

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 343**

21 Número de solicitud: 201931014

51 Int. Cl.:

H02K 41/03 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

20.11.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.06.2020

Fecha de concesión:

08.10.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

16.10.2020

73 Titular/es:

**CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS,
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS
(100.0%)**

**Avd. Complutense, 22 Edf. 1
28040 MADRID (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**GARCÍA-TABARÉS RODRÍGUEZ, Luis;
LAFOZ PASTOR, Marcos;
TORRES MIRANDA, Jorge Jesús y
OBRADORS CAMPOS, Diego**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **MÁQUINA LINEAL DE RELUCTANCIA CONMUTADA DE FLUJO DE RETORNO REDUCIDO**

57 Resumen:

Máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido.

Dispone de un lado activo (8) con unos núcleos laterales (22) y núcleos centrales (21) unidos por un yugo (6), unas bobinas (3) devanadas en los núcleos (21, 22), y un lado pasivo (9) con unos polos laterales (12) y polos centrales (11), separados del lado activo (8) por un entrehierro lateral (42) y un entrehierro central (41), en la que o bien los núcleos laterales (22) son de una altura menor que los núcleos centrales (21) o bien los polos laterales (12) son de una altura menor que los polos centrales (11), siendo el entrehierro lateral (42) mayor que el entrehierro central (41), generándose en todo el yugo un flujo magnético (5) constante y permitiendo la reducción del volumen de dicho yugo (6).

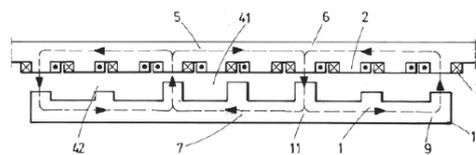


FIG. 4

ES 2 767 343 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

**MÁQUINA LINEAL DE RELUCTANCIA CONMUTADA DE FLUJO DE RETORNO
REDUCIDO**

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se puede incluir en el campo técnico de las máquinas lineales de reluctancia conmutada o LSRM (siglas en inglés de “*Linear Switched Reluctance Machine*”), que pueden funcionar como generador o como motor, y en las que existe uno o varios lados activos con bobinas devanadas alrededor de unos núcleos de hierro, y uno o varios lados pasivos que solo tienen polos de hierro.

En concreto la invención se refiere, de acuerdo con un primer objeto, a una máquina de reluctancia conmutada donde el circuito magnético de todas y cada una de sus fases se cierra mediante una distribución de flujo uniforme, que es la mitad del que atraviesa cada uno de los polos que no están situados en cada uno de los extremos de la máquina. Esta invención se basa en un caso de máquina de reluctancia conmutada sin ningún tipo de restricciones en el número de bobinas y polos y se centra en la forma en la que las líneas de flujo cierran el circuito magnético.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las máquinas de Reluctancia Conmutada (SRM) se basan en un circuito magnético móvil formado por bobinas con núcleo de hierro y por polos de hierro, que trata de maximizar o minimizar la reluctancia cuando las bobinas se encienden y apagan de forma secuencial.

Las Máquinas Lineales de Reluctancia Conmutada LSRM son un caso particular de las SRM convencionales en la que ambos lados (el lado activo y el lado pasivo) se disponen en una configuración lineal y no rotativa y el desplazamiento relativo entre ambos, en vez de ser de rotación es de traslación. Las LSRM utilizan configuraciones prismáticas o cilíndricas en las que el flujo magnético se cierra a través de un yugo de retorno de hierro, cuya longitud varía dependiendo de la geometría seleccionada.

Habitualmente, las LSRM tienen una configuración de una o dos caras, en función de que tengan uno o dos lados activos, y en ambos casos, un lado pasivo. Para la configuración de

una cara, el flujo se cierra por el lado activo y por el pasivo, a través del denominado yugo o culata, que es la porción de hierro que une todos los núcleos o todos los polos. Para la configuración de dos caras, el flujo se cierra por los dos lados activos, a través del yugo que une todos los núcleos.

5

Se conoce asimismo, en el estado de la técnica, concretamente en el documento P200602943, la llamada disposición multitraslador, que es una extensión de la máquina LSRM de doble cara en la que se introducen elementos activos y pasivos intermedios (bobinas y polos). Aunque la longitud del camino del flujo magnético se minimiza en los elementos intermedios, se hace
10 necesaria la utilización de dos yugos de retorno para cerrar el circuito magnético.

15

También se conocen máquinas con más de una fuente simultánea de campo magnético que, además de las bobinas situadas en cada polo del lado activo, comprenden otros devanados suplementarios u otros imanes permanentes, que generan campos magnéticos adicionales,
15 que interaccionan con los creados por las bobinas para producir fuerzas, tal y como se describe en el documento US 7859142 B2.

