

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 816 056**

51 Int. Cl.:

**H02K 41/03** (2006.01)

**H02K 1/02** (2006.01)

**H02K 1/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2017 E 17164943 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3386082**

54 Título: **Motor lineal de imán permanente con conmutación de flujo lineal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.03.2021**

73 Titular/es:  
**KONE CORPORATION (100.0%)**  
**Kartanontie 1**  
**00330 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:  
**HAKALA, TERO;**  
**KORHONEN, TUUKKA;**  
**PUROSTO, TERO;**  
**PETROV, ILYA y**  
**PYRHÖNEN, JUHA**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 816 056 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 lineal de imán permanente con conmutación de flujo lineal

5 La invención se refiere a un motor lineal de imán permanente con conmutación de flujo que comprende un estator lineal longitudinal con dientes del estator enfrentados a un entrehierro y un elemento móvil que comprende un inducido que comprende perfiles de inducido que comprenden miembros de perfil que forman junto con al menos un imán permanente un diente de inducido del elemento móvil, por lo que los dientes del inducido están separados por ranuras para recibir un devanado del inducido. Los dientes tienen un primer lado que se ajusta contra los imanes permanentes y un segundo lado que mira a las ranuras y que se ajusta contra los devanados del inducido, por lo que los dientes tienen una anchura extendida hacia el entrehierro. Una construcción conocida de este tipo se muestra, por ejemplo, en la Fig. 2(a) donde una ranura semicerrada está formada por puntas de diente que se extienden en la parte más superior de los dientes de modo que el área donde se encuentra el cobre o el devanado en las ranuras no se ve afectada por la punta del diente con el aumento de ancho. Esta realización tiene la ventaja de que el espacio para el cobre de los devanados del inducido no se ve afectado por la punta del diente extendida.

10 En los motores lineales de imán permanente con conmutación de flujo (FSPM), esta solución puede conducir a una sobresaturación en las puntas del diente que se acompaña de una fuga de flujo e incluso puede conducir a una desmagnetización irreversible de los imanes permanentes.

El documento US 2016/268883 A1 describe un motor lineal de imán permanente con conmutación de flujo.

20 El documento EP 2 045 900 A2 describe un motor rotativo de imán permanente con conmutación de flujo, en el que las puntas del diente están curvadas en la dirección circunferencial y los imanes permanentes tienen un ancho mayor en una porción radialmente alejada de las puntas del diente.

Por tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un motor FSPM en el que se reducen los problemas mencionados anteriormente.

25 El objeto se resuelve con un motor lineal FSPM según la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes. Las realizaciones preferidas de la invención también se describen en la descripción, así como en los dibujos.

30 Según la invención, el aumento de ancho de los dientes del inducido comienza en la dirección longitudinal de los dientes del inducido, ya que la porción de ancho extendido de los dientes del inducido comienza en la dirección longitudinal l de los dientes del inducido ya al nivel de los devanados del inducido, es decir, donde los dientes y los devanados adyacentes se enfrentan entre sí. Mediante esta medida, el aumento de ancho de los dientes del inducido tiene lugar en una porción mayor de su longitud. Esto conduce a una densidad de flujo reducida en las puntas de los dientes con respecto al diseño conocido como se muestra en la Fig. 2(a). Aunque el espacio para el cobre de los devanados del inducido se reduce en la solución de la invención, se reduce esencialmente la fuga de flujo, la evitación de una densidad de flujo excesiva y también por consiguiente el peligro de desmagnetización de los imanes permanentes.

35 Preferiblemente, el aumento del ancho de los dientes del inducido tiene lugar al menos en la mitad de su longitud. En consecuencia, el flujo magnético está mejor distribuido y armonizado en esta geometría de motor.

Preferiblemente, el ancho de los dientes del inducido aumenta continuamente sin formar un borde en sus segundos lados. Esta geometría de los dientes del inducido conduce a un flujo homogéneo y a una reducción de las fugas de flujo.

40 En una realización preferida de la invención, el aumento del ancho de los dientes del inducido aumenta continuamente hacia el entrehierro. Esta característica conduce al hecho de que el segundo lado está en la dirección de la punta del diente o entrehierro curvado cada vez más hacia fuera en la dirección de la ranura adyacente. Por tanto, la fuga de flujo en la punta del diente se minimiza y no se produce una sobresaturación en la dirección del entrehierro en el diente del inducido.

45 En una realización preferida de la invención, los imanes permanentes insertados en los dientes del inducido sobresalen de la base de los perfiles del inducido en la parte posterior que mira en dirección opuesta al entrehierro. Por tanto, se reduce eficazmente la fuga de flujo en la zona de la base del perfil. Preferiblemente, el tamaño de este saliente está entre 2 mm y 6 mm, preferiblemente entre 3 mm y 5 mm.

50 Preferiblemente, el número de dientes del motor es de 22 a 42, particularmente de 27 a 37 por metro de longitud del motor en su dirección de movimiento. Este número relativamente alto de dientes (polos). Este aumento de polos conduce por un lado a una disminución del par en comparación con, por ejemplo, 13 polos por metro debido a la saturación. Sin embargo, el número de polos más alto reduce el par de engranaje o la ondulación del par del motor. Por otro lado, el efecto de saturación debido al mayor número de polos y la disminución del par de torsión se logran haciendo dientes del inducido con la porción de ancho extendido de acuerdo con la idea básica de la invención.

Preferiblemente, se colocan dos imanes permanentes diferentes entre los primeros lados de cada diente del inducido, por lo que un segundo imán permanente se extiende sobre la mayor parte de la longitud del diente del inducido, mientras que el primer imán permanente se coloca sobre el primer imán permanente hacia el entrehierro a.

