el circuito de realimentación del motor aplica corriente a la bobina por fase. Como indica el gráfico de curva de magnetización y la rotación de las flechas en los círculos hacia posiciones opuestas, la saturación del polo estático ha comenzado a descender. Este efecto neutralizador impuesto por la bobina por fase del estator hace que el imán rotórico empiece a repeler el polo estático ya que el circuito de flujo que está creando el imán ha sido rechazado. Esto viene facilitado aún más por el hecho de que el polo estático siguiente (no mostrado) en dirección a la rotación del polo

magnético del rotor, se ve atraído por el circuito de flujo creado por dicho polo magnético del rotor.

[0055] En el C+, el polo magnético del rotor empieza a repeler el polo estatórico. Puesto que el polo magnético del rotor deja de estar en contacto con el polo estatórico, dicho polo estatórico comienza a desplazarse hacia una magnetización neutral que produce un mayor rechazo del circuito de flujo del polo magnético rotórico.

[0056] En el D+, dado que el polo magnético del rotor se aleja, pero aún está parcialmente en contacto con el polo estatórico, dicho polo estatórico consigue una orientación magnética neutral. Esto se debe ante todo al hecho de que la influencia del polo magnético del rotor y de la bobina por fase del polo estatórico son casi iguales en el polo estatórico debido al ligero revestimiento del polo tras el movimiento del rotor a causa de la influencia previa de los imanes. En este punto, la bobina por fase estatórica empieza a invertir el polo estatórico hacia la orientación magnética opuesta que se indica en primer lugar, pero la banda muerta viene impuesta por el circuito de realimentación, como se indica en el A-. Resulta bastante sencillo emplazar correctamente una banda muerta en la sincronización debido a que una vez que el polo estatórico alcanza la posición neutral, se aplica la influencia primaria del polo rotórico magnético para inducir una fuerza contra-electromotriz en la bobina por fase. Es importante en este punto incluir algunos datos sobre la generación magnética en los polos y bobinas estatóricas para así poder valorar este punto al completo.

[0057] Cuando se aplica en primer lugar la corriente al polo estatórico, como en el B+, la corriente en la bobina aumenta rápidamente, puesto que el polo estatórico ya casi ha alcanzado la saturación completa gracias al polo magnético del rotor. No obstante, aún existe cierto movimiento en el circuito de flujo magnético permanente a través de la bobina dentro del polo estatórico. Cuando la corriente se aplica para desfazar la bobina con respecto al circuito de flujo magnético, el imán rotórico está moviendo todavía parte del circuito de flujo permanente hacia el polo estatórico. Una vez que el imán está bajo control, puesto que su circuito de flujo está siempre a máxima intensidad y ahora lo más próximo posible, y la bobina estatórica está en estos momento comenzando su medio ciclo de desfasado, el efecto hace que se genere una fuerza electromotriz momentánea en la bobina estatórica (cabe recordar que atraer un circuito de flujo magnético permanente hacia una bobina generará una fuerza contra-electromotriz en la bobina ya que el flujo magnético atraviesa los devanados de la bobina conforme entra en el núcleo, y si se invierte la polaridad de la misma bobina para repeler el mismo circuito de flujo permanente cuando se establece en el núcleo de la bobina, el imán generará una fuerza electromotriz opuesta abandonando el núcleo de la bobina ya que atraviesa los devanados de la misma lo cual también producirá una fuerza contra-electromotriz en

relación a la ahora corriente invertida en al bobina).

[0058] Sin embargo, cuando el imán del rotor se acerca cada vez más a la bobina e incrementa la intensidad del circuito de flujo magnético permanente en el polo de la bobina durante el periodo de banda muerta (como en A+), para así invertir la bobina y soportar el circuito de flujo magnético mientras que el imán se acerca lo máximo posible al lugar de mayor influencia en el núcleo del polo estático, y continúa para imponer momentáneamente unas líneas de flujo a través de los devanados de la bobina, el resultado muestra que el flujo magnético genera momentáneamente una fuerza electromotriz en la bobina durante los primeros milisegundos de la aplicación de corriente. Esto permite que el voltaje aplicado a la bobina haga que la corriente en la bobina aumente a gran velocidad, puesto que no hay fuerza contra-electromotriz, y la presencia de una fuerza electromotriz tiende a eliminar gran parte del impacto de autoinductancia de la bobina en la corriente. Bajo estas condiciones, el voltaje puede funcionar satisfactoriamente aumentando el nivel de corriente en la bobina estática por fase. Debido a este efecto, un flujo de corriente muy “positiva” se establece con gran celeridad en la bobina estática formando una onda muy acusada en la parte frontal posterior si se observa con un osciloscopio. No obstante, el circuito de flujo magnético empezará inmediatamente a ser repelido por la bobina estática por fase en el polo (C+) puesto que la corriente aumenta, y la bobina por fase y el polo del estator en dirección a la rotación empezarán a atraer el circuito de flujo del polo magnético del rotor. Esto tendrá como resultado que el circuito de flujo del polo magnético se desplace a través de los devanados de la bobina estática por fase dejándolos y atravesando los devanados del núcleo/polo de la bobina por fase orientada opuestamente. Esto generará una fuerza contra-electromotriz muy poderosa en todas las bobinas por fase y hará disminuir la corriente con gran rapidez. Si el voltaje es bajo en relación a la carga en el rotor y sus rpm, la corriente se reducirá a cero muy rápido en la mayoría de las ocasiones. Sin embargo, si se aumenta el voltaje en relación con la carga y las rpm del rotor, la corriente en la parte central de la onda, y progresivamente hacia la parte final de la misma, comenzará a aumentar. El voltaje, la carga y las rpm pueden seguir aumentando hasta que el incremento de la onda alcance el punto más alto en el borde último de la onda y complete el periodo de tiempo completo permitido para este medio ciclo.

[0059] En el momento en el que la mayor parte del circuito de flujo permanente del polo magnético del rotor ha salido del polo estático en cuestión (D+), la corriente comenzará una vez más a aumentar a causa a la ausencia de cualquier generación de fuerza contra-electromotriz. Al mismo tiempo, el otro conjunto de polos estáticos se encuentra en el punto en el que el flujo de la bobina ha conducido al polo estático

hasta un nivel de saturación que está llevando el efecto de saturación del circuito de flujo del polo rotórico que se aproxima, y dichas bobinas estáticas comenzarán a tener un aumento muy acusado de corriente. Debido a que esto sucede al final de la media fase mecánica, beneficia en parte para que la corriente aumente en la bobina (puede resultar incluso perjudicial), de manera que el circuito de realimentación impone la banda muerta en este punto. Esto ocurre al final de la media fase, y la banda muerta permite al efecto de saturación magnética ponerse al mismo nivel de magnetización que el otro conjunto de polos e incluso empezar a aumentarla cuando entra en contacto.

[0060] No obstante, el polo en cuestión del primer conjunto está ya preparado para atraer al siguiente imán rotórico (R2) que posee la misma polaridad que el que acaba de repeler. Así, la corriente se invierte (B-) y el proceso que se acaba de describir se repite a la inversa con los mismos resultados eléctricos anteriormente mencionados, y el polo estático se desplaza a través de C- y D- hacia una saturación total y después de regreso hacia la banda muerta A+ donde comenzó dicha descripción.

