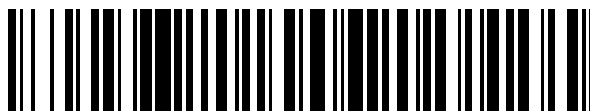


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 852**

51 Int. Cl.:

**H02K 41/035** (2006.01)

**H02K 29/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2001** **E 01988414 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015** **EP 1348250**

54 Título: **Motor CC lineal sin escobillas con conjunto de inducido sin hierro**

30 Prioridad:

**26.12.2000 US 258205 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.11.2015**

73 Titular/es:

**CUSTOM SENSORS & TECHNOLOGIES, INC.**  
**(100.0%)**  
**14501 PRINCETON AVENUE**  
**MOORPARK, CA 93021, US**

72 Inventor/es:

**GODKIN, MIKHAIL**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 549 852 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Motor CC lineal sin escobillas con conjunto de inducido sin hierro

5 La presente invención se refiere en general a dispositivos de movimiento lineal, y en particular a un motor CC lineal sin escobillas con un conjunto de inducido sin hierro y sustancialmente fuerza constante en toda su carrera.

10 Uno de los dispositivos de movimiento lineal más simples posibles es un actuador de bobina de voz lineal cilíndrico. Sin embargo, estos son dispositivos de carrera limitada. Si se requieren carreras largas, se puede usar un actuador de bobina de voz lineal conmutado también conocido como un motor CC lineal sin escobillas (figura 1A). Un ejemplo de un dispositivo lineal no conmutado sin escobillas con circuitos magnéticos de flujo enfocado se puede ver en el actuador de bobina móvil descrito en la Patente de Estados Unidos número 5.345.206, cedida a BEI Electronics, Inc., cesionario de la presente solicitud.

15 Cuando se usan dispositivos de movimiento lineal en un servo sistema, se deberá minimizar la masa de una parte móvil (conjunto de inducido). Además, todas las fuerzas creadas por un motor, a excepción de la fuerza en la dirección de movimiento, deberán ser eliminadas o minimizadas. Y finalmente, para lograr una operación suave, la fuerza desarrollada por un servomotor deberá permanecer constante durante toda la carrera.

20 EP 0.580.117 describe un actuador del tipo de imán móvil en el que se mejoran el empuje y la eficiencia. El cuerpo móvil de imán incluye al menos dos imanes permanentes, cuyos mismos polos están dispuestos uno enfrente de otro, y una sustancia magnética intermedia. Al menos tres bobinas están conectadas de modo que fluya corriente en direcciones diferentes con una zona entre los imanes permanentes como límite. Se conocen más actuadores y motores lineales por EP 0.949.748, US 5.840.134 y WO 01/39588.

25 Consideramos que sería deseable realizar un dispositivo de movimiento lineal que tenga una carrera larga y partes móviles de masa baja, en forma de un motor CC lineal sin escobillas en el que las fuerzas creadas por el motor, excepto en la dirección de movimiento, se minimicen.

30 Es deseable que el motor CC lineal sin escobillas tenga una operación suave en la que la fuerza desarrollada permanezca constante durante toda la carrera, por ejemplo usando una conmutación sinusoidal de un motor trifásico.

### Resumen de la invención

35 La invención se define en las reivindicaciones independientes a las que ahora se hará referencia. Se exponen características ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

40 Según la presente invención se facilita un motor CC lineal sin escobillas con conjunto de inducido sin hierro y un conjunto de campo adaptado para lograr una fuerza constante deseada en función de la característica de carrera, por ejemplo, como se expone en la figura 2.

45 La presente invención incluye un conjunto de inducido, y un conjunto de campo que incluye una pluralidad de imanes permanentes teniendo cada uno una longitud, y una pluralidad de piezas de polo teniendo cada una una longitud. La relación entre la longitud de la pluralidad de imanes permanentes y la longitud de la pluralidad de piezas de polo está adaptada para lograr una fuerza constante en función de la característica de carrera.

50 Según la presente invención, se facilita un motor CC sin escobillas incluyendo un conjunto de inducido; y un conjunto de campo colocado con respecto al conjunto de inducido de modo que se forme un entrehierro entre ellos. El conjunto de campo incluye una pluralidad de imanes permanentes teniendo cada uno una longitud, y una pluralidad de piezas de polo teniendo cada una una longitud. La relación entre la longitud de la pluralidad de imanes permanentes y la longitud de la pluralidad de piezas de polo se selecciona para proporcionar una distribución sinusoidal de una componente normal de densidad de flujo en el entrehierro.

55 Estas y otras características y ventajas de la presente invención se entenderán más fácilmente después de la consideración de la descripción detallada siguiente de la invención y los dibujos acompañantes.

### Breve descripción de los dibujos

60 La figura 1A es una ilustración de un motor CC lineal sin escobillas.

La figura 1B es una vista en sección transversal del actuador de bobina de voz lineal descrito en la anterior Patente de Estados Unidos 5.345.206.