5 En el área de las puntas de los dientes del inducido, la densidad de flujo es muy alta, lo que puede provocar una sobresaturación. Esto se evita con el aumento progresivo del ancho de los dientes del inducido. Más lejos de la punta del diente, la densidad de flujo en los imanes permanentes podría caer a un valor relativamente bajo. Este bajo valor de densidad de flujo operativo puede causar una desmagnetización irreversible de los imanes permanentes, especialmente cuando los imanes permanentes funcionan en condiciones de alta temperatura. Por tanto, para esta zona del diente deben seleccionarse imanes permanentes con buenas propiedades de desmagnetización. De todos modos, los imanes con buenas propiedades de desmagnetización irreversible como por ejemplo los imanes de neodimio tienen una remanencia más débil, lo que significa que el rendimiento del motor disminuye al seleccionar imanes más fuertes en términos de magnetización, que por otro lado son más débiles en términos de remanencia. Por lo tanto, el uso de dos imanes permanentes diferentes a lo largo del diente del inducido resuelve este problema porque en la longitud más superior del diente del inducido se usa un segundo imán permanente que tiene buenas propiedades de desmagnetización, pero una remanencia más baja, y solo en la zona de la punta del diente, se utiliza un primer imán permanente de alta remanencia que aporta una buena eficacia. Este tipo de híbrido de imán permanente satisface la necesidad de imanes permanentes eficientes y, por otro lado, de una buena protección contra la desmagnetización en la longitud más superior del diente del inducido.

20 Preferiblemente, el primer imán permanente tiene un área en sección transversal más grande en un plano paralelo al entrehierro que el segundo imán permanente, que se obtiene a través de un ancho mayor que el del segundo imán permanente. Esto tiene el efecto de que todo el grupo del primer y segundo imanes tiene una mayor eficiencia y se reducen las fugas de flujo.

25 En una realización preferida de la invención, la superficie superior del primer imán permanente está alineada con la punta del diente. Esto conduce al hecho de que el primer imán permanente se utiliza en el área donde está presente la mayor densidad de flujo. Mediante el uso de un segundo imán permanente con baja remanencia, pero, por otro lado, con buenas propiedades de desmagnetización, la eficiencia de operación y la fiabilidad del motor SPM se pueden mejorar esencialmente.

30 Preferiblemente, los materiales del primer y segundo imanes permanentes son diferentes entre ellos como se ha mencionado anteriormente de modo que preferiblemente el segundo imán tiene una remanencia más baja pero mejores propiedades de desmagnetización irreversible que el primer imán permanente que preferiblemente tiene una remanencia más alta para aumentar la eficiencia. Como la densidad de flujo en esta parte inferior del diente del inducido no es tan alta como en el área superior, particularmente la punta del diente, la baja remanencia junto con las buenas propiedades de desmagnetización mejora la fiabilidad del motor.

35 En una realización preferida de la invención, se incrementa el número de ranuras. De esta manera, se reduce la densidad de flujo en cada ranura, lo que nuevamente reduce la fuga de flujo y una densidad de flujo excesiva en los topes de los dientes y, por lo tanto, reduce también el riesgo de desmagnetización de los imanes permanentes. De este modo, los miembros del perfil del inducido y los imanes permanentes pueden tener un ancho reducido. Por tanto, preferiblemente el ancho de los dientes del inducido es menor que el 30% del ancho del entrehierro. En esta solicitud, el término "ancho" se refiere a la extensión en la dirección de movimiento del elemento móvil (o dirección longitudinal del estator). El término "longitud" se relaciona con la dimensión perpendicular al plano del entrehierro.

40 En una realización preferida, el inducido tiene al menos una base del inducido que se extiende paralela al entrehierro. Desde la base del inducido, los miembros del inducido sobresalen en la dirección del entrehierro, es decir, perpendicular a la base del inducido. La base del inducido puede ser una parte de una pieza que se extiende sobre una porción mayor de la longitud del elemento móvil, p. ej., extendiéndose sobre un tercio, la mitad o incluso la longitud completa del elemento móvil. A esta base del inducido se conecta un gran número correspondiente de miembros de inducido, preferiblemente como una parte de una sola pieza. Alternativamente, el inducido también puede consistir en una sucesión de perfiles de inducido únicos en forma de U que solo tienen dos miembros de perfil como miembros de inducido que se extienden perpendicularmente a la base del perfil. En cualquiera de estos casos, los miembros del inducido forman parte de los dientes del inducido. El aumento del ancho de los dientes del inducido hacia el entrehierro se forma entonces preferiblemente de las porciones de ancho aumentado de dos miembros del inducido que insertan los imanes permanentes, así como del aumento del ancho del primer imán permanente con respecto al segundo imán permanente. En particular, si esta característica se combina con una mayor remanencia del primer imán permanente con respecto al segundo imán permanente, esto conduce a una saturación de los dientes reducida y a un par incrementado.

55 La invención también se refiere a un ascensor que comprende un motor lineal como se ha descrito anteriormente. De esta manera, el elemento móvil del motor FSPM está conectado a lo largo de un lado de la cabina del ascensor y el estator está montado en una viga que se extiende a lo largo del hueco del ascensor. Un ascensor con un motor así especificado tiene por un lado una buena eficiencia y por otro lado buenas características de operación y alta fiabilidad, particularmente contra la desmagnetización de los imanes permanentes del motor FSPM.

Los siguientes términos se utilizan como sinónimos: Perfil de inducido - pila de laminación - segmento de pila; PM - imán permanente; devanados de cobre - inducido; motor - máquina;

La presente invención enfatiza tres técnicas para mejorar las propiedades magnéticas de un motor FSPM como se describe a continuación:

- 5 1. Aumento de la anchura del diente hacia el entrehierro
2. Voladizo magnético de los imanes permanentes en la base del inducido
3. Implementación híbrida de imanes permanentes de al menos dos imanes permanentes diferentes
1. Aumento de la anchura del diente hacia el entrehierro

10 Si se aumenta el número de ranuras (por ejemplo, de 13 ranuras a 25 ranuras), el grosor del imán permanente y el grosor de los dientes del inducido en el motor de 25 ranuras es la mitad que en la estructura de 13 ranuras (si no se realizan más modificaciones de geometría).

15 Se supone que el número de ranuras se duplica hasta que el aumento del número de ranuras da como resultado que las nuevas ranuras tienen la mitad del grosor de las ranuras originales. Así, en un motor con mayor número de ranuras, el circuito magnético tiene aproximadamente el doble de reluctancia que el motor original con menor número de ranuras. Una de las principales contribuciones de la mayor reluctancia proviene del área del entrehierro más estrecha. En las Figs. 3a y 3b se muestra que el área del entrehierro a través del cual se conduce el flujo es más pequeña en el caso de un diente delgado, como es evidente en la figura 3b en comparación con el flujo en un diente grueso, como se muestra en la figura 3a. Si por ejemplo el ancho del diente delgado es la mitad del ancho del diente grueso, esto significa que la reluctancia magnética en el caso del diente delgado de acuerdo con la Fig.3b es el doble que en un diente grueso de acuerdo con la Fig.3a porque la reluctancia es inversamente proporcional al área conductora (A) como se puede ver en la Ecuación (1)

$$R_{\delta} = \frac{\delta}{\mu_0 A_{\delta}}; \quad (1)$$

donde  $R_{\delta}$  es la reluctancia del entrehierro,  $\delta$  es la longitud del entrehierro,  $\mu_0$  es la permeabilidad del vacío, y  $A_{\delta}$  es el área de conducción de flujo.