20

Las máquinas eléctricas lineales en general, y las de reluctancia conmutada en particular, pueden ser de lado activo largo o corto, según este tenga longitud de toda la zona de desplazamiento del motor (carrera) o solo una parte de esta. Este tipo de máquinas pueden tener aplicaciones en accionamientos lineales múltiples coordinados por el correspondiente sistema de control, como el mostrado en el documento US 2019047794 A1, y también para aplicaciones de transporte ferroviario. En este último caso, una máquina de lado activo corto sería aquella en la que dicho lado estuviese embarcado en el tren y tuviese una longitud inferior
25 o igual a la del tren, mientras que una máquina de lado activo largo sería aquella en la que dicho lado activo estuviese dispuesto a lo largo de toda la vía.

30

Aunque se conocen publicaciones en las que se considera el efecto de la anchura variable de los polos de la máquina en su comportamiento electromagnético (J.Lyu,K.Zhou,H. Rong, *A Speed Control Method for a Linear Switched Reluctance Motor for Different Pole Width*), la presente invención propone una nueva configuración de la longitud de los polos del lado activo y de la de los núcleos del lado pasivo que permite reducir las dimensiones del circuito magnético de retorno, en los diferentes tipos de máquinas descritos.

35

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención plantea una máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido, que comprende al menos un lado activo y al menos un lado pasivo.

5

El lado activo comprende unos núcleos de hierro, que se pueden clasificar en unos núcleos laterales, posicionados en los extremos del lado activo, y unos núcleos centrales, posicionados entre los núcleos laterales del lado activo. Los núcleos de cada lado activo están distribuidos de manera uniforme a lo largo de una trayectoria lineal y están unidos entre sí por medio de un yugo.

10

Bobinadas en torno a al menos algunos de los núcleos se disponen unas bobinas, que comprenden una serie de espiras y por las que circula una intensidad.

Por su parte, el lado pasivo comprende unos polos, que se pueden dividir en unos polos laterales posicionados en el exterior del lado pasivo, y unos polos centrales posicionados entre los polos laterales del lado pasivo, estando los polos distribuidos uniformemente a lo largo de otra trayectoria lineal.

15

El lado activo y el lado pasivo, y por tanto los núcleos y los polos, están separados por un entrehierro, de manera que para algunas posiciones del lado activo al menos una porción de un núcleo queda enfrentada con al menos una porción de un polo, generándose un flujo que se cierra en el yugo. El entrehierro se divide en un entrehierro lateral, comprendido entre los polos laterales y los núcleos laterales, y un entrehierro central, comprendido entre los polos centrales y los núcleos centrales.

20

25

La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido objeto de la invención puede ser de un solo lado activo o de dos lados activos. En el caso de que tenga un único lado activo, los polos del lado pasivo pueden estar unidos por un yugo de unión. En este caso el flujo circula entre los núcleos y los polos que quedan enfrentados y se cierra por el yugo de unión entre los núcleos y el yugo de unión entre los polos.

30

En el caso de que la máquina disponga de dos lados activos, el flujo discurre entre los núcleos y los polos que quedan enfrentados, pasando de un lado activo a otro, y se cierra por los yugos de cada uno de los lados activos.

35

En las máquinas de reluctancia conmutada del estado de la técnica, el entrehierro que separa él o los lados activos del lado pasivo presenta una anchura constante, siendo igual a lo largo de toda la longitud de la máquina.

5 Cuando la máquina está funcionando, siempre existen dos polos, los polos laterales, y al menos dos núcleos, los núcleos laterales, posicionados en los extremos derecho e izquierdo de la máquina, en los que el flujo magnético se cierra obligatoriamente en una sola dirección. Si el polo lateral está en el extremo derecho, el flujo se cierra hacia la izquierda, y si está en el extremo izquierdo, se cierra hacia la derecha.

10

Por lo tanto, en las máquinas lineales de reluctancia conmutada del estado de la técnica, el flujo discurre entre el núcleo y el polo o núcleo-polo-núcleo que queden enfrentados, circula por el yugo, hasta el siguiente núcleo que se encuentre enfrentado a otro polo o núcleo-polo-núcleo, cerrándose por el yugo opuesto. Entre cada par núcleo-polo o núcleo-polo-núcleo que quedan enfrentados siempre queda un polo que no queda enfrentado por ningún núcleo y por el que, por tanto, no circula ningún flujo. El flujo que circula por el polo y el núcleo o el núcleo-polo-núcleo y por el yugo de retorno en una máquina lineal tradicional tiene un valor φ .