[0061] En la **FIG. 21** se pueden apreciar las diferencias entre las características del motor de rotor de campo único y la configuración de un motor en CC sin escobillas común, que utiliza polos magnéticos norte y sur en el rotor, ya que se aplican los mismos criterios de evaluación en la **FIG. 21** al sistema de torque en CC sin escobillas que al sistema de torque del motor de rotor de campo único en la **FIG. 20**. Como se puede apreciar en D- en la **FIG. 21**, el polo estático se encuentra al máximo de saturación debido al imán rotórico y la orientación magnética sincronizada de la bobina del polo estático. En A+, la corriente de la bobina del polo estático se invierte puesto que el polo magnético entra en contacto con el polo estático y el núcleo de dicho polo estático comienza a desplazarse hacia una magnetización neutral debido al rechazo del incremento del circuito de flujo del polo magnético del rotor por parte de la bobina.

[0062] En B+, como el primer polo magnético del rotor comienza a alejarse del polo estático, el núcleo del polo estático alcanza la magnetización neutral debido al efecto fuera de rango casi idéntico entre la bobina estática y el primer imán rotórico. En C+, debido a que la continua influencia de la bobina estática y la influencia creciente del segundo imán rotórico, cuya polaridad es opuesta a la del primero, cada vez más en contacto con el polo estático, el núcleo del polo estático comienza a saturarse magnéticamente en la dirección opuesta a la primera dirección de orientación como se muestra en D-.

[0063] En D+, la influencia creciente del segundo imán rotórico que establece su circuito de flujo en el polo estático dado que cada vez está más en contacto con el polo estático y la continua influencia de la bobina estática, proporciona al núcleo del polo estático una saturación total. En A-, la corriente se invierte ya que el polo magnético

entra en contacto total y, debido a la influencia de la bobina estatórica, el núcleo del polo estatórico comienza a desplazarse hacia una neutralidad magnética. En B-, se consigue la neutralidad magnética, y en C-, la remagnetización del núcleo del polo estatórico en la dirección opuesta comienza ahora bajo la influencia de la bobina estatórica y del tercer
5 imán rotórico al que se aproxima. En D- se lleva dicha orientación a la saturación total puesto que el polo magnético nuevo del rotor entra en contacto total con la cara del polo estatórico debido a la influencia continuada de la bobina estatórica. En el último cuadro, A+ muestra la remagnetización que comienza de nuevo.

[0064] Como se puede apreciar en la **FIG. 21**, el núcleo del polo estatórico entra en un
10 colapso total en su primera orientación magnética y se produce una inversión del núcleo hacia una saturación total en dirección opuesta; y después un colapso total de la segunda orientación magnética y una inversión de vuelta a la primera orientación magnética, etc. Debido a que el núcleo de los polos estatóricos se invierte magnéticamente de esta manera, se pierde más energía en el sistema del rotor y el
15 estator y se crea más corriente de Foucault. Ambos efectos contribuyen a que se obtenga un menor rendimiento. Puesto que el recorrido de regreso para los circuitos de flujo magnético del rotor se encuentra únicamente a través de las caras polares de los polos estatóricos y de la cara de los imanes rotóricos adyacentes, se produce más que un colapso de los circuitos de flujo magnético del rotor desde fuera de los polos estatóricos
20 teniendo como resultado un movimiento eficaz menor del flujo de torque entre los polos.

[0065] De las ilustraciones y descripciones precedentes, se puede observar que se crea un único patrón de flujo y fuerza estatórica para producir un motor eléctrico que rote.

25

30

35

REIVINDICACIONES

1. Un motor de rotor de campo único que comprende:
- 5 - Un estator (118, 216, 404) con varios polos estáticos (202), cada uno de los cuales presenta una bobina (120, 220, 405) para crear una fuerza magnética polar.
 - Un rotor (107, 207, 401) acoplado para la rotación con respecto a dicho estator y que también posee varios polos rotores salientes espaciados a lo largo de la circunferencia (204) que conforma.
 - 10 - Medios magnéticos para crear dos campos de flujo magnético (104) en los que la interacción de dicho par de campos de flujo magnético hace que dichos campos de flujo magnético dispersen hacia el exterior y de manera radial en cuanto a dicho rotor, creando de ese modo una polaridad magnética uniforme en dichos polos rotores; además, dichos medios magnéticos comprenden una multitud de imanes (117, 217, 402) espaciados a lo largo de la circunferencia de dicho motor.
 - 15 - Y circuitos para cargar alternativamente dichas bobinas estáticas para alternar la polaridad de un polo estator dado para atraer y repeler alternativamente dichos polos rotóricos para producir la rotación de dicho rotor.
- 20 2. Un motor de rotor de campo único expuesto en la reivindicación 1, que además comprende:
El doble de polos estáticos que de polos rotóricos.
3. Un motor de rotor de campo único expuesto en la reivindicación 1, que además
25 comprende:
Un entrehierro radial, pequeño y variable entre dichos polos estáticos y dicho rotor.
4. Un motor de rotor de campo único expuesto en la reivindicación 1, que además
30 comprende:
Dicho estator posee unas extensiones (404) para transferir el flujo magnético entre dicho estator y rotor a través de un entrehierro pequeño, radial e invariable.
5. Un motor de rotor de campo único expuesto en la reivindicación 1, que además
35 comprende:
Dicho estator posee unas extensiones (119, 216) para transferir el flujo magnético entre dicho estator y rotor a través de un entrehierro pequeño, axial e

invariable.

6. Un motor de rotor de campo único expuesto en la reivindicación 1, que además comprende:

5 Una carcasa estática (116, 219, 400) fabricada de un material magnéticamente no conductor; y cada uno de los mencionados polos estáticos, una sección modular y laminada.

7. Un motor de rotor de campo único expuesto en la reivindicación 1, que además comprende:

10 Dicho par de campos de flujo magnético básicamente toroidales.

8. Un motor de rotor de campo único expuesto en la reivindicación 1, que además comprende:

15 Una carcasa estática (116, 219, 400) fabricada en un material magnéticamente no conductor para transferir el flujo magnético entre dicho estator y dicho rotor.