65 La figura 2 es una vista en sección transversal simplificada que representa el alojamiento, el conjunto de campo y el conjunto de inducido de una realización del motor CC lineal sin escobillas de la presente invención.

La figura 3 es una vista en sección transversal simplificada del conjunto de campo de una realización del motor CC lineal sin escobillas de la presente invención.

5 La figura 4 es una vista en sección transversal simplificada que representa detalles de un tapón de extremo de una realización del motor CC lineal sin escobillas de la presente invención.

La figura 5 ilustra una distribución sinusoidal de la componente normal de la densidad de flujo en el entrehierro según una realización de la presente invención.

10 La figura 6 ilustra una curva de fuerza sinusoidal en función de toda la carrera obtenida para una fase o combinación de dos fases de un motor trifásico según una realización de la presente invención.

15 Las figuras 7A y 7B son una vista en perspectiva y una vista en sección transversal, respectivamente, del conjunto de inducido de una realización de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

20 Según la presente invención, el motor CC lineal sin escobillas 10 incluye un conjunto de inducido 13, un conjunto de campo 12 "intercalado" entre dos tapones de extremo 14, 16 hechos de material magnético blando, y dos mitades 18, 20 de un alojamiento también hechas del material magnético blando. El conjunto de campo 12, así como los tapones de extremo 14, 16 y el alojamiento 18, 20, constituyen un circuito magnético común.

25 El conjunto de campo 12 se compone de una varilla no magnética 22, que define un eje de conjunto de campo común, y sobre la que se han instalado imanes permanentes cilíndricos axialmente magnetizados 24, piezas de polo magnético blandas 26 y dos imanes permanentes de extremo axialmente magnetizados 28, 30, por ejemplo como se expone en la figura 3.

30 Las piezas de polo 26 están situadas entre los imanes permanentes 24 que están magnetizados en direcciones opuestas. Todos los imanes 24 y las piezas de polo 26 están unidos conjuntamente. A efectos de centrado, ambos extremos de la varilla de conjunto de campo 22 encajan en los agujeros cilíndricos 32 dispuestos en los tapones de extremo 14, 16. Las dos mitades 18, 20 del alojamiento encajan en las cavidades circulares 34 también maquinadas en los tapones de extremo 14, 16. Para evitar la desalineación angular de las mitades de alojamiento 18, 20, están fijadas en posición en ambos extremos con los pasadores de bloqueo 36. Véase la figura 4.

35 Aunque la configuración de los componentes magnéticos del motor lineal de la presente invención es similar a la de un actuador de bobina móvil descrito en la Patente de Estados Unidos número 5.345.206 de Morcos, cedida a BEI Electronics, Inc., cesionario de la presente solicitud, hay dos diferencias sustanciales:

40 1) El diseño de la Patente de Estados Unidos número 5.345.206 era crear circuitos magnéticos de flujo enfocado mientras que la presente invención permite lograr una distribución sinusoidal de la componente normal de la densidad de flujo en el entrehierro, como se ilustra en la figura 5. La distribución sinusoidal se obtiene seleccionando la relación apropiada entre la longitud de los imanes permanentes y la longitud de las piezas de polo. Por ejemplo, con referencia a las piezas de polo y los imanes permanentes (distintos de los imanes permanentes de extremo) en la figura 3, dicha relación adecuada puede ser una longitud de pieza de polo que sea dos tercios (2/3) de la longitud del imán permanente. La longitud de imán de extremo también se seleccionó consiguientemente.

50 2) Con el fin de obtener una curva de fuerza sinusoidal en función de toda la carrera para una fase o una combinación de las dos fases de un motor trifásico, tal como se representa en la figura 6, se prestó especial atención a la selección de la relación apropiada entre la longitud de pieza de polo ( $l_{p,p.}$ ) y la longitud de la pieza de polo de extremo ( $l_{E,p.p.}$ ) que es una parte integral del tapón de extremo. Con referencia a la figura 2, se muestra un ejemplo de tal relación adecuada que es una longitud de pieza de polo de extremo ( $l_{E,p.p.}$ ) que es la mitad (1/2) de la longitud de pieza de polo ( $l_{p,p.}$ ).

55 El conjunto de inducido 13 incluye una base de bobinas cilíndrica no magnética 38 con las cavidades para las bobinas 40, el devanado trifásico y los dos soportes de montaje 42, 44 a conectar a la carga, como se ilustra en la figura 7.

60 El conjunto de inducido 13 puede deslizar en rodamientos lineales propios del motor (no representados) o puede ser soportado por los rodamientos lineales de la carga.

65 Los términos y las expresiones aquí empleados se consideran términos descriptivos y no limitativos, y no hay intención se usar tales términos y expresiones excluyendo equivalentes de las características mostradas y descritas, o porciones de las mismas, reconociéndose que varias modificaciones son posibles dentro del alcance de la invención reivindicada.