15

20 Esta circunstancia obliga a que el flujo que circula por el siguiente par núcleo-polo o núcleo-polo-núcleo tenga que circular en el mismo sentido, por lo que siempre existen unas porciones de yugo libres de flujo magnético.

Se tiene así una disposición de flujos iguales en todos los polos, mientras que en el yugo hay zonas de flujo nulo y otras de flujo igual al que pasa entre núcleos y polos. De cara a dimensionar el yugo, esta debe disponer de una anchura que garantice un nivel de saturación equivalente al de los polos, lo que obliga a que la anchura del yugo sea similar a la altura de los polos.

25

30 La presente invención consiste en hacer que el entrehierro lateral, derecho e izquierdo, sea tal que el flujo que atraviesa los polos laterales y los núcleos laterales sea la mitad del que atraviesa el resto de polos centrales y núcleos centrales. El valor de dicho entrehierro lateral depende del nivel de saturación de la máquina. Concretamente, para una máquina de reluctancia lineal el valor del entrehierro lateral debe ser el doble que para el entrehierro central.

35

Con esta modificación del entrehierro, el flujo magnético asociado a los núcleos laterales del lado activo es de un valor $\varphi/2$, es decir, la mitad del que circula en una distribución convencional de entrehierro constante.

5 De esta manera, no quedan porciones de yugo libres de flujo, circulando el flujo siempre entre los núcleos y polos o núcleo-polo-núcleo que quedan enfrentados. En los núcleos-polos centrales o núcleo-polo-núcleo centrales que quedan enfrentados, se combina un flujo que circula en sentido horario y uno que circula en sentido antihorario, ambos de valor $\varphi/2$. Por lo tanto, el flujo total que circula entre ellos es φ , siendo el valor del flujo en el yugo
10 siempre $\varphi/2$.

En resumen, con esta disposición se consigue que todos los núcleo-polo centrales o núcleo-polo-núcleo centrales estén atravesados por un cierto flujo φ , que los núcleo-polo laterales o núcleo-polo-núcleo laterales (derecho e izquierdo) estén atravesados por un flujo $\varphi/2$, que
15 es la mitad del anterior, y que los yugos de unión entre núcleos (si es una máquina de dos lados activos) o el yugo de unión de núcleos y el yugo de unión de polos (si es una máquina de un único lado activo) estén asimismo atravesados por un flujo $\varphi/2$.

Esto permite que la anchura de los yugos sea la mitad de lo que es en las máquinas de
20 reluctancia lineales de entrehierro constante. Esto supone un importante ahorro de material, así como una notable reducción en el peso de la máquina de reluctancia.

La modificación del entrehierro con objeto de lograr que el flujo sea tal y como se ha descrito puede hacerse de diversas maneras, en función del tipo de máquina de reluctancia que se
25 trate.

Si se trata de una máquina de reluctancia lineal conmutada de lado activo largo, ya sea con un único lado activo o con dos lados activos, los polos laterales serán de una altura menor que los polos centrales, siendo de esta manera el entrehierro lateral mayor que el
30 entrehierro central.

Si se trata de una máquina de reluctancia lineal conmutada de lado activo corto, ya sea con un único lado activo o con dos lados activos, los núcleos laterales serán de una altura menor que los núcleos centrales, siendo de esta manera el entrehierro lateral mayor que el
35 entrehierro central.

Alternativamente, si la máquina de reluctancia conmutada es de lado activo corto, se puede lograr el mismo efecto en el flujo que se ha explicado anteriormente sin necesidad de modificar la altura de los núcleos o los polos. En este caso se trata de reducir el número de amperios-vuelta de las bobinas situadas en torno a los núcleos laterales, logrando así que el flujo que discurre por ambos núcleos sea $\phi/2$. Esto se puede lograr reduciendo el número de espiras que comprende cada una de las bobinas de los núcleos laterales.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

15

Figura 1.- Muestra una máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de dos lados activos largos con entrehierro constante, según el estado de la técnica.

20 Figura 2.- Muestra una máquina LSRM de flujo de retorno reducido de dos lados activos largos con polos de altura variable y núcleos de altura constante.

Figura 3.- Muestra una máquina LSRM de flujo de retorno reducido de un lado activo largo con entrehierro constante.

25 Figura 4.- Muestra una máquina LSRM de flujo de retorno reducido de un lado activo largo con polos de altura variable y núcleos de altura constante.

Figura 5.- Muestra una máquina LSRM de flujo de retorno reducido de dos lados activos cortos con polos de altura constante y núcleos de altura variable.