FIG. 1

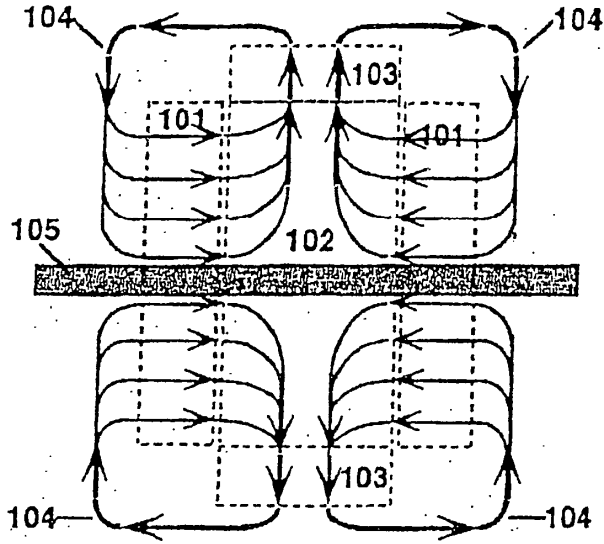


FIG. 2

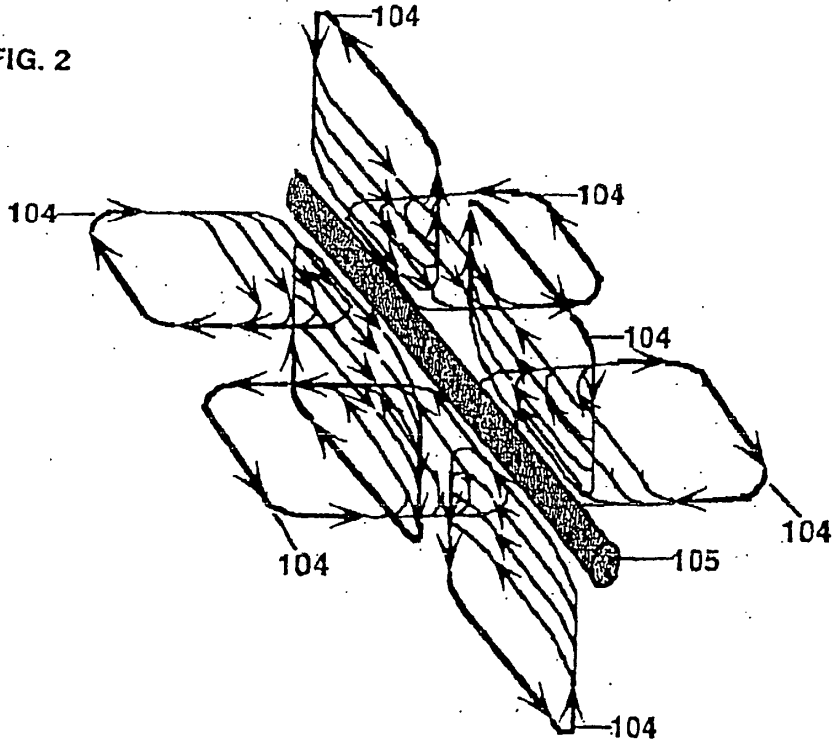


FIG. 3

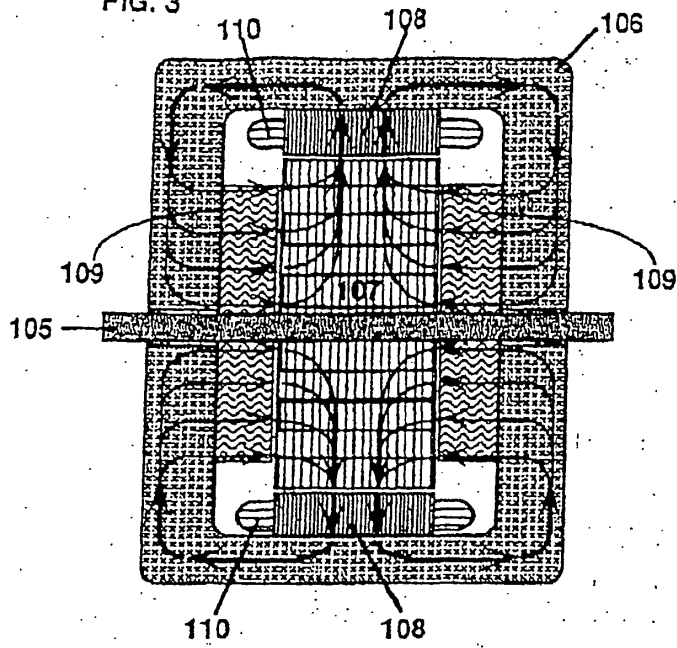
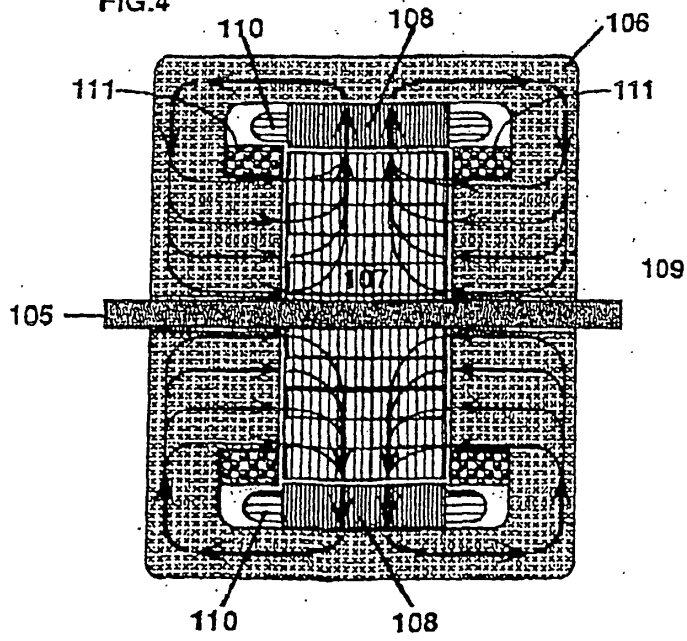
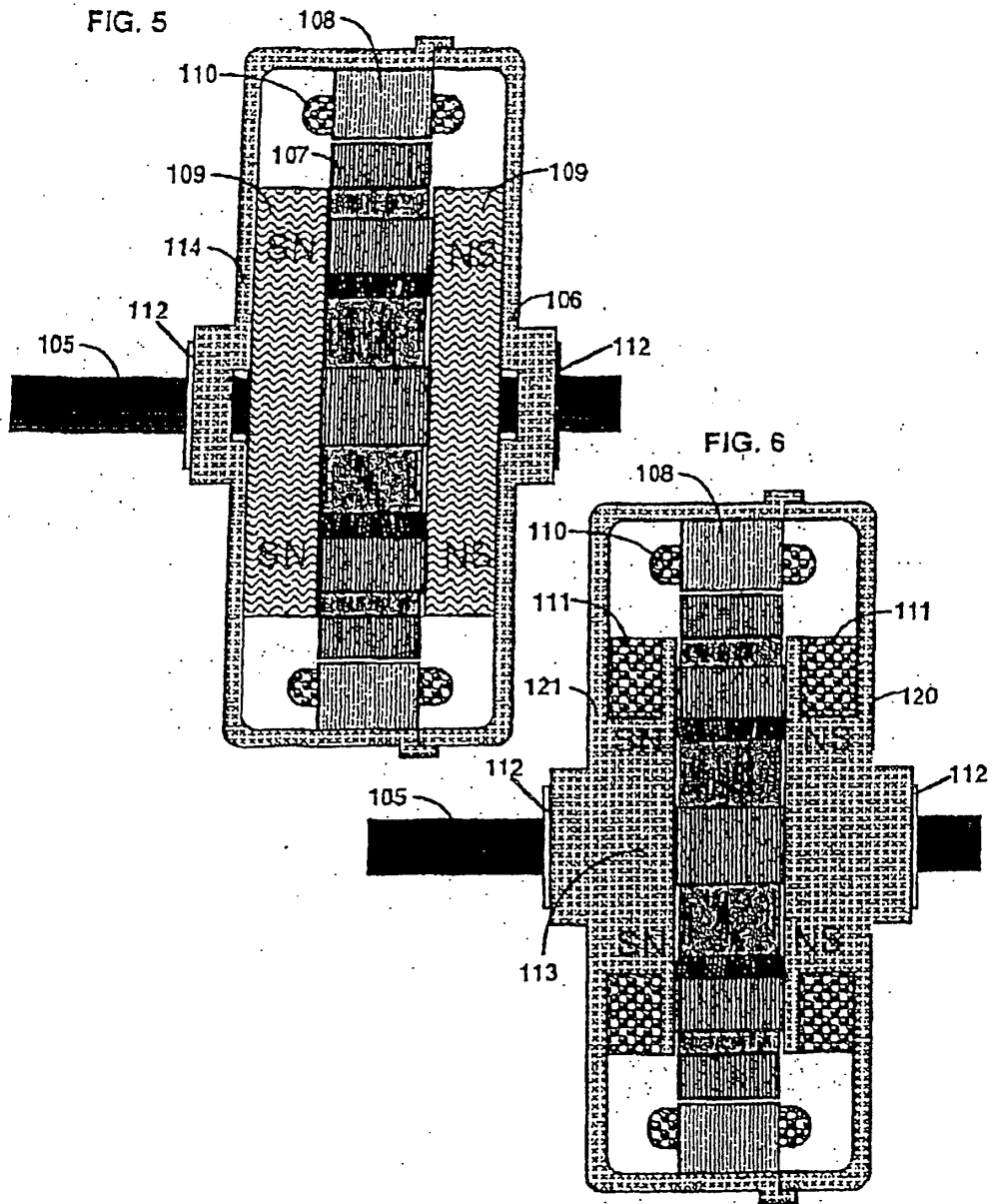
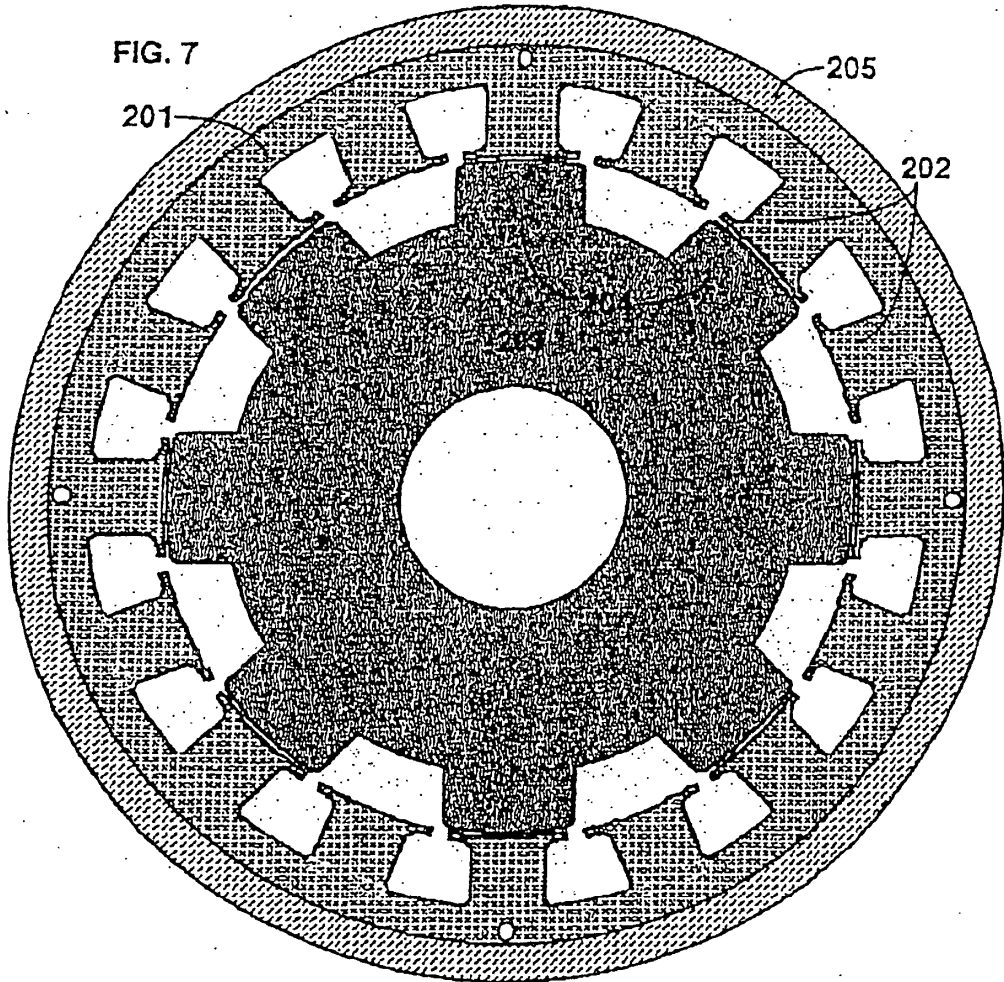