**REIVINDICACIONES**

1. Un motor CC lineal sin escobillas (10) incluyendo
  - 5 un alojamiento (18, 20);
 

un conjunto de inducido (13), móvil con relación al alojamiento (18, 20), incluyendo una base de bobinas no magnética (38) y una pluralidad de bobinas (40) conectadas como un devanado trifásico; y
  - 10 un conjunto de campo (12) unido fijamente al alojamiento (18, 20), incluyendo una pluralidad de imanes permanentes (24) teniendo cada uno una longitud, y una pluralidad de piezas de polo (26) teniendo cada una una longitud; y
 

una pieza de polo de extremo dispuesta en cada extremo del conjunto de campo (12), teniendo cada pieza de polo de extremo una longitud; donde la longitud de cada una de la pluralidad de piezas de polo (26) es dos tercios (2/3) de la longitud de cada uno de la pluralidad de imanes permanentes (24), y la longitud de cada una de las piezas de polo de extremo es la mitad (1/2) de la longitud de cada una de la pluralidad de piezas de polo (26) para lograr una fuerza constante en función de la característica de carrera en respuesta a la pluralidad de bobinas (40) que reciben una conmutación trifásico sinusoidal; y
  - 15 una pieza de polo de extremo dispuesta en cada extremo del conjunto de campo (12), teniendo cada pieza de polo de extremo una longitud; donde la longitud de cada una de la pluralidad de piezas de polo (26) es dos tercios (2/3) de la longitud de cada uno de la pluralidad de imanes permanentes (24), y la longitud de cada una de las piezas de polo de extremo es la mitad (1/2) de la longitud de cada una de la pluralidad de piezas de polo (26) para lograr una fuerza constante en función de la característica de carrera en respuesta a la pluralidad de bobinas (40) que reciben una conmutación trifásico sinusoidal; y
  - 20 donde el conjunto de inducido (13) está configurado para movimiento con relación al conjunto de campo (12) y el alojamiento (18, 20) en respuesta a la conmutación sinusoidal; y
 

donde el alojamiento incluye material magnético blando; y el motor CC sin escobillas incluye: tapones de extremo (14, 16), que incluyen la pluralidad de piezas de polo de extremo, y que están colocados en el conjunto de campo (12) de modo que el conjunto de campo (12), los tapones de extremo (14, 16) y el alojamiento (18, 20) formen un circuito magnético común.
  - 25
- 30 2. El motor CC sin escobillas (10) de la reivindicación 1, donde el conjunto de campo (12) se coloca con respecto al conjunto de inducido (13) de modo que se forme un entrehierro entre ellos, y donde la relación entre la longitud de la pluralidad de imanes permanentes (24) y la longitud de la pluralidad de piezas de polo (26) proporciona una distribución sinusoidal de la componente normal de la densidad de flujo en el entrehierro en respuesta a la conmutación sinusoidal.
- 35 3. El motor CC sin escobillas (10) de la reivindicación 1 o 2, donde el conjunto de campo (12) incluye además imanes de extremo (28, 30) adyacentes a los tapones de extremo (14, 16).
- 40 4. El motor CC sin escobillas (10) de cualquier reivindicación precedente, donde la pluralidad de imanes permanentes (24) y la pluralidad de piezas de polo (26) se han colocado a lo largo de un eje de conjunto de campo común, y cada uno de la pluralidad de imanes permanentes (24) está separado de otro por diferentes piezas de la pluralidad de piezas de polo (26).
- 45 5. El motor CC sin escobillas (10) de la reivindicación 4, donde:
  - 45 el conjunto de inducido (13) está adaptado para desplazarse a lo largo del eje común, y está colocado entre el alojamiento (18, 20) y el conjunto de campo (12) para definir un intervalo entre el conjunto de inducido (13) y el conjunto de campo (12).
- 50 6. El motor CC sin escobillas (10) de cualquier reivindicación precedente,
  - 50 donde la pluralidad de bobinas (40) son soportadas en la base de bobinas no magnética (38).
- 55 7. Un método de formar un motor CC lineal sin escobillas (10) que tiene un conjunto de inducido (13) y un conjunto de campo (12), incluyendo los pasos de:
  - 55 proporcionar un alojamiento (18, 20);
 

proporcionar un conjunto de inducido (13) incluyendo una base de bobinas no magnética (38) y una pluralidad de bobinas (40) conectadas como un devanado trifásico, estando configurado el conjunto de inducido (13) para movimiento con relación al alojamiento (18, 20) en respuesta a recibir una conmutación sinusoidal;
  - 60 proporcionar un conjunto de campo (12), unido fijamente al alojamiento (18, 20):
 

colocando una pluralidad de imanes permanentes (24) teniendo cada uno una longitud a lo largo de un eje de conjunto de campo común;
  - 65

colocando una pluralidad de piezas de polo (26) teniendo cada una una longitud a lo largo del eje de conjunto de campo común, y de modo que unas piezas de la pluralidad de piezas de polo (26) alternen con unos imanes de la pluralidad de imanes permanentes (24); y