25 La mayor reluctancia conduce inevitablemente a un flujo más pequeño por un solo imán permanente que conduce a través del entrehierro. Por lo tanto, en el caso de un motor FSPM con un gran número de ranuras y, en consecuencia, un grosor de diente pequeño es ventajoso aplicar dientes con un ancho de diente creciente que conduce a ranuras de inducido semicerradas. El propósito es aumentar el área del entrehierro a través de la cual está conduciendo el flujo magnético como se muestra en la Fig. 4a que describe un diseño de diente rectangular y en la Fig. 4b que muestra un diseño de ancho de diente aumentado.

30 Es posible reducir significativamente la reluctancia del entrehierro aplicando ranuras semicerradas en un FSPM con dientes de inducido delgados. Sin embargo, este es un método tradicional para aumentar el flujo que se desplaza a través del entrehierro aplicado en los PMSM. Sin embargo, este método tiene un inconveniente significativo. La razón del inconveniente se explica en la Fig. 5a. En esta figura se muestra que un efecto acumulativo de la concentración de flujo en el diente conduce a una fuerte sobresaturación del flujo hacia el entrehierro. Mientras que, esta sobresaturación aumenta la reluctancia del circuito magnético (no en el entrehierro sino en la pila de laminación) y consecuentemente reduce el flujo de PM que cruza el entrehierro.

35 Las ranuras semicerradas se implementan tradicionalmente mediante puntas de dientes, como se muestra en la Fig. 2a. En consecuencia, las puntas de dientes deben ocupar el menor espacio posible en la ranura para reservar este espacio para el cobre (por debajo del nivel 28 de devanado). Sin embargo, el solicitante ha encontrado que en las máquinas FSPM ha resultado beneficioso hacer que los dientes sean más anchos hacia el entrehierro que reservar el espacio para el cobre. Los dientes más anchos compensan menos cobre en la ranura y aumentan la densidad de fuerza de la máquina FSPM al aumentar el flujo de PM que cruza el entrehierro. Por consiguiente, el diseño de diente preferido para el inducido se cambia desde el diseño de la técnica anterior de espacios semicerrados como se muestra en la Fig. 2a a una forma según las Figs. 2b y 2c en donde el aumento de ancho de los dientes se extiende hacia el área del cobre (en el área por debajo del nivel 28 de cobre de los devanados del inducido. Por tanto, en la figura 2a, el aumento de ancho se extiende sobre la mitad de la longitud de los dientes del inducido. En la Fig. 2c, el aumento de ancho se extiende incluso sobre la longitud completa de los dientes del inducido, calculado a partir del suelo de cobre o la base del perfil.

40 Esto impide áreas locales con fuerte sobresaturación. Por lo tanto, se mejora el rendimiento de la máquina FSPM. La comparación de la fuerza producida por la topología del motor con ranuras semicerradas (Fig. 2a) y el diseño inventivo (Fig. 2b) se muestra en la Fig. 6.

45 En la Fig.6, la fuerza generada por los FSPM con ranuras semicerradas se muestra en una línea continua, mientras que con la forma de diente inventiva propuesta (con mayor ancho hacia el entrehierro ya en el área de cobre) se muestra en

una línea discontinua. Se puede ver que con la forma de diente propuesta es posible aumentar la fuerza producida por el motor FSPM en un 30%.

## 2. Voladizo de imán en la base del inducido

5 Tradicionalmente, en una máquina FSPM, el imán tiene la misma altura que el segmento de la pila de laminación (o la longitud del miembro del perfil más la extensión de la base del perfil en la dirección perpendicular al entrehierro). Sin embargo, si la ruta magnética principal tiene una reluctancia elevada, podrían aparecer una cierta cantidad de fugas de flujo. Si la cantidad de fugas de flujo es moderada, no es crítico para la densidad de fuerza generada por una máquina FSPM. Sin embargo, si esta fuga de flujo ocupa un cierto espacio en la pila de laminación o en el perfil del inducido, esta nube conduce a una sobresaturación creciente en ciertas áreas, lo que nuevamente podría incrementar la reluctancia del circuito magnético principal. Por lo tanto, podría aparecer una fuga de flujo en la base del inducido entre dos perfiles del inducido. Esta fuga fluye en la misma ruta con el flujo principal y útil y, en consecuencia, tiene un cierto impacto en la reluctancia general del circuito magnético. Para reducir la fuga en la base del inducido, la longitud del imán se extiende de manera que sobresalga del perfil del inducido en la parte posterior que mira hacia afuera del entrehierro.

15 Por tanto, la Fig. 7a muestra la distribución de la densidad de flujo y el trayecto de fuga entre dos perfiles de inducido cuando los imanes permanentes no sobresalen por la parte posterior de los perfiles de inducido. La Fig. 7b muestra la distribución de la densidad de flujo y la fuga de flujo cuando el imán sobresale (vuela) en aproximadamente 3,5 mm. En el caso del imán permanente en voladizo, la densidad de flujo en la parte superior del diente de laminación se reduce y es posible hacer esta área más delgada y así aumentar el espacio de la ranura para el cobre.

## 3. Implementación de imanes permanentes híbridos

20 El circuito magnético del FSPM con dientes relativamente delgados tiene una gran reluctancia. Por tanto, la densidad de flujo en los imanes permanentes podría caer a un valor relativamente bajo. Este bajo valor de densidad de flujo operativo puede causar una desmagnetización irreversible de los imanes permanentes, especialmente cuando los imanes permanentes funcionan en condiciones de alta temperatura.