FIG. 4







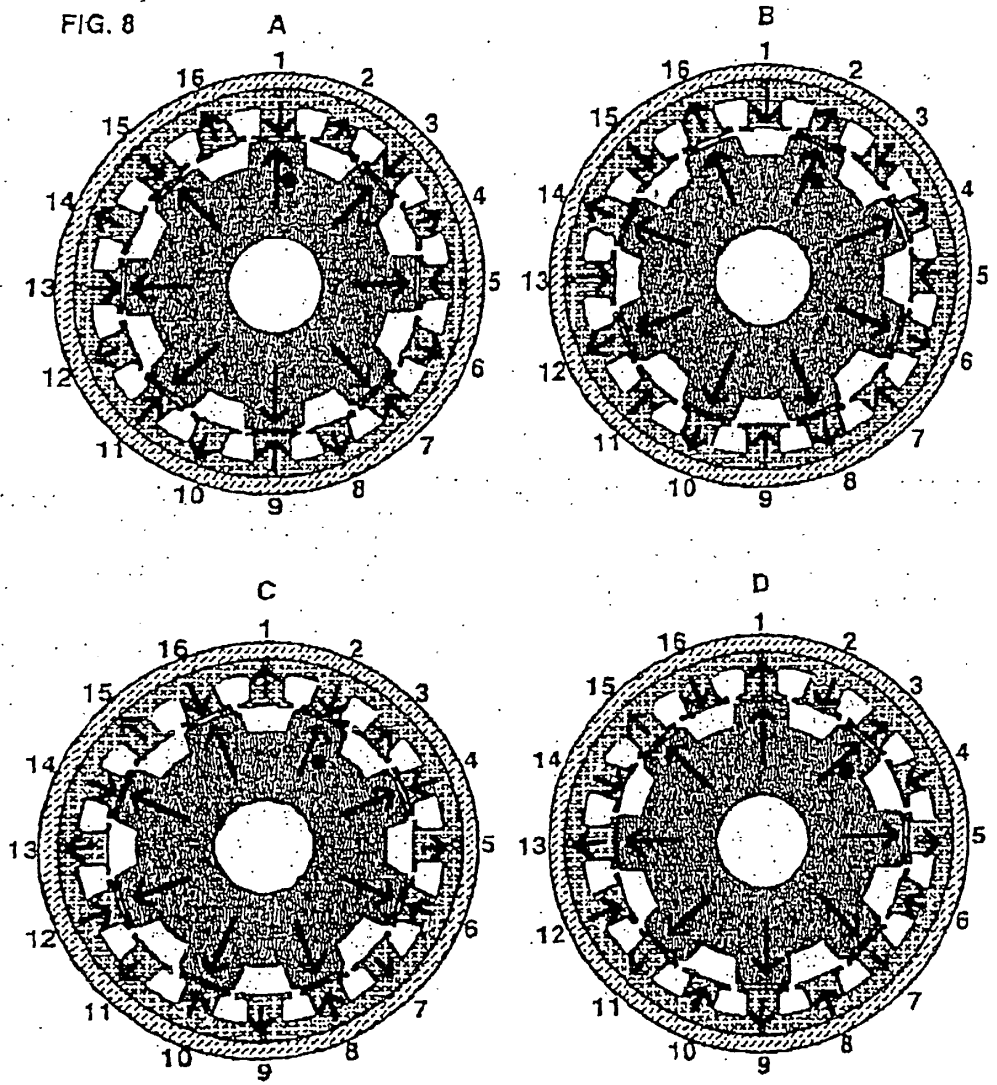


FIG. 9.