5 colocando una pieza de polo de extremo en cada extremo del conjunto de campo (12);

10 donde la longitud de cada una de la pluralidad de piezas de polo (26) es dos tercios ( $2/3$ ) de la longitud de cada uno de la pluralidad de imanes permanentes (24), y la longitud de cada una de las piezas de polo de extremo es la mitad ( $1/2$ ) de la longitud de cada una de la pluralidad de piezas de polo (26) para lograr una fuerza sinusoidal en función de la característica de carrera, cuando solamente una fase o una combinación de dos fases del conjunto de inducido (13) está energizada;

y donde el alojamiento (18, 20) incluye un material magnético blando; y el método incluye:

15 proporcionar tapones de extremo (14, 16), que incluyen la pluralidad de piezas de polo de extremo; y

20 colocar el alojamiento (18, 20), los tapones de extremo (14, 16) y el conjunto de campo (12) de modo que el conjunto de campo (12), los tapones de extremo (14, 16) y el alojamiento (18, 20) formen un circuito magnético común.

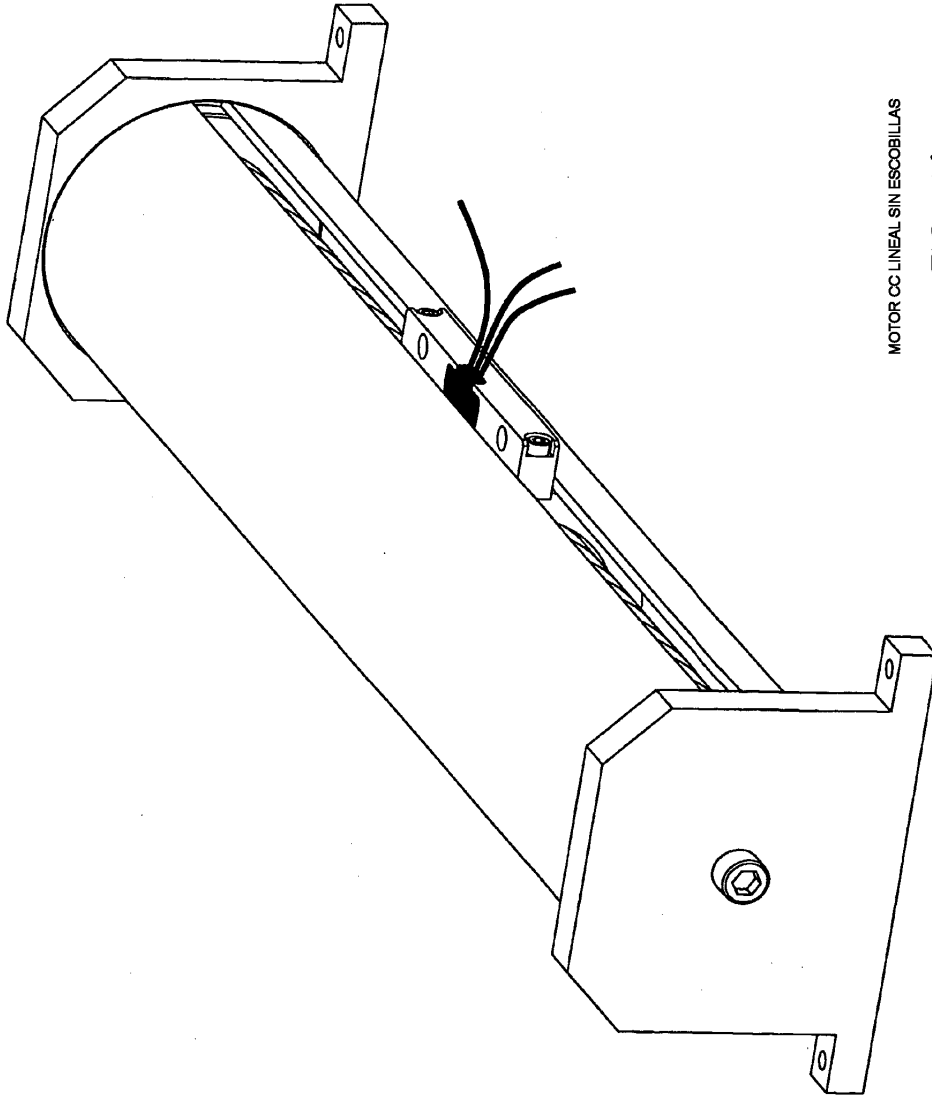
25 8. El método de la reivindicación 7, incluyendo además el paso de colocar el conjunto de campo (12) con respecto al conjunto de inducido (13) de modo que se forme un entrehierro entre ellos, y donde la relación entre la longitud de la pluralidad de imanes permanentes (24) y la longitud de la pluralidad de piezas de polo (26) proporciona una distribución sinusoidal de la componente normal de la densidad de flujo en el entrehierro en respuesta a la conmutación sinusoidal.