25 Con el fin de evitar esta desmagnetización irreversible, el tipo de material seleccionado para los imanes permanentes debería estar dedicado a esas duras condiciones de trabajo. Sin embargo, los imanes permanentes, p. ej., imanes de neodimio, que tienen buenas propiedades de desmagnetización irreversible, tienen por otro lado una remanencia débil. Esto significa que el rendimiento de la máquina disminuye al seleccionar imanes más fuertes en términos de desmagnetización y más débiles en términos de remanencia. Por este motivo se emplea preferiblemente un sistema híbrido de imanes permanentes, en el que se seleccionan al menos dos tipos diferentes de imanes:

30 a) Primeros imanes permanentes que producen el principal flujo de trabajo.

b) Segundos imanes permanentes que eliminan la fuga de flujo entre los segmentos de laminación y solo mantienen el flujo principal (creado por el primer grupo de imanes) en la ruta correcta.

35 Con esta división es posible optimizar el material de estos dos imanes permanentes diferentes según su funcionalidad. El primer grupo de imanes permanentes no funciona en condiciones adversas, pero por lo tanto puede estar hecho de un tipo de material con una alta remanencia (p. ej.,  $B_r = 1,3$  T) mientras que el segundo imán permanente no necesita tener una alta remanencia porque su contribución al flujo principal es relativamente baja, pero funciona en una densidad de flujo baja y necesita tener buenas propiedades de desmagnetización irreversible. Por lo tanto, este grupo de segundos imanes permanentes puede estar hecho de un tipo de material con baja remanencia (p. ej.,  $B_r = 1,1$  T) pero con buenas propiedades de desmagnetización.

40 Para aumentar la eficacia del primer grupo de imanes que crea el flujo real y al mismo tiempo optimizar la forma del segmento para reducir las fugas de flujo, es ventajoso hacer que este primer imán permanente sea más ancho (con un área en sección transversal más grande) que el segundo grupo de imanes permanentes como se muestra en las Figs. 1 y 8. El material de imán híbrido ventajoso que incluye al menos dos imanes permanentes diferentes y preferiblemente anchos diferentes da más libertad en la optimización de la máquina FSPM de la invención para mejorar su rendimiento y evita la desmagnetización irreversible.

45 Preferiblemente, y como es habitual en la geometría del inducido de los motores eléctricos, el inducido está formado por perfiles de inducido en forma de U (segmentos de pila), por lo que cada imán permanente del elemento móvil está insertado entre los lados de dos perfiles de inducido adyacentes, y donde el devanado del inducido se encuentra entre los dos miembros paralelos de los perfiles de inducido en forma de U, cuyos miembros paralelos forman los dientes del inducido junto con los imanes permanentes insertados.

Preferiblemente, cada perfil de inducido está formado por chapas metálicas de perfil de inducido apiladas, ya que es una práctica fiable y actual en diseños de inducido.

Preferiblemente, el al menos un imán permanente está magnetizado en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de los dientes del inducido. En este caso, preferiblemente, imanes permanentes sucesivos en la dirección de la anchura  $w$  del elemento móvil se magnetizan en direcciones opuestas.

5 Preferiblemente, la longitud del o de los imanes permanentes en la dirección longitudinal  $l$  del diente es mayor que la longitud de los miembros de perfil del perfil del inducido, particularmente que la longitud del perfil del inducido en su totalidad. Mediante esta característica, se asegura que el imán permanente sobresale hacia la parte posterior del inducido para mejorar las propiedades del flujo, reduciendo particularmente las fugas de flujo.

10 Preferiblemente, en la dirección de movimiento del elemento móvil, el ancho del diente del inducido que consiste en el imán o los imanes permanentes insertados entre dos miembros del perfil está en relación con el ancho de la ranura del inducido adyacente entre 40 y 65%, preferiblemente entre 50 y 60 %, que por supuesto se refiere a la porción del diente que no tiene un ancho extendido.

Esta geometría de polos conduce a propiedades de magnetización muy ventajosas y a un flujo fuerte y homogéneo.

15 Preferiblemente, el ancho máximo de la porción de ancho extendido del diente está entre el 30 y el 60%, particularmente entre el 40 y el 50% del ancho del miembro de perfil en su porción que no tiene un ancho extendido. Esto conduce a un aumento de la saturación y a un par más alto, particularmente del número de polos por metro de longitud del motor, es decir, entre 22 y 42, particularmente de 27 a 37, por metro de longitud del motor.

20 Ventajosamente, el aumento del ancho de los dientes se realiza, al menos en parte, mediante un aumento del ancho de una parte aumentada de ancho de los miembros del perfil. Por tanto, la geometría del diente extendido puede diseñarse fácilmente mediante la geometría de la parte de ancho extendido. Por supuesto, también un aumento del ancho de los imanes permanentes puede contribuir a la extensión del ancho del diente hacia la punta del diente, particularmente si se utilizan varios imanes permanentes en un diente o polo.

El elemento móvil en un ascensor de pasajeros tiene típicamente una longitud de entre 0,5 m, y 1,5 m, particularmente entre 0,7 m, y 1 m.

25 Los siguientes términos se utilizan como sinónimo: miembro de inducido - miembro de perfil; base de inducido - base de perfil; flujo - flujo magnético; perfil de inducido - hierro de inducido; diente – polo.

La invención también es aplicable principalmente a un motor rotativo, por lo que en este caso los entrehierros son circulares y no lineales.

Algunas tecnologías de la técnica anterior, como también la invención, se describen a continuación mediante una realización en conexión con los dibujos esquemáticos adjuntos.

30 La Fig. 1 muestra una sección transversal longitudinal a través de un motor y una parte de un estator de un motor FSPM inventivo, y

La Fig. 2a muestra un diseño de perfil de inducido según el estado de la técnica, con una ranura semicerrada,

Las Figs. 2b y c muestran formas de perfil de inducido de acuerdo con la presente invención,

35 Las Figs. 3a y b el flujo cuando el ancho del diente se reduce debido al aumento del número de dientes y a la disminución del ancho del miembro del perfil del inducido,

Las Figs. 4a y b el flujo en el caso de una ranura semicerrada conocida,

Las Fig. 5a y b el flujo en un diente de inducido de la técnica anterior, así como en un diente de inducido de acuerdo con la invención,

40 La Fig. 6 la fuerza generada por un motor convencional con ranuras semicerradas según la Fig. 2(a) y por un elemento móvil con un ancho de diente aumentado según la Fig. 2(b),

Las Figs. 7a y b el flujo de fuga en la base del perfil con un diseño convencional (Fig. 7a) así como con un voladizo de imán permanente según la invención (Fig. 7b),

La Fig. 8 el flujo en un inducido del elemento móvil de la invención con ancho de diente incrementado, así como ancho de un híbrido de imán permanente que consta de dos imanes permanentes diferentes.