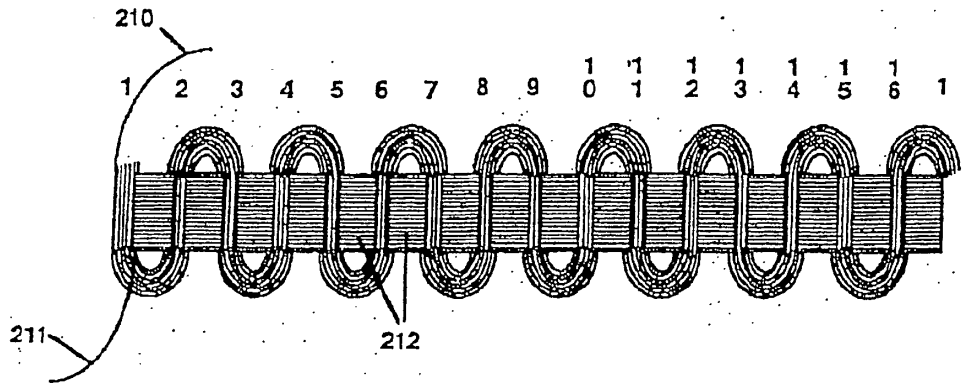


FIG. 10.

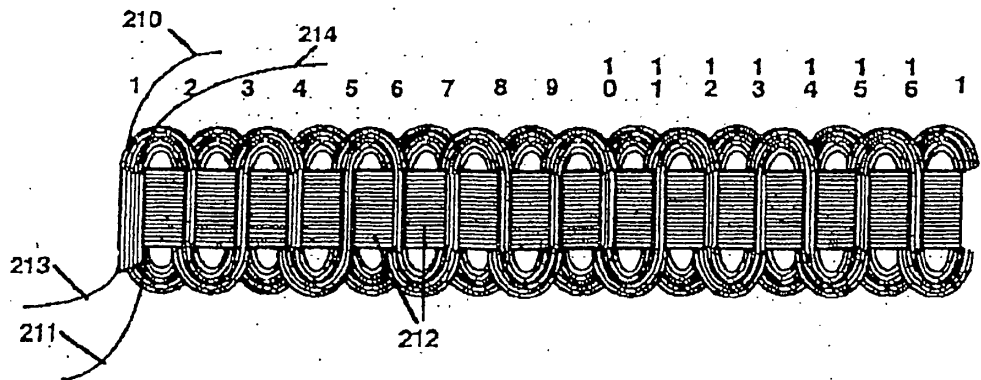


FIG. 11

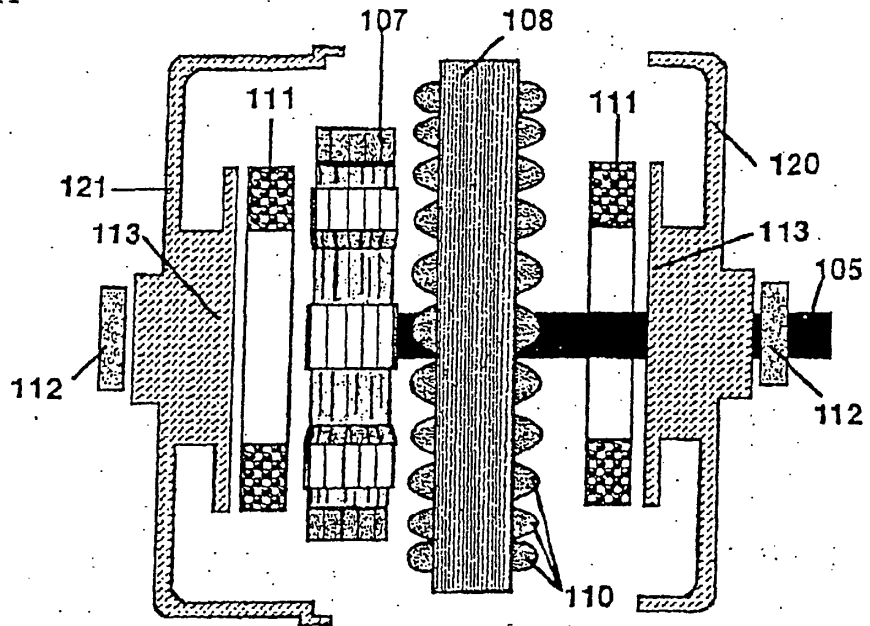
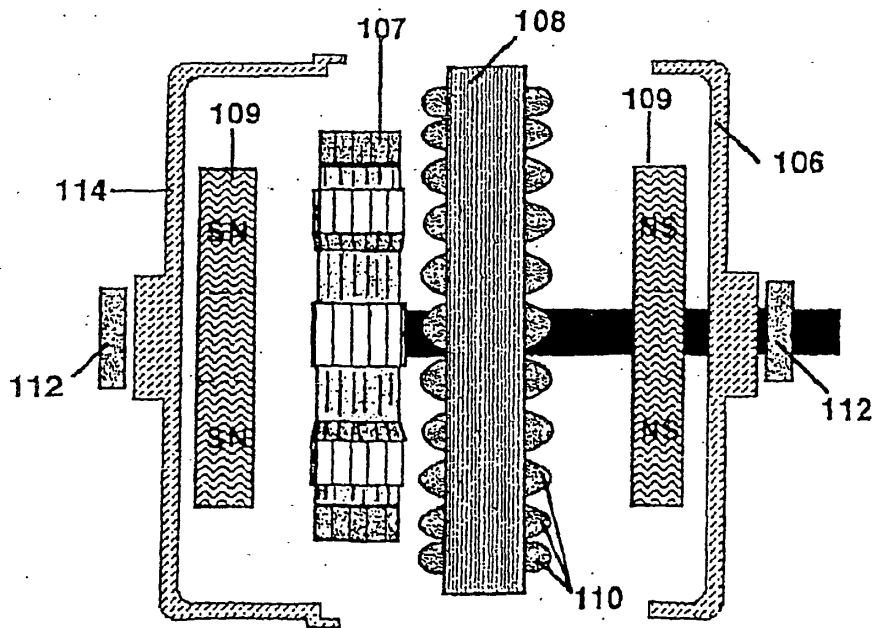