9. El método de la reivindicación 7 o 8, incluyendo proporcionar imanes de extremo (28, 30) en el conjunto de campo (12) adyacentes a los tapones de extremo (14, 16).

30 10. El método de la reivindicación 7, 8 o 9, incluyendo además el paso de:

35 colocar el conjunto de inducido (13) de manera que esté adaptado para desplazarse a lo largo del eje común entre el alojamiento (18, 20) y el conjunto de campo (12) y para definir un intervalo entre el conjunto de inducido (13) y el conjunto de campo (12).

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, incluyendo el paso de formar el conjunto de inducido (13) con la pluralidad de bobinas (40) soportadas en la base de bobinas no magnética (38).



MOTOR CC LINEAL SIN ESCOBILLAS

FIG. 1A

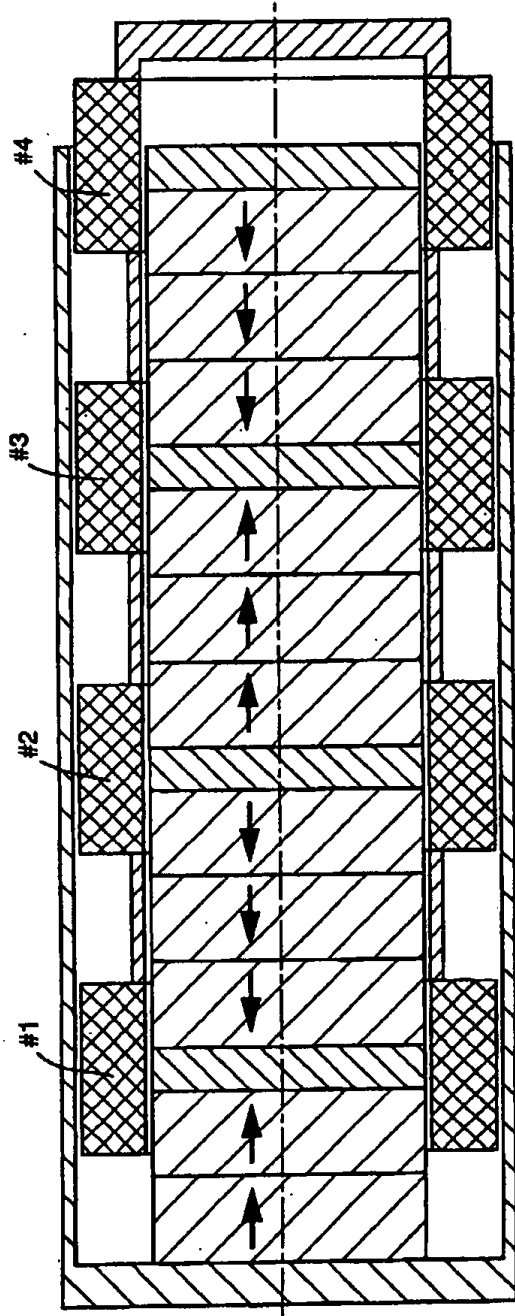
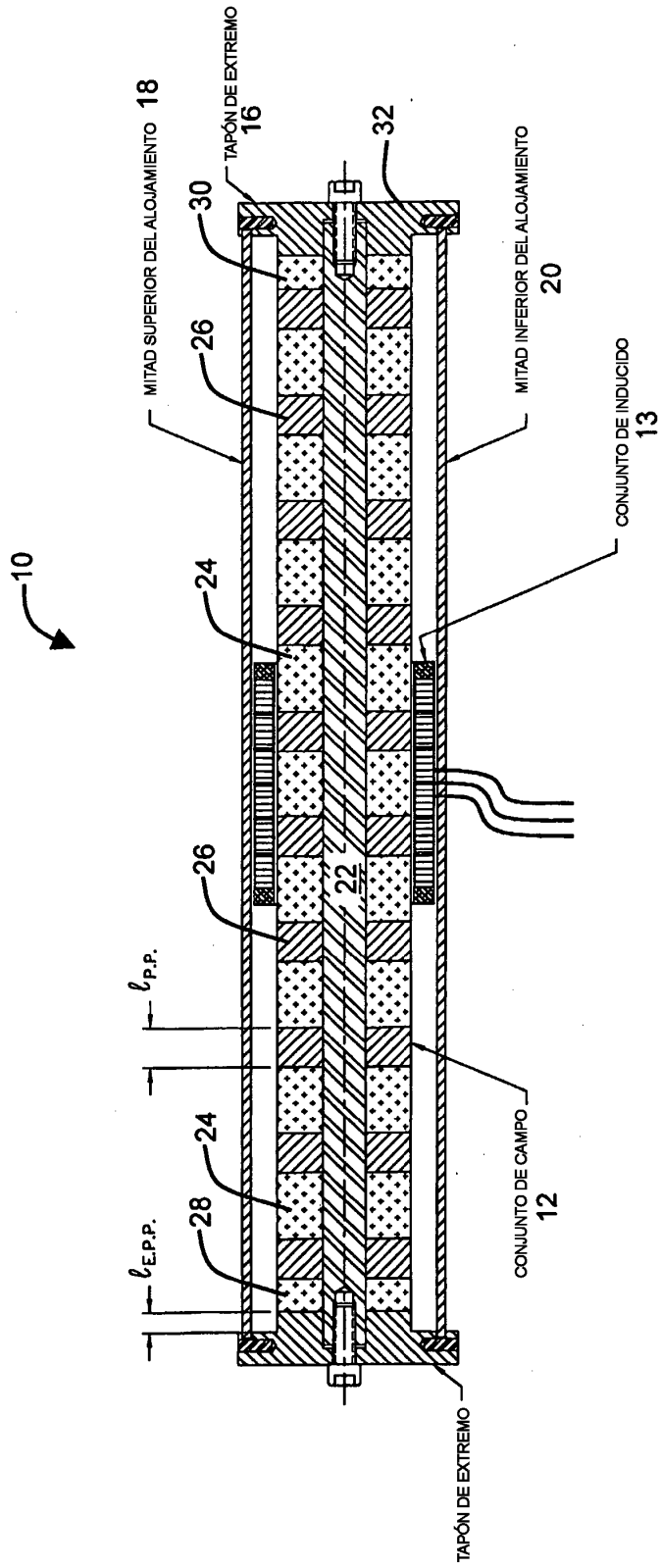