45 La Fig. 1 muestra un motor FSMP lineal 10 que comprende un elemento móvil 12 y un estator 14 que solo se muestra en una parte ya que el estator normalmente se extiende sobre una longitud de varios metros hasta una decena de metros o incluso hasta cientos de metros en ascensores de gran altura. en el hueco de un ascensor. El elemento móvil 12 normalmente está conectado al costado de una cabina de ascensor y la acción conjunta entre un estator 14 y el elemento móvil 12 se utiliza para mover la cabina de ascensor verticalmente a lo largo del hueco del ascensor. Entre el estator 14 y

5 el elemento móvil 12, hay previsto un entrehierro a por lo que, en el lado del estator, los dientes 16 del estator están enfrentados al entrehierro a, mientras que en el lado del elemento móvil 12, hay previsto un inducido 13 que consta de varios perfiles 15 de inducido preferiblemente en forma de U colocados sucesivamente y adyacentes entre sí en la dirección del ancho w del inducido 13, sólo separados por imanes permanentes 20, 22 colocados entre ellos. l denomina la dirección de la longitud del inducido 13 en la dirección del entrehierro (perpendicular al plano del entrehierro) a para definir las áreas del inducido con respecto a su distancia desde el entrehierro a. Estas nominaciones de dirección son válidas para todas las figuras.

10 Cada perfil 15 de inducido consta de una base 21 de perfil que tiene dos miembros 23 de perfil paralelos que se extienden perpendicularmente a la base 21 de perfil. Los miembros 23 de perfil de dos perfiles 15 de inducido adyacentes forman un diente de inducido junto con los imanes permanentes 20, 22 insertados entre ellos. Los dientes 18 del inducido sobresalen del inducido 13 en la dirección del entrehierro a. Entre los miembros 23 de perfil de cada perfil 15 de inducido hay formada una ranura 30 que está adaptada para alojar un devanado 32 de inducido.

15 Los perfiles 15 de inducido son pilas o segmentos de pila laminados regularmente, contruidos a partir de chapas de metal perfiladas correspondientemente. Un perfil 15 de inducido también puede constar de varios de estos perfiles en U en sucesión como una parte de una pieza, reduciendo el número de perfiles 15 de inducido separados para el inducido 13.

20 Los miembros 23 de perfil de dos perfiles de inducido adyacentes insertan un segundo imán permanente 20 en la mayor parte de la longitud l del diente 18 del inducido. Un primer imán permanente 22 está situado en la parte superior del segundo imán permanente 20, particularmente en el área de la punta 19 del diente. El primer imán permanente 22 tiene un área de base y un ancho mayores que el segundo imán permanente 20 y está alineado con su superficie superior con la punta 19 del diente 18 del inducido mirando hacia el entrehierro a.

Los segundos imanes permanentes 20 sobresalen por encima de la parte posterior del inducido 13 formado por la base 21 del perfil de los perfiles 15 del inducido por un voladizo d, lo que reduce la fuga de flujo en la zona de la base 21 del perfil.

Un motor lineal FSPM con estas propiedades geométricas tiene una alta eficiencia y una baja fuga de flujo.

25 Las Figs. 2 (b) y 2 (c) muestran dos posibles geometrías diferentes de los hierros del inducido o perfiles 15 del inducido para el motor, por lo que en la realización de la Fig.2(b) la porción 36 de ancho creciente del miembro 23 de perfil se extiende sobre la mitad de su longitud, mientras que en la realización de la Fig. 2(c), la porción 36 de aumento de ancho del diente 18 del inducido se extiende por toda la longitud l del miembro 23 de perfil.

Las Figs. 3a y 3b muestran en general el efecto de la reducción del ancho de los miembros 23 de perfil sobre el flujo entre el inducido 13 y el estator 14.

30 Las Figs. 4a y 4b muestran en general el efecto de aumento de flujo de la conocida solución 36 de ranura semicerrada de los miembros 23 de perfil sobre el flujo entre el inducido 13 y el estator 14.

35 Las figuras 5a y 5b muestran la ventaja de una densidad de flujo reducida entre el inducido 13 y el estator 14 cuando se utilizan dientes 18 de ancho aumentado de acuerdo con la presente invención, en donde la porción 36 de ancho incrementado de los miembros del perfil conduce a una densidad de flujo reducida (flecha negra) entre los dientes 18 del inducido y los dientes 16 del estator.

Con respecto a las Figs. 6 y 7 se hace referencia a la descripción general anterior.

40 La Fig. 8 muestra el flujo magnético de un motor lineal FSPM de la invención, que tiene dientes 18 de inducido de ancho extendido en un lado e imanes permanentes híbridos que consisten en segundos imanes permanentes 20, preferiblemente de menor remanencia (y de mayor estabilidad de desmagnetización correspondiente) sobre la parte más superior de la longitud de los dientes 18 que están solapados en la dirección de la punta 19 del diente por los primeros imanes 22 permanentes que tienen un ancho mayor que los segundos imanes 20 permanentes. Estos segundos imanes 22 permanentes tienen también una mayor remanencia que los primeros imanes permanentes 20 para mejorar la eficiencia del motor.

45 En resumen, el aumento de ancho de los dientes 18 del inducido se realiza mediante las porciones 36 de aumento de ancho de los miembros 23 de perfil, así como también por el ancho aumentado de los primeros imanes 22 permanentes con respecto a los segundos imanes 20 permanentes. Puede verse que la densidad de flujo en la interfaz entre los dientes 18 del inducido y los dientes 16 del estator es moderada, lo que conduce a una menor fuga de flujo y a una tendencia reducida a la desmagnetización irreversible de los imanes permanentes 20, 22.

50 La invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que puede variar dentro del alcance de las reivindicaciones de patente adjuntas.