FIG. 12



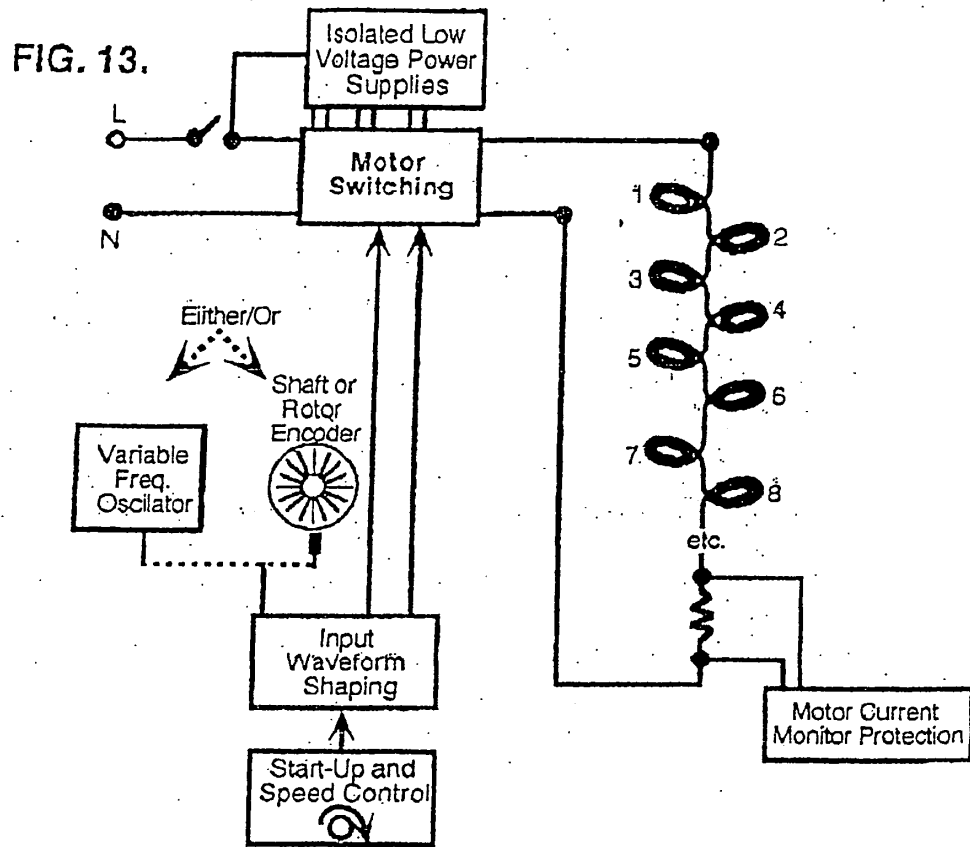


FIG. 13

Isolated Low Voltage Power Supplies - Suministro aislado de bajo voltaje

Motor switching – conmutador del motor

Either / or - éste o éste

Variable Freq. Oscillator - oscilador de frecuencia variable

Shaft or rotor encoder - encoder de eje o rotor

Input waveform shaping – modelador de onda de entrada

Start up and speed control - control de velocidad y encendido

Motor current monitor protection - protección el monitor de corriente del motor

FIG. 14.