FIG. 1B

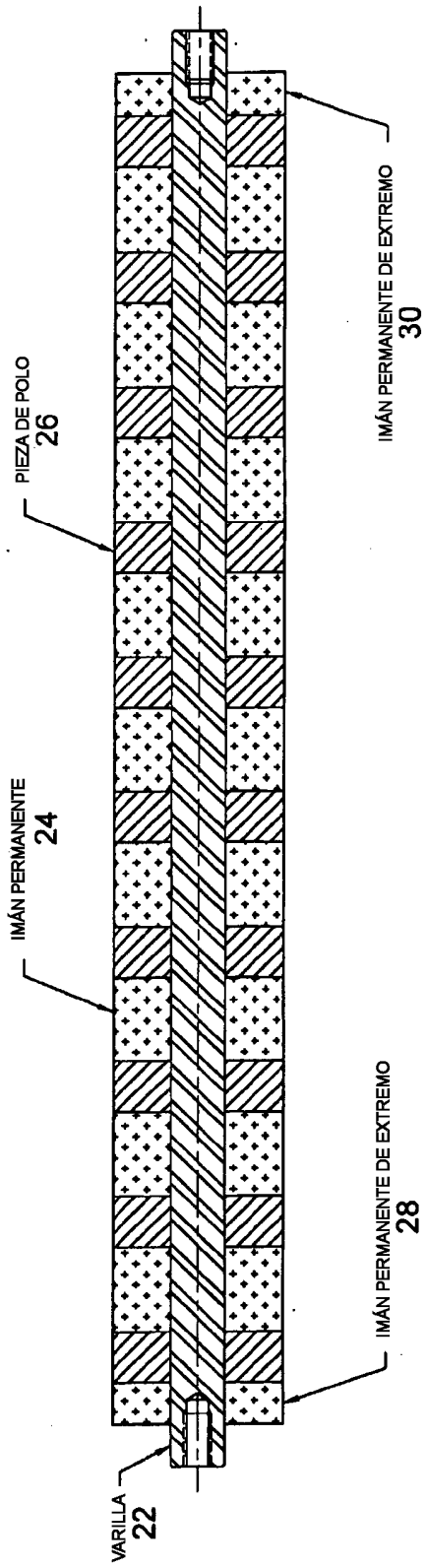
(TÉCNICA ANTERIOR)



MOTOR CC LINEAL SIN ESCOBILLAS  
(VISTA EN SECCIÓN)