Lista de números de referencia

10 motor FSPM lineal

## ES 2 816 056 T3

	12	motor
	13	inducido
	14	estator
	15	perfil de inducido
5	16	diente del estator
	18	diente del inducido
	20	segundo imán permanente
	21	base de inducido - base de perfil
	22	primer imán permanente
10	23	miembro de inducido - miembro de perfil
	24	primer lado del miembro de perfil que mira hacia el o los imanes permanentes
	26	segundo lado del perfil que mira hacia la ranura
	28	nivel del devanado del inducido en la ranura
	30	ranura
15	32	devanado de inducido - cobre
	36	ancho de las partes extendidas de los miembros del perfil
	l	dirección de longitud perpendicular al área del motor
	d	voladizo del segundo imán permanente sobre el suelo del inducido
	w	dirección de ancho del inducido en longitud o dirección de movimiento del motor
20	a	entrehierro.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Motor lineal (10) de imanes permanentes con conmutación de flujo (FSPM) que comprende un estator (14) lineal longitudinal con dientes (16) de estator enfrentados a un entrehierro (a) y un elemento móvil (12) que comprende al menos un inducido (13), consistiendo dicho inducido (13) de varios perfiles (15) de inducido en forma de U, consistiendo cada perfil (15) de inducido en forma de U de un perfil (21) de base que se extiende paralelo al entrehierro (a) y de dos miembros (23) de perfil paralelos que se extienden perpendiculares al perfil (21) de base,
- en donde los perfiles (15) de inducido en forma de U están posicionados sucesivamente y de manera adyacente unos con relación a los otros en la dirección paralela al entrehierro (a), solo separados por imanes permanentes (20, 22) posicionados entre ellos,
- 10 en donde los miembros (23) de perfil de dos perfiles (15) de inducido adyacentes forman un diente (18) de inducido que sobresale desde el inducido (13) en la dirección del entrehierro (1),
- en donde una ranura (30) está formada entre los miembros (23) de perfil de cada perfil (15) de inducido para alojar un devanado (32) de inducido,
- 15 en donde los imanes permanentes (20, 22) consisten en un primer imán permanente (22) y un segundo imán permanente (20), en donde el primer imán permanente (22) está situado en la parte superior del segundo imán permanente (20) en el área de una punta (19) de diente,
- en donde el primer imán permanente (22) tiene un área y ancho de base mayores que el segundo imán permanente (20) y está alineado con su superficie superior con la punta (19) del diente (18) de inducido enfrentado al entrehierro (a), y
- 20 en donde el segundo imán permanente (20) está insertado sobre la mayor parte de una longitud (l) del diente (18) de inducido, y en donde los miembros (23) de perfil comprenden una porción (36) de ancho creciente, de modo que el ancho del diente (18) aumenta hacia el entrehierro (a), de manera que el aumento de ancho de los dientes (18) del inducido hacia el entrehierro (a) está formado por las porciones (36) de ancho creciente de dos miembros (23) de perfil que insertan los imanes permanentes (20, 22) así como del aumento de ancho del primer imán permanente (22) con respecto al segundo imán permanente (20).
- 25 2. Motor (10) según la reivindicación 1, en donde el aumento de ancho de los dientes (18) del inducido se produce en al menos la mitad de su longitud, preferiblemente en toda su longitud.
3. Motor (10) según la reivindicación 1 o 2, en donde la porción (36) de ancho extendido de los dientes (18) del inducido aumenta continuamente sin formar un borde en sus lados (26) que miran hacia las ranuras (30).
- 30 4. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el aumento del ancho de la porción (36) de ancho extendido aumenta continuamente hacia el entrehierro (a), conduciendo a su lado (26) que mira hacia el devanado (32) del inducido estando cada vez más curvado hacia el exterior hacia la ranura (30).
5. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde los imanes permanentes (20, 22) insertados en los dientes (18) del inducido sobresalen con un voladizo (d) sobre los perfiles (15) del inducido en dirección opuesta al entrehierro (a).
- 35 6. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie superior del primer imán permanente (22) está alineada con la punta (19) del diente.
7. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde los materiales del primer y segundo imanes permanentes (20, 22) son diferentes entre sí.
- 40 8. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el segundo imán permanente (20) tiene una remanencia menor que el primer imán permanente (22).
9. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el número de dientes (18) del elemento móvil está entre 22 y 42, en particular entre 27 y 37 por metro de longitud del elemento móvil en su dirección de movimiento.
- 45 10. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el inducido (13) está formado por perfiles (15) de inducido en forma de U, constituidos por una base (21) de perfil y al menos dos miembros (23) de perfil paralelos que se extienden perpendiculares a la base (21) del perfil y hacia el entrehierro (a), por lo que el o los imanes permanentes (20, 22) está/están insertados entre los primeros lados (24) de los miembros (23) de perfil y en donde el devanado (32) del inducido está ubicado entre los segundos lados (26) de los miembros (23) de perfil.
11. Motor (10) según la reivindicación 10, en donde cada perfil (15) de inducido está formado por chapas metálicas de perfil de inducido apiladas.

12. Motor (10) según la reivindicación 10 u 11, en donde la longitud del o de los imanes permanentes (20, 22) en la dirección longitudinal (l) del diente (18) es mayor que la longitud de los miembros (23) de perfil del perfil (15) de inducido.
- 5 13. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde en la dirección de movimiento del elemento móvil, el ancho del diente (18) del inducido en relación con la anchura de la ranura (30) del inducido adyacente está comprendido entre 40 y 65%, preferiblemente entre 50 y 60%.
14. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el ancho máximo de la porción (36) de ancho extendido del diente (18) está entre 30 y el 60%, en particular entre 40 y el 50% del ancho de la porción del diente que no tiene un ancho extendido.
- 10 15. Motor (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el aumento del ancho del diente se realiza al menos en parte mediante un aumento del ancho de la porción (36) de ancho aumentado de los miembros (23) de perfil.
16. Ascensor que comprende un motor lineal (10) FSPM según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento móvil (12) está conectado a lo largo de un lateral de la cabina del ascensor y el estator (14) está montado sobre una viga que se extiende a lo largo del hueco del ascensor.