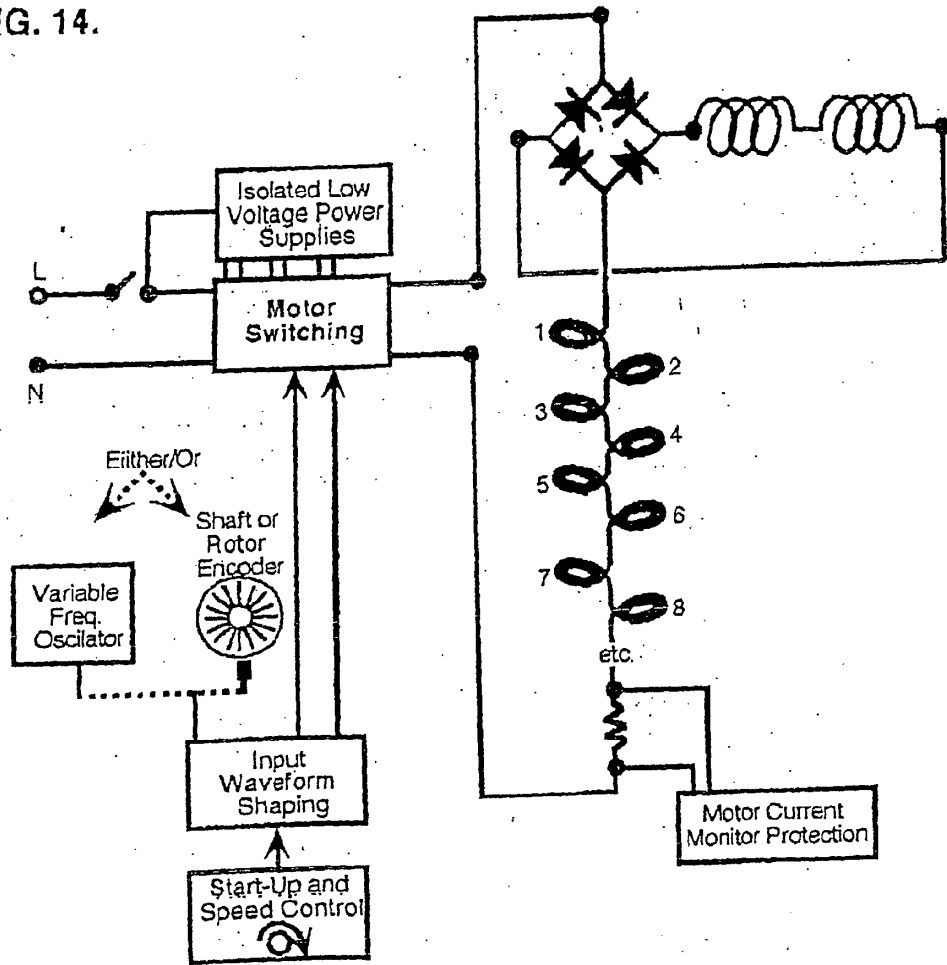


FIG. 14

Isolated Low Voltage Power Supplies - Suministro aislado de bajo voltaje

Motor switching – conmutador del motor

Either / or - éste o éste

Variable Freq. Oscillator - oscilador de frecuencia variable

Shaft or rotor encoder - encoder de eje o rotor

Input waveform shaping – modelador de onda de entrada

Start up and speed control - control de velocidad y encendido

Motor current monitor protection - protección el monitor de corriente del motor

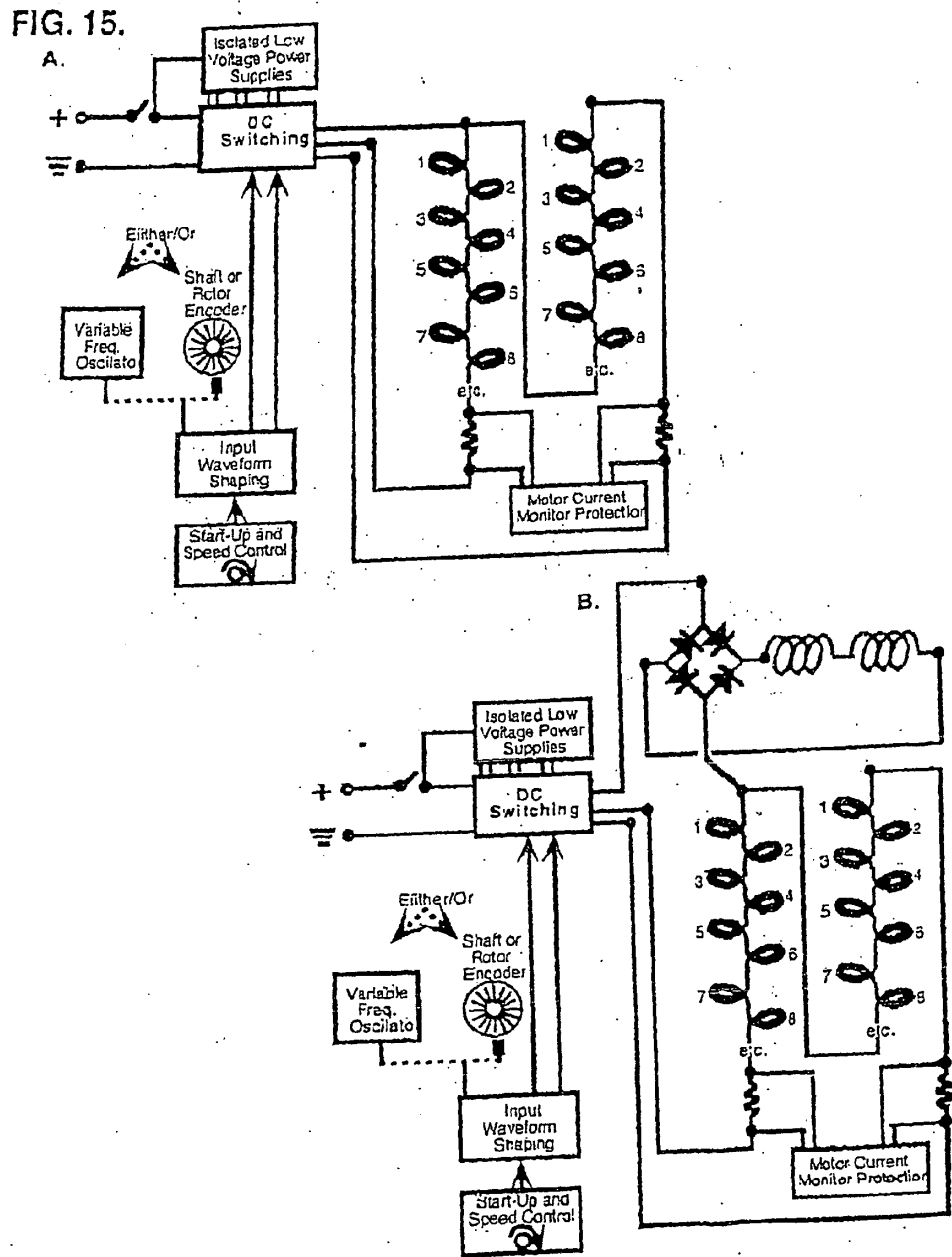


FIG. 15 A y B

Isolated Low Voltage Power Supplies - Suministro aislado de bajo voltaje

DC switching – conmutador en CC

Either / or - éste o éste

Variable Freq. Oscillator - oscilador de frecuencia variable

Shaft or rotor encoder - encoder de eje o rotor

Input waveform shaping – modelador de onda de entrada

Start up and speed control - control de velocidad y encendido

Motor current monitor protection - protección el monitor de corriente del motor

FIG. 16

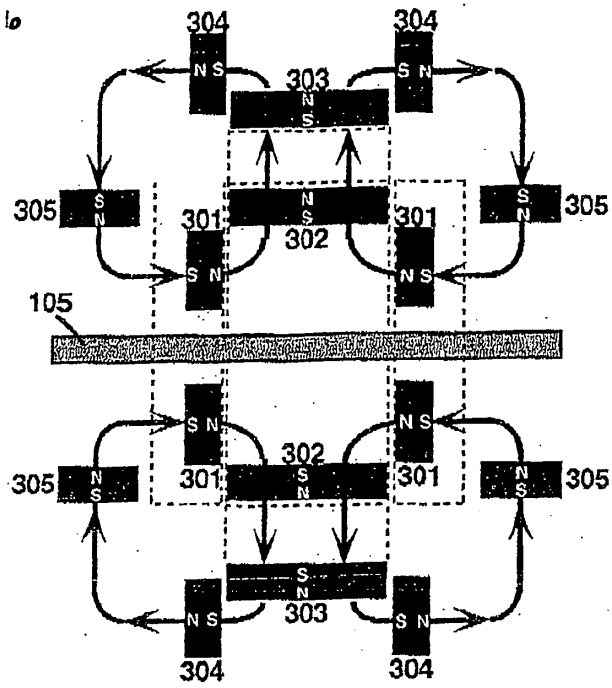
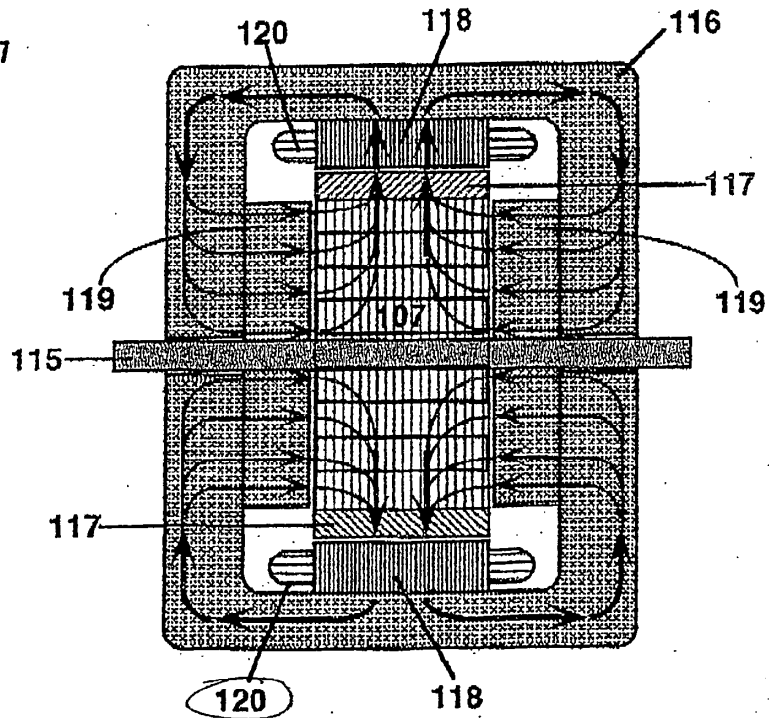
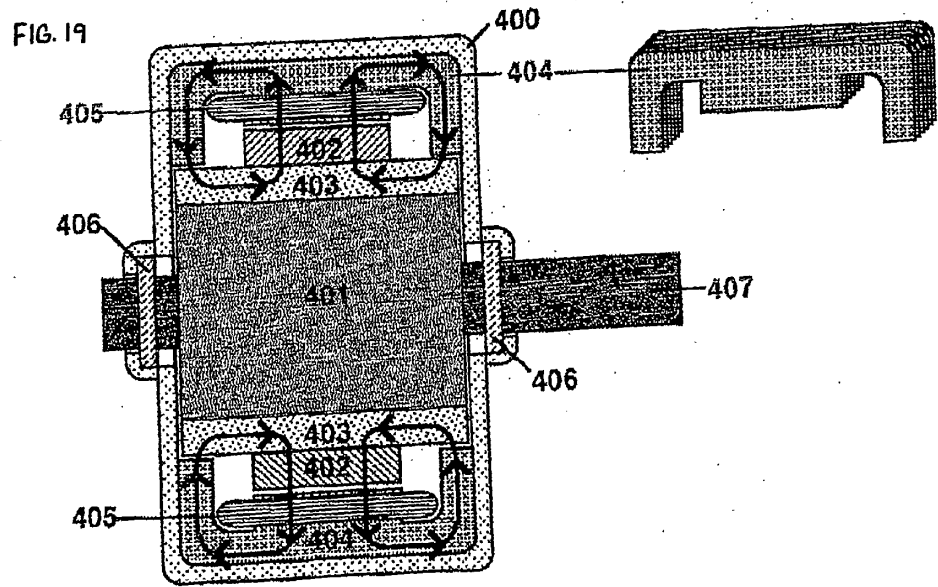
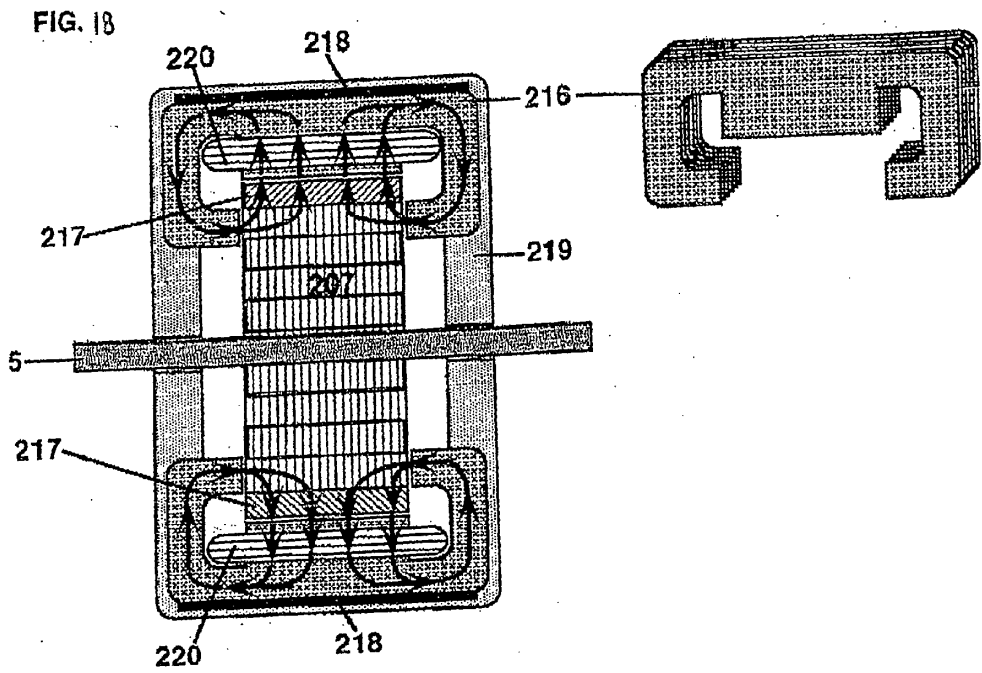