30

Figura 6.- Muestra una máquina LSRM de flujo de retorno reducido de un lado activo corto con polos de altura constante y núcleos de altura variable.

35 Figura 7.- Muestra una máquina LSRM de flujo de retorno reducido de lado activo corto con bobinas de menos espiras en los núcleos laterales.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Seguidamente se describe, con ayuda de las figuras 1 a 6 anteriormente referidas, una descripción en detalle de una realización preferente de la invención.

5

La presente invención plantea una máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido, que comprende al menos un lado activo (8) y al menos un lado pasivo (9).

10

El lado activo (8), constituido por una serie de fases, comprende unos núcleos (2) de hierro, que se pueden clasificar en unos núcleos laterales (22), posicionados en los extremos del lado activo (8), y unos núcleos centrales (21) posicionados entre los núcleos laterales (22) del lado activo (8). Cuando el lado activo (8) es largo, todos los núcleos (2), tanto núcleos laterales (22) como núcleos centrales (21), son iguales. Cuando el lado activo (8) es corto, los núcleos laterales (22) y los núcleos centrales (21) son de tamaños distintos, como se puede ver en las figuras 5, 6 y 7.

15

Los núcleos (2) están distribuidos de manera uniforme a lo largo de una primera trayectoria lineal en el caso de que exista un único lado activo (8), o de dos primeras trayectorias lineales, en el caso de que haya dos lados activos (8). Los núcleos (2) están unidos entre sí por medio de un yugo (6).

20

Cada una de las fases del lado activo (8) comprende unas bobinas, devanadas en torno a al menos algunos de los núcleos (2) del o los lados activos (8), y que comprenden una serie de espiras por las que circula una intensidad. Cada una de las fases del lado activo (8) comprende un número par de bobinas (3). El número de fases será igual o mayor que tres, de manera que el número total de bobinas (3) en cada uno de los lados activos (8) será el número de fases multiplicado por el número de bobinas (3) por fase.

25

Por su parte, el lado pasivo (9) comprende unos polos (1), que se pueden dividir en unos polos laterales (12) posicionados en la exterior del lado pasivo (9), y unos polos centrales (11) posicionados entre los polos laterales (12) del lado pasivo (9), estando los polos (1) distribuidos uniformemente a lo largo de una segunda trayectoria lineal. Cuando el lado pasivo (9) es largo todos los polos (1), tanto los polos laterales (12) como los polos centrales (11) son iguales. Cuando el lado pasivo (9) es corto, los polos laterales (12) y los polos centrales (11) son de tamaños diferentes. El número de polos (1) será compatible con el de

35

núcleos (2) del lado activo (8) para permitir el funcionamiento de la máquina, tal y como se aprecia en la figura 2.

5 El lado activo (8) y el lado pasivo (9), y por tanto los núcleos (2) y los polos (1) están separados por un entrehierro (4), de manera que para algunas posiciones del lado activo (8) al menos una porción de un núcleo (2) queda enfrentada con al menos una porción de un polo (1), generándose un flujo que se cierra en el yugo (6). El entrehierro (4) se puede dividir en un entrehierro lateral (42) comprendido entre los polos laterales (12) y los núcleos laterales (22), y un entrehierro central (41), comprendido entre los polos centrales (11) y los
10 núcleos centrales (21).

La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido objeto de la invención puede ser de un solo lado activo (8) o de dos lados activos (8). En el caso de que tenga un único lado activo (8), los polos (1) del lado pasivo (9) pueden estar unidos por un
15 yugo de unión (7). En este caso el flujo (5) circula entre los núcleos (2) y los polos (1) que quedan enfrentados y se cierra por el yugo (6) de unión entre los núcleos y el yugo de unión (7) entre los polos (1).

En el caso de que la máquina disponga de dos lados activos (8), el flujo (5) discurre entre
20 los núcleos (2) y los polos (1) que quedan enfrentados, pasando de un lado activo (8) a otro, y se cierra por los yugos (6) de cada uno de los lados activos (8).

En las máquinas de reluctancia conmutada del estado de la técnica, como la que se muestra en la figura 1 (de doble lado activo) o la que se muestra en la figura 3 (de un solo lado
25 activo), el entrehierro (4) que separa el o los lados activos (8) del lado pasivo (9) presenta una anchura constante, siendo igual a lo largo de toda la longitud de la máquina de reluctancia.