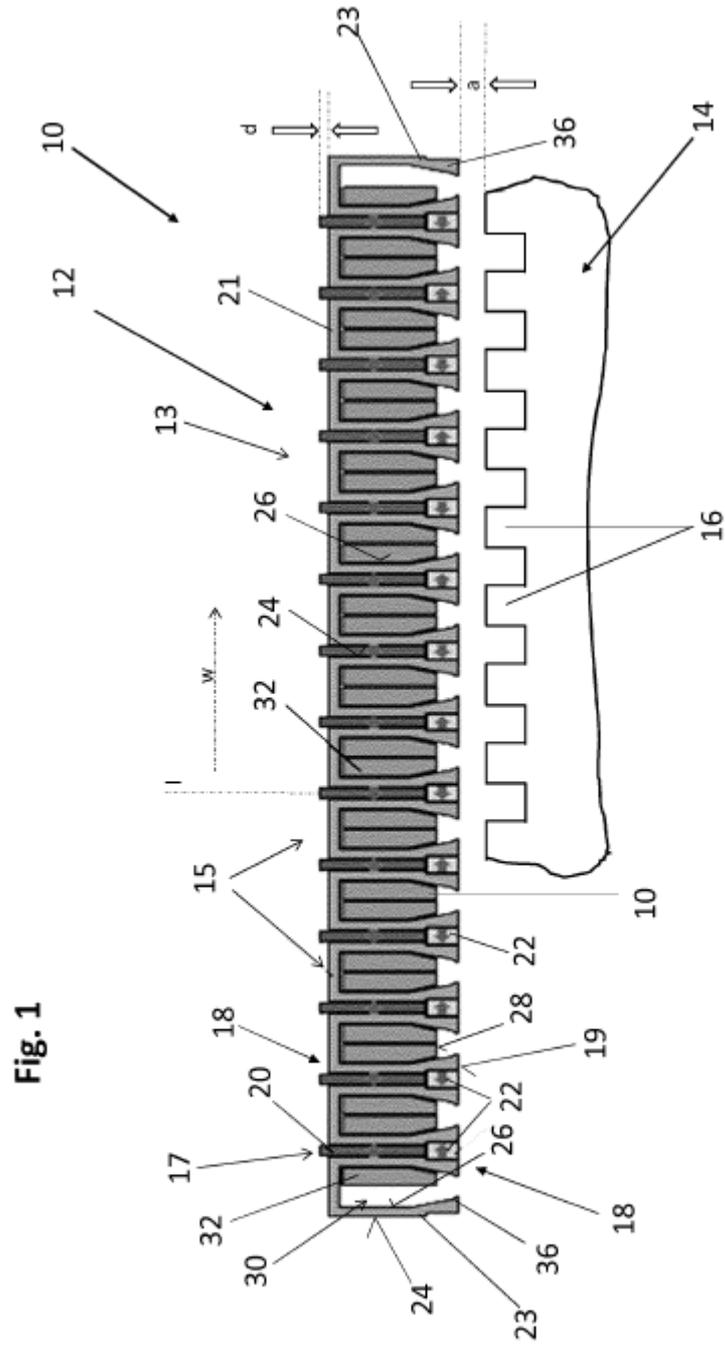
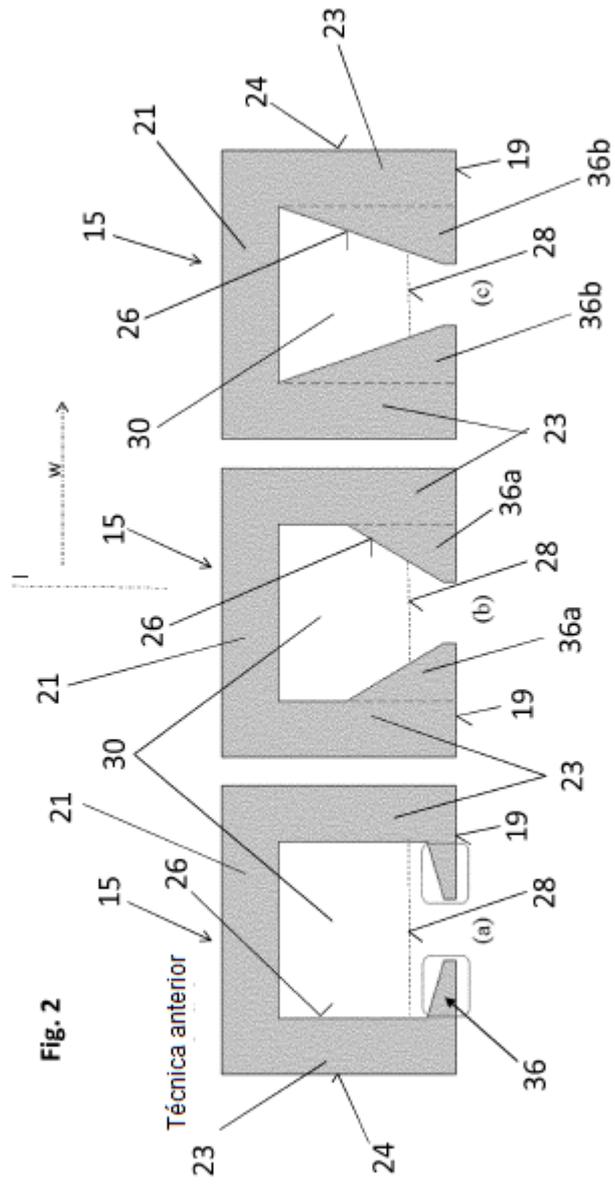
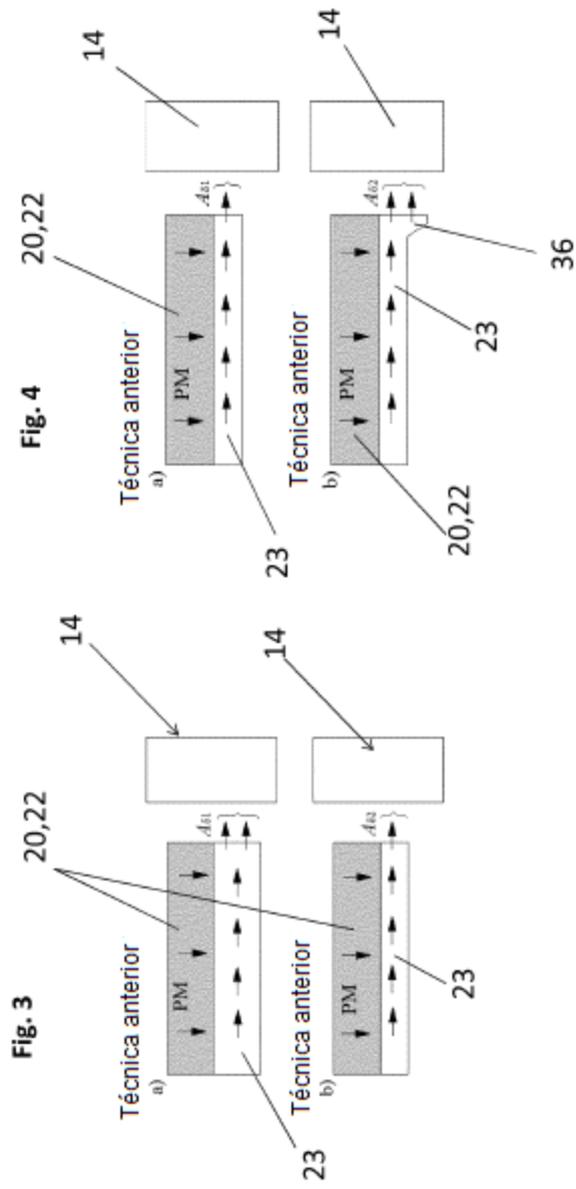
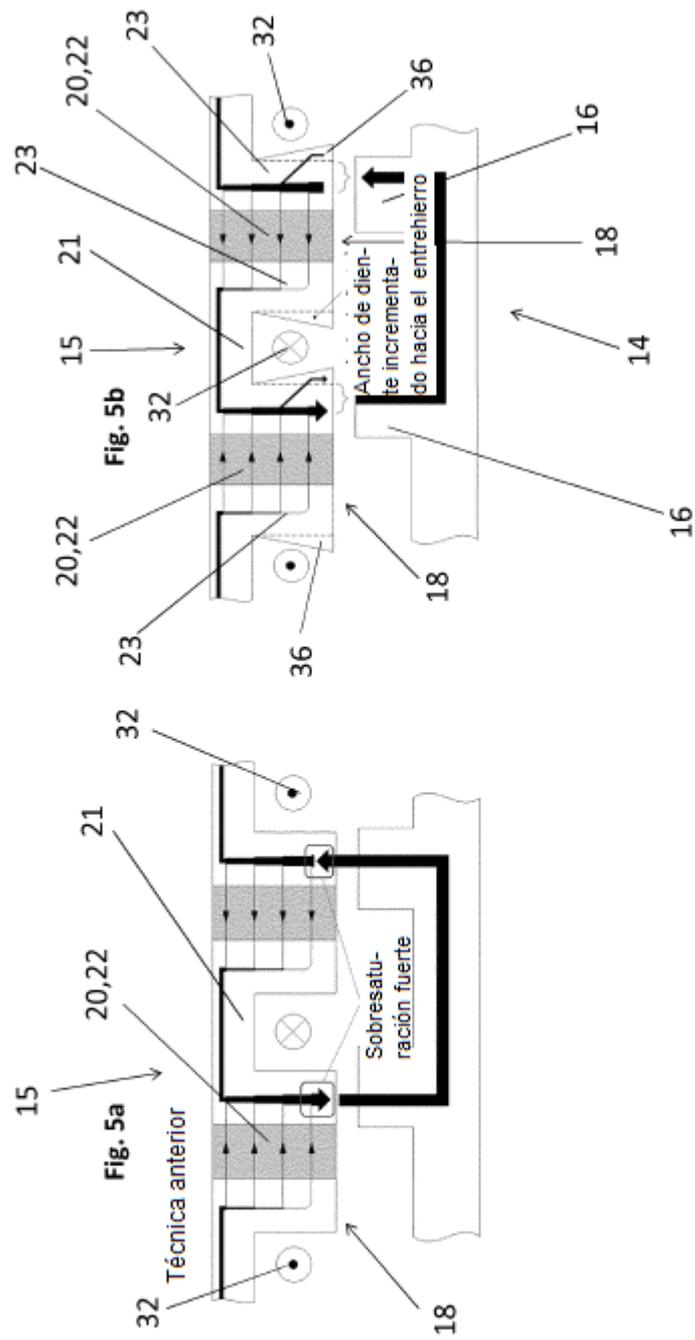