FIG. 2

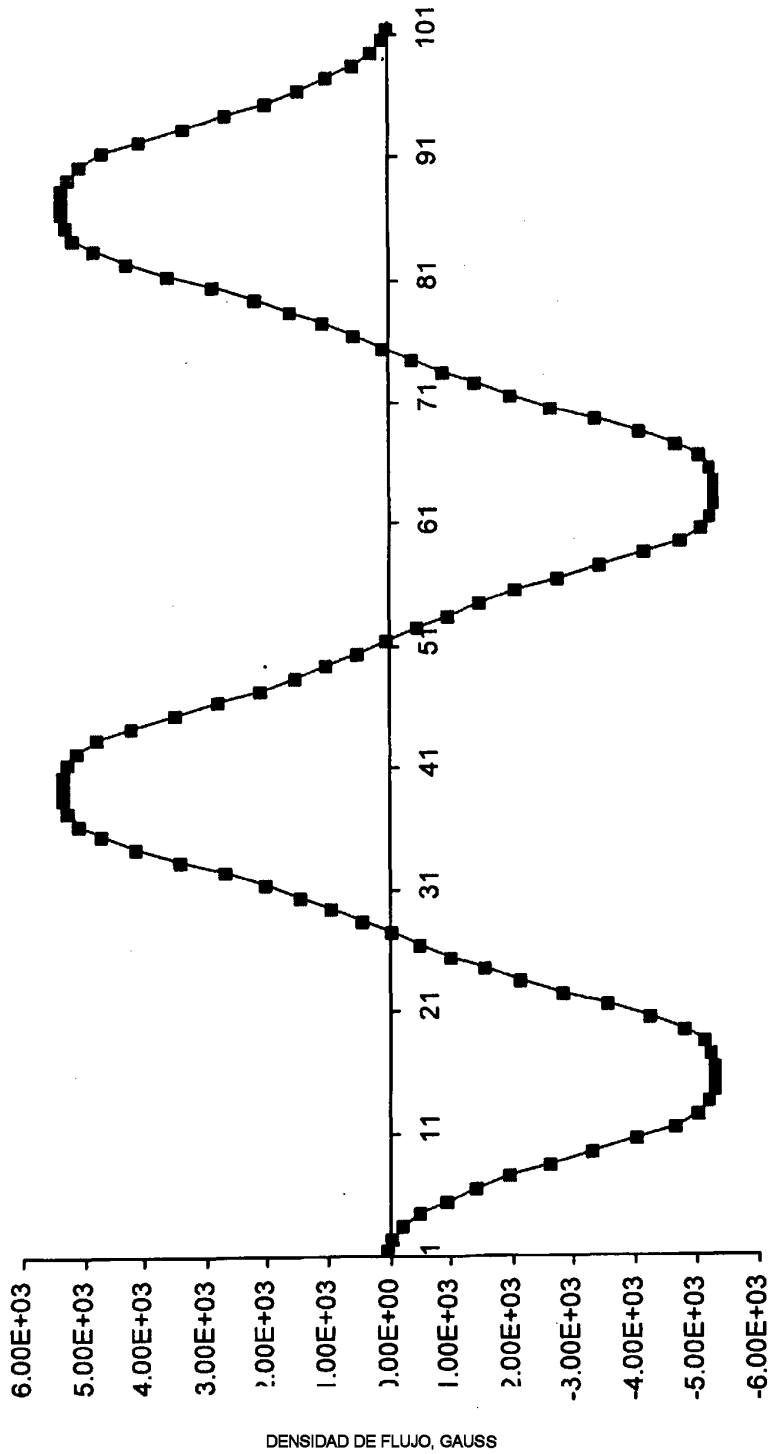




CONJUNTO DE CAMPO 12

FIG. 3





CARRERA  
DISTRIBUCIÓN DE DENSIDAD DE FLUJO DE ENTREHIERRO

Fig. 5

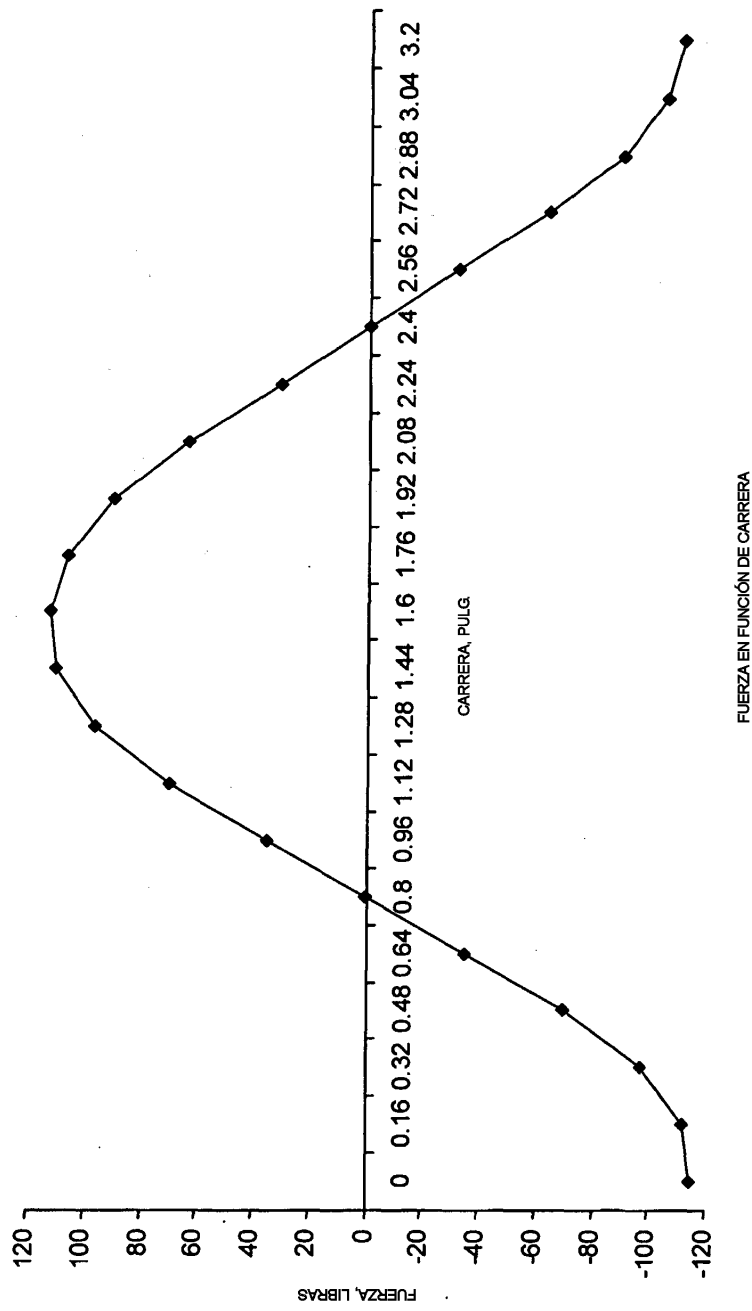