Tal y como se indica en ambas figuras, esta circunstancia obliga a que el flujo (5) que circula
30 por los pares núcleo-polo (2, 1) o núcleo-polo-núcleo (2, 1, 2) tenga que circular en el mismo sentido siempre, por lo que siempre existen unas porciones de yugo (6, 7) libres de flujo (5) magnético. Además, este flujo (5) es siempre de un valor φ .

En cambio, en la presente invención el entrehierro lateral (42), derecho e izquierdo, es tal
35 que el flujo (5) que atraviesa los polos laterales (12) y los núcleos laterales (22) es la mitad del que atraviesa el resto de polos centrales (11) y núcleos centrales (21). El valor de dicho

entrehierro lateral (42) depende del nivel de saturación de la máquina. Concretamente, para una máquina de reluctancia lineal el valor del entrehierro lateral (42) es el doble que el del entrehierro central (41).

5 En resumen, con esta disposición se consigue que todos los núcleos-polos centrales (21, 11) o núcleo-polo-núcleo centrales (21, 11, 21) estén atravesados por un cierto flujo (5) de valor φ , que los núcleos-polos laterales (22, 12) o núcleos-polos-núcleos laterales (22, 12, 22) (derecho e izquierdo) estén atravesados por un flujo (5) de valor $\varphi/2$, que es la mitad del anterior, y que los yugos (6) de unión entre núcleos (si es una máquina de dos lados activos
10 (8)) o el yugo (6) de unión de núcleos (2) y el yugo de unión (7) de polos (1) (si es una máquina de un único lado activo (8)) estén asimismo atravesados por un flujo (5) de valor $\varphi/2$.

La modificación del entrehierro (4) con objeto de lograr que el flujo sea tal y como se ha
15 descrito puede hacerse de diversas maneras, en función del tipo de máquina de la que se trate.

En una primera realización de la invención, la máquina de reluctancia comprende tres fases y es de lado activo (8) largo, de manera que por cada seis núcleos (2) en el lado activo (8)
20 hay cuatro polos (1) en el lado pasivo (9). Se trata de la configuración más común de estas máquinas lineales, denominada 6:4.

Independientemente de que la máquina tenga un único lado activo (8), como la mostrada en la figura 4 o dos lados activos (8), como la que aparece en la figura 2, los polos laterales
25 (12) serán de una altura menor que los polos centrales (11), siendo de esta manera el entrehierro lateral (42) mayor que el entrehierro central (41). El valor del entrehierro lateral (42) será calculado mediante un código de cálculo adecuado para asegurar que el flujo (5) que atraviesa los polos laterales (12) es la mitad que el de los polos centrales (11).

30 En esta primera realización de la invención el yugo (6) tiene una altura que es la mitad de la altura de los polos centrales (11). De esta manera, se consigue una reducción en el peso del yugo (6) del orden del 33%.

En una segunda realización de la invención, la máquina de reluctancia lineal conmutada es
35 de lado activo (8) corto, ya sea con un único lado activo (8), como la mostrada en la figura 6, o con dos lados activos (8) como la que se refleja en la figura 5. En este caso la máquina de

reluctancia comprende también tres fases en el lado activo (8), con seis núcleos (2) en el lado activo (8) y cuatro polos en el lado pasivo (9).

5 En este caso, con objeto de modificar el entrehierro (4), los núcleos laterales (22) serán de una altura menor que los núcleos centrales (21), siendo de esta manera el entrehierro lateral (42) mayor que el entrehierro central (41). El entrehierro lateral (42) se calcula mediante un código de cálculo adecuado para asegurar que el flujo (5) atravesado por los núcleos laterales (22) es la mitad que para los núcleos centrales (21).

10 Alternativamente, si la máquina de reluctancia conmutada es de lado activo (8) corto, se puede lograr el mismo efecto en el flujo (5) que se ha explicado anteriormente sin necesidad de modificar la altura de los núcleos (2). En este caso se trata de reducir el número de amperios vuelta de las dos bobinas (3) bobinadas en torno a los núcleos laterales (22), logrando así que el flujo (5) que discurre por ambos núcleos laterales (22) sea $\phi/2$, tal y
15 como aparece en la figura 7.

Esto se puede lograr reduciendo el número de espiras que comprenden cada una de las bobinas (3) de los núcleos laterales (22), que es menor que el número de espiras de las bobinas (3) de los núcleos centrales (21).