Fig. 1







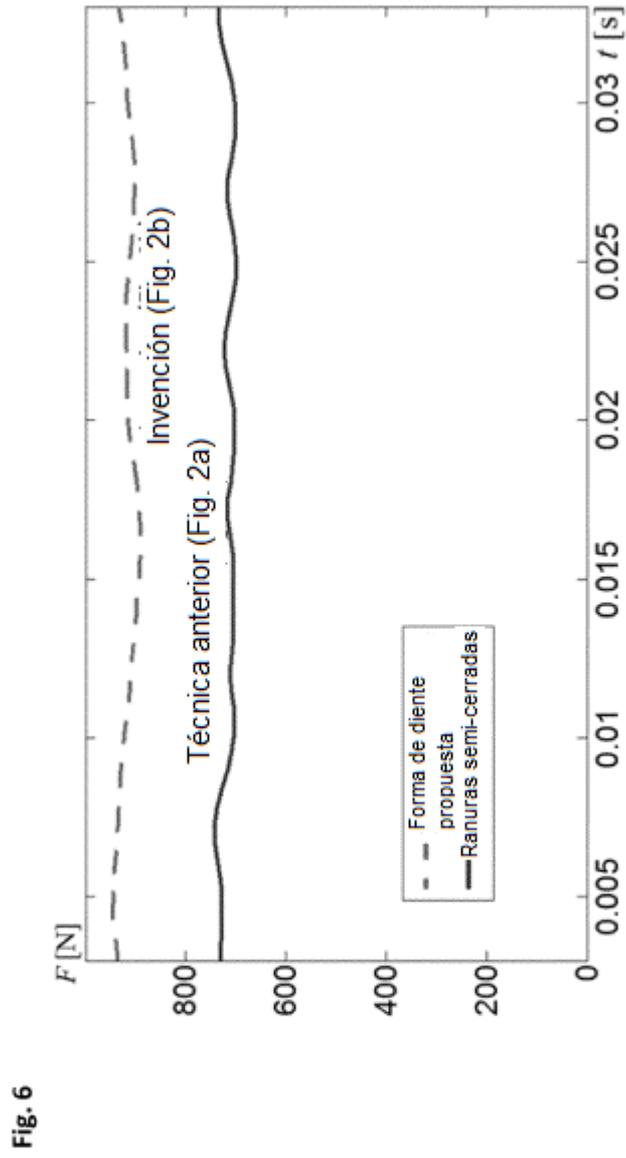


Fig. 6