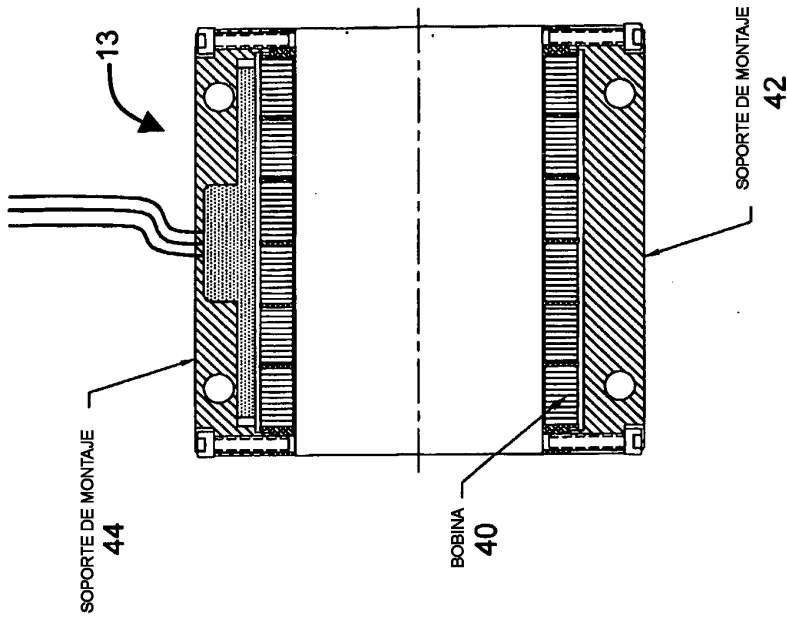
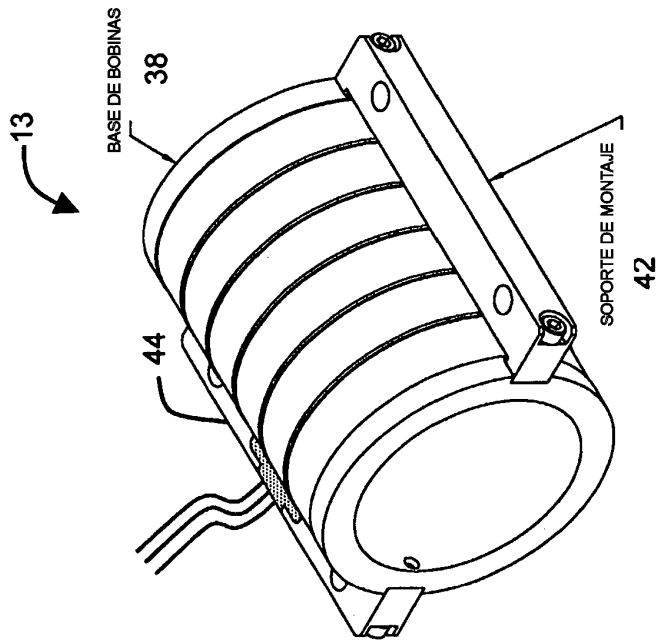


Fig. 6



CONJUNTO DE INDUCIDO 13

FIG. 7B



CONJUNTO DE INDUCIDO 13

FIG. 7A