REIVINDICACIONES

1.- Máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido que comprende:

5 - al menos un lado activo (8) que comprende unos núcleos (2), divididos en unos núcleos laterales (22) y unos núcleos centrales (21), distribuidos a lo largo de una primera trayectoria lineal, y un yugo (6) de unión entre los núcleos (2),

- unas bobinas (3) con unas espiras devanadas en al menos algunos de los núcleos (2) por las que circula una intensidad,

10 - al menos un lado pasivo (9) que comprende unos polos (1) divididos en unos polos laterales (12) y unos polos centrales (11) distribuidos a lo largo de una segunda trayectoria lineal, y

15 - un entrehierro (4) que separa el al menos un lado activo (8) y el al menos un lado pasivo (9), dividido en un entrehierro lateral (42) comprendido entre los núcleos laterales (22) y los polos laterales (12), y un entrehierro central (41) comprendido entre los polos centrales (11) y los núcleos centrales (21), de manera que para algunas posiciones del lado activo (8) al menos una porción de un núcleo (2) queda enfrenteado con al menos una porción de un polo (1), generándose un flujo (5) que se cierra en el yugo (6),

caracterizada por que el entrehierro lateral (42) es mayor que el entrehierro central (41).

20 2.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 1, en la que el entrehierro lateral (42) es el doble que el entrehierro central (41).

25 3.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 1, que comprende un lado activo (8) largo en que los polos laterales (12) del lado pasivo (9) son de una altura menor que los polos centrales (11) del lado pasivo (9).

30 4.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 3, que comprende adicionalmente un yugo de unión (7) de los polos (1).

35 5.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 1, que comprende dos lados activos (8) largos en la que los polos laterales (12) del lado pasivo (9) son de una altura menor que los polos centrales (11) del lado pasivo (9).

- 6.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 1, que comprende un lado activo (8) corto en el que los núcleos laterales (22) del lado activo (8) son de una altura menor que los núcleos centrales (21) del lado activo (8).
- 5 7.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 6, que comprende adicionalmente un yugo de unión (7) de los polos (1).
- 8.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 1, que comprende dos lados activos (8) cortos en los que los núcleos laterales (22) de los lados activos (8) son de una altura menor que los núcleos centrales (21) de los
10 lados activos (8).
- 9.- Máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido que comprende:
- al menos un lado activo (8) corto, que comprende unos núcleos (2), divididos en
15 unos núcleos laterales (22) y unos núcleos centrales (21), distribuidos a lo largo de una primera trayectoria lineal, y un yugo (6) de unión entre los núcleos (2),
 - unas bobinas (3) con unas espiras devanadas en al menos algunos de los núcleos (2) por las que circula una intensidad,
 - al menos un lado pasivo (9) que comprende unos polos (1) divididos en unos polos
20 laterales (12) y unos polos centrales (11) distribuidos a lo largo de una segunda trayectoria lineal, y
 - un entrehierro (4) comprendido entre el al menos un lado activo (8) y el al menos un lado pasivo (9), dividido en un entrehierro lateral (42) comprendido entre los núcleos laterales (22) y los polos laterales (12), y un entrehierro central (41) comprendido
25 entre los polos centrales (11) y los núcleos centrales (21), de manera que para algunas posiciones del lado activo (8) al menos una porción de un núcleo (2) queda enfrentado con al menos una porción de un polo (1), generándose un flujo (5) que se cierra en el yugo (6),
- caracterizada por que las bobinas (3) de los núcleos laterales (22) comprenden un número
30 de espiras menor que las bobinas de los núcleos centrales (21).
- 10.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 9, que comprende dos lados activos (8) cortos.
- 35 11.- La máquina lineal de reluctancia conmutada de flujo de retorno reducido de la reivindicación 9, que comprende adicionalmente un yugo de unión (7) de los polos (1).