FIG. 17





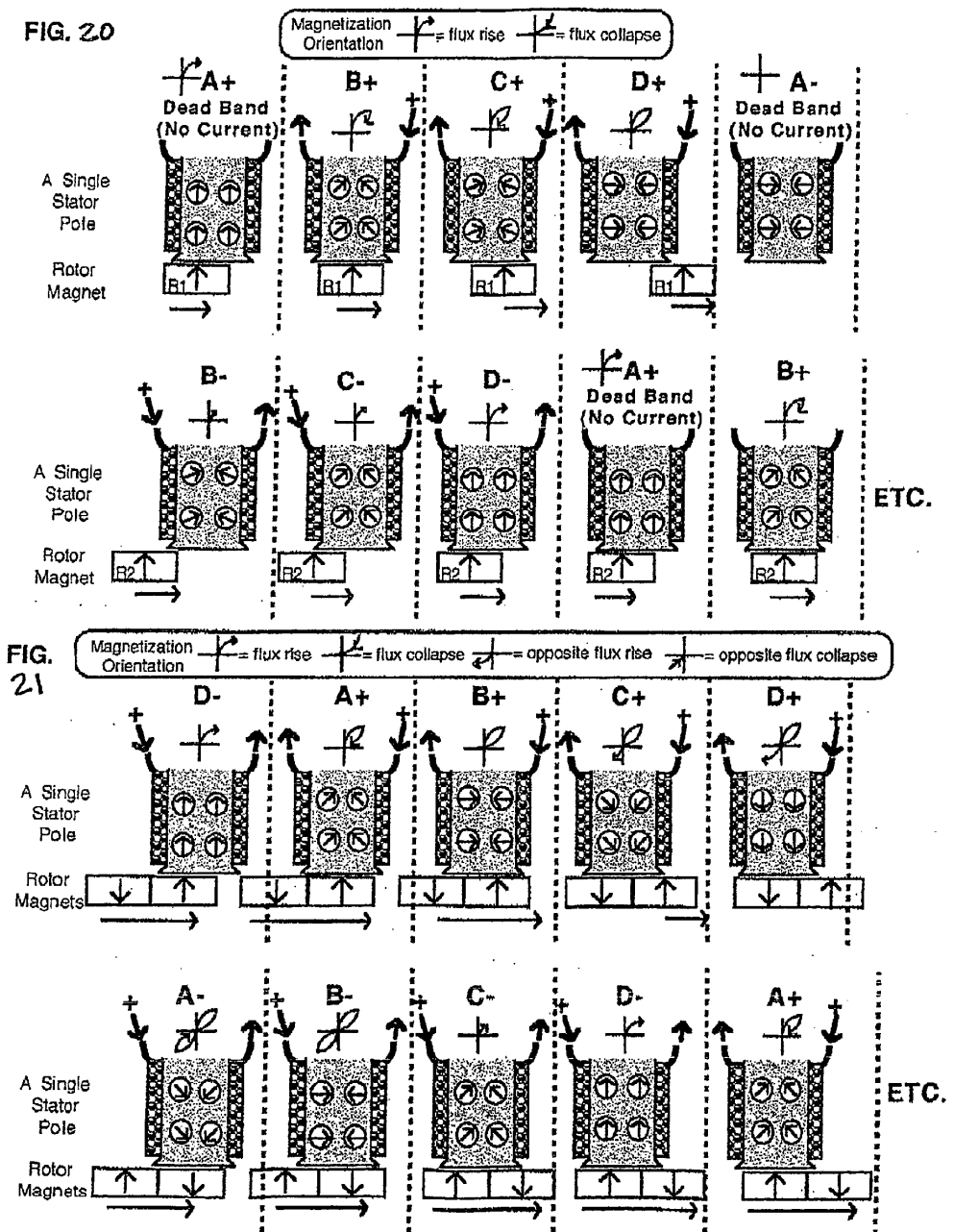


FIG. 20 y 21

Magnetization orientation - Orientación magnética

Flux rise - aumento del flujo

Flux collapse - colapso del flujo

Dead band - banda muerta

A single stator pole – un polo estático

Rotor magnet - imán rotórico

Opposit flux rise: aumento del flujo en dirección opuesta

Opposite flux collapse: colapso del flujo en dirección opuesta

Referencias citadas en la descripción

La lista de referencias citadas por el solicitante se incluye únicamente para la comodidad del lector, no formando parte del documento de la patente europea. A pesar del sumo cuidado durante la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones, declinando la OEP toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción:

- WO 2005091475 A [0003]
- US 20040119356 A [0004]