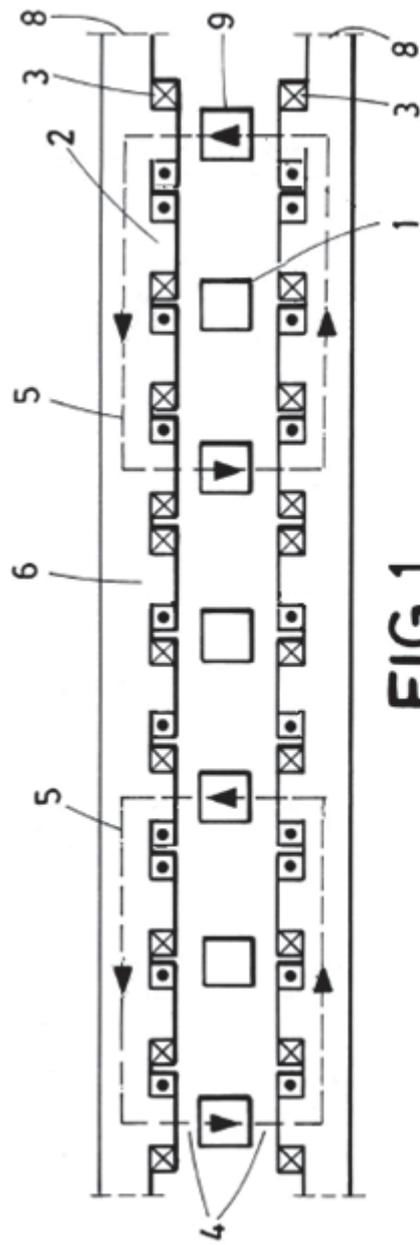


FIG. 1

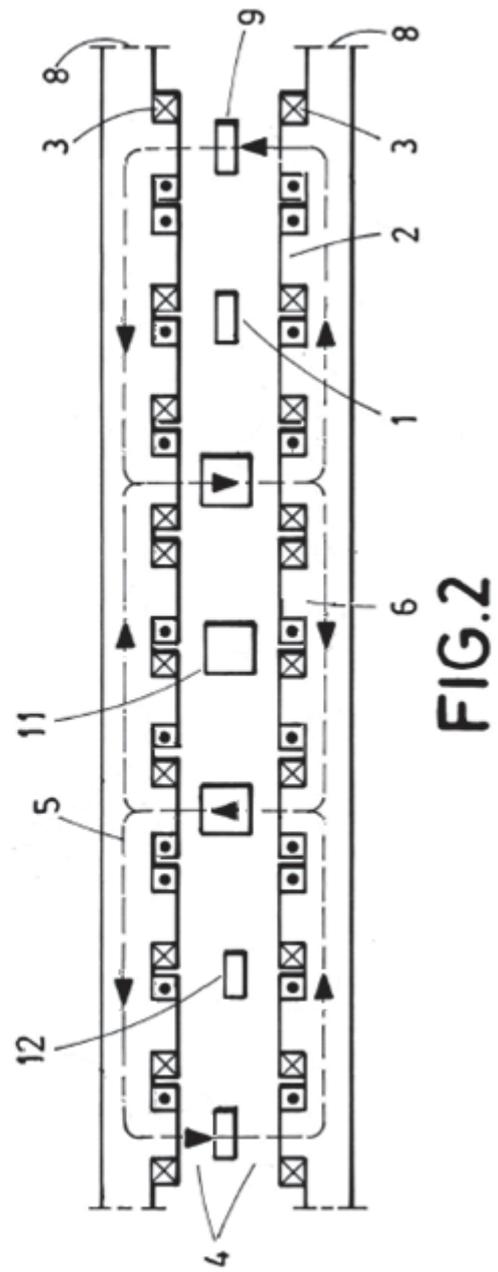


FIG. 2

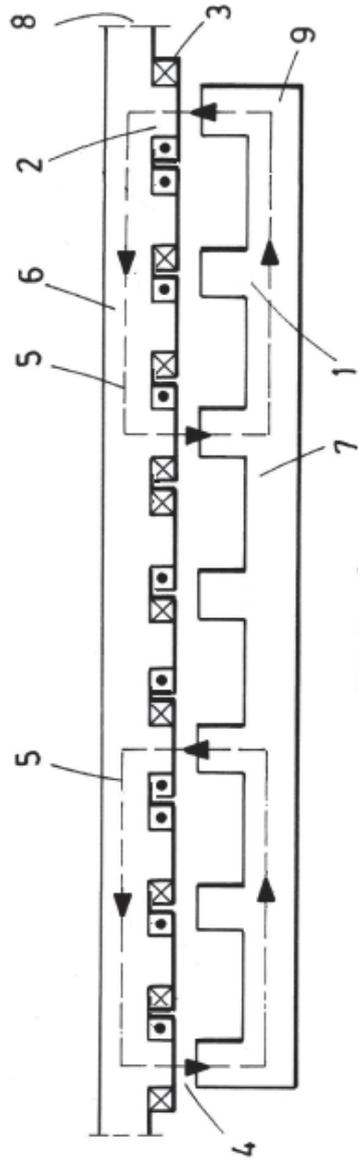


FIG. 3

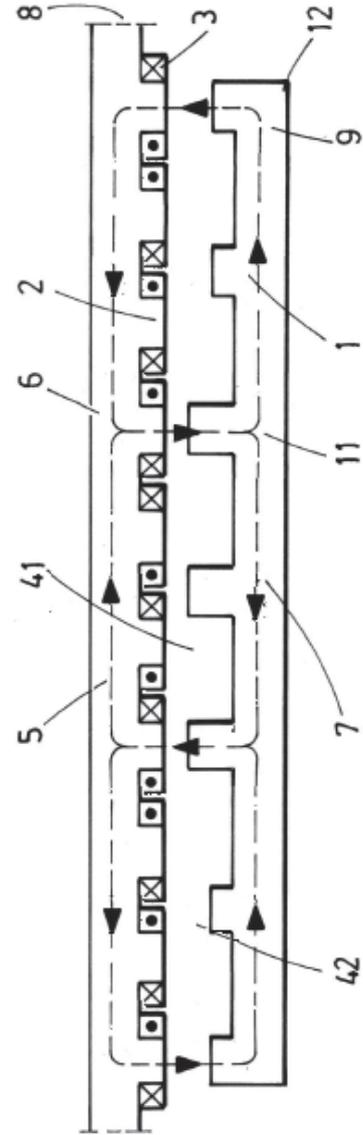


FIG. 4

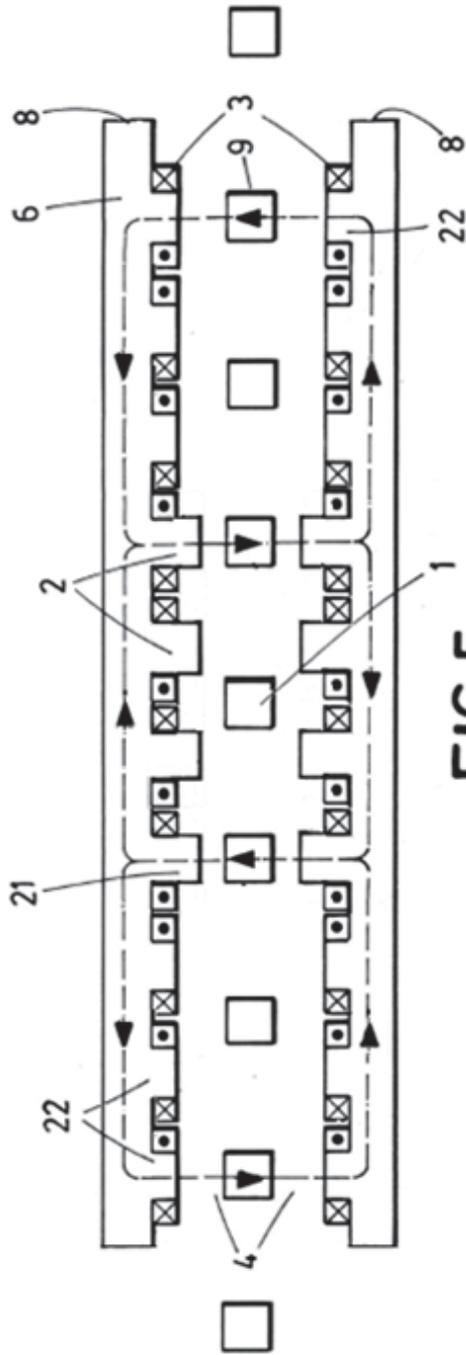


FIG. 5

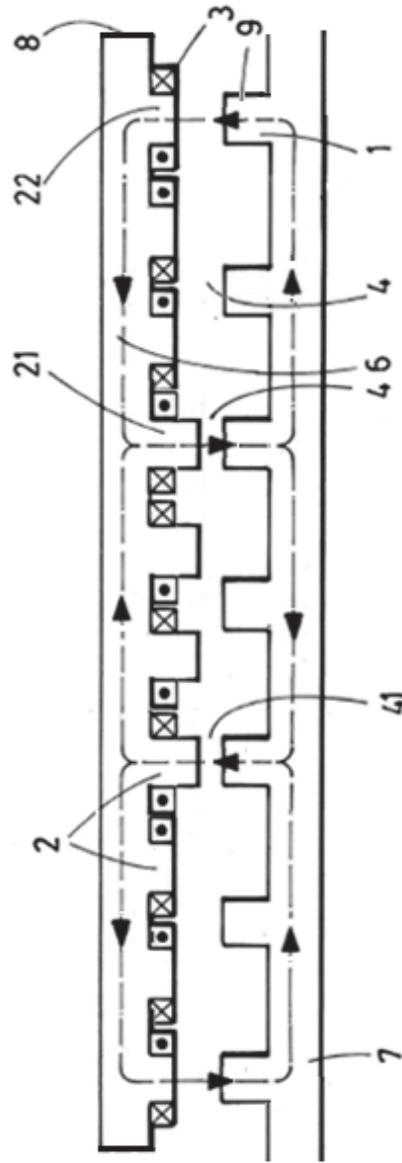


FIG. 